

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

**AKDENİZ'DEKİ BAZI BALIKLARIN YAĞ ASİDİ İÇERİKLERİ**

**Nasuh AKGÜL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**DİYARBAKIR**

**Haziran-2019**

T.C. DİCLE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ  
DİYARBAKIR

Nasuh AKGÜL tarafından yapılan "Akdeniz'deki Bazı Balıkların Yağ Asidi İçerikleri" konulu bu çalışma, jürimiz tarafından Biyoloji Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Mehmet BAŞHAN (Danışman)

Üye : Prof. Dr. Hülya KARADEDE AKIN

Üye : Doç. Dr. Semra KAÇAR

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 01/07/2019

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

.../.../.....

Prof. Dr. Sevtap SÜMER EKER

Enstitü Müdürü

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans süreci boyunca bana yol gösteren, rehberim olan, benden hiçbir yardımını esirgemeyen tez danışmanım sayın Prof. Dr. Mehmet Başhan'a sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım. Ayrıca laboratuvar çalışmalarımnda bana yardımcı olan Dr. Öğr. Üyesi Sayın Veysi Kızmaz'a teşekkür ederim. Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinde öğretim üyesi olan sayın Prof. Dr. Bedii Cicik'e bazı balık türlerinin teşhisindeki yardımlarından ötürü teşekkürlerimi bildiririm. Bunun yanı sıra imkânlarından istifade ettiğim Biyoloji Bölümüne de teşekkürü bir borç bilir ve şükranlarımı sunarım.



## İÇİNDEKİLER

<b><u>İÇİNDEKİLER</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
TEŞEKKÜR .....	I
İÇİNDEKİLER .....	II
ÖZET .....	IV
ABSTRACT .....	V
ÇİZELGE LİSTESİ.....	VI
ŞEKİL LİSTESİ.....	VIII
KISALTMA VE SİMGELER.....	IX
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Yağ Asitlerinin Yapısı .....	1
1.2. Fosfolipitler .....	4
1.3. Triaçilgliserol.....	4
1.4. Bireysel Yağ Asitlerinin Etkileri .....	5
1.4.1. Yağ Asitleri ve Sağlık.....	6
1.4.2. Omega 3 ve Omega 6 Yağ Asitleri Arasındaki Denge .....	8
1.4.3. Omega 3 ve Omega 6 Yağ Asitleri Eksikliğinin Neden Olduğu Sonuçlar .....	9
1.5. Çalışılan Balıkların Genel Özellikleri .....	10
1.5.1. Kolyoz Balığı ( <i>Scomber japonicus</i> ).....	10
1.5.2. Gümüş Balığı ( <i>Atherina boyeri</i> ) .....	11
1.5.3. Akdeniz Ton Balığı ( <i>Thunnus alalunga</i> ).....	13
1.5.4. Lambuka ( <i>Coryphaena hippurus</i> ).....	14
1.5.5. Tekir Balığı ( <i>Mullus surmuletus</i> ).....	15
1.5.6. Akya ( <i>Lichia amia</i> ).....	16
1.5.7. Güneş Balığı ( <i>Coris julis</i> ).....	18
1.5.8. Merbun ( <i>Nemipterus randalli</i> ).....	19
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ.....</b>	<b>21</b>

2.1. Deniz Balıklarının Kas Total Lipiti ile İlgili Çalışmalar .....	21
2.2. Deniz Balıklarının Kas Total Lipitindeki Yağ Asidi Bileşimi.....	23
2.2.1. Deniz Balıklarında Omega-3 ve Omega 6 Yağ Asitleri Oranı .....	28
2.2.2. Deniz Balıklarının Kas Fosfolipit Yağ Asidi Analizi .....	31
2.2.3. Deniz Balıklarının Kas Triaçilgliserol Yağ Asidi Analizi .....	32
2.2.4. Deniz Balıklarının Kas Fosfolipit ve Triaçilgliserol Yağ Asidi Bileşimi Arasındaki farklar.....	33
<b>3. MATERYAL VE METOT.....</b>	<b>35</b>
3.1. Araştırma Planı .....	35
3.2. Lipit Ekstraksiyonu ve Yağ Asiti Metil Esterlerinin (FAME) Hazırlanması .....	35
3.3. Gaz Kromatografi Koşulları .....	36
3.4. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi .....	36
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>37</b>
4.1. Balık Kaslarında Yaş Ağırlığa Göre Total Lipit Yüzdesi.....	37
4.2. Balıkların Kas Total Lipidindeki Yağ Asitlerinin Bileşimi.....	39
4.3. Balıkların Kas Total Lipidindeki Triaçilgliserol Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi ....	49
4.4. Balıkların Kas Total Lipidindeki Fosfolipit Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi .....	53
4.5. Balıkların Kas Total lipidindeki Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşiminin Karşılaştırılması .....	57
4.6. Balıkların Kas Total Lipitleri ile Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşiminin Karşılaştırılması .....	59
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>69</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>73</b>
ÖZGEÇMİŞ .....	85

## ÖZET

### AKDENİZ'DEKİ BAZI BALIKLARIN YAĞ ASIDI İÇERİKLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nasuh AKGÜL

DİCLE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

2019

Bu çalışmada Akdeniz'den toplanan akya (*Lichia amia*), lambuka (*Coryphaena hippurus*), merbun (*Nemipterus randalli*), kolyoz (*Scomber japonicus*), gümüş (*Atherina boyeri*), güneş (*Coris julis*), tekir (*Mullus surmuletus*) ve Akdeniz ton (*Thunnus alalunga*) balıklarının kas dokusunda total lipit ile fosfolipit (PL) ve triaçilgliserol (TAG) fraksiyonu ile total lipitteki yağ asidi bileşimleri araştırılmıştır.

Yaş ağırlığa göre lipit içeriği en düşük 0.39 / 100 g ile merbun balığında, yüksek olarak da 3.89 /100 g ile güneş balığında belirlenmiştir.

Balıkların kasındaki total lipit, total fosfolipit, triaçilgliserol yağ asidi içerikleri; yağ asidi standartları kullanılarak, gaz kromatografisi ile belirlenmiştir. Gaz kromatografisi sonuçlarına göre; doymuş yağ asitlerinden (SFA) miristik asit (14:0), pentadekanoik asit (15:0), palmitik asit (16:0), heptadekanoik asit (17:0) ve stearik asit (18:0); tekli doymamış yağ asitlerinden (MUFA) palmitoleik asit (16:1n-7), oleik asit (18:1n-9) ve eikosenoik asit (20:1n-9); çoklu doymamış yağ asitlerinden (PUFA) linoleik asit (18:2n-6), linolenik asit (18:3n-3), eikosadienoik asit (20:2n-6), eikosatrienoik asit (20:3n-6), arakidonik asit (20:4n-6, AA), eikosapentaenoik asit (20:5n-3, EPA), dokosapentaenoik asit (22:5n-3) ve dokosaheksaenoik asitler (22:6n-3, DHA) tespit edilmiştir.

Balık türlerinin yağ asidi bileşiminde total ve bireysel doymuş ve doymamış yağ asitleri bakımından önemli farklılıklar ( $p < 0.05$ ) vardı. Balık türlerinin total lipit ve PL, TAG fraksiyonlarında SFA'lardan 16:0, MUFA'lardan 18:1n-9 ve PUFA'lardan EPA ve DHA dominant yağ asitleriydi.

Balıkların kaslarından ekstrakte edilen total lipitlerde SFA'lardan 16:0 % 24.90 – 41.21, 18:0 % 6.41 - 12.42, MUFA'lardan 16:1n-7 % 1.09 – 8.06, 18:1n-9 % 7.32 – 19.38, PUFA'lardan EPA % 2.58 – 8.10, DHA % 11.91 – 38.26 arasındaydı. Sekiz balık türünün total lipitinde yağ asidi grupları fazladan aza doğru SFA (% 40.07 – 58.73) > PUFA (% 27.23 – 50.40) > MUFA (% 8.66 – 27.75) olarak sıralanmıştır.

Dokosaheksaenoik asit yüzdesi tüm balıklarda EPA'dan yüksek bulunmuştur. Analizlenen balıkların total lipitlerinde PUFA/ SFA oranı 0.46 (gümüş balığı) – 1.23 (kolyoz) arasında değişmiştir. Balık türlerinin total lipitinde n-3/n-6 oranı 2.30 (gümüş balığı) ile 7.86 (lambuka) arasında önemli derecede değişiklik göstermiştir.

Çalışılan sekiz balık türünde kimi yağ asitleri PL fraksiyonunda, kimileri TAG fraksiyonunda daha fazla birikmiştir. Kimi yağ asitleri de her iki fraksiyonda birbirlerine yakın değerlerde tespit edilmiştir. Fosfolipit, TAG'ye oranla n-3/n-6, PUFA/SFA ve DHA/EPA oranlarını ve AA, DHA'yı daha yüksek düzeyde; 16:0, 16:1n-7 ve 20:1n-9 yağ asitlerini ise daha düşük seviyede içermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Akdeniz, bazı balık türleri, yağ asidi bileşimi

## ABSTRACT

### THE FATTY ACID COMPOSITION OF SOME FISH SPECIES FROM THE MEDITERRANEAN

MASTER THESIS

Nasuh AKGÜL

INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
UNIVERSITY OF DICLE

2019

In this study, total lipid and the fatty acid profiles of total lipid, phospholipid (PL) and triacylglycerol (TAG) in muscle of leerfish (*Lichia amia*), common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*), Threadfin breams (*Nemipterus randalli*), chub mackerel (*Scomber japonicus*), sand smelt (*Atherina boyeri*), Mediterranean Rainbow Wrasse (*Coris julis*), striped red mullet (*Mullus surmuletus*) and albacore (*Thunnus alalunga*) were investigated.

It was determined that the lipid contents, expressed on a wet weight basis, ranged from as low 0.39 / 100 g in Threadfin breams to the highest amount of 3.89 / 100 g in Mediterranean Rainbow Wrasse.

Fatty acid compositions of total lipid, PL and TAG fractions have been determined in muscles of fish by gas chromatography using a mixture of fatty acid standards. According to the Gas Chromatography results, following saturated fatty acids (SFA): myristic acid (14:0), pentadecanoic acid (15:0) palmitic acid (16:0), heptadecanoic acid (17:0) and stearic acid (18:0) monounsaturated fatty acids (MUFA): palmitoleic acid (16:1n-7), oleic acid (18:1n-9) and eicosenoic acid (20:1n-9); and polyunsaturated fatty acids (PUFA): linoleic acid (18:2n-6), linolenic acid (18:3n-3), eicosadienoic acid (20:2n-6) eicosatrienoic acid (20:3n-6), arachidonic acid (AA), eicosapentaenoic acid (EPA), docosapentaenoic acid (22:5n-3) and docosahexaenoic acid (DHA) were determined in muscles of fish species.

There were significant differences ( $p < 0.05$ ) in terms of the total and individual saturated and unsaturated fatty acids in the fatty acid composition of the fish species. The major fatty acids in the total lipid and PL, TAG fractions of fish species were 16:0 from SFAs, 18: 1n-9 from MUFAs, and EPA and DHA from PUFAs.

The percentage of 16:0 was between 24.90 - 41.21 %, 18:0, 6.41 - 12.42 % from SFAs, 16: 1n-7, 1.09 - 8.06 %, 18: 1n-9, 7.32 - 19.38 % from MUFAs and EPA, 2.58 - 8.10 %, DHA, 11.91 - 38.26 % from PUFAs in total lipids extracted from the muscles of the fish. Fatty acid groups in the total lipid of the eight fish species were further classified as SFA (40.07 - 58.73%)> PUFA (27.23 - 50.40%)> MUFA (8.66 - 27.75%).

The percentage of docosahexaenoic acid was higher than EPA in all fish. PUFA / SFA ratio in total lipids of the analyzed fish ranged from 0.46 (sand smelt h) to 1.23 (chub mackerel). The n-3 / n-6 ratio in total lipid of fish species varied significantly between 2.30 (sand smelt) and 7.86 (common dolphinfish).

In the eight fish species studied, some fatty acids accumulated more in PL fraction and some in TAG fraction. Some fatty acids were found close to each other in both fractions. Phospholipid has higher n-3 / n-6, PUFA / SFA and DHA / EPA ratios and has higher levels of AA, DHA than TAG; 16: 0, 16: 1n-7 and 20: 1n-9 fatty acids at a lower level.

**Keywords:** Mediterranean, Some fish species, Fatty acid composition

## ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>		<u>Sayfa</u>
Çizelge 1. 1.	Doymuş yağ asitleri	2
Çizelge 1. 2.	Tekli doymamış yağ asitleri	2
Çizelge 1. 3.	Çoklu doymamış yağ asitleri	3
Çizelge 1.4.	Doymamış Yağ Asitlerinin Omega Sınıflandırması	3
Çizelge 1. 5.	<i>Scomber japonicus</i> 'un sistematığı	10
Çizelge 1. 6	<i>Atherina boyeri</i> 'nin sistematığı	12
Çizelge 1. 7.	<i>Thunnus alalunga</i> 'nın sistematığı	13
Çizelge 1. 8.	<i>Coryphaena hippurus</i> 'un sistematığı	15
Çizelge 1. 9.	<i>Mullus surmuletus</i> 'un sistematığı	16
Çizelge 1. 10.	<i>Lichia amia</i> 'ın sistematığı	17
Çizelge 1. 11.	<i>Coris julis</i> 'in sistematığı	19
Çizelge 1. 12.	<i>Nemipterus randalli</i> 'nin sistematığı	20
Çizelge 4. 1.	Çalışmada kullanılan balık kaslarının yağ ağırlığına göre total lipit yüzdesi	39
Çizelge 4. 2.	Akdenizdeki Bazı Balıkların Total Lipitteki Yağ Asidi Bileşimi	48
Çizelge 4. 3.	Akdenizdeki Bazı Balıkların Triaçilgliserol Yağ Asidi Bileşimi	52
Çizelge 4. 4.	Akdenizdeki Bazı Balıkların Fosfolipit Yağ Asidi Bileşimi	56
Çizelge 4. 5.	Akya, <i>Lichia amia</i> 'nın kas dokusundaki total lipid (TL), Triaçilgliserol (TAG) ve Fosfolipid (PL) fraksiyonlarındaki yağ asiti yüzdesi	60
Çizelge 4. 6.	Lambuka, <i>Coryphaena hippurus</i> 'un kas dokusundaki Total lipid (TL), Triaçilgliserol (TAG) ve Fosfolipid (PL) fraksiyonlarındaki yağ asiti yüzdesi	61
Çizelge 4. 7.	Merbun, <i>Nemipterus randalli</i> 'nin kas dokusundaki Total lipid (TL), Triaçilgliserol (TAG) ve Fosfolipid (PL) fraksiyonlarındaki yağ asiti yüzdesi	62
Çizelge 4. 8.	Kolyoz, <i>Scomber japonicus</i> 'un kas dokusundaki Total lipid (TL), Triaçilgliserol (TAG) ve Fosfolipid (PL) fraksiyonlarındaki yağ asiti yüzdesi	63



- Çizelge 4. 9.** Gümüş, *Atherina boyeri*'nin kas dokusundaki Total lipid (TL),Triaçilgliserol (TAG) ve Fosfolipid (PL) fraksiyonlarındaki yağ asiti yüzdesi 64
- Çizelge 4. 10.** Güneş, *Coris julis*'in kas dokusundaki Total lipid (TL), Triaçilgliserol (TAG) ve Fosfolipid (PL) fraksiyonlarındaki yağ asiti yüzdesi 65
- Çizelge 4. 11.** Tekir, *Mullus surmuletus*'un kas dokusundaki Total lipid (TL), Triaçilgliserol (TAG) ve Fosfolipid (PL) fraksiyonlarındaki yağ asiti yüzdesi 66
- Çizelge 4. 12.** Akdeniz ton, *Thunnus alalunga*'nın kas dokusundaki Total lipid (TL),Triaçilgliserol (TAG) ve Fosfolipid (PL) fraksiyonlarındaki yağ asiti yüzdesi 67

## ŒEKİL LİSTESİ

<b><u>Œekil No</u></b>		<b><u>Sayfa</u></b>
<b>Œekil 1. 1.</b>	Kolyoz Balığı	11
<b>Œekil 1. 2.</b>	GmŒ Balığı	12
<b>Œekil 1. 3.</b>	Akdeniz Ton Balığı	13
<b>Œekil 1. 4.</b>	Lambuka Balığı	15
<b>Œekil 1. 5.</b>	Tekir Balığı	16
<b>Œekil 1. 6.</b>	Akya Balığı	18
<b>Œekil 1. 7.</b>	GneŒ Balığı	19
<b>Œekil 1. 8.</b>	Merbun Balığı	20

## KISALTMA VE SİMGELER

$\Sigma$	: Toplam
AA	: Araşidonik asit
ALA	: Alfa linolenik asit
BHT	: Butylated hidroksi toluen
CLA	: Konjuge linoleik asit
DAG	: Diaçilgliserol
DHA	: Dokosaheksaenoik asit
EPA	: Eikosapentaenoik asit
MUFA	: Tekli doymamış yağ asidi
PL	: Fosfolipit
PUFA	: Çoklu doymamış yağ asidi
SFA	: Doymuş yağ asidi
TAG	: Triaçilgliserol
UFA	: Doymamış yağ asidi
$\omega$ 3 (n-3)	: Omega 3
$\omega$ 6 (n-6)	: Omega 6

## 1.GİRİŞ

### 1.1. Yağ Asitlerinin Yapısı

Yağ asitleri hidrokarbon zincirinden oluşur. Bu bileşenler; karbon zincirinin uzunluğu, çift bağ içerip içermemesi, çift bağın sayısı ve konumu bakımından farklılık gösterirler. Zincirin bir ucunda karboksil (COOH), diğer ucunda metil (CH<sub>3</sub>) grubu bulunur. Karbon atomlarının numaralandırılması COOH grubundan yapılır. İki numaralı karbon atomu  $\alpha$ , ona komşu olan 3 nolu olanı  $\beta$ , son karbon olan CH<sub>3</sub> grubu ise  $\omega$  olarak adlandırılır. Çift bağ içermeyenler doymuş (SFA, Çizelge 1.1), içerenler ise doymamış (UFA, Çizelge 1.4), bir çift bağ içerenler tekli doymamış (MUFA) (Çizelge 1.2), birden fazla çift bağ içerenler ise çoklu (aşırı) doymamış (PUFA) olarak adlandırılır(Çizelge 1.3). Çift bağlar *cis* veya *trans* konfigürasyonda olabilir. İki hidrojen atomu çift bağın zıt taraflarında olduğunda konfigürasyon *trans* olarak, hidrojen atomları çift bağın aynı tarafında olduğunda ise konfigürasyon *cis* olarak adlandırılır (White, 2009).

## 1.GİRİŞ

Çizelge 1. 1. Doymuş yağ asitleri

Sistemik Adı	Trivial (Genel) Adı	Yapısal Formülü	Kısa yazılım
Etanoik	Asetik Asit	CH <sub>3</sub> COOH	2:0
Propiyonik	Propiyonik Asit	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	3:0
Bütanoik	Bütirik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH	4:0
Pentanoik	Valerik Asit	(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH	5:0
Hekzanoik	Kaproik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH	6:0
Oktanoik	Kaprilik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> COOH	8:0
Nonanoik	Pelargonik	(CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> COOH	9:0
Dekanoik	Kaprik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> COOH	10:0
Dodekanoik	Lavrik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> COOH	12:0
Tridekanoik	-	(CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> COOH	13:0
Tetradekanoik	Miristik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> COOH	14:0
Pentadekanoik	-	(CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH	15:0
Hekzadekanoik	Palmitik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH	16:0
Heptadekanoik	Margarik Asit	(CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH	17:0
Oktadekanoik	Stearik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH	18:0
Eikosanoik	Arakidik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> COOH	20:0
Henikosanoik	-	(CH <sub>2</sub> ) <sub>20</sub> COOH	21:0
Dokosanoik	Behenik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>20</sub> COOH	22:0
Trikosanoik	-	(CH <sub>2</sub> ) <sub>22</sub> COOH	23:0
Tetrakosanoik	Lignoserik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>22</sub> COOH	24:0
Hekzakosanoik	Serotik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>24</sub> COOH	26:0
Heptakosanoik	Karboserik Asit	(CH <sub>2</sub> ) <sub>26</sub> COOH	27:0
Oktakosanoik	Montanik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>26</sub> COOH	28:0
Triakontasanoik	Melisik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>28</sub> COOH	30:0

Çizelge 1. 2. Tekli doymamış yağ asitleri

Sistemik Adı	Genel Adı	Yapısal Formülü	Kısa yazılım
hekzadekanoik	Palmitoleik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	16:1(n-7)
oktadekanoik	Petroselinik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> CH=H(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH	18:1(n-12)
oktadecenoik	Oleik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	18:1(n-9)
eikosenoik	Gondoik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>9</sub> COOH	20:1(n-9)
Dokosenoik	Örisik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>11</sub> COOH	22:1(n-9)

**Çizelge 1. 3.** Çoklu doymamış yağ asitleri

Sistemik Adı	Genel Adı	Yapısal Formülü	Kısa yazılım
oktadecadienik	Linoleik Asit	$CH_3(CH_2)_4 CH = CHCH_2CH = CH(CH_2)_7 COOH$	18:2(n-6)
oktadekatrienik	$\alpha$ -Linolenik Asit	$CH_3CH_2CH = CHCH_2CH = CHCH_2CH = CH(CH_2)_7 COOH$	18:3(n-3)
oktadekatrienik	$\gamma$ -Linolenik Asit	$CH_3(CH_2)_4CH = CHCH_2CH = CHCH_2CH = CH(CH_2)_4 COOH$	18:3(n-6)
eikosatrienik	Dihomo- $\gamma$ -Linolenik Asit	$CH(CH_2)_4CH = CHCH_2CH = CHCH_2CH = CH(CH_2)_6 COOH$	20:3(n-6)
eikosatetraenik	Arakidonik Asit	$CH_3(CH_2)_4CH = CHCH_2CH = CHCH_2CH = H=CHCH_2CH = CH(CH_2)_3CO OH$	20:4(n-6)
eikosapentaenik	EPA	$CH_3CH_2CH_2 = CH_2CH_2CH = CHCH_2CH = CH(CH_2)_3COOH$	20:5(n-3)

**Çizelge 1.4.** Doymamış yağ asitlerinin omega sınıflandırması

n-3	n-6	n-9
$\alpha$ -Linolenik Asit	Linoleik Asit	Oleik Asit
9,12,15-Oktadekatrienik asit	$\gamma$ -linolenik Asit	11-eikosenik Asit
6,9,12,15-Oktadekatetraenik asit	Arakidonik Asit	13-docosenik Asit
8,11,14,17-Eikosatetraenik asit	7,10,13,16-Dokosatetraenik asit	Palmitoleik Asit
5,8,11,14,17-Eikosapentaenik asit		
7,10,13,16,19-Dokosapentaenik asit		

Doymuş yağ asitleri, et ve süt ürünlerinde, doymamış olanlar ise en çok avokado gibi sebze yağlarında, fındık ve balıklarda bulunur. Doymamış yağlar, en sağlıklı diyet yağları olarak kabul edilir. Linoleik (18:2n-6) ve linolenik (18:3n-3) asit gibi PUFA'lar, insanlar tarafından sentezlenmeyen ve vücudumuzdaki temel fonksiyonlar için gerekli oldukları için diyetten elde edilmesi gereken esansiyel (temel) yağ asitleridir. Vücudun her sağlıklı hücresinde bulunan; hücre fonksiyonların, kasların, sinirlerin ve organların normal büyümesi ve işleyişi için kritik öneme sahip olan bu bileşenlerin eksikliği; pürüzlü ve pullu cilt, dermatit (omega-6 yağ asidi) ve pullanma ve hemorajik dermatit, kafa derisinin hemorajik folikiliti, bozulmuş yara iyileşmesi ve büyüme geriliği (omega-3 yağ asitleri) gibi çeşitli semptomlara neden olur. Bu yağ asitlerinin yeterli miktarda alımı, kalp hastalıklarına ve diyabete karşı koruma sağlar. Amerikan nüfusunun % 50'sinin yetersiz miktarda esansiyel yağ asidi tükettiği tahmin edilmektedir (Hu ve ark. 1999).

İnsan sağlığı için önemli olan iki tür esansiyel yağ asidi vardır. Bunlar omega-6 ve omega-3 yağ asitleridir. "Omega" terimi, ilk çift bağın yağ asidi içindeki karbon zincirinin metil ucundan (CH<sub>3</sub>) sayarak konumunu belirtir. Örneğin, omega-3 (n-3) yağ

asidinin üçüncü karbon atomunda, omega-6 (n-6) yağ asitinin, altıncı karbon atomunda ilk çift bağ bulunur. Linoleik asit (18:2n-6) ve arakidonik asit (20:4n-6)  $\omega_6$ ,  $\alpha$ - linolenik asit (18:3n-3), eikosapentaenoik asit (EPA, 20:5n-3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA, 22:6n-3) gibi yağ asitleri  $\omega$ -3 olarak bilinir (Voet and Voet, 2013).

### 1.2. Fosfolipitler

Hücre zarı çift tabakalı bir yapıdan oluşur. Bu yapının % 40'ını lipid ve glikolipit ve % 60'ını da integral proteinler ve glikoproteinler oluşturur. Çift tabakalı hücre zarındaki lipitlerin % 75 ile % 88'ini PL'ler, % 2 ile % 5'ini glikosfingolipidler, % 10 ile % 20'sini kolesterol oluşturur. Fosfolipitlerin alt sınıflarından fosfatidilkolin (PC) % 45-55, fosfatidiletanolamin (PE) % 15-25, fosfatidilinositol (PI) % 10-15, fosfatidilserin (PS) % 2-10, fosfatidik asit % 1-2, sfingomiyelin (SM) % 5-10 ve kardiyolipin % 2-5'ini içerir (Belhocine ve Prato, 2011).

Fosfolipitler, gliserole bağlı iki yağ asidi kuyruğu içerir; bu bir yoğunlaşma reaksiyonuyla gerçekleşir. Gliserolün üçüncü alkol grubundaki fosfat molekülüne kolin gibi diğer küçük moleküller bağlanır. Bu fosfat grubu, gliserol grubu ile birlikte fosfolipidlerin baş kısmını hidrofilik hale getirir ancak yağ asitlerinden oluşan kuyruk kısmı hidrofobiktir. Bundan dolayı fosfolipitler amfipatiktir: yani suyu seven ve suyu sevmeyen gruplar bir arada bulunur. Hücre zarında en fazla bulunan fosfolipitler şunlardır: Fosfatidilkolin (PC), fosfatidiletanolamin (PE), fosfatidilserin (PS), fosfatidilinositol (PI) ve sfingomyelin (SM) (Voet and Voet, 2013).

### 1.3.Triaçilgliserol

Gliserole üç yağ asidinin ester bağı ile bağlanmasıyla yağ asitlerinin ana depo şekli olan triaçilgliserol oluşur. Yapıdaki yağ asitlerinin çoğu 16 ve 18 karbonludur. Bitki ve balıklardaki triaçilgliseroller doymamış yağ asitleri bakımından zengin oldukları için 25 °C'de sıvıdır, ancak hayvansal olanlar doymuş yağ asitlerini daha fazla içerdikleri için aynı sıcaklıkta katıdır. Triaçilgliseroller depo lipitlerinin temel bileşeni olup omurgalıların yağ depolarında depolanırlar. Bir gram yağ yaklaşık 9 kcal vermektedir (Voet and Voet, 2013).

#### 1.4.Bireysel Yağ Asitlerinin Etkileri

Yağ asitlerinin vücutta; enerji için  $\beta$  oksidasyonu, depo yağlarının depolanması veya tüm hücrel membranların ana yapısal bileşenlerini oluşturan fosfolipidlere dahil edilmesi gibi birçok fonksiyonu vardır.

Dominant SFA'lerden palmitik asitin (16:0), serum kolesterol seviyelerini ve kötü kolesterol (LDL) düzeylerini yükselterek, ateroskleroz, kardiyovasküler hastalık ve felç riskini arttırdığı bildirilmiştir (Nicolosi ve ark. 1998).

Daha önce yapılan çalışmalar, vücutta hızla emilmesinden dolayı (Grundy, 1994), stearik asitin, toplam kolesterol üzerinde önemli bir etki yapmadığını, doymuş olmasına rağmen insan sağlığına zararlı olmadığını göstermiştir (Kris-Etherton ve ark. 1993; Judd ve ark. 2002).

Pentadekanoik (C15:0) ve heptadekanoik asit (C17:0) gibi tek zincirli yağ asitleri sinir dokusunun membran lipitlerinde biriktiğinden sinir sisteminin çalışmasına engel olmaktadır (Frenkel ve ark. 1973).

Tekli doymamış yağ asitlerinden 16:1n-7, serumdaki kötü kolesterolü düşürür (Nestel ve ark. 1994), kan damarlarındaki yağ birikimini ve kanın pıhtı oluşumunu azaltır. Oleik asit (C18: 1n-9) zeytin, kanola ve yerfıstığı yağlarında bol miktarda bulunur. Doymuş yağ asitleri genellikle serum kolesterol konsantrasyonlarını arttırırken, 18:1n-9'un ise böyle bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Denke, 1994). Bunun nedeninin, 18:1n-9'un, kolesterolü aktif olmayan bir forma dönüştüren karaciğer enzimi için tercih edilen bir substrat olduğu öne sürülmüştür (Grundy, 1994). Ancak, vücut tarafından sentezlenmeyen ve besinle alınması zorunlu olan esansiyel PUFA'lar, sağlıklı yaşam için gereklidirler. Daha çok membranlarda bulunan bu bileşenler; enzim aktivitelerini, taşıyıcıları ve membran reseptörlerini (düşük yoğunluklu lipoprotein reseptörlerini, insülin, antikor nörotransmitterleri, ilaç reseptörleri) ayarlarlar (Zamaria, 2004). Alfa-linolenik asit (C18:3n-3), kısa zincirli bir omega-3 yağ asidi olup, fındık ve tohumlarda, yeşil yapraklı sebzelerin kloroplastlarında, keten, kolza ve ceviz tohumlarında mevcuttur.

Omega 6 yağ asitlerinden 18:2n-6, mısır, ayçiçeği yağı, aspir yağı ve soya fasulyesi gibi bitkisel yağlarda, 20:4n-6 ise beyin, karaciğer ve yumurtada boldur.



Yukarda da belirtildiği gibi 18:2n-6, derideki seramidlerin yapısal bir bileşenini oluşturmaktadır.

Linoleik asit (C18: 2; omega-6) ve alfa linolenik asit (C18: 3; omega-3), rumen içindeki (geviş getiren hayvanların ilk mide bölümü) bakteriler tarafından CLA'ya (konjuge linolenik asit) dönüştürülebilen bitkisel yağ asitleridir.

Omega 6 PUFA'ların en önemli yağ asiti AA'dır. Hücreler dış uyaranlarla aktive edildiğinde, araşidonik asit hücre zarlarından salınır ve tromboksanlar, prostaglandinler ve lökotrienler, hidroksi yağ asitleri ve lipoksinler gibi güçlü hücresel düzenleyicilere dönüştürülür (Funk 1991). Bu bileşikler, lökositlerin ve trombositlerin aktivasyonu, gastrik salgıların düzenlenmesi, bronşların daralmasının tetiklenmesi sinir hücrelerinde ağrının sinyalleşmesi gibi bir dizi aktiviteye sahiptir (Celotti ve Durand 2003).

Yirmi karbonlu diğer  $\omega$ -3 bileşenleri olan eikosapentaenoik asit (EPA), dokosapentaenoik asit (DPA-3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA), önce deniz alglerinde sentezlenmektedir. Omega-3 yağ asitlerinin insan sağlığı üzerinde faydalı etkileri bulunmaktadır ( Dhiman, 1999). Eikosapentaenoik asit ve DHA, balık yağlarında, özellikle de yağlı balıklarda bulunur. Araşidonik asit (AA) ise ağırlıklı olarak tahılla beslenen hayvanların ve yumurtaların fosfolipitlerinde bulunur. Alfa linolenik asit (ALA) trigliseritlerde, kolesteril esterlerde ve fosfolipidlerde çok küçük miktarlarda bulunur. Eikosapentaenoik asit (EPA), kolesteril esterlerde, trigliseritlerde ve fosfolipitlerde bulunur. Dokosaheksaenoik asit (DHA) ise çoğunlukla fosfolipidlerde bulunur. İnsanlar dahil memelilerin; beyin korteksi, retina, testis ve spermleri özellikle DHA bakımından zengindir. Beynin yapısal lipidlerinde en fazla bulunan bileşenlerinden biri olan DHA, ya doğrudan besinle alınır ya da besinle alınan EPA veya ALA'dan sentezlenir.

### 1.4.1. Yağ Asitleri ve Sağlık

Omega-3 yağ asitlerinin kanseri (Hardman, 2002) ve kardiyovasküler hastalıkları (Simopoulos, 2002) önlediği, ayrıca artrit için tedavi edici olduğu (Kremer, 2000), otoimmün hastalığı (Harbige ve Fisher, 2001), inflamatuvar etkiler (Grimm ve ark. 2002) ve depresyon (Puri ve ark. 2001) için tedavi edici olduğu gösterilmiştir.

Dokosaheksaenoik asit ayrıca hamilelik sırasında bebekler ve beyin gelişimi için önemlidir (Horrocks ve Yeo, 1999) ve erken doğum insidansını azaltır (Allen ve Harris 2001).

Eikosapentaenoik asit kan kolesterolünü düşürür (Pal ve ark. 2002) ve kanın pıhtılaşmasını azaltarak daha iyi bir kan dolaşımı sağlar (Heller ve ark. 2002).

Çoklu (aşırı) doymamış yağ asitlerinin (PUFA) bağışıklık sisteminin çeşitli bileşenlerinin üretimini ve aktivitesini değiştirebildiği saptanmıştır. N-3 PUFA'ların anti-enflamatuar, n-6 PUFA'ların ise inflamasyon etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Yehuda ve ark. 2002).

Yapılan çalışmalarda n-3 yağ asitlerinden  $\alpha$  - linolenik asit, DHA, EPA'nın inflamatuvar etkiye sahip sitokinlerin (IL-1, IL-6, TNF- $\alpha$ ) üretimini ve aktivitesini azalttığı (Yano ve ark. 2000), n-6 bileşenlerin ise tam tersi bir etkiye sahip olduğu gösterilmiştir (James ve ark. 2000).

N-3 ve n-6' PUFA'ların, çeşitli bağışıklık bileşenleri üzerinde farklı etkilere sahip oldukları belirlenmiştir. Singer ve Richterheinrich (1991), n-3 yağ asitlerinin insanlarda ve sıçanlarda lenfosit çoğalmasında bir düşüşe, interlökin-1 (IL-1) üretiminde azalmaya ve hem insanlarda hem hayvanlarda interlökin-2 (IL-2) üretiminde azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir.

Ayrıca, n-3 yağ asitleri, insanlarda tümör nekroz faktörü- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) üretimini azaltırken n-6 PUFA'lar farelerde IL-2 üretimini arttırmaktadır (Yehuda ve ark.1999). Bazı çalışmalar, besinsel yağ tüketiminin, özellikle meme, prostat ve kolorektal kanser olmak üzere birçok kanser türü ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda, n-3 PUFA'nın kanser gelişimini engellediği, n-6 PUFA'nın ise kanser gelişimini ve büyümesini arttırdığı gözlenmiştir.  $\alpha$ -linolenik asit seviyesi ile meme kanseri hastalarında metastaz gelişiminin ters orantılı olduğu saptanmıştır. Japonlarla ilgili bir nüfus araştırmasında, prostat kanserinden ölenlerin ölüm oranı ile serum n-3 PUFA seviyeleri arasında zıt bir ilişki olduğu görülmüştür (Zamaria, 2004).

Balık ve balık yağının n-3 yağ asitleri, koroner arter hastalığı olan kişilerin iyileştirilmesi ve tedavisi için büyük potansiyele sahiptir. N-3 EPA ve DHA'nın en önemli etkilerinden biri, primer ve sekonder korunmada ventriküler fibrilasyonu inhibe etme ve bunun sonucunda kalbin durmasını önlemeleridir (Albert, 2002). EPA; antiaritmik ve

antitrombotik etkiye sahiptir, özellikle trombositlerin kümeleşmesine ve damarların daralmasına neden olan prostaglandin ve tromboksan A2 sentezini inhibe etmektedir. İnsanlarda yapılan deneyler, balık yağının özellikle de plazma trigliseritini düşürücü etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Siscovick ve ark. 2003).

Yapılan klinik çalışmalarda alfa linolenik asidin, kan basıncını düşürücü etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Fazla balık tüketen deneklerde başlangıçta düşük bir kan basıncı belirlenmiştir (Zamaria, 2004).

Sfingomyelin, PE ve PC gibi membran fosfolipitlerinin yağ asitleri bileşimi her ne kadar dokuya özgü ise de besinle alınan yağın kompozisyonundan etkilenmektedir. Hücre zarının yağ asitleri bileşimi, insülin reseptörleri arasındaki ilişkileri etkilemektedir (Enriquez ve ark. 2004). İnsulinin hedef dokuları olan karaciğer ve iskelet kası membran fosfolipitlerinin yağ asitleri kompozisyonu, hem insülin sekresyonunu hem de onun biyolojik işlevlerini etkilemektedir ( Lombardo ve Chicco, 2006). Zira, doymamış yağ asitlerince zengin membranlar, doymuş yağ asitleri bakımından zengin olan zarlara oranla daha fazla insülin bağlarlar.

### **1.4.2. Omega 3 ve Omega 6 Yağ Asitleri Arasındaki Denge**

Omega-3 ve omega-6, göz, sinir ve cilt hücrelerinin zarlarında bulunduğundan, seviyelerindeki bir dengesizlik görme bozukluğuna neden olabilir. Birbirine dönüştürülemeyen  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 yağ asitlerinin sağlıklı yaşam için diyetle uygun bir dengede bulunmaları gerekir. Omega-6 yağ asitleri yönünden zengin bir diyet, kan vizkozitesinde, damar daralmasında artışlara, kanama zamanında ise azalmaya neden olur. Geçmişte, araştırmacılar hastalığı açıklamak için çoğunlukla vücutta bulunan omega-3 yağ asitleri miktarına bakarlardı. Ancak, önemli olan, vücuttaki omega-3 ile birlikte omega-6'nın miktarıdır (Pollan, 2008). Eikosapentaenoik asit ve DHA gibi omega 3 yağ asitleri; tromboksan, lökotrien ve prostaglandinlerin biyosentezini katalizleyen enzimler için arakidonik asit ile rekabet eder ve membran yapısındaki AA'nın yerine geçerler (Calder, 2006). Bu nedenle omega 3: omega 6 oranı fizyolojik olarak önemli hale gelir (Lindsberg ve ark. 1991).

Aynı enzim sistemine ihtiyaç duydukları için rekabet halinde olan bu bileşenlerden herhangi bir grubun diyetle fazla alınması, diğerinin metabolizmasını engelleyebilir. Temel yağ asitlerinden biri olan 18:2n-6'dan 20:4n-6, 18:3n-3'ten EPA ve

DHA sentezlenir. Omega 3 ve  $\omega$ -6 yağ asitlerinden sentezlenen ve biyolojik olarak aktif moleküller olan eikosanoidler; kanın pıhtılaşması, bağışık yanıt ve enflamatuvar süreçlerini düzenlemede rekabet halinde çalışırlar. Örneğin AA'dan türetilenler, kan damarlarının daralmasını ve kan pıhtılarının oluşumuna yardımcı olurken EPA'dan sentezlenenler, kan damarlarının gevşemesini uyarıp, kanın pıhtılaşmasını önlerler. Karşıt işlevleri olsa da, her ikisi de aşırı kanama ile aşırı kan pıhtılaşması arasında sağlıklı bir denge sağlamak için gereklidir (Clandinin, 2000).

Gıda üretimi ve diyetindeki değışiklikler; omega-6 tüketimini arttırırken, omega-3 miktarını düşürmüştür. Sağlıklı yaşam için,  $\omega$ -6 yağ asitlerinin alımı, omega-3 yağ asitlerinin 10 katından daha fazla olmamalıdır. Bazı araştırmacılar  $\omega$ 6/  $\omega$ 3 değeriinin 4'ten düşük olması gerektiğini öne sürmüşlerdir (Simopoulos, 1999). Günümüzde tipik ABD diyetinde, bu oran, 20-30 kat fazladır (Simopoulos, 1999).

#### **1.4.3. Omega 3 ve Omega 6 Yağ Asitleri Eksikliğinin Neden Olduğu Sonuçlar**

Hücre zarlarında PUFA eksikliği; fosfolipitlerin yağ asidi bileşimi ve plazma zarının fizikokimyasal özelliklerinde değışikliklere neden olur, zarların akışkanlıklarının azalmasına yol açar (Novgorodtseva ve ark. 2011). Omega 6 yağ asitlerinin eksikliği, deri semptomlarına, büyümede gecikmeye ve kısırlığa yol açar. Omega 6 yağ asitlerinden 18:2n-6, derideki seramidlerin yapısal bir bileşeni olup suya karşı bariyer oluşturur. Araşidonik asit eikosanoidlerin öncül maddesi olarak işlev görür. Omega 3 yağ asitleri eksikliği, insülin direncine, beyin ve karaciğerde bozulmalara neden olmaktadır.

Balıkların lipit içeriği ve yağ asidi profili, sıcaklık, tuzluluk, mevsim, büyüklük, yaş, türün yaşam alanı, besin bolluğu ve çeşidi, beslenme şekli (herbivor, omnivor ve karnivor) gibi faktörlerce etkilenmektedir (Ackman, 1989, Saito ve ark. 1999, Chaouch et al. 2003). Deniz balıklarının yağ asidi bileşimi ile ilgili çalışmalarda, ticari marketlerden sağlanan dondurulmuş balıklar kullanılmıştır. Deniz balıkları, çoğu zaman tüketiciye ulaşmadan önce uzun süre donmuş halde saklanır. Bu durum, n-3 PUFA'ların içeriğinde kayıplara ve ayrıca zararlı lipit oksidasyon ürünlerinin birikmesine neden olabilir (Kolakowska ve ark. 1998). Bu tür lipitler yalnızca yararlı etkilerini yitirmekle kalmayacak, aynı zamanda patolojik değışikliklere de neden olacaktır (Ziemlanski ve ark. 1992).

Bu çalışmada temmuz-ağustos 2017 tarihinde Mersin ili Aydincık ilçesi Karatepe Koyu'nda Akdeniz'den olta ile taze olarak yakalanan akya (*Lichia. amia*), lambuka (*Coryphaena hippurus*), merbun (*Nemipterus randalli*), kolyoz (*Scomber japonicus*), gümüş (*Atherina boyeri*), güneş (*Coris julis*), tekir (*Mullus surmuletus*) ve Akdeniz ton (*Thunnus alalunga*) olmak üzere toplam sekiz balık türünün kas dokusunda total lipit ile fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonu ile total lipitteki yağ asidi bileşimleri araştırılmıştır.

### 1.5. Çalışılan Balıkların Genel Özellikleri

#### 1.5.1. Kolyoz Balığı (*Scomber japonicus*)

Kolyoz balığı, Scombridae familyasının Scomber cinsinden olan, şekil itibariyle daha çok uskumruya benzerlik gösteren vücudu yanlardan yassılaştırmış füze şeklinde uzamış, denizlerin yüzey sularında bazen de açık denizlerin 250 m derinliklerinde sürüler hâlinde yaşayan etçil ve göçmen balıklardandır (Çizelge 1.5, Şekil 1.1). Bütün denizlerimizde bulunur ancak daha çok Marmara denizi balığı olarak kabul edilirler. Büyük Okyanusta da yaşarlar. Vücutları küçük pullarla örtülüdür. Birinci sırt yüzgecinin olduğu kısımda 7-10 adet dikenli ışın bulunur. İkinci sırt kısmında ve anüs yüzgecinin hemen gerisinde 5 adet yalancı yüzgeçleri vardır. Baş kısmı çıplak, ağız ve gözleri büyüktür. Dişler küçük, sivri ve arkaya doğru kıvrılmıştır. Vücudun yan tarafları desenli ve noktalıdır. Sırt bölgesinde ise ağsı bir yapıyı andıran koyu mavi ya da siyahımsı çizgiler bulunur. Karnın yan tarafları ise yeşilimsi gri beneklerle kaplıdır (<http://www.balikvadisi.com/>).

**Çizelge 1. 5.** *Scomber japonicus*'un sistematigi

Alem	Animale
Şube	Chordata
Sınıf	Actinopterygii
Takım	Scombriformes
Familya	Scombridae
Cins	<i>Scomber</i>
Tür	<i>Scomber japonicus</i> (Houttuyn, 1782)



### Şekil 1. 1. Kolyoz Balığı

Hamsi, çaça, gümüş gibi küçük balıklar, balık larvaları, yumuşakçalar ve planktonlarla beslenirler. Genellikle 7-8 yıl kadar yaşarlar. Dişileri 2 veya 3 yaşında olgunlaşır. Temmuz - ağustos aylarında 300 000 - 400 000 kadar yumurtalarını denize bırakırlar. Yumurta çapları 0.85-1.20 mm arasındadır. Yumurtladıktan sonra zayıflamış olanlarına çiroz, haziran ayından ağustos ayının sonuna kadar küçük sürüler halinde yaşayanlarına lipari, boy uzunlukları 12-16 cm'e ulaşanlarına da uskumru ve kolyos vanozu denir. Eti uskumru kadar lezzetli değildir ancak taze, kuru ve tuzlu olarak bolca tüketilen balıktır (<http://www.balikkvadisi.com/>).

### 1.5.2. Gümüş Balığı (*Atherina boyeri*)

Atherina ya da gümüş olarak da bilinen kemikli bir balık çeşididir. Atheriniformes takımının Atherinidae familyasına aittir. Gümüş renginde olduğu için gümüş balığı olarak isimlendirilmiştir. Gümüş balığı ülkemizde başta Marmara bölgesi olmak üzere yaygın olarak Karadeniz ve Akdeniz bölgelerinde de bulunmaktadır. Gözleri çok iri olan bu balığın gövdesi saydamdır ve kuyruk yüzgeci iyi gelişmiştir. Boyu 15 cm civarındadır. Birinci sırt yüzgeci sert ve ışınıdır. Baş kısmının üst bölgesi ve burnu koyu renklidir. Yanal çizgileri daha dar olup burun kısmı biraz daha küttür. Gümüş balıkları kıyıya yakın, denizin kumlu yerlerinde yaşamayı sever ve sürüler halinde dolaşırlar. Denizin yüzey kısmına yakın dolaştıkları için avlanabilme olasılıkları yüksektir. Beslenmeleri genellikle balık yavruları, balık larvaları ve planktonlarla olur(Çizelge 1.6, Şekil 1.2). Yenilebilen lezzetli bir balık türü olmasının yanı sıra lüfer, levrek vb balıkların yakalanmasında olta yemi olarak da kullanılırlar. *Atherina boyeri* türü özellikle Akdeniz, Marmara ve Karadeniz'de görülmektedir. Türkiye'de il bazında Sapanca, İznik ve Köyceğiz Göllerinde bulunur. Türkiye dışında ise Atlas Okyanusunda İspanya, Portekiz ve Fas

kıyılarına kadar yayılmıştır. Değişik su ortamlarına adapte olabilen bu balığın bazı alt türleri tatlı sularda (örn. Türkiye'deki Sapanca Gölü) ve bazıları da çok tuzlu sularda da (örn. İsrail'deki bazı tuz gölleri) yaşayabilmektedir. Tatlı sularda yaşayan türleri süs balığı olarak beslenir.

### Çizelge 1. 6 *Atherina boyeri*'nin sistematigi

Alem	Animale
Şube	Chordata
Sınıf	Actinopterygii
Takım	Atheriniformes
Familya	Atherinidae
Cins	<i>Atherina</i>
Tür	<i>Atherina boyeri</i> (Risso, 1810)



Şekil 1. 2. Gümüş Balığı

Protein bakımından oldukça zengin olan bu balık ayrıca A, B1, B2 ve D vitaminleri yönünden de oldukça zengindir. Gümüş balığı siyah etli balıklar grubuna girmektedir. Beyaz etli balıklara nazaran etleri çok daha yağlıdır ve daha az jelatin barındırmaktadır. Sindirilmeleri de daha zordur. Gümüş balığının en bol olduğu aylar temmuz, ağustos ve eylül aylarıdır. Yumurtlama dönemleri mart ayının başından nisan ayının sonuna kadardır. Bu balık türü dolunayın olduğu zamanlarda ve mehtaplı yaz gecelerinde, gelgit olayının etkisiyle kumsal sahillerine sokulurlar. Dişi gümüş balıkları ıslak kumların yüzeyine çıkarak göğüs solungaçlarına kadar kuma gömülür ve yumurtalarını kuma bırakırlar. Erkek balıklar da yumurtaların üzerine sıvılarını döküp yumurtaları dölleme işlemini tamamlarlar. Yumurtlama işlemi bittikten sonra balıklar dalgaların yardımıyla sıçrayarak tekrar yaşam alanlarına dönerler. Yumurtalar iki hafta

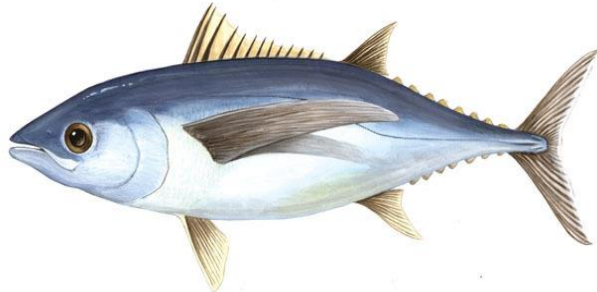
sonra med olayının gerçekleşmesi zamanına kadar kumda kalıp gelişimini tamamlar. Suların yükselmesiyle birlikte yumurtalar suya kapılarak denize açılır ve yavrular dalganın etkisi denize sürüklenir. Gümüş balıklarının ayın hareketlerine bu üreme işini nasıl ayarladıkları da ayrıca merak edilen bir konudur (<http://www.balikkvadisi.com/>).

### 1.5.3. Akdeniz Ton Balığı (*Thunnus alalunga*)

Eti oldukça lezzetli olan bu balık, halk arasında orkinos veya beyaz ton balığı olarak bilinmektedir(Çizelge 1.7, Şekil 1.3). Akdeniz ton balığı tür itibariyle uskumrugiller familyasından *Euthynnus*, *Thunnus* ve *Katsuwonus* cinslerini oluşturmaktadır. Bu balığın yetiştirme süresi oldukça uzundur. Erişkin bir ton balığı 3 yıl içerisinde normal bir boyuta ulaşmaktadır. Akdeniz ton balığının etinin lezzetli olması ve ekonomik anlamda getirisinin fazla olmasından dolayı balıkçılar tarafından okyanusta fazlaca avlanan balık türlerindedir. Yetişkin bir Akdeniz ton balığının boyu 5-6 metre olup ağırlığı 800-1000 kilograma kadar çıkabilmektedir. Ağırlığından ötürü ülkemizde insanlar tarafından ton balığı olarak isimlendirilmiştir. Ağır olmalarına rağmen yaklaşık olarak 65-70 km gibi muazzam bir hızla yüzebilmektedirler.

#### Çizelge 1. 7. *Thunnus alalunga*'nın sistematığı

Alem	Animale
Şube	Chordata
Sınıf	Actinopterygii
Takım	Perciformes
Familya	Scombridae
Cins	<i>Thunnus</i>
Tür	<i>Thunnus alalunga</i> (Bonnaterre, 1788)



Şekil 1. 3. Akdeniz Ton Balığı



Okyanus ve denizlerde yaşayan bu balık; hamsi, tirsi, sardalye, uskumru, palamut, torik, lüfer gibi balıkları yiyerek beslenmelerini yaparlar. Akdeniz ton balığının etinin fazla olmasından dolayı konservecilik sanayisinde oldukça fazla kullanılmaktadır. Vücut yapısı yuvarlar olup, arkaya doğru ince ve öne doğru büyük bir gövdeye sahiptir. İki adet yüzmeye yardımcı yüzgeçleri bulunan bu balığının sekiz ya da dokuz adet yalancı yüzgeçleri bulunmaktadır. Akdeniz ton balığının yüzgeçleri hem anal yüzgecin arkasında hem de sırt kısmında bulunmaktadır. Bu balığın vücudunun üst bölgesi siyah ve koyu mavi renklindedir. Fakat yan bölgeleri ise gümüşü andıran beyaz renktedir. Ton balığının karın bölgesinde aşağı doğru sarkık iki adet et parçası vardır ve balığın kuyruk yüzgecinin kenarları da beyaz renktedir. Ton balıkları yumurtlama döneminde oldukça fazla sayıda yumurta bırakırlar. Yapılan araştırmalarda yetişkin bir ton balığının 1 milyon üzerinde yumurta bıraktığı bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Belli üreme dönemleri olup üreme dönemleri mart, haziran, temmuz ve ağustos ayı sonlarıdır (<http://www.balikvadisi.com/>).

### **1.5.4. Lambuka (*Coryphaena hippurus*)**

Mahi-mahi balığı veya Lambuka olarak da bilinen, Coryphaenidae familyasından olup genellikle Akdeniz sularında bulunan tropikal görünümlü bir balık türüdür. Ülkemizde kanal balığı olarak da bilinir(Çizelge 1.8, Şekil 1.4). Göçmen balıklar grubunda yer almaktadır. Bu nedenle yılın belli dönemlerinde sürüler halinde göç ederler. Ağırlığı 40 kiloya kadar ulaşabilir. Boyu ise 170 cm kadar olabilir. Oldukça farklı bir özelliği bulunan Lambuka balığının suyun altında mavi, yeşil ve sarı tonlarında süzülürken sudan çıktığı anda, renginde bir solma meydana gelir ve bir süre sonrada renginde kararma olur. Derileri oldukça kalındır ve deri üzerinde dağınık şekilde ufak benekler yer alır. Eti çok lezzetlidir. 100 gramında bir gram yağ bulunur. Yağsız bir balık olduğundan beslenmesine dikkat edenler için güzel bir balık tercihidir. A vitamini açısından zengindir. Besinin bol olduğu dönemlerde 80.000 ila 1.000.000 arası yumurta bırakırlar. Tropikal ve subtropikal sularda yaşayan bu balık türü üst sınıf avcı balıktır. Sürekli yüzmek suretiyle oksijen ihtiyaçlarını karşılarlar. Kafa yapısı küt olup, ağız yapısı geniş ve kuvvetlidir. Ekşimsi bir tada sahip olan bu balığın eti oldukça lezzetlidir. Mevsim değişiklikleri ile birlikte Akdeniz, Güney Ege ve son zamanlarda da Kuzey Ege'de sıkça rastlanır hale gelmiştir. Lambuka; kefal, sardalya, kolyoz, kalamar, izmarit, istavrit ve gözünün kestiği her balıkla beslenir (<http://www.balikvadisi.com/>).

**Çizelge 1. 8. *Coryphaena hippurus*'un sistematığı**

Alem	Animale
Şube	Chordata
Sınıf	Actinopterygii
Takım	Perciformes
Familya	Coryphaenidae
Cins	<i>Coryphaena</i>
Tür	<i>Coryphaena hippurus</i> Linnaeus, 1758

**Şekil 1. 4. Lambuka Balığı****1.5.5. Tekir Balığı (*Mullus surmuletus*)**

Tekir balığı tropikal denizlerin balığıdır. Kum, çamur ve taşlıklarda yaşayan tekir balığı, tıpkı kediler gibi bıyıkları olması nedeniyle bu ismi almıştır. Kırmızı ve pembemsi bir vücut yapısına sahiptirler(Çizelge 1.9, Şekil 1.5). Barbunya balığı ile sık sık karıştırılırlar. Ancak barbunyaya nazaran daha küçük ve yassı bir vücut yapısına sahiptirler. Ayrıca baş kısımlarının uzun ve yassı olması gibi belirgin sebeplerden ötürü barbunya balığından farklıdır. Tekir balığının küçüğüne mıcır, büyük olana da çuka ismi verilir. Kılçıkları temizlenmeden yenilebilir.

**Çizelge 1. 9. *Mullus surmuletus*'un sistematığı**

Alem	Animale
Şube	Chordata
Sınıf	Actinopterygii
Takım	Perciformes
Familya	Mullidae
Cins	<i>Mullus</i>
Tür	<i>Mullus surmuletus</i> Linnaeus, 1758



**Şekil 1. 5. Tekir Balığı**

Sırt kordonu boyunca sarı ve kırmızı renkte şeritler yer almaktadır. Görünümleri parlak ve kırmızıdır. Eti lezzetli olup Akdeniz bölgesinde sevilen bir balık türüdür. Özellikle iri olanları lezzetlidir. 3-100 metre derinliğe kadar yaşayabilmektedirler. Deniz diplerinde bulunan kabuklu canlıları yiyerek beslenirler. Beslenme bıyıklar yardımıyla olur. Üreme dönemleri yaz mevsimidir. En fazla 35 cm'ye kadar büyüyebilirler. Boy dengesi balığın bulunduğu ortama ve suya göre değişkenlik göstermektedir. Yaşam süresi en fazla 11 yıldır. Yılın her mevsiminde yenilebilen bir balık türü olduğu için ekonomik değeri olan bir balıktır. Tekir balığı, ılıman ve sıcak denizleri tercih ettiği için daha çok Akdeniz ve Ege'de görülür. Avlanma zamanları da aynı şekilde yaz aylarına denk gelmektedir. Kış mevsimi, bu balık için derinliklere çekilme mevsimidir (<http://www.balikvadisi.com/>).

### **1.5.6. Akya (*Lichia amia*)**

Uskumrugillerden olan bu balık türü kemikli balıklar sınıfına girmektedir. Akdeniz, Ege, Atlantik Okyanusu ve Pasifik Okyanusu'nda yaşarlar. Akya balığı ya da

Akbalık olarak da bilinen bu balığın dişleri yoktur. Boyları bir metreye kadar ulaşabilir. Yetişkin bir Akya balığı ağırlık olarak 8-50 kg kadar olabilir. Sürüler halinde yaşamayı seven bir balık türü olup, aynı zamanda yırtıcı bir balıktır(Çizelge 1.10, Şekil 1.6). Bu özelliği itibarıyla lüfer'e benzerlik gösterir. Bundan ötürü nadir yakalanabilen balıklardandır. Bu balığa; çıplak, kuzu balığı, leka ve bazen de İskender gibi yöresel isimler verilmiştir. Eti lezzetlidir. Vücut kısmı elipsoide yakın ve yanlardan basıktır. Sırt kısmı mavi veya yeşil-kahverengi olup yanal çizginin altı parlak beyazdır. Genç olanlarının yanal kısımlarında kahverengimsi bantlar bulunabilir. Vücudun deri kısmına pullar son derece iyi işlendiğinden dolayı balığa puluzmuş gibi bir görünüm sağlamıştır. Çıplak balık denilmesinin nedeni de bu durumdan kaynaklanmaktadır. Balığın kafa bölgesinde pul bulunmaz. Sırt yüzgeci çifttir ve birinci sırt yüzgeci alışılmışın dışında sekiz dikenden oluşur. Bu dikenler bu balığı benzerlerinden ayırt etmede kolaylık sağlamıştır. Kuyruk yüzgeci çatal görünümlüdür. Sırt ve anal yüzgeci çok iyi geliştiğinden ötürü su içinde çok hızlı hareket etme ve sert manevralar yapabilme kabiliyeti sağlamıştır. Kafası ve ağzı büyüktür, alt çene üst çeneye göre daha uzundur. Ağzındaki dişler zımpara kağıdı gibidir ve ayrıca dilinde ve damağında avı tutucu geriye dönük dişler (vomer) bulunur.

**Çizelge 1. 10. *Lichia amia*'ın sistematığı**

Alem	Animale
Şube	Chordata
Sınıf	Actinopterygii
Takım	Perciformes
Familya	Carangidae
Cins	<i>Lichia</i>
Tür	<i>Lichia amia</i> (Linnaeus, 1758)



**Şekil 1. 6.** Aky Balığı

Yumuşakçalar, kabuklular ve küçük balıklarla beslenerek dipte kıyılara yakın küçük sürüler halinde dolaşır. Her ne kadar küçük balıklarla beslenseler bile kalamar ve hatta iri karidesler de bu balık için besin kaynağıdır. Ülkemizde bu balığın üreme dönemleri Nisan ortalarından Haziran sonuna kadar olup bahar mevsimi boyunca sürer. Ömürleri ortalama 14 yıl kadardır. Neslinin tükenme tehlikesi vardır. (<http://www.balikvadisi.com/>).

### **1.5.7. Güneş Balığı (*Coris julis*)**

Lapin familyasından olan bu balık Gün veya Güneş balığı olarak da bilinir. Kemikli bir balık türüdür. Sıcak ve ılık denizlerde yaşarlar(Çizelge 1.11, Şekil 1.7). Güneş balığının vücut kısmı yanlardan oldukça basıktır. Vücutları yeşil renklidir ve vücut üzerinde parlak boyuna çizgileri vardır. Karın kısmında gümüşü andıran menekşe renginde çizgiler vardır. Ağızlarında iki sıra halinde sivri köpek dişleri vardır. Balığın normal uzunluğu 20 cm'dir. Ancak 30 cm'ye kadar uzayabilirler. Ömürleri 7 yıl kadardır. Genellikle 60-120 metre derinliklerde tek veya sürüler halinde yaşarlar. Ürktüklerinde veya korktuklarında ya da gece vakti olunca kuma gömülürler. Besinlerini; omurgasızlar, balık yumurtaları, küçük karından bacaklılar, kabuklular, karides, denizkestaneleri ve solucanlar oluşturur. Bu balıkla ilgili ilginç olan bir durum; bunların önce dişi sonra da erkek olmalarıdır. Yani Protogini'dir. Bir yaşına geldiklerinde eşeyssel olgunluğa erişirler. Erkek olanlarının boyu 18 cm'den büyüktür. Pelajik yumurtaya sahiptirler (<http://www.balikvadisi.com/>).

**Çizelge 1. 11. *Coris julis*'in sistematığı**

Alem	Animale
Şube	Chordata
Sınıf	Actinopterygii
Takım	Perciformes
Familya	Labridae
Cins	<i>Coris</i>
Tür	<i>Coris julis</i> (Linnaeus, 1758)

**Şekil 1. 7.** Güneş Balığı**1.5.8. Merbun (*Nemipterus randalli*)**

*N. randalli*'nin yayılış alanı Hindistan'ın doğu ve batı kıyılarından başlayıp Pakistan, İran, Kızıl Deniz, Aden körfezi ve Afrika'nın doğu kıyıları boyunca dağılım gösterir(Çizelge 1.12, Şekil 1.8). Son zamanlarda boğazlar vasıtasıyla Doğu Akdeniz'e giriş yaparak bu bölgede de nüfuslanmışlardır. Mersin Körfezinde trol balıkçığı vasıtasıyla ticari bir ürün haline almıştır. Demersal yani dipte yaşayan etçil bir türdür. Besinlerini bentik kabuklular oluşturur. Ortalama 22 – 225 metre derinliklerde yaşayabilir. Kumlu ve çamurlu olan alanlarda yaşamayı seven bir balık türüdür. Tel kuyruk Mercan, kıl kuyruk mercan ya da merbun olarak bilinen bu balık yüzme kesesi olan kemikli bir balıktır. Ortalama ömürleri 3 yıldır. Normal uzunlukları 15 cm olup 20 cm'ye kadar uzun olanları da mevcuttur. Pektoral ve pelvik yüzgeçleri çok uzundur. Vücut kısmı simli pembe görünümündedir (<http://www.balikvadisi.com/>).

**Çizelge 1. 12.** *Nemipterus randalli* 'nin sistematığı

Alem	Animale
Şube	Chordata
Sınıf	Actinopterygii
Takım	Perciformes
Familya	Nemipteridae
Cins	<i>Nemipterus</i>
Tür	<i>Nemipterus randalli</i> (Russell, 1986)



**Şekil 1. 8.** Merbun Balığı

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Deniz Balıklarının Kas Total Lipiti ile İlgili Çalışmalar

Balıkların lipit içeriği; türlere, diyete, cinsiyete, coğrafi kökene ve mevsime (Rasoarahona ve ark., 2005), balığın büyüklüğüne, doğal veya kültür olmasına göre değişir (Rueda ve ark. 1997). Örneğin balık büyüklüğü artınca total lipit miktarı da artar. Total lipit miktarı doğal olanlara oranla kültür balıklarında daha fazladır (Rueda ve ark., 1997). Balıklarda total lipit miktarı türler arasında, hatta aynı balığın vücut kısımlarında bile farklı olabilir (Rueda ve ark. 1997).

Balıklar genellikle Bennion'a (1980) göre yağ içeriğine göre sınıflandırılırlar. Bu sınıflandırmaya dayanarak, yağsız balık ağırlıkça % 5'ten daha az yağ içerir. Orta yağlı balık % 5-10 oranında yağa sahipken, yağlı balıklarda ise ağırlıkça % 10'dan fazla yağ bulunur. Ackman (1990) tarafından başka bir sınıflandırma önerilmiştir: yağsız balık (% 2'den az yağ), az yağlı (% 2-4 yağ), orta yağlı (% 4-8 yağ) ve yüksek yağ içeren (% 8'den fazla). Ayrıca Greenfield ve Southgate (2003) tarafından yağsız balık (toplam lipitlerin % 1'inden az), orta yağlı balık (% 1-5 lipit) ve yağlı balık (% 5'ten fazla lipit) gibi bir sınıflandırma tanımlanmıştır.

Deniz ürünlerinin yenilen kısımlarında total lipit miktarı; % 0.5 ile % 25 arasında değişmektedir (Rueda ve ark. 1997).

Akdeniz'den incelenen 21 balık türünde total lipit miktarı % 0.85 (İskarmoz balığı, *Sphyraena sphyraena*), - % 5.83 (uskumru balığı, *Scomber scombrus*) arasında bulunmuştur (Passi ve ark., 2002). Akdeniz'deki 34 deniz balık türünün kullanıldığı bir başka çalışmada, total lipit % 0.30 (*Liza saliens*) - % 10.67 (*L. carinata*) arasında saptanmıştır. Genellikle yağsız olan balıkların 14 türünde total lipit % 1.0'den düşük, 10 balık türünde ise % 1.0 - 2.0 olarak belirlenmiştir (Özoğul ve ark. 2009).

Çalışmada kullanılan sekizi doğal, ikisi kültür olmak üzere toplam on adet deniz balığının kasındaki total lipit yüzdesi 1.34 (mezgit) – 9.68 (iri sardalya) arasında bulunmuştur. Doğal deniz balıklarından mezgit, iri istavrit, uskumru ve levreğin yağsız, ispari ve çipura'nın orta yağlı, iri sardalya ile lüfer balıklarının ise en yağlı balıklar oldukları belirlenmiştir (Kara ve ark. 2017).



Avustralya'nın 11 balık türünde, total lipit miktarının aynı türün değişik bireylerinde farklı olduğu bulunmuştur. Örneğin *Gymnocranius audleyi* türünün analiz yapılan 31 bireyinde total lipit miktarı % 0.2–10.8 - *Lethrinus miniatus* türünün analiz yapılan 18 bireyinde total lipit miktarı % 0.4–7.1- *Choerodon venustus* türünün analiz yapılan 13 bireyinde total lipit miktarı % 0.3–7.5 - *Epinephelus merra* türünün analiz yapılan 11 bireyinde total lipit miktarı % 0.6–3.0 - *Acanthopagrus australis* türünün analiz yapılan 9 bireyinde total lipit miktarı % 0.4–1.2- *E. quoyanus* türünün analiz yapılan 8 bireyinde total lipit miktarı % 0.2–0.8- *Plectroponus leopardus* türünün analiz yapılan 7 bireyinde total lipit miktarı % 0.5–4.8, *Lutjanus sebae* türünün analiz yapılan 5 bireyinde total lipit miktarı % 0.6– 4.6 - *C. albiger*a türünün analiz yapılan 4 bireyinde total lipit miktarı % 0.4–2.0- *L. adetii* türünün analiz yapılan 3 bireyinde total lipit miktarı % 4.1–5.7- *L. carporonatus* türünün analiz yapılan 2 bireyinde total lipit miktarı % 0.7–1.9 arasında değişmiştir. Çalışmada kullanılan 11 adet deniz balığının kasındaki total lipit yüzdesi 0.5 (*E. quoyanus*) -4.9 (*L. adetii*)- arasında bulunmuştur (Belling ve ark. 1997).

Mısır'dan *Sparus aurata*, *Solea vulgaris*, *E. alexandrinus*, *M. surmuleus*, *Pagrus pagrus*, *Pomatomus saltatrix*, *S. aurita* and *Dicentrachus labrax* gibi deniz balık türlerinde toplam lipit içeriği *S. vulgaris* için % 0,57'den *S. aurita* için % 10.27'ye kadar değişiklik göstermiştir (Abouel-Yazeed, 2013).

Brezilya'nın Güneydoğu sahillerinde 15 tür ve Doğu Antarktika'da ise 2 tür olmak üzere toplam on yedi tür deniz balığının lipit içeriği ve yağ asidi bileşimi incelenmiştir. Balıkların çoğu, toplam ağırlıklarının % 10'undan daha az lipit miktarına sahiptir (Visentainer ve ark. 2007).

İskenderun'dan dil balığının (*S. solea*) lipitleri mevsimsel olarak çalışılmış ve balıkta total lipit miktarı % 0.45 – 0.83 arasında bulunmuştur (Gökçe ve ark. 2004).

Güney İtalya Denizi'nden (Mar Grande Denizi) toplanan 11 balık türünde lipit içeriği; en düşük çitari balığında (*Sarpa salpa*) 1.67 / 100 g, en yüksek ise barbunya balığında (*M. barbatus*) 8.12 / 100 g bulunmuştur. Kaya balığının (*Gobius niger*) kas dokusunda da düşük lipit içeriği (1.92 / 100 g) gözlenmiştir (Prato ve Biandolino, 2012).

## 2.2. Deniz Balıklarının Kas Total Lipitindeki Yağ Asidi Bileşimi

Akdeniz'deki 34 deniz balık türünde 14: 0, % 0.72- 8.09, 15: 0, % 0.05-2.35 16: 0,% 15.97-31.04, 16: 1n-7, % 1.48-19.61, 17: 0, % 0.31-1.84, 18: 0, % 2.79-11.20, 18: 1n-9, % 2.44-28.97), 18: 2n-6,% 0.06-3.48, 20: 4n-6, % 0.12-10.72, EPA 20: 5n-3,% 1.94- 10.00 ve DHA % 3.31 -31,03.  $\sum$ n-3 PUFA oranları, % 12.66 (İsparoz, *Diplodus annularis*) - % 36.54 (Berlam balığı, *Merluccius merluccius*)  $\sum$ n-6 PUFA % 1.24 (balon balığı, *Lagocephalus lagocephalus*) - % 12,76 (kefal, *Mugil cephalus*) arasındaydı. Balıklarda  $\sum$  SFA % 30,10-46,88,  $\sum$  MUFA % 11,83-38,17 ve  $\sum$  PUFA % 20,49-49,31 arasında saptanmıştır. Bu veriler, balık türlerinin n-3 PUFA, özellikle de EPA ve DHA açısından zengin olduğunu göstermektedir (Özoğul ve ark. 2009).

Analizi yapılan sekiz tane doğal deniz balığının doymuş yağ asitlerinden en yüksek yüzdeye sahip 16:0 %19.3 (istavrit)-28.27 (barbunya), diğer bileşen 18:0 % 4.40 (barbunya) - %8.91 (istavrit); tekli doymamış yağ asitlerinden 18:1n-9 % 14.87 (sardalya)- %31.28 (ispari), 16:1n-7 %1.28 (mezgıt) - %9.42 (sardalya); Çoklu doymamış yağ asitlerinden 18:2n-6 % 1.69 (barbunya) - % 21.90 (mezgıt), önemli n-6 çoklu doymamışlardan 20:4n-6 % 0.88 (lüfer)- % 2.62 (istavrit); önemli n-3 çoklu doymamışlardan 20:5n-3 (EPA) % 3.24 (uskumru) - % 12.59 (sardalya); 22:6n-3 (DHA) % 11.17 (ispari) - % 29.63 (istavrit) arasında bulunmuştur. Balıklarda  $\sum$ SFA % 31.10 (ispari) - % 46.95 (sardalya),  $\sum$ MUFA % 19.38 (mezgıt) - % 38.32 (lüfer),  $\sum$ PUFA % 25.42 (lüfer) – 49.01 (mezgıt),  $\sum$   $\omega$ -3 % 18.63 ( ispari) - % 38.92 (istavrit),  $\sum$   $\omega$ -6 % 4.57 ( lüfer) - % 25.13 (mezgıt) arasında belirlenmiştir (Kara ve ark. 2017).

Avustralya'dan 11 balık türünün analizinde, çoktan aza doğru sıralama  $\sum$  PUFA (% 42.3) >  $\sum$  SFA (% 31.6) >  $\sum$  MUFA (% 17.4) şeklinde olmuştur. Çoklu doymamış yağ asitlerinde n-3  $\sum$  PUFA (% 24.4), n-6  $\sum$  PUFA (% 16.5)'dan daha yüksek bulunmuştur. N-3 bileşenlerden en yüksek yüzdeye sahip DHA (% 15.6) olup bunu EPA (% 4.3) izlemiştir. Diğer önemli n-6 yağ asitlerinden AA düzeyi Avustralya balıklarında genellikle yüksek olup bu çalışmada % 8.3 olarak saptanmıştır (Belling ve ark. 1997).

Türkiye sularında yaşayan 12 tür deniz balığının kas dokusundaki yağ asidi bileşimi belirlenmiştir. Doymuş yağ asitleri arasında 16:0, MUFA'dan 18:1n-9, n-3 PUFA'lardan DHA, n-6 PUFA'dan 18:2n-6 ve AA dominant olarak bulunmuştur. Denenen balık türleri arasında en yüksek 16:0 oranı (%28.79) isparoz balığında

belirlenmiştir. Balıklarda  $\Sigma$  MUFA % 35 ile 42 arasındaydı.  $\Sigma$  SFA oranı %38.35 (lüfer balığı) - % 25.52 (karagöz) olarak saptanmıştır.  $\Sigma$  n-3 PUFA içeriği zargana balığında % 46.29, karagöz balığında % 42.45, levrek'te % 39.00) ve hamside %37.86 olarak bulunmuştur. Dokosaheksaenoik asit total PUFA'ların % 43.7 ile 75.2'sini oluşturmuştur (Bayır ve ark. 2005).

İmre ve Sağlık (1998), 16:0 ve 18:1n-9'un en çok bulunan yağ asitleri olduğunu, Türkiye'nin 10 deniz balığı türünde EPA içeriğinin % 0.7 - % 8.3, DHA'nın ise % 3.8 ile %17.5 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

İstanbul'da marketlerden sağlanan palamut (*S. sarda*), uskumru (*S. scombrus*) lüfer (*P. saltator*), çinekop (*P. saltator*), hamsi (*Engraulis encrasicolus*) Sardalya (*S. pilchardus*) gibi en çok tüketilen altı deniz balığında 16:0, 18:1n-9, EPA ve DHA dominant olarak saptanmıştır. Bu balıklardan hamsi ve sardalyanın EPA ve DHA içeriği diğerlerine oranla daha yüksek bulunmuştur (Sağlık ve İmre 2002).

İskenderun'dan toplanan dil balığının (*Solea solea*) mevsimsel yağ asidi analizi yapılmış, EPA toplam lipidin % 3.36 – 4.26'sını, DHA ise % 18.75 – 20.23'ünü oluşturmuştur. Diğer dominant yağ asitlerinden 16:0 yüzdesi; 15.3 – 19; 18:1n-9; 7.57-10.1; AA; 4.72-12.3;  $\Sigma$  n-3 PUFA; 20.2-24.3;  $\Sigma$  n-6 PUFA; 6.33-13.93 arasında saptanmıştır (Gökçe ve ark. 2004).

Güney İtalya denizinden (Mar Grande Denizi) ticari bakımdan önemli 11 balık türünün yağ asidi profilleri incelenmiştir. Sonuçlar, incelenen balıkların yağ asidi profilleri arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir. Çitari balığı (*Sarpa salpa*), küpes balığı (*Boops boops*), karagöz balığı (*Diplodus vulgaris*) ve gümüş balığında (*A. boyeri*) nispeten yüksek oranda n-3 PUFA'lar tespit edilmiştir. Bunların da % 70'inden fazlasını EPA ve DHA oluşturmuştur. Oleik asit oranı düşük bulunmuştur. Doymuş yağ asidi olan 16:0 ise baskın yağ asidi olarak belirlenmiştir. EPA oranı % 5.03-8.61, DHA oranı ise % 9.85-17.39 arasında bulunmuştur. Balıklarda SFA'lar % 38.11-49.80, PUFA'lar % 27.66 – 34.70, MUFA'lar % 17.82–32.39 arasında saptanmıştır Balıklarda en fazla bulunan yağ asiti grubunun SFA olmasının nedeni, doymuşların % 70'inden fazlasını oluşturan 16:0'ın yüksek düzeyi olmuştur. Bu yağ asidi en fazla % 34.93 ile saz kaya balığı (*Zoosterisessor ophiocephalus*) en az % 27.48 ile karagöz balığında (*D. vulgaris*) tespit edilmiştir. Oleik asit içeriğinin balıklarda farklı olduğu, bu yağ asitini düşük oranda içeren

balıkların kaya balığı, *G. niger* (% 5.52) ve çitari balığı, *S. salpa*, (% 5.72); yüksek oranda içeren balıkların ise barbunya balığı, *M. barbatus* (% 13.87) ile orta yağlı Altınbaş kefal, *Liza aurata* (% 13.23) olduğu görülmüştür. Genel olarak, en yüksek PUFA yüzdesi; çitari balığı, kaya balığı, gümüş balığı, karagöz balığı ve levrek gibi yağsız balıklarda görülmüştür. PUFA miktarı, barbunya balığı için en düşük % 27.66 gümüş balığı (*A. boyeri*) için ise % 34.70 arasında değişmiştir. Balık türlerine bağlı olarak büyük bir değişkenlik göstermesine rağmen incelenen tüm türlerde  $\sum$  n-3 PUFA'ların oranı barbunya, *M. barbatus* için % 20.81, karagöz balığı, *D. vulgaris* için % 26.96,  $\sum$  n-6 PUFA'lardan çitari balığı, *S. salpa* için % 4.80, kaya balığı, *G. niger* için % 9.51 daha yüksek olarak bulunmuştur. Çitari balığı, küpes balığı, karagöz balığı ve gümüş balığındaki n-3 PUFA'ların dominant bileşeni olan DHA (C22: 6n 3) ve EPA (C20: 5n 3) n-3 PUFA'ların % 70'ini oluşturmuştur. Bu çalışmada analizlenen tüm balıklarda DHA oranı EPA'dan daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada en yüksek EPA düzeyi % 8.6 ile gümüş balığından ve en düşük % 5.0 ile saz kaya balığından elde edilmiştir. En fazla DHA yüzdesine sahip balıkların ise % 17.4 (total PUFA'nın % 54.1) ile çitari balığı ve % 17.2 (% 50.5) ile karagöz balığı olduğu saptanmıştır. En düşük DHA'ya (% 9.85) sahip balığın ise ot balığı (ot balığı, *Symphodus cinereus*) ve Altınbaş kefal balığı, *L. aurata* (% 10.81) olduğu görülmüştür. Bu n-3 yağ asitlerinin yüksek oranlarına ek olarak, bu çalışmada incelenen balıklar arasında EPA ve DHA dışındaki n-3 PUFA (temel yağ asiti alfa linolenik asit dahil) nispeten düşük konsantrasyonlarda (total yağ asitlerinin % 4'ünden az) bulunmuştur. Alfa linolenik asit düzeyi gümüş balığındaki, *A. boyeri* yağ asitlerinin % 0.51'i, saz kayası balığının, *Spicara smaris* % 3.51'ini oluşturmuştur. Bu çalışmada en fazla bulunan n-6 PUFA 18:2n-6 (total yağ asitlerinin % 1.06-3.7) ve ardından AA (total yağ asitlerinin % 0.8-3.4) olmuştur (Prato ve Biandolino. 2012).

Elde edilen sonuçlar; bu çalışmada kullanılan türler ile diğer deniz türlerinin yağ asitleri üzerine yapılan önceki çalışmalarla (Tanakol ve ark. 1999, Özoğul ve Özoğul 2007, Özoğul ve ark. 2007, Zlatanov ve Laskaridis 2007, Özoğul ve ark. 2009, Diraman ve Dibeklioglu 2009, Pacetti, Alberti, Boselli ve Frega 2010, Usydus ve ark., Adamczyk ve Szatkowska 2011) uyumludur.

Mısır'dan *S. aurata*, *S. vulgarsis*, *E. alexandrinus*, *M. surmuleuts*, *P. pagrus*, *P. saltatrix*, *S. aurata* and *D. labrax* gibi deniz balık türlerinde 14:0 % 0.20 - % 0.27, 16: 0 % 20.40 - % 26.83, 18: 0 % 0.20 - 0.49 C16:1n-7 % 2.21 -10.46, 18:1n-9 %23.31 -45.43,

18:2n-6 % 2.90 -9.27, EPA % 0,32 ile % 2,57, DHA % 2.17 ile % 19.22,  $\Sigma$  SFA % 22.66 - 28.78,  $\Sigma$  MUFA %36.84 - 58.33,  $\Sigma$  PUFA %15.37 - 35.29 arasında değişmiştir. Deniz balıklarında  $\Sigma$  n-3 PUFA düzeyleri (% 4.54 - % 25.61),  $\Sigma$  n-6 PUFA'dan (%7.01- 11.65) yüksek bulunmuştur (Abouel-Yazeed 2013). Benzer sonuçlar (Luzia ve ark. 2003, Özoğul ve Özoğul 2007) tarafından da belirlenmiştir.

Brezilya'nın Güneydoğu sahillerinde 15 tür ve Doğu Antarktika'da ise 2 tür olmak üzere toplam on yedi tür deniz balığının lipit içeriği ve yağ asidi bileşimi incelenmiştir. Analizlerde SFA içinde baskın olan bileşen 16:0, MUFA içinde 18:1n-9 ve PUFA arasında DHA olmuştur. Bu yağ asitlerinden 16:0  $\Sigma$  SFA'nın % 54-63'ünü, 18:1n-9  $\Sigma$  MUFA'nın % 49-69'unu, DHA  $\Sigma$  n-3 PUFA'nın % 31-84'ünü oluşturmuştur. Elde edilen verilere göre toplam 17 balık türünde;  $\Sigma$  SFA % 21.1 - % 39.6,  $\Sigma$  MUFA % 15.4 – % 49.0,  $\Sigma$  n-3 PUFA % 22.9 – % 45.3,  $\Sigma$  n-6 PUFA % 3.1 – % 10.7 arasında belirlenmiştir (Visentainer ve ark. 2007).

Malezya Langkawi adasında çalışılan 13 balık türünün yedisinde PUFA'lar, altısında ise SFA'ların dominant olduğu bildirilmiştir Sekiz balık türünde baskın yağ asiti 16:0 (% 17.6-32.1); beş balık türünde ise DHA (% 19.3-24.0) tespit edilmiştir. Fizyolojik olarak önemli n-3 PUFA'lardan EPA ve DHA, total PUFA'ların % 50'den fazlasını oluşturmuştur. Çalışılan tüm balıklarda SFA içinde baskın olan yağ asidinin 16:0 olduğu belirlenmiştir (Osman ve ark. 2007).

Malezya'da yapılan bir başka çalışmada benzer bulgular saptanmış, açık denizden toplanan 16 balık türünün dokuz tanesinde % 20.19 -34.5 ile 16:0, yedi tanesinde % 26.0-29.8 ile DHA en fazla belirlenen yağ asitleri olmuştur (Tengku Rozaina 2007).

Palmitik asit; levrek, sardalya, hamsi, istavrit dahil birçok deniz balığında  $\Sigma$ SFA'ların % 70'ten fazlasını oluşturmuştur (Zlatanov ve Laskaridis 2007, Özoğul ve Özoğul 2007, Özoğul ve ark. 2007). Palmitik asidin baskın olmasının nedeni, düzeyinin besinden etkilenmemesi ve anahtar bir metabolit olarak işlev görmesidir (Ackman ve Eaton 1966).

Birçok deniz balığının lipitlerinde MUFA'ların % 60-75'ini oluşturan oleik asit (Alasalvar ve ark. 2002, Özoğul ve ark. 2007, Özoğul ve ark. 2009), tekli doymamışların dominant bir bileşenidir.

Genel olarak, deniz balıklarındaki lipitler, düşük seviyelerde 18:2n-6 ve 18: 3n-3, yüksek düzeyde uzun zincirli n-3 PUFA'ları içerirler (Sargent ve ark. 1989). Balıklarda 18:3n-3'ün düşük yüzdede çıkmasının nedeni bu bileşenin düzeyinin balıkların doğal besinlerinde az oluşudur. Sargent ve arkadaşlarına (2002) göre denizlerdeki besin zincirinde EPA ve DHA gibi n-3 çok aşırı doymamış yağ asitleri yüksek, 18:2n-6 ve 18:3n-3 gibi daha az çift bağ içeren bileşenler ise düşük oranda bulunur. Bu araştırmacılara göre, deniz mahsulleri ağı, bol miktarda n-3 HUFA (Çok aşırı doymamış örneğin, 20:5n-3 ve C22:6n-3) ve çok daha az miktarda 18:2n-6 ve 18:3n-3 PUFA'ları içermektedir. Linoleik asit ve 18: 3n-3'ün önemli fizyolojik fonksiyonları vardır. Bu temel yağ asitleri ya yağ dokularında birikir veya AA, EPA ve DHA gibi uzun zincirli doymamış yağ asitlerine dönüştürülür (Cook 1996). Bu bileşenlerin balık kasındaki yüzdeleri, besine bağlı olduğundan (Sargent ve ark. 2002), düzeyleri balığın beslenme alışkanlığına göre değişiklik gösterebilir (Norrobin ve ark. 1990). Bu çalışmada en fazla bulunan n-6 PUFA 18:2n-6 (total yağ asitlerinin % 1.06-3.7) ve ardından AA (total yağ asitlerinin % 0.8–3.4) olmuştur (Norrobin ve ark. 1990).

Pelajik (yüzeeye yakın, yüzey) ve demersal (dipte yaşayan, dip) balık türlerinde AA'nın düşük düzeyde olmasının nedeni, balıkların bu yağ asidini düşük oranda içeren pelajik fitoplanktonlarla beslenmelerinden kaynaklanmaktadır (Dunstan ve ark. 1988).

Balıklar EPA ve DHA gibi uzun zincirli n-3 PUFA'ları sentezleyemezler. Algler gibi mikroorganizmalar tarafından sentezlenen bu bileşenler besin zinciri yoluyla balıklara geçerler (Lunn and Theobald 2006). Deniz balıklarının temel besinlerini, PUFA'lar bakımından zengin olan zooplankton oluşturduğu için (Osman ve ark. 2001), EPA ve DHA balıklarda dominant olarak bulunmaktadır (Watanabe 1982). Dokosaheksaenoik asit ve EPA'nın en önemli besin kaynakları deniz balıklarıdır, ancak bu bileşenlerin yüzdeleri türden türe değişiklik göstermektedir. Balıkların total lipitinde EPA miktarı % 8-12, DHA ise % 10 - 25 arasında bulunmaktadır (Guler ve Yıldız 2011). Su sıcaklığı, yağ asidi içeriğini etkileyen önemli bir abiyotik faktördür (Merdzhanova ve ark. 2017). Balıkların ve omurgasızların doku lipitlerinde, su sıcaklığı ve PUFA miktarı arasında ters bir ilişki gösterilmiştir (Hazel 1979). Soğuk su balıkları n-3 PUFA'ları daha yüksek oranda içerirler.

Kimi çalışmalarda deniz balıklarının kas total lipit miktarı ile total lipitteki yağ asidi bileşimi arasında bazı ilişkiler saptanmıştır. Örneğin, Belling ve ark. (1997), toplam lipit içeriği ile doymuş ve tekli doymamış yağ asitleri arasında pozitif, PUFA ile de negatif bir ilişki belirlemiştir. Lipit içeriği artarken beraberinde SFA ve MUFA içeriği de artmış, PUFA ise azalmıştır.

İskenderun'dan toplanan dil balığında (*S. solea*) total lipit artışı ile  $\sum$  SFA ve  $\sum$  n-3 PUFA artışı arasında bir paralellik olduğu görülmüş, bu parametrelerin ortak bir şekilde Ağustos ayında arttığı belirlenmiştir (Gökçe ve ark. 2004).

Güney İtalya Denizi'nden (Mar Grande Denizi) toplanan 11 tür balıkta diğer balıklara kıyasla yüksek miktarda lipit içeren barbunya balığı (*M. barbatus*) ve altınbaş kefal balığı (*L. aurata*), yağsız ve az yağlı olan türlerden daha fazla MUFA, daha az PUFA içeriğine sahiptiler. Yağlı balıklarda  $\sum$  MUFA içeriği yüksek bulunmuştur (Prato ve Biandolino 2012).

Yağsız balıklar arasında *Megalopsis cordyla* doymuş yağ asitleri (SFA) yüksekti, doymuşların en yüksek olanı da palmitik asit (531.7 mg / 100 g yaş numune) idi. (Burada araştırmacı yağ içeriği ile yağ asiti yüzdesi arasında ilişki kurmuştur). Az yağlı balıklardan *Selaroides leptolepis*, diğerlerine oranla çok daha yüksek DHA (782.1mg / 100 g yaş örnek) ve PUFA içeriğine sahipti. Çok yağlı balıklardan; *Hilsa macrura* balığının, baskın yağ asidi palmitik asit (C16: 0) olarak belirlenmiştir. Yağsız balıklardan *M. cordyla* ve *Rastrelliger kanagurta*'de oldukça yüksek yüzdede SFA ve düşük yüzdede PUFA bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, yağ içeriğindeki artışa paralel olarak SFA, MUFA ve PUFA'nın sıralanması SFA>MUFA>PUFA şeklinde olmuştur. Yani balıklarda total yağ arttığında SFA artmakta PUFA ise azalmaktadır (Aziz ve ark. 2013).

### 2.2.1. Deniz Balıklarında Omega-3 ve Omega 6 Yağ Asitleri Oranı

Omega 3/  $\omega$ -6 (n-3 /n-6) oranı, balık yağlarının besinsel değerlerini ölçmek için kullanılan önemli bir parametredir (Piggott ve Tucker, 1990). İnsan diyetinde  $\omega$ -3 /  $\omega$ -6 yağ asidi oranındaki artış, plazma lipitlerini azaltarak koroner kalp hastalıklarını önlemeye yardımcı olur ve kanser riskini azaltır (Kinsella ve ark., 1990; Simopoulos, 2002). Bir diyetle n-6 ve n-3 PUFA arasındaki denge, homeostazi, normal büyüme ve gelişme için önemlidir, çünkü n-6 ve n-3 yağ asitlerinin eikosanoid metabolik ürünleri, karşıt biyolojik özellikler sergiler (Merdzhanova ve ark. 2017). Batı diyetinde n-6/n-3

PUFA oranı 15 ile 16.7 gibi yüksek düzeydedir (Simopoulos 2001). Lunn ve Theobald (2006), bu oranın batı diyetinde; 20: 1 ile 30: 1 arasında olduğu bildirmiştir.

İngiltere Sağlık Bakanlığı sağlıklı bir beslenme için n-6/n-3 oranını maksimum 4 olarak önermiştir (HMSO, 1994). Yüksek olan değerler, kardiyovasküler hastalıkları tetikleyebilir (Moreira ve ark., 2001; Hu ve ark., 2002). N-6 PUFA eksikliğinin semptomları biyolojik işlevi ile ilişkili olarak; dermatit, büyüme geriliği ve kısırlıktır. Linoleik asit, deri seramidlerinin bir su bariyeri olarak işlev gören yapısal bir bileşenidir; Araşidonik asit, eikosanoidlerin öncüsüdür. N-3 eksikliği; insülin direncine ve metabolik sendroma, beyinin metabolik anormalliklerine, karaciğer yağlanmasına ve nonalkolik yağlı karaciğer hastalığına neden olur. Yapılan çalışmalarda n-6 yağ asitlerinin pıhtılaşmayı ve inflamasyonu arttırdığına yönelik bulgular elde edilmiştir. Ayrıca, n-3 PUFA eksikliği, beyinde ve retina-rodlarının dış kısmındaki fosfolipitlerinde 22: 5 n-6 ile yer değiştirerek DHA kaybına yol açar. Membranın fosfolipid yapısındaki bu küçük değişiklik; hafıza kaybına, öğrenme güçlüğüne ve görme keskinliğinin bozulmasına yol açmaya yeterlidir.

Tatlı su balıklarının total lipidlerinde n-3 PUFA'ların n-6 PUFA'lara oranı çoğunlukla 0.5 ile 3.8 arasında değişirken, deniz balıkları için 4.7-14.4'tür (Henderson ve Tocher 1987). Hem DHA'nın yüksek olması hem de  $\omega$ -3 düzeylerinin  $\omega$ -6'dan fazla olması, deniz balıklarına özgüdür (Tornaritis ve ark. 1993).

Analizi yapılan sekiz deniz balığında  $\omega$ 3/ $\omega$ 6 oranı, 0.95 (mezgit, *E. engrasicolus*) - 6.93 (istavrit, *Trachurus trachurus*) arasında saptanmıştır (Kara ve ark. 2017).

Gökçe ve ark, (2004), bir deniz balığı olan *S. solea*'da n3/n6 oranını, farklı aylarda 1.45-3.84 olarak tespit ettiler. Bayır ve ark, (2006), bu oranı, Türkiye de yaşayan bazı deniz balıklarından, lüferde, 7.30; çipurada, 2.67; hamside, 8.27; istavritte, 12.61; kefalde, 8.64; palamutta, 9.91; uskumruda, 5.63; zarganada 12.2 olarak saptamışlardır.

Türkiye sularında yaşayan 12 tür deniz balığının kas dokusundaki n-3/n-6 oranı 2.67 (çipura) ile 12.61 (istavrit) arasında değişmiştir (Bayır ve ark. 2005).

Türkiye sularında yaşayan 12 tür deniz balığının kas dokusundaki n-3 / n-6 oranları büyükten küçüğe doğru; istavrit balığı (*T. trachurus*), zargana balığı (*Belone belone*), palamut balığı (*S. sarda*), isparoz balığı (*D. annularis*), kefal balığı (*M. cephalus*), hamsi (*E. engrasicolus*), lüfer balığı (*P. saltatrix*), deniz levreği (*D. labrax*),



uskumru balığı (*S. scombrus*), somon (*Salmo salar*), karagöz balığı (*D. vulgaris*) ve çipura (*S. aurata*) şeklinde belirlenmiştir (Bayır ve ark. 2005).

Brezilya'nın Güneydoğu sahillerinde 15 tür ve Doğu Antarktika'da ise 2 tür olmak üzere toplam on yedi tür deniz balığında n-3/n-6 oranı 3.4 -14.6 arasında bulunmuştur (Visentainer ve ark. 2007).

İstanbul'da marketlerden sağlanan palamut (*S. sarda*), uskumru (*S. scombrus*), lüfer (*P. saltatrix*), çinekop (*P. saltator*), hamsi (*E. engrasicolus*) ve sardalya (*S. pilchardus*) gibi çok tüketilen altı deniz balığında en yüksek  $\omega$ -3/  $\omega$ -6 oranı 10.78 ile hamside, 8.79 ile sardalyada tespit edilmiştir. Bunun nedeni bu iki balık türünün EPA ve DHA içeriğinin yüksek olmasıdır (Sağlık ve Sağlık 2001). İskenderun'dan toplanan dil balığının (*S. solea*) mevsimsel yağ asidi analizinde n-3 /n -6 oranı ağustosta 3.84, nisanda 3.41, kasımda 1.89, şubata 1.45 olarak bulunmuştur (Gökçe ve ark. 2004).

Güney İtalya Denizi'nden (Mar Grande Denizi) toplanan 11 balık türünde n-3/n-6 oranı 2.46 (*G. niger*, Kaya balığı) – 5.58 (Çitari, *S. salpa*) arasında belirlenmiştir (Prato ve Biandolino. 2012). Bu oranlar, diğer çalışmalardan (Diraman ve Dibeklioglu, 2009; Usydus ve ark. 2011) elde edilenlere benzerdir.

Bazı çalışmalarda EPA/DHA ve PUFA/SFA oranları da verilmiştir. Türkiye'deki 12 tür deniz balığının kasında EPA / DHA oranı 0.17 ile 0.83 arasında saptanmıştır. Bu balıklarda en yüksek EPA / DHA oranları karagöz balığında (% 0.83 ), isparoz balığında (% 0.82) ve en düşük oran ise zargana balığında (% 0.17) bulunmuştur (Bayır ve ark. 2005). Karadeniz'den hamsi için EPA / DHA oranı 0.49, zargana için 0.17, palamut balığı için 0.42 olarak tespit edilmiştir (Güner ve ark.1998). Akdeniz'den toplanan on bir balık türünde DHA/EPA oranı 1.45 (ot balığı, *S. cinereus*) - 2.47 (Küpes balığı, *B. boops*) arasında belirlenmiştir (Prato ve Biandolino 2012). Özoğul ve ark.(2009) ise Altınbaş kefal balığında EPA yüzdesini DHA'dan daha yüksek ve bundan ötürü DHA / EPA oranını 0.33 olarak tespit etmişlerdir. Baltık Denizi'nden Pisi balığında EPA'nın DHA'ya oranı neredeyse 1: 1 olarak bulunmuştur. Ancak bu çalışmada analizlenen diğer deniz balıklarında DHA, EPA'dan yüksektir (Kolakowska ve ark. 2000). Görüldüğü gibi deniz balıklarının kas total lipitlerinde DHA yüzdesi genellikle EPA'dan fazla çıkmaktadır.

Vücuttaki eikosanoidlerin dengeli sentezi için  $\omega$ - 3/  $\omega$ - 6 dışında kullanılan bir diğer parametre de çoklu doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine (PUFA/SFA)

oranıdır. Kalp- damar hastalıklarını önlemek için bu indeksin 0.45 ten az olmaması gerekir (Abedi ve Sahari, 2014). 0.5'ten fazla olan PUFA/SFA oranının kan kolesterol düzeyini düşürdüğü bulunmuştur (Gurr, 1984).

İngiltere Sağlık Bakanlığı, sağlıklı bir yaşam için PUFA / SFA oranının en az 0.45 olması gerektiğini bildirmişlerdir. Akdeniz'deki 34 balık türünde bu oran 0.45'ten daha yüksek bulunmuştur (Özoğul ve ark. 2009).

İstanbul'da marketten sağlanan balıklardaki PUFA / SFA oranı; sardalya 0.74, palamut balığında 0.67, uskumruda 0.61 ve hamside 0.59 olarak saptanmıştır (Sağlık ve İmre, 2001).

Güney İtalya Denizi'nden (Mar Grande Denizi) toplanan 11 balık türünde PUFA / SFA oranı çalışılan tüm türlerde 1'den düşük bulunmuştur ( Prato ve Biandolino, 2012).

Özoğul ve ark. (2009) PUFA / SFA oranını Akdeniz'deki çitari balığında 0.6, altınbaş kefal balığında 0.51, karagöz balığında ise birden fazla (1.05); Diraman ve Dibeklioglu (2009), Ege Denizi'nden gelen levrek balığında bu oranı 1'den düşük, küpes balığında ise 1'den yüksek olarak tespit etmişlerdir. Tanakol ve ark. (1999) Karadeniz'den alınan barbunya balığı ve gümüş balığı için PUFA / SFA oranının 1'den yüksek olduğunu bildirmiştir.

Malacca Boğazından alınan 20 tür deniz balığının analizinde yağsız balıklarda PUFA/SFA oranı 0.6 - 1.4, düşük yağlı balıklarda 0.5; orta yağlı balıklarda ise 1.0 olarak saptanmıştır Yağlı balıklar; PUFA'ya oranla daha fazla SFA içerdikleri için P/S oranı düşük olarak (0.4) bulunmuştur (Aziz ve ark. 2013).

### 2.2.2. Deniz Balıklarının Kas Fosfolipit Yağ Asidi Analizi

Deniz balıklarının dokularındaki PL yağ asidi analizi ile ilgili çalışmaların azlığı dikkat çekmektedir. Bu tür çalışmalar tatlı su balıklarında daha yoğun yapılmıştır. Hücre zarı, fosfolipit yağ asidi kompozisyonundaki değişiklikler, zara bağlı enzimlerin aktiviteleri ve iyon geçirgenliğinin kontrolü üzerinde de doğrudan etkiye sahip olabilir (Stubbs ve Smith 1984).

Akdeniz'deki *S. pilchardus* (sardalya balığı), *S. scombrus* (uskumru balığı), *T. alalunga* (Akdeniz ton balığı), *S. sphyraena* (barakuda balığı), *B. boops* (küpes balığı)

*Trigla lyra* (öksüz balığı) ve *D. labrax* (levrek balığı) gibi balık türlerinin PL'inde % 30'un üzerinde DHA düzeyi saptanmıştır (Passi ve ark. 2002).

İncelenen 21 Akdeniz balık türünün PL fraksiyonlarının majör SFA'lardan 16:0 içeriği % 11.3 (uskumru balığı, *S. scombrus*) - % 21.4 (tekir balığı, *M. surmuletus*); 18:0, % 7,3 (levrek balığı, *D. labrax*) - % 13.9 (iskarmoz balığı, *S. sphyraena*); 18:2n-6, % 1.0 (benekli pisi, *Lepidorhombus boscii*) - % 6,5 (kurdela balığı, *Cepola rubescens*); AA, % 0.8 (berlam balığı, *D. annularis*, asil hani balığı, *Serranus cabrilla*) - % 2.1 (trakonya balığı, *T. draco*, tekir balığı, *M. Surmuletus*, isparoz balığı, *D. annularis*, mırmır balığı, *Lithognathus marmyrus*); 18:3n-3, % 0,0 (kırlangıç balığı, *Tr. lucerna*) - % 4.0 (kupes balığı, *B. boops*); dominant PUFA'lardan EPA, % 5.0 (sardalya balığı, *S. pilchardus*) - % 16.5 (kırlangıç balığı, *Tr. lucerna*) ; DHA, % 15.4 (berlam balığı, *D. annularis*) - % 38.9 (beyaz ton balığı, *T. alalunga*) ;  $\Sigma$  SFA % 26.3 (Trakonya balığı, *T. draco*) - % 39.7 (Berlam balığı, *D. annularis*);  $\Sigma$  MUFA % 9.1 (iskarmoz balığı, *S. sphyraena*) - % 30.6 (beyaz ton balığı, *T. alalunga*);  $\Sigma$  PUFA % 34.4 (izmarit balığı, *C. cirrus*) - % 60.2 (uskumru balığı, *S. scombrus*);  $\Sigma$  n-6 PUFA % 2.9 (beyaz ton balığı, *T. alalunga*) - % 10.3 (tekir balığı, *M. surmuletus*);  $\Sigma$  n-3 PUFA % 28.8 (berlam balığı, *D. annularis*) - % 53.6 (uskumru balığı, *S. scombrus*); n-3/n-6 oranı 3.4 (kurdela balığı, *C. rubescens*)- 16.7 (Akdeniz ton balığı, *T. alalunga*) arasında bulunmuştur. (Passi ve ark. 2002).

Ackman (1992), PL'lerin yüksek oranlarda 22:6  $\omega$ -3, daha düşük seviyede 20: 5  $\omega$ -3 ve makul oranda 20:4  $\omega$ -6 düzeylerine sahip olduğunu bildirmiştir.

### 2.2.3. Deniz Balıklarının Kas Triaçilgliserol Yağ Asidi Analizi

Triaçilgliseroller enerji amacıyla SFA için bir depo görevi görür ve ayrıca geçici bir PUFA rezervuarı da olabilir (Napolitano ve ark. 1988). Kas dokusu ve yenilebilir dokulardaki TAG ve PL'nin temel yağ asitleri (Yüzde dağılımda en çok bulunan yağ asitleri) dokosaheksaenoik asit (C22: 6n-3), eikosapentaenoik asit (C20: 5n-3), palmitik asit (C16: 0) ve oleik asittir (C18:1n-9) (Passi ve ark. 2002).

Tekli doymamış yağ asitleri ve SFA, incelenen çoğu balığın nötral lipitlerinde temel yağ asidi gruplarını oluşturur (Ackman 1967).

İncelenen 21 Akdeniz balık türünün TAG fraksiyonlarında dominant SFA'lardan 16:0 % 10.5 (iskarmoz balığı, *S. Sphyraena*)- % 25.2 (beyaz ton balığı, *T. alalunga*); 18:0

% 4,9 (barbunya balığı, *M. barbatus*) - % 11.8 (izmarit balığı, *C. cirrus*); dominant MUFA'lardan 18:1n-9 % 14.3 (sardalya balığı, *S. pilchardus*)- % 25.5 (tekir balığı, *Mu. surmuletus*); dominant PUFA'lardan EPA % 4.2 (uskumru balığı, *S. scombrus*) - % 11.8 (dikenli kırlangıç, *A. Cuculus*, DHA % 5.0 (mırmır balığı, *L. marmyrus*) - % 22.1 (iskarmoz balığı, *S. sphyraena*); daha az oranda belirlenen PUFA'lardan 18:2n-6 % 0.9 (isparoz balığı, *D. annularis*) - % 3.8 (kurdela balığı, *C. rubescens*), 18:3n-3 % 0.4 (beyaz ton balığı, *T. alalunga*) - % 1.9 (levrek, *Dic. labrax*), 20:4n-6 % 0.5 (levrek, *Dic. labrax*) - % 2.5 (tekir balığı, *M. surmuletus* ile mırmır balığı, *L. marmyrus*);  $\Sigma$  SFA'ların % 27.1 (uskumru balığı, *S. scombrus*)- % 39.7 (berlam balığı, *Dip. annularis*);  $\Sigma$  MUFA'ların % 26.4 (sardalya balığı, *S. pilchardus*)- % 42.8 (tekir balığı, *M. surmuletus*);  $\Sigma$  PUFA'ların % 21.7 (izmarit balığı, *C. cirrus*)- % 43.5 ile iskarmoz balığı (*S. sphyraena*);  $\Sigma$  n-6 PUFA'ların da %3.0 (beyaz ton balığı, *T. alalunga*) -% 9.7 kurdela balığı (*C. rubescens*);  $\Sigma$  n-3 PUFA'ların da % 15.8 (tekir balığı, *Mu. surmuletus*) -% 36.9 ile iskarmoz balığı (*S. sphyraena*); n-3/n-6 oranı 2.1 (mırmır balığı, *L. marmyrus*)- 9.4 (beyaz ton balığı, *T. alalunga*) olarak saptanmıştır. (Passi ve ark. 2002).

#### 2.2.4. Deniz Balıklarının Kas Fosfolipit ve Triaçilgliserol Yağ Asidi Bileşimi Arasındaki farklar

Kemikli balıklar arasında, EPA ve DHA içeriği; türlerden türlere göre değişir ve birkaç istisna dışında bu yağ asitleri, fosfolipit bileşeninde daha çok bulunur (Passi ve ark. 2002). Deniz balıkları için tipik olan özelliklerden biri fosfolipitdeki PUFA, özellikle DHA miktarı, TAG'den genellikle yüksek olmasıdır (Fogerty ve ark. 1986; Delgado ve ark. 1994). Ackman (1992), TAG'lerin 20:1n-9 bakımından zengin olduğunu ve bu fraksiyonda EPA'nın DHA'dan daha fazla olduğunu bildirmiştir.

Akdeniz'den 21 balık türü ile ilgili yapılan çalışmada PL fraksiyonunda 22:6n-3 ve  $\Sigma$  PUFA ((% 34.4-60.2), TG fraksiyonunda ise EPA, 18:1n-9, C20:1n-9 ve  $\Sigma$  MUFA (% 26.4-42.8) daha fazla bulunmuştur. Araşidonik asit ise kimi balıklarda PL'de kimilerinde TG'de biraz daha fazla yüzde de tespit edilmiştir (Passi ve ark. 2002). Yirmi bir balık türünün yağ asidi analizlerinde bazı yağ asitlerinin PL fraksiyonunda bazılarının da TAG fraksiyonunda daha fazla oranda olduğu tespit edilmiştir. Örneğin; 16:0 oranı sadece bir balık türünün TAG'sinde, dört balık türünün de PL'sinde -18:0 iki balık türünde TAG'sinde on balık türünde PL'sinde-  $\Sigma$  SFA dört balık türünün TAG'sinde iki

balık türünün de PL'sinde - 16:1n-7 oranı bir balık türünün TAG'sinde üç balık türünün PL'sinde - 18:1n-9 oranı dokuz balık türünün TAG'sinde iki balık türünün PL'sinde -  $\sum$  MUFA'larda dört balık türünün TAG'sinde iki balık türünün PL'sinde - 18:2n-6 oranı sekiz balık türünün TAG'sinde beş balık türünün PL'sinde - AA oranı dokuz balık türünün TAG'sinde on balık türünün PL'sinde -  $\sum$  PUFA N-6 oranı dört balık türünün TAG'sinde dört balık türünün PL'sinde - 18:3n-3 oranı yedi balık türünün TAG'sinde bir balık türünün PL'sinde -EPA oranı üç balık türünün TAG'sinde bir balık türünün PL'sinde - DHA oranı iki balık türünün TAG'sinde bir balık türünün PL'sinde -  $\sum$  PUFA N-3 oranı bir balık türünün TAG'sinde iki balık türünün PL'sinde -  $\sum$  PUFA oranı bir balık türünün TAG'sinde bir balık türünün PL'sinde, N-3/N-6 oranı bir balık türünün TAG'sinde bir balık türünün PL'sinde bulunmuştur. Palmitik asit düzeyi on altı balık türünde, 18:0 dokuz balıkta,  $\sum$  SFA on beş balıkta, 16:1n-7 on yedi balıkta, 18:1n-9 on balıkta,  $\sum$  MUFA on beş balıkta, 18:2n-6 sekiz balıkta, AA iki balıkta,  $\sum$ n-6 PUFA on üç balıkta, 18:3n-3 on üç balıkta, EPA on yedi balıkta, DHA on sekiz balıkta,  $\sum$ n-3 PUFA on sekiz balıkta,  $\sum$ PUFA on dokuz balıkta, n-3 /n-6 oranı on dokuz balıkta birbirine yakın bulunmuştur. (Passi ve ark. 2002).

Daha önce yapılan çalışmada mercan balığı, *P. pagrus*'un total, PL ve TAG yağ asitleri incelenmiştir. Triaçilgliserolün yağ asidi kompozisyonu besinle, PL'nin ki ise balığın daha çok fizyolojisi ile doğrudan ilişkilidir. Triaçilgliseroller temel olarak hayvansal dokularda enerji sağlayan moleküllerdir ve bu fraksiyonda fazla miktarda bulunan orta zincirli MUFA'lar, uzun zincirli çoklu doymamışlara göre kolayca taşınır ve enerji bakımından daha kârlıdır (Rueda ve ark. 1997). Fosfolipit, yağ asidi öncüleri için, diyet havuzu ile metabolik gereksinim arasında bir köprü olarak kilit bir rol oynamaktadır. Mercan balığında total lipitteki 16:0, AA ve EPA PL ve TAG'den daha fazla bulunmuştur. Fosfolipit ve TAG karşılaştırıldığında PL'de AA, EPA, DHA,  $\sum$  PUFA,  $\sum$  n-3 PUFA,  $\sum$  n-6 PUFA; TAG'de ise 18:0 (% 5.00'e karşı % 10.40), 18:2n-6,  $\sum$  SFA,  $\sum$  MUFA daha fazla bulunmuştur. İlginç olan bulgu AA oranı PL'de fazla olduğu için (% 2.60'ya karşı % 8.40), her iki fraksiyonda  $\omega$ 3/  $\omega$ 6 oranı (PL'de 4.2, TAG'de 4.1) benzer olarak saptanmıştır. Balığın total lipitinde 16:0, AA ve EPA'nın seviyelerinin PL ve TAG'den yüksek olmasının nedeni, total lipit içinde PL ve TAG dışında monoaçilgliserol (MAG), diaçilgliserol (DAG), serbest yağ asitleri ve sterol esterlerinin bulunmasıdır (Rueda ve ark. 1997).

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Araştırma Planı

Bu çalışmada 2017 yılı temmuz ve ağustos aylarında Mersin ili Aydıncık ilçesi Karatepe Koyu'nda Akdeniz'den olta ile taze olarak yakalanan akya (*L. amia*), lambuka (*C. hippurus*), merbun (*N. randalli*), kolyoz (*S. japonicus*), gümüş (*A. boyeri*), güneş (*C. julis*), tekir (*M. surmuletus*) ve Akdeniz ton (*T. alalunga*) olmak üzere toplam sekiz balık türün üzerinde yürütülmüştür. Yakalanan taze balıklar buz içeren ısı yalıtımlı koruyucu kaplara konularak bozulmadan soğuk ortamda laboratuvara getirilmiş ve analiz edilinceye dek yaklaşık bir ay  $-25^{\circ}\text{C}$ 'lik deep-freez'de saklanmıştır.

#### 3.2. Lipit Ekstraksiyonu ve Yağ Asiti Metil Esterlerinin (FAME) Hazırlanması

Yaklaşık 3 gr lık balık kasları yüksek devirli IKA (Ultra-Turrax T25) marka homojenizatör kullanılarak, kloroform-metanol (2:1 v/v) karışımında parçalanmıştır (Folch 1957). Karışıma PUFA'ların oksidasyonunu önlemek için kloroformda % 2 oranında hazırlanan 50 µl bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) eklenmiştir. Ayırma hunisine alınan karışıma, total hacminin 1/4'ü kadar % 0.88'lik KCl çözeltisi ilave edilerek iyice çalkalanmıştır. Oluşan iki fazdan altaki lipit fazı alınarak, darası alınmış bir cam jojeye konulmuş ve evaporatörde çözücüsü tamamen uçurulmuştur. Sonra hassas terazide tartılıp total lipit miktarı gr olarak bulunmuş % lipit miktarı hesaplanmıştır. İnce tabaka kromatografi tekniği kullanılarak doku örneklerindeki total lipitlerin fraksiyonlanması sağlanmıştır. Bu yöntem için Silica gel 60G (Merck) kullanılarak, saf su ile homojen bulamaç haline getirilmiş ve 20x20 cm ebatındaki plakalar üzerine ince bir tabaka halinde sürülmüştür. Havada kurutulan plakalar, PL ve TAG fraksiyonları için, etüvde  $100^{\circ}\text{C}$ 'de bir saat bırakılarak aktifleşmeleri sağlanmıştır. Plakaların üzerine tatbik edilen lipit özütleri; petrol eteri-dietil eter-asetik asit (80:20:1) karışımında yürütülmüştür.

Plakalara 2'7' dikloroflorosein püskürtülerek, lipit fraksiyonları UV lambası altında görünür hale getirilmiştir. Fraksiyonlara ait bantlar kazılıp cam balonlara alınmış ve yağ asitlerinin diğer bileşenlerden ayrılması sağlanmış, ayrıldıktan sonra metil esterlerine dönüşümü için üzerlerine 4 ml metanol ile 4-5 damla sülfürik asit damlatılarak 2 saat süreyle geri soğutucu altında  $85^{\circ}\text{C}$ 'de ısıtılmıştır. Çözelti soğuduktan sonra, üç kez

beşer ml hekzan kullanılarak metil esterleri ekstrakte edilmiştir. Yağ asidi metil esterlerinin analizi için FID dedektörüne sahip gaz kromatografi aleti kullanılmıştır.

#### **3.3. Gaz Kromatografi Koşulları**

Yağ asiti metil esterlerinin analizi, SHIMADZU GC 2010 PLUS model Gaz Kromatografi cihazında, alev iyonizasyon dedektörü (FID) ve DB-23 (Bonded 50 % cyanopropyl) (J & W Scientific, Folsom, CA, USA) kapiller kolon (30m x 0.25mm iç çapı x 0.25µm film kalınlığı) kullanılarak yapılmıştır. Dedektör sıcaklığı: 250°C; enjektör sıcaklığı: 250°C; enjeksiyon: Split-model 1/20. Gaz akış hızları: Taşıyıcı gaz: 30 m'lik kolon için helyum 0.5 ml/dk; hidrojen: 30 ml / dk; kuru hava: 400 ml/dk. Kolon (fırın) sıcaklığı: 170 °C da, bekleme süresi, 2 dakika; 210 °C'ye 2 °C/dakika, bekleme süresi 20 dakika; toplam analiz süresi: 42 dakika. Örnek, alete 1 mikrolitre enjekte edilmiştir. Yağ asitlerinin teşhisinde, standart olarak yağ asitlerinin metil esterleri karışımı (Sigma-Aldrich Chemicals) kullanılmıştır. Yağ asitleri metil esterlerinin kromatogramları ve toplam yağ asitleri miktarları bilgisayarda GC Solution (Versiyon 2.4) bilgisayar programı ile elde edilmiştir. Analiz edilen örneklerin kromatogramındaki pikler, standarttaki bütün yağ asitlerinin metil esterlerinin alıkonma zamanları ile karşılaştırılarak teşhis edilmiştir. Sonuçlar kalitatif değer olarak % yağ asiti üzerinden verilmiştir.

#### **3.4. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi**

Yağ asitleri yüzdelerinin karşılaştırılmasında SPSS 16 bilgisayar programı uygulanmıştır. Çalışmamızdan elde edilen bütün veriler üç tekrarın ortalamasından elde edilmiştir. Yağ asiti metil esterlerinin gaz kromatografik analizlerinde, her balık türünün kasına ait üç numune ayrı ayrı enjekte edilerek aynı yağ asidine ait üç değer ortalaması alınmıştır. Yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile yapılmıştır. Farklılıklar TUKEY HSD testi ile belirlenmiştir. Yapılan istatistikler sonucu, veriler  $P < 0.05$  düzeyinde olduğu zaman farkların önemli olduğu kabul edilmiştir.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Balık Kaslarında Yaş Ağırlığa Göre Total Lipit Yüzdesi

Çalışmada kullanılan sekiz tür balıkta kas total lipit miktarı % 0.39 - % 3.89 arasında değişmiştir. Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi merbun balığında, *N. randalli* % 0.39, gümüş balığı, *A. boyeri* % 1.00, kolyoz balığı, *S. japonicus* % 1.55, akya balığı, *L. amia* % 1.79, tekir balığı, *M. surmuletus* % 1.83, beyaz ton, *T. alalunga* % 2.12, lambuka, *Cor. hippurus* % 2.53, güneş balığı, *C. julis* % 3.89 olarak bulunmuştur. Bulgularımıza göre en düşük lipit içeriği % 0.39 ile *N. randalli*'de en fazla lipit içeriği de % 3.89 *C. julis*'ta bulunmuştur.

Balıkların lipit içeriği türlere, diyete, cinsiyete, coğrafi kökene, balığın büyüklüğü, doğal veya kültür olması ve mevsime bağlı olarak değişir (Rueda ve ark. 1997; Rasoarahona ve ark. 2005). Örneğin balık büyüklüğü artınca total lipit miktarı da artar. Total lipit miktarı doğal olanlara oranla kültür balıklarında daha fazladır (Rueda ve ark. 1997). Balıklarda total lipit miktarı aynı balığın değişik vücut kısımlarında farklı olabilir (Rueda ve ark. 1997).

Rueda ve ark.(1997) deniz ürünlerinin yenilen kısımlarında total lipit miktarının; % 0.5 ile % 25 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Balıklar genellikle Bennion'a (1980) göre yağ içeriğine göre sınıflandırılır. Bu sınıflandırmaya dayanarak, yağsız balık ağırlıkça % 5'ten daha az yağ içerir. Orta yağlı balık % 5-10 oranında yağa sahipken, yağlı balıklarda ise ağırlıkça % 10'dan fazla yağ bulunur. Ackman (1990) tarafından başka bir sınıflandırma önerilmiştir: yağsız balık (% 2'den az yağ), az yağlı (% 2-4 yağ), orta yağlı (% 4-8 yağ) ve yüksek yağ içeren (% 8'den fazla). Ayrıca Greenfield ve Southgate (2003) tarafından yağsız balık (toplam lipitlerin % 1'inden az), orta yağlı balık (% 1-5 lipit) ve yağlı balık (% 5'ten fazla lipit) gibi bir sınıflandırma tanımlanmıştır.

Çalışmamızdaki balıkların kas total lipit içeriği türlere bağlı olarak farklılık göstermiştir. Araştırmacıların geliştirdiği sınıflandırmaya göre, Akdeniz'den topladığımız 8 tür balığın yağsız balık olduğunu söyleyebiliriz. Çünkü tümünde kas total lipit miktarı % 5 ten az olarak saptanmıştır. Bu doğaldır. Zira Akdeniz'deki balıklar genellikle yağsızdırlar. Balıkların kas total lipidinden elde ettiğimiz sonuçlar, daha önce Akdeniz'den toplanan diğer balık türlerinden elde edilenlerle uyum içindedir. Örneğin;



Özoğul ve ark. (2009), inceledikleri Akdeniz'deki 34 deniz balık türünün genellikle yağsız olduğunu, balıklardan 14'ünün total lipidi % 1.0'den düşük, 10 balık türünde ise % 1.0 - 2.0 olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada görüldüğü gibi, 34 balıktan 24'ünün yağsız balık olduğu görülmüştür.

İskenderun'dan dil balığının (*S. solea*) lipitleri mevsimsel olarak çalışılmış ve balıkta total lipit miktarı % 0.45 – 0.83 arasında bulunmuştur (Gökçe ve ark. 2004).

Bir başka çalışmada, Akdeniz'den incelenen 21 balık türünde total lipit miktarı % 0.85 (iskarmoz balığı, *S. sphyraena*), - % 5.83 (uskumru balığı, *S. scombrus*) arasında bulunmuştur (Passi ve ark. 2002).

Kara ve ark. (2017), ticari marketten alınan on adet deniz balığının kasındaki total lipit yüzdesini 1.34 (mezgıt, *E. engrasicolus*) – 9.68 (iri sardalya) arasında tespit etmişlerdir.

Güney İtalya Denizi'nden (Mar Grande Denizi) toplanan 11 balık türünde lipit içeriği; en düşük çitari balığında (*S. salpa*) 1.67 / 100 g, en yüksek ise barbunya balığında (*M. barbatus*) 8.12 / 100 g bulunmuştur (Prato ve Biandolino 2012). Hem bu çalışmada, hem de yaptığımız çalışmada elde edilen bulgular, balıkların beslenme şekilleri ile kas total lipit miktarı arasında bir ilişki olmadığını göstermiştir.

Mısır'dan sekiz deniz balığı türünde toplam lipit içeriği *S. vulgaris* için % 0,57'den *S. aurita* için % 10.27'ye kadar değişiklik gösterdiği belirlenmiştir (Abouel-Yazeed 2013).

Brezilya'nın Güneydoğu sahillerinde 15 tür ve Doğu Antarktika'da ise 2 tür olmak üzere toplam on yedi tür deniz balığının çoğunda kas total lipidi % 10'dan daha az bulunmuştur (Visentainer ve ark. 2007).

Avustralya'nın 11 balık türünde, total lipit miktarının aynı türün değişik bireylerinde farklı olduğu, çalışmada kullanılan 11 adet deniz balığının kasındaki total lipit yüzdesinin % 0.5 (*E. quoyanus*) - 4.9 (*L. adetii*) arasında olduğu saptanmıştır (Belling ve ark. 1997).

**Çizelge 4. 1.** Çalışmada Kullanılan Balık Kaslarının Yaş Ağırlığına Göre Total Lipit Yüzdesi

Balık türü		Yağ içeriği (g/100 g)
Latince	Türkçe	(ORT± S.A.)
<i>Scomber japonicus</i>	Kolyoz balığı	1.55±0.07
<i>Atherina boyeri</i>	Gümüş balığı	1.00±0.02
<i>Thunnus alalunga</i>	Ton balığı	2.12±0.10
<i>Coryphaena hippurus</i>	Lambuka	2.53±0.13
<i>Mullus surmuletus</i>	Tekir balığı	1.83±0.09
<i>Lichia amia</i>	Akya balığı	1.79±0.08
<i>Coris julis</i>	Güneş balığı	3.89±0.18
<i>Nemipterus randalli</i>	Merbun balığı	0.39±0.02

#### 4.2. Balıkların Kas Total Lipidindeki Yağ Asitlerinin Bileşimi

Bu çalışmada analizi yapılan sekiz farklı balığın kas total lipitlerindeki yağ asidi analizinde doymuş yağ asitlerinden (SFA) 12:0 (lavrik asit), 14:0 (miristik asit), 15:0 (pentadekanoik asit), 16:0 (palmitik asit), 17:0 (heptadekanoik asit), 18:0 (stearik asit), tekli doymamışlardan (MUFA) 16:1n-7 (palmitoleik asit), oleik asit (18:1n-9), 20:1n-9 (eikosenoik asit), çoklu doymamış yağ asitlerinden (PUFA) 18:2n-6 (linoleik asit), 18:3n-3 ( $\alpha$ -linolenik asit, ALA), 20:2n-6 (eikosadeineoik asit), 20:3n-6 (eikosatrienoik asit), 20:4n-6 (araşidonik asit, AA), eikosapentaenoik asit (20:5n-3, EPA), 22:5n-3 (eikosadokosapentaenoik asit, DPA) ile 22:6n-3 (dokosakeksaenoik asit, DHA) olmak üzere toplam olarak 17 farklı yağ asidi belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Analizi yapılan balıkların total lipit bileşenlerinin yağ asidi bileşiminde yüzde olarak SFA'lerden 12:0, 0.05-0.31; 14:0, 1.14- 5.25; 15:0, 0.54- 1.29; 16:0, 24.90 – 41.21; 17:0, 1.03 – 1.30; 18:0, 6.41 -12.42; MUFA'lerden 16:1n-7, 1.09 – 8.06; 18:1n-9, 7.32 –19.38; 20:1n-9, 0.19 – 0.89; PUFA'lerden 18:2n-6, 0.99- 5.33; 18:3n-3, 0.10 – 0.79; 20:2n-6, 0.16 – 0.80; 20:3n-6, 0.04 – 0.29; 20:4n-6, 1.50 – 8.18; EPA, 2.58 – 8.10; 22:5n-3, 0.29 – 3.44; DHA, 11.91 – 38.26;  $\sum$  SFA, 40.07 – 58.73;  $\sum$  MUFA, 8.66 – 27.75;  $\sum$  PUFA, 27.23 – 50.40;  $\sum$ n-6 PUFA, 4.57 – 10.13;  $\sum$ n-3 PUFA, 22.26 – 43.90;  $\omega$ -3/  $\omega$ -6 oranı, 2.30 – 7.86; PUFA/SFA oranı, 0.46 -1.23 aralığında bulunmuştur. Doymuş yağ asitlerinden 16:0, MUFA'lerden 18:1n-9, PUFA'lerden da EPA ve DHA'nın baskın yağ asitleri olduğu tespit edilmiştir. Palmitik asit,  $\sum$ SFA'ların % 62-70'ini, 18:1n-9  $\sum$ MUFA'ların % 69-85'ini, EPA  $\sum$ PUFA'ların % 9-25'ini ve DHA ise %35-76'sını oluşturmaktadır (Çizelge 4.2).

Görüldüğü gibi, balıkların yağ asidi profili, bireysel doymuş ve doymamış yağ asidi yüzdeleri bakımından türler arasında farklılık göstermiştir. Akya, lambuka, kolyoz ve güneş balıklarında yüzde olarak fazladan aza doğru sıralama  $\sum\text{PUFA} > \sum\text{SFA} > \sum\text{MUFA}$ ; merbun, gümüş, tekir ve ton balığında ise  $\sum\text{SFA} > \sum\text{PUFA} > \sum\text{MUFA}$  şeklinde olmuştur. Ortak olan bulgu, tüm balıklarda diğer yağ asidi gruplarına göre MUFA'ların daha az düzeyde olmasıdır (Çizelge 4.2). Güney İtalya Denizi'nden toplanan 11 balık türü (Prato ve Biandolino 2012) ile Akdeniz'deki 34 balık türünün çoğunluğunda (Özoğul ve ark. 2009)  $\sum\text{SFA}$  yüzdesi,  $\sum\text{PUFA}$  ve  $\sum\text{MUFA}$ 'dan yüksek bulunmuştur. Avustralya'dan 11 balık türünün analizinde, fazladan aza doğru sıralama  $\sum\text{PUFA}$  (% 42.3) >  $\sum\text{SFA}$  (% 31.6) >  $\sum\text{MUFA}$  (% 17.4) şeklinde olmuştur (Belling ve ark. 1997).

Araştırmamızda, merbun, gümüş, tekir ve Akdeniz ton balığında  $\sum\text{SFA}$ 'ların fazla olmasının nedeni 16:0 yüzdesinin fazla olmasıdır. Palmitik asit; merbunda, *N. randalli*  $\sum\text{SFA}$ 'ların % 66'sını, Akdeniz ton balığında, *T. alalunga* % 65'ini, tekir balığında, *M. surmuletus* % 66'sını, gümüş balığında, *A. boyeri* % 70'ini oluşturmuştur. Prato ve Biandolino (2012), Akdeniz'den toplanan ve çalışmamızda kullanılan gümüş balığı, *A. boyeri* dahil on bir balık türü üzerinde yapılan çalışmada tüm balıklarda 16:0 oranını yüksek oranda ( $\sum\text{SFA}$ 'ların % 70) belirlemişlerdir. Sekiz balık türünün kullanıldığı çalışmamızda dominant SFA'larından 16:0, yukarıda da belirtildiği gibi total yağ asitlerinde % 24.90 – 41.21 arasında saptanmıştır (Çizelge 4.2). Araştırmamızda 16:0'ın kas total lipitteki yüzdesinin akya balığı, lambuka balığı, kolyoz balığı ve Akdeniz ton balığında oldukça yakın olduğu (% 25-26) bulunmuştur. Bu bileşenin oranı gümüş balığında, diğer balıklara oranla önemli derecede yüksek olarak saptanmıştır (Çizelge 4.2). Palmitik asit, daha önce yapılan çalışmalarda Akdeniz'deki 34 deniz balık türünde, total yağ asitlerinde % 15.97-31.04 (Özoğul ve ark. 2009), isparoz balığında % 28.79 (Bayır ve ark. 2005), Mısır'dan sekiz balık türünde % 20.40 -% 26.83 (Abouel-Yazeed 2013), İskenderun'dan toplanan dil balığının (*S. solea*) mevsimsel yağ asidinde % 15.3 – 19.0 (Gökçe ve ark. 2004), Malezya Langkawi adasında çalışılan 13 balık türünün sekizinde % 17.6-32.1 (Osman ve ark. 2007) arasında belirlenmiştir. Palmitik asit; levrek, sardalya, hamsi, istavrit dahil birçok deniz balığında  $\sum\text{SFA}$ 'ların % 70'ten fazlasını oluşturmuştur (Zlatanov ve Laskaridis 2007, Özoğul ve Özoğul 2007). Dominant SFA'lardan olan 16:0 düzeyi, kullandığımız balıklardan gümüş balığı hariç diğer balıklarında benzer bulunmuştur. Bu yağ asidi Güney İtalya Denizi'nden toplanan 11

balık türünde de birbirine yakın değerlerde bulunmuştur (Prato ve Biandolino 2012). Ackman ve Eaton (1966)'un bildirdiği gibi, 16:0'ın baskın bir yağ asidi olmasının nedeni, bu bileşenin düzeyinin besinden etkilenmemesi ve anahtar bir metabolit olarak işlev görmesidir.

Stearik asit, 16:0'dan sonra gelen ikinci dominant SFA olup oranı total yağ asitlerinin % 6.41 (güneş balığı) -12.42 (akya balığı)'sini oluşturmuştur. Güneş balığı dışında analizi yapılan diğer balıklarda 18:0 oranı birbirlerine yakın bulunmuştur (Çizelge 4.2). Bu yağ asidi Akdeniz'deki 34 deniz balık türünde % 2.79-11.20 (Özoğul ve ark. 2009), Marmara denizinden toplanan sekiz balıkta % 4.40 (Barbunya balığı) - 8.91 (İstavrit balığı) (Kara ve ark. 2017), Güney İtalya Denizi'nden toplanan 11 balık türünde % 4.87 - 7.88 arasında saptanmıştır.

Araştırmamızda belirlenen diğer doymuş yağ asitlerinden 15:0 ve 17:0 gibi tek karbonlu doymuş yağ asitleri oldukça düşük düzeylerde saptanmıştır. Bunlardan 15:0, tekir balığı (% 1.29) dışındaki diğer balıklarda % 1.0'den düşük, 17:0 ise % 1.0 civarında bulunmuştur (Çizelge 4.2). Benzer sonuçlar Akdeniz (Özoğul ve ark 2009, Prato ve Biandolino 2012) ve diğer denizlerden toplanan balıklarda da (Visentainer ve ark. 2007, Abouel-Yazeed 2013) saptanmıştır.

Çalışmada MUFA'lerden 16:1n-7, 18:1n-9 ve 20:1n-9 gibi yağ asitleri belirlenmiştir. Bunlardan en yüksek yüzdeye sahip 18:1n-9, % 7.32 (kolyoz balığı, *S. japonicus*) – 19.38 (Akdeniz ton balığı, *T. alalunga*) arasında tespit edilmiştir. Akdeniz'deki 34 deniz balık türünde 16:1n-7, % 1.48-19.61 (Özoğul ve ark. 2009); 18:1n-9, % 2.44-28.97; Marmara denizinden toplanan sekiz balıkta 16:1n-7 % 1.28 (mezgit balığı) - % 9.42 (sardalya balığı) (Kara ve ark. 2017); Mısır'dan sekiz balık türünün kullanıldığı çalışmada 16:1n-7 % 2.21 -10.46, 18:1n-9 % 23.31 -45.43 arasında, Güney İtalya Denizi'ndeki 11 balık türünde 16:1n-7 % 3.89 -9.72, 18:1n-9 % 7.62 -19.4 arasında (Prato ve Biandolino 2012) belirlenmiştir. Hem çalışmamızda hem de belirttiğimiz diğer çalışmalarda da görüldüğü gibi MUFA'lar içerisinde en yüksek yüzdeye sahip yağ asidinin 18:1n-9 olduğu ve bu bileşenin miktarının balık türleri arasında değiştiği saptanmıştır. Oleik asit hem balık tarafından 18:0'dan sentezlenen hem de besin yoluyla alınan bir yağ asididir. Bu bileşen analizi yapılan sekiz balıktan dördünde (akya, lambuka, merbun ve kolyoz) yakın değerlerde bulunmuştur (Çizelge 4.2). Diğer balıklara oranla

daha yüksek lipit içeriğine sahip güneş balığı (% 3.89) ve Akdeniz ton balığında (% 2.12),  $\sum$  MUFA yüzdesinin, yağ miktarı çok daha düşük olan balıklardan daha fazla;  $\sum$  PUFA düzeyinin ise daha az olduğu görülmüştür. Yani güneş balığı ve Akdeniz ton balığı gibi balıklar için kas total lipit miktarı ile  $\sum$  MUFA içeriği doğru,  $\sum$  PUFA içeriği ile ters orantılıdır. Bu balıklarda  $\sum$  MUFA yüzdesinin fazla olmasının nedeni 16:1n-7 ve 18:1n-9'un düzeylerinin diğer balıklara göre daha yüksek olmasıdır (Çizelge 4.2). Benzer sonuç Güney İtalya Denizi'nden toplanan 11 balık türünden barbunya balığı ile altınbaş kefal balığında da tespit edilmiştir (Prato ve Biandolino 2012). Daha önce yapılan bazı çalışmalarda da balık kas total lipit miktarı ile total lipitteki yağ asidi düzeylerinin ilişkisi incelenmiştir. Örneğin Belling ve ark. (1997), toplam lipit içeriği ile doymuş ve tekli doymamış yağ asitleri arasında pozitif, PUFA ile de negatif bir ilişki tespit etmiştir. Araştırmacılar, lipit içeriğinin artışına paralel olarak  $\sum$  SFA ve  $\sum$  MUFA'nın arttığını  $\sum$  PUFA'nın da azaldığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda da güneş balığı ve Akdeniz ton balığı için benzer sonuç bulunmuştur. İskenderun'dan toplanan dil balığında (*S. solea*) total lipit artışı ile  $\sum$  SFA ve  $\sum$  n-3 PUFA artışı arasında bir paralellik olduğu saptanmıştır (Gökçe ve ark. 2004). Bir başka çalışmada, yağsız balıklardan *M. cordyla* ve *R. kanagurta*'de oldukça yüksek yüzdede SFA ve düşük yüzdede PUFA bulunmuştur. Balıklarda total yağ arttığında SFA artmakta PUFA ise azalmaktadır (Aziz ve ark. 2013). Araştırmamızda güneş ve Akdeniz ton balığında lipit artışına bağlı olarak  $\sum$  SFA değil,  $\sum$  MUFA artmış,  $\sum$  PUFA ise azalmıştır.

Çalışmamızda belirlenen PUFA'lardan 18:2n-6 % 0.99 (gümüş balığı, *A. boyeri*) - 5.33 (Akdeniz ton, *T. alalunga*); 18:3n-3, % 0.10 (gümüş balığı, *A. boyeri*) - 0.79 (güneş balığı, *C. julis*) arasında bulunmuştur (Çizelge 4.2). Her iki bileşen belirlenen 20:2n-6 ve 20:3n-6 ile birlikte PUFA'ların en düşük düzeyini oluşturmuştur. Linoleik asit ve 18:3n-3 balıklar için temel yağ asitleri olup, besinle dışardan alınmakta ve yirmi karbonlu diğer PUFA'ların sentezinde öncül madde olarak işlev görmektedir. Her iki yağ asidi, diğer balık türlerinde de düşük oranlarda tespit edilmiştir. Akdeniz'deki 34 deniz balığında 18:2n-6, % 0.06-3.48 (Özoğul ve ark. 2009); Marmara denizinden sekiz balıkta 18:2n-6 % 1.69 (barbunya balığı) - % 21.90 (mezgıt balığı) (Kara ve ark. 2017); Mısır'daki balıklarda 18:2n-6, % 2.90 -9.27 (Abouel-Yazeed 2013); Güney İtalya Denizi'ndeki 11 balıkta 18:2n-6 % 1.06 - 3.77, 18:3n-3 % 0.51 - 3.51 arasında bulunmuştur (Prato ve Biandolino 2012). Sargent ve ark. (1989), deniz balıklarının 18:2n-6 ve 18: 3n-3'ü düşük

seviyelerde içerdiğini öne sürmüşlerdir. Çalışmamızda 18:2n-6 düzeyi Akdeniz ton ve güneş balıkları, 18:3n-3 ise güneş balığı dışındaki diğer balıklarda benzer ve oldukça düşük olarak saptanmıştır (Çizelge 4.2). Total yağ asitleri içinde 18:2n-6 ve 18:3n-3'ün düşük oranda belirlenmesinin nedeni, bu yağ asitlerinin, balıkların besinlerinde az miktarda olmasından kaynaklanmaktadır. Zira yukarıda da belirtildiği gibi balıklar bu on sekiz karbonlu PUFA'ları sentezleyememekte, bunları besin yoluyla dışardan almaktadırlar. Linoleik asit ve 18:3n-3, temel yağ asitleri olup fizyolojik olarak önemli fonksiyonlara sahiptirler. Bu bileşenler ya yağ dokuda depolanırlar ya da AA, EPA ve DHA gibi daha uzun zincirli ve daha çok doymamış yağ asitlerine dönüşürler.

Balıklarda n-6 yağ asitlerinden AA miktarı total yağ asitlerinin % 1.50 (Akdeniz ton, *T. alalunga*) – 8.18 (merbun, *N. randalli*) oluşturmuştur (çizelge 4.2). Bu bileşen Akdeniz'deki 34 deniz balığında % 0.12 - 10.72 (Özoğul ve ark. 2009), Güney İtalya Denizi'ndeki 11 balıkta % 0.83-3.38 (Prato ve Biandolino 2012), Marmara denizinden toplanan balıklarda % 0.88 (lüfer balığı)- % 2.62 (istavrit balığı) (Kara ve ark. 2017) arasında belirlenmiştir. Güney İtalya Denizi'ndeki on bir balıkta n-6 PUFA'lar içinde en fazla düzeyde 18:2n-6 ve ardından AA belirlenmiştir (Prato ve Biandolino 2012). Ancak çalışmamızda saptanan AA yüzdesi Akdeniz ton balığı dışında diğer balıklarda 18:2n-6'dan daha fazla bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Balıklarda önemli n-3 PUFA'lardan EPA düzeyi total yağ asitlerinin % 2.58 (gümüş balığı, *A. boyeri*) – 8.10 (güneş balığı, *C. julis*); DHA ise % 11.91 (güneş balığı, *C. julis*) – 38.26'sını (kolyoz balığı, *S. japonicus*) oluşturmuştur (Çizelge 4.2). En yüksek EPA yüzdesi güneş balığı (% 8.10) ve tekir balığında (% 6.62) bulunmuştur. Analizlenen diğer balıklarda EPA düzeyi birbirlerine yakın olarak (% 3.3 – 5.5) saptanmıştır (Çizelge 4.2). En yüksek DHA miktarı kolyoz (% 38.26), akya (% 37.59) ve lambukada (% 36.28), en düşük % 11.91 ile güneş balığında tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). DHA ve EPA'nın en önemli besin kaynakları deniz balıklarıdır, ancak bu bileşenlerin yüzdeleri türden türe değişiklik göstermektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda Akdeniz'deki 34 deniz balık türünde EPA, % 1.94- 10.00 ve DHA % 3.31 – 31.03 (Özoğul ve ark. 2009); Marmara denizinden toplanan sekiz balıkta EPA, % 3.24 (uskumru balığı) - % 12.59 (sardalya balığı); DHA % 11.17 (ispari balığı) - % 29.63 (istavrit balığı) (Kara ve ark. 2017); Türkiye'nin 10 deniz balığında EPA % 0.7 - % 8,3, DHA % 3.8 ile % 17.5 (İmre ve Sağlık 1998); İskenderun'dan toplanan dil balığının (*S. solea*) mevsimsel yağ asidi analizinde

EPA % 3.36 – 4.26, DHA % 18.75 – 20.23 (Gökçe ve ark. 2004); Güney İtalya Denizinden (Mar Grande Denizi) toplanan 11 balık türünde EPA % 5.03 – 8.61, DHA % 9.85-17.39 (Prato ve Biandolino 2012); Mısır'dan sekiz balık türünde EPA % 0.32 - % 2.57, DHA % 2.17 - % 19.22 (Abouel-Yazeed 2013); Avustralya'dan 11 balık türünün analizinde EPA % 4.3, DHA % 15.6 (Belling ve ark. 1997) olarak belirlenmiştir.

Çalışmamızda belirlenen EPA ve DHA düzeyleri, diğer çalışmalarda araştırılan değişik balık türlerinin çoğundan yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni kanımızca araştırmamızda olta ile yakalanan balık türlerini kullanmamızdır. Zira diğer çalışmaların çoğunda analizlenen balıklar ticari marketten elde edilmiştir. Analizini yaptığımız balıklarda DHA/EPA oranı 1.47 (güneş balığı) – 10.55 (akya) arasında saptanmıştır (Çizelge 4.2). Bu nedenle tüm balıklarda DHA yüzdesi EPA'dan yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.2). Benzer bulgu on bir balık türünün analizinin yapıldığı çalışmada saptanmıştır (Prato ve Biandolino 2012). Özoğul ve ark. (2009), Akdeniz'deki balıklardan sadece Altınbaş kefal balığında (Grey golden mullet) EPA düzeyini DHA'dan yüksek olarak tespit etmişlerdir. Diğer balıklarda DHA oranını EPA'dan fazla bulmuşlardır. Türkiye'deki 12 tür deniz balığının kasında EPA / DHA oranı 0,17 ile 0,83 arasında saptanmıştır. Bu balıklarda en yüksek EPA / DHA düzeyleri karagöz balığında (% 0,83 ), isparoz balığında (% 0,82 ) ve en düşük oran ise zargana balığında (% 0,17) bulunmuştur (Bayır ve ark. 2005). Karadeniz'den hamsi için EPA / DHA oranı 0.49, zargana için 0.17, palamut balığı için 0.42 olarak tespit edilmiştir (Güner ve ark.1998). Baltık Denizi'nden Pisi balığında EPA'nın DHA'ya oranı neredeyse 1: 1 olarak bulunmuştur. Ancak bu çalışmada analizlenen diğer deniz balıklarında DHA, EPA'dan yüksek olarak saptanmıştır (Kolakowska ve ark. 2000). Çalışmalarda görüldüğü gibi n-3 PUFA'lardan en yüksek düzeyde olanlar DHA ve EPA'dır. Yukarıda da belirtildiği gibi diğer n-3 PUFA olan  $\alpha$ - linolenik asit çok düşük düzeylerde bulunmaktadır. Sargent ve ark. (2002), deniz ürünlerinde EPA ve DHA gibi n-3 yüksek derecede doymamış yağ asitlerinin (HUFA) bol olduğunu, 18:2n-6 ve 18:3n-3 gibi PUFA'ların ise nispeten çok daha az olduğunu bildirmişlerdir.

Analizlediğimiz balıklarda  $\sum$  n-6 PUFA, 4.57 (gümüş balığı, *A. boyeri*) – 10.13 (güneş balığı, *C. julis*);  $\sum$  n-3 PUFA, 22.26 (gümüş balığı, *A. boyeri*) – 43.90 (kolyoz balığı, *S. japonicus*) arasında saptanmıştır (Çizelge 4.2). Gümüş balığı, tekir balığı ve lambuka balığında birbirine yakın ve düşük düzeyde  $\sum$  n-6 PUFA; kolyoz, akya ve

lambuka balığında ise benzer ve yüksek düzeyde  $\sum$  n-3 PUFA içermiştir. Akdeniz'deki 34 deniz balık türünde  $\sum$  n-6 PUFA % 1.24 (balon balığı, *L. lagocephalus*) - % 12.76 (kefal, *M. cephalus*) (Özoğul ve ark. 2009), Güney İtalya Denizinden (Mar Grande Denizi) toplanan 11 balık türünde  $\sum$  n-6 PUFA % 4.80 – 9.51,  $\sum$  n-3 PUFA % 20.81 – 26.96 arasında (Prato ve Biandolino 2012) bulunmuştur. Marmara denizinden sekiz doğal deniz balığında  $\sum$  n-6 PUFA % 4.57 ( lüfer, *P. saltatrix*) - % 25.13 (mezgit, *E. engrasicolus*),  $\sum$  n-3 PUFA % 18.63 ( İspari, *D. annularis*) - % 38.92 (istavrit, *T. trachurus*) arasında (Kara ve ark. 2017); Türkiye sularında yaşayan 12 tür deniz balığı arasında  $\sum$  n-3 PUFA içeriği zargana balığında % 46.29, karagöz balığında % 42.45, levrekte % 39.00) ve hamside %37.86 bulunmuştur (Bayır ve ark. 2005). Avustralya'dan 11 balık türünde  $\sum$  n-3 PUFA (% 24.4),  $\sum$  n-6 PUFA (% 16.5)'dan daha yüksek olarak saptanmıştır (Belling ve ark. 1997). Çalıştığımız balıklarda belirlediğimiz  $\sum$  n-3 PUFA yüzdesinin birçok balıktan daha fazla olduğu görülmüştür. Bunun nedeni önemli n-3 PUFA'lardan EPA ve DHA oranının analizlediğimiz balıklarda yüksek düzeyde olmasıdır (Çizelge 4.2).

Araştırmamızda analizi yapılan sekiz balık türünde farklılık gösteren  $\omega$  -3/  $\omega$  -6 oranı 2.30 (güneş balığı, *C. julis*) – 7.86 (lambuka, *C. hippurus*) arasında bulunmuştur. Bu oran güneş balığı, merbun ve Akdeniz ton balığında birbirine yakın ve düşük değerde; lambuka, akya ve kolyoz balığında birbirine benzer ve yüksek düzeyde saptanmıştır (Çizelge 4.2). Tatlı su balıklarının total lipitlerinde n-3 PUFA'ların n-6 PUFA'lara oranı çoğunlukla 0,5 ile 3,8 arasında değişirken, deniz balıkları için 4,7-14,4'tür (Henderson ve Tocher 1987). Marmara denizinden toplanan sekiz balık türünde  $\omega$  -3/  $\omega$  -6 oranı 0.95 (mezgit, *E. engrasicolus*) - 6.93 (istavrit, *T. trachurus*) (Kara ve ark., 2017); Türkiye sularında yaşayan 12 tür deniz balığının kas dokusunda 2.67 (çipura) ile 12.61 (istavrit) arasında (Bayır ve ark., 2005); dil balığı *S. solea*'da farklı aylarda 1.45-3.84 aralığında (Gökçe ve ark. 2004); Güney İtalya Denizinden (Mar Grande Denizi) toplanan 11 balıkta 2.46 – 5.58 arasında (Prato ve Biandolino 2012) saptanmıştır. İstanbul'da marketlerden sağlanan palamut (*S. sarda*), uskumru (*S. scombrus*), lüfer (*P. saltatrix*), çinekop (*P. saltator*), hamsi (*E. engrasicolus*) ve sardalya (*S. pilchardus*) gibi çok tüketilen altı deniz balığında en yüksek  $\omega$ -3/  $\omega$  -6 oranı 10.78 ile hamside, 8.79 ile sardalyada tespit edilmiştir. Omega 3/  $\omega$ -6 oranı, balık yağlarının besinsel değerlerini ölçmek için kullanılan önemli bir parametredir (Piggott ve Tucker, 1990). İnsan diyetinde  $\omega$ -3 /  $\omega$ -6



yağ asidi oranındaki artış, plazma lipitlerini azaltarak koroner kalp hastalıklarını önlemeye yardımcı olur ve kanser riskini azaltır (Kinsella ve ark. 1990; Simopoulos, 2002). Çalışmamızda analizlediğimiz ve yüksek düzeyde  $\omega$ -3 /  $\omega$ -6 oranı içeren başta lambuka, akya ve kolyoz ile diğer balıkların besinsel değerlerinin oldukça yüksek olduğunu söyleyebiliriz. Bunun nedeni, yukarıda da belirttiğimiz gibi çalışmamızda olta ile yakalanan balıkları kullanmamızdır. Çünkü taze balıklar; besin değeri ve besleyici özellikleri açısından çok daha yararlı kaynaktır. İngiltere Sağlık Bakanlığı sağlıklı bir beslenme için n-6/n-3 oranını maksimum 4 olarak önermiştir (HMSO, 1994). Yüksek olan değerler, kardiyovasküler hastalıkları tetikleyebilir (Moreira ve ark. 2001). Lunn ve Theobald (2006), bu oranın batı diyetinde; 20: 1 ile 30: 1 arasında olduğunu bildirmiştir.

Analizlediğimiz sekiz balık türünde PUFA/SFA oranı, 0.46 (gümüş balığı, *A. boyeri*) -1.23 (kolyoz balığı, *S. japonicus*) aralığında bulunmuştur (Çizelge 4.2). Bu oran; analizlenen diğer balıklara oranla kolyoz, akya ve lambuka balıklarında yüksek ve yakın değerlerde saptanmıştır. Bu oranı belirleyen kas total lipitlerdeki  $\sum$  PUFA ve  $\sum$  SFA değerleridir. Anılan balıklarda  $\sum$  PUFA oranı yüksek bulunmuştur. Zira  $\sum$  PUFA yüzdeleri yüksek, buna karşılık  $\sum$  SFA'ları düşük olan balıklarda PUFA/SFA oranı yüksek çıkmaktadır. Güneş, tekir ve Akdeniz ton balıklarında PUFA/SFA düzeyi benzer ve 0.8 dolaylarında tespit edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda, Özoğul ve ark. (2009) PUFA / SFA oranını çitari balığında 0.6, altınbaş kefal balığında 0.51, karagöz balığında ise birden fazla (1.05); Diraman ve Dibeklioğlu (2009), Ege Denizi'nden gelen levrek balığında bu oranı 1'den düşük, küpes balığında ise 1'den yüksek olarak tespit etmişlerdir. Tanakol ve ark. (1999) Karadeniz'den alınan barbunya balığı ve gümüş balığı için PUFA / SFA oranının 1'den yüksek olduğunu bildirmiştir. Güney İtalya Denizi'nden (Mar Grande Denizi) toplanan 11 balık türünde PUFA / SFA oranı çalışılan tüm türlerde 1'den düşük bulunmuştur ( Prato ve Biandolino, 2012). Malaca Boğazından alınan 20 tür deniz balığının analizinde yağsız balıklarda PUFA/SFA oranı 0.6 - 1.4, düşük yağlı balıklarda 0.5; orta yağlı balıklarda ise 1.0 olarak saptanmıştır. Yağlı balıklar; PUFA'ya oranla daha fazla SFA içerdikleri için P/S oranı düşük olarak (0.4) bulunmuştur (Aziz ve ark. 2013). Vücuttaki eikosanoidlerin dengeli sentezi için  $\omega$ - 3/  $\omega$ - 6 dışında kullanılan bir diğer parametre de çoklu doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine (PUFA/SFA) oranıdır. Kalp- damar hastalıklarını önlemek için bu indeksin 0.45 ten az olmaması gerekir (Abedi ve Sahari, 2014). Çoklu doymamış yağ asitleri / SFA oranının

0.5 ten fazla olmasının kan kolesterol düzeyini düşürdüğü bildirilmiştir (Gurr, 1984). İngiltere Sağlık Bakanlığı, sağlıklı bir yaşam için PUFA / SFA oranının en az 0.45 olması gerektiğini ileri sürmüştür. Çalışmamızdan elde edilen değerler, önerilen düzeyden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.2). İstanbul'da marketten sağlanan balıklardaki PUFA / SFA oranı; sardalya da 0.74, palamut balığında 0.67, uskumruda 0.61 ve hamside 0.59 olarak saptanmıştır (Sağlık ve İmre, 2001).



Çizelge 4. 2. Akdenizdeki Bazı Balıkların Total Lipitteki Yağ Asidi Bileşimi

Yağ Asiti	Akya (ORT±S.H)*	Lambuka (ORT±S.H)*	Merbun (ORT±S.H)*	Kolyoz (ORT±S.H)*	Gümüş (ORT±S.H)*	Güneş (ORT±S.H)*	Tekir (ORT±S.H)*	Akdeniz ton (ORT±S.H)*
12:0ş	0.20±0.01a	0.13±0.01b	0.21±0.01a	0.24±0.01a	0.31±0.03c	0.29±0.01c	0.20±0.01a	0.05±0.01d
14:00	1.14±0.05 a	1.93±0.04b	1.68±0.17c	2.08±0.08b	4.54±0.20d	5.25±0.29d	3.45±0.15e	1.66±0.15c
15:00	0.56±0.02 a	0.54±0.02a	0.68±0.02a	0.69±0.03a	0.83±0.03b	0.90±0.04b	1.29±0.06b	0.59±0.02a
16:00	24.90±1.43 a	26.04±1.18a	29.72±1.45b	25.02±1.30a	41.21±2.11c	28.17±1.43a	29.05±1.15b	26.36±1.15a
17:00	1.30±0.06 a	1.16±0.04a	1.19±0.08a	1.22±0.07a	1.19±0.05a	1.07±0.06a	1.27±0.05a	1.03±0.06a
18:00	12.42±0.61 a	11.75±0.55a	11.49±0.57a	11.69±0.55a	10.65±0.47a	6.41±0.27b	8.94±0.36c	10.38±0.48a
ΣSFA	40.51±2.06 a	41.55±2.01a	44.98±2.23b	40.95±2.17a	58.73±2.90c	42.09±2.16a	44.19±2.23b	40.07±2.04a
16:1n-7	1.23±0.05 a	1.48±0.04a	2.72±0.09b	1.09±0.06a	2.41±0.11b	6.67±0.30c	6.22±0.28c	8.06±0.35c
18:1n-9	8.78±0.46 a	9.76±0.45a	8.90±0.35a	7.32±0.42a	11.20±0.50b	16.97±0.61c	14.03±0.68d	19.38±1.04e
20:1n-9	0.28±0.01 a	0.19±0.01b	0.55±0.03c	0.25±0.01a	0.42±0.02c	0.89±0.03d	0.41±0.03c	0.31±0.02a
ΣMUFA	10.29±0.60 a	11.43±0.53a	12.16±0.68a	8.66±0.45b	14.03±0.68c	24.53±1.21d	20.67±0.95e	27.75±1.30f
18:2n-6	1.33±0.04 a	1.07±0.07a	1.08±0.04a	1.40±0.09a	0.99±0.03a	2.42±0.08b	1.15±0.06a	5.33±0.27c
18:3n-3	0.18±0.01 a	0.12±0.01a	0.12±0.01a	0.13±0.01a	0.10±0.01a	0.79±0.03b	0.23±0.01c	0.27±0.01c
20:2n-6	0.34±0.02 ab	0.23±0.01a	0.27±0.01a	0.39±0.02b	0.16±0.02c	0.80±0.03d	0.33±0.02ab	0.17±0.01c
20:3n-6	0.07±0.01 a	0.09±0.01a	0.12±0.01a	0.11±0.01a	0.13±0.01a	0.29±0.02b	0.04±0.01c	0.04±0.01c
20:4n-6	4.20±0.20 a	3.92±0.15a	8.18±0.38b	4.60±0.22a	3.29±0.18c	6.61±0.33d	3.83±0.20a	1.50±0.14e
20:5n-3	3.56±0.13 a	4.08±0.23a	5.51±0.27b	4.12±0.22a	2.58±0.10c	8.10±0.31d	6.62±0.30e	3.31±0.19a
22:5n-3	1.93±0.05 a	1.23±0.06b	3.44±0.38c	1.39±0.01b	1.43±0.08b	2.45±0.10d	1.95±0.10a	0.29±0.01e
22:6n-3	37.59±1.71 a	36.28±1.92 a	24.12±1.68b	38.26±1.80a	18.55±0.72c	11.91±0.57d	20.98±1.05c	21.27±1.03c
ΣPUFA	49.20±2.47 a	47.02±2.34 a	42.86±2.23b	50.40±2.51a	27.23±1.21c	33.38±1.74d	35.14±1.85d	32.18±1.59d
Σn-3	43.25±2.26 a	41.71±2.07 a	33.20±1.61b	43.90±2.12a	22.66±1.08c	23.25±1.30c	29.79±1.41d	25.14±1.27e
Σn-6	5.94±0.29 a	5.31±0.28 a	9.66±0.55b	6.49±0.27c	4.57±0.16d	10.13±0.40e	5.35±0.26a	7.04±0.32c
ΣPUFA/ΣSFA	1.21	1.13	0.95	1.23	0.46	0.79	0.8	0.8
n-3/n-6	7.28	7.86	3.44	6.76	4.96	2.3	5.56	3.57
DHA/EPA	10.55	8.89	4.37	9.28	7.18	1.47	3.16	6.42

\*Her veri 3 tekrarı ortalamadır Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.H., Standart Hata, SFA: Doymuş Yağ Asitleri, MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

### 4.3. Balıkların Kas Total Lipidindeki Triasilgliserol Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi

Çalışmada kullanılan sekiz farklı balığın kas total lipitlerinin TAG fraksiyonundaki yağ asidi içeriğinde SFA'lerden 16:0 ve 18:0, MUFA'lerden 18:1n-9 ve 16:1n-7, PUFA'lerden DHA ve EPA dominant olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Balıklarda 16:0 düzeyi % 26.56 (kolyoz) – 45.22 (lambuka), 18:0 % 5.89 (güneş balığı) – 15.11 (akya), 16:1n-7 % 2.20 (lambuka) -9.69 (tekir balığı), 18:1n-9 % 8.75 (kolyoz balığı) – 22.03 (Akdeniz ton balığı), AA, % 1.58 (Akdeniz ton balığı) – 4.59 (merbun); EPA % 2.19 (akya) – 7.62 (güneş balığı), DHA % 8.24 (güneş balığı) - 28.00 (kolyoz balığı) arasında bulunmuştur. Balıklarda  $\Sigma$  SFA yüzdesi, 40.26 (Akdeniz ton balığı) – 65.51 (lambuka);  $\Sigma$  MUFA, 11.06 (kolyoz) – 31.04 (tekir balığı);  $\Sigma$  PUFA, 19.86 (tekir balığı) – 42.35 (kolyoz);  $\Sigma$  n-6 PUFA, 3.54 (gümüş balığı) – 9.32 (Akdeniz ton balığı);  $\Sigma$  n-3 PUFA, 15.75 (tekir balığı) – 35.74 (kolyoz);  $\omega$ -3/  $\omega$ -6 oranı, 2.37 (Akdeniz ton) – 7.02 (gümüş balığı); PUFA/SFA oranı, 0.34 (lambuka) - 0.91 (kolyoz) aralığında tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Daha önce yapılan çalışmada, incelenen 21 Akdeniz balık türünün TAG fraksiyonlarında dominant SFA'lerden 16:0 % 10.5 (iskarmoz balığı, *S. sphyraena*)- % 25.2 (beyaz ton balığı, *T. alalunga*); 18:0 % 4.9 (barbunya balığı, *M. barbatus*) - % 11.8 (izmarit balığı, *C. cirrus*); dominant MUFA'lerden 18:1n-9 % 14.3 (sardalya balığı, *S. pilchardus*)- % 25.5 (tekir balığı *Mu. surmuletus*); dominant PUFA'lerden EPA % 4.2 (uskumru balığı, *S. scombrus*) - % 11.8 (dikenli kırlangıç, *A. Cuculus*, DHA % 5.0 (mırmır balığı, *L. marmyrus*) - % 22.1 (iskarmoz balığı, *S. sphyraena*); daha az oranda belirlenen PUFA'lerden 18:2n-6 % 0.9 (isparoz balığı, *D. annularis*) - % 3,8 (kurdela balığı, *C. rubescens*), 18:3n-3 % 0.4 (beyaz ton balığı, *T. alalunga*) - % 1.9 (levrek, *D. labrax*), 20:4n-6 % 0.5 (levrek, *D. labrax*) - % 2.5 (tekir balığı, *M. surmuletus* ile mırmır balığı, *L. marmyrus*);  $\Sigma$ SFA'ların % 27.1 (uskumru balığı, *S. scombrus*)- % 39.7 (berlam balığı, *D. annularis*);  $\Sigma$ MUFA'ların % 26.4 (sardalya balığı, *S. pilchardus*)- % 42.8 (tekir balığı, *M. surmuletus*);  $\Sigma$ PUFA'ların % 21.7 (izmarit balığı, *C. cirrus*)- % 43.5 ile iskarmoz balığı (*S. sphyraena*);  $\Sigma$ n-6 PUFA'ların da %3.0 (beyaz ton balığı, *T. alalunga*) -% 9.7 kurdela balığı (*C. rubescens*);  $\Sigma$ n-3 PUFA'ların da % 15.8 (tekir balığı, *M. surmuletus*) -% 36.9 ile iskarmoz balığı (*S. sphyraena*); n-3/n-6 oranı

2.1 (mırmır balığı, *L. marmyrus*)- 9.4 (beyaz ton balığı, *T. alalunga*) olarak saptanmıştır. (Passi ve ark. 2002).

Çalışmamızda sekiz balık türündeki 16:0,  $\Sigma$ SFA, DHA ve AA yüzdelерinin Passi ve arkadaşlarının (2002) inceledikleri 21 Akdeniz balık türünden daha fazla; EPA ve  $\Sigma$  MUFA oranlarının ise daha az, 18:0,  $\Sigma$  PUFA,  $\Sigma$  n-6 PUFA,  $\Sigma$  n-3 PUFA düzeylerinin ise her iki çalışmada benzer ve yakın oldukları görülmüştür.

Analizlediğimiz balıklar arasında akya ve lambuka balıklarının kas total lipitlerinin TAG fraksiyonunun, diğer altı tür balığa oranla dominant SFA'lar olan 16:0 ve 18:0 asitlerini ve bunlara bağlı olarak  $\Sigma$  SFA'yı; tekir ve Akdeniz ton balıklarının 18:1n-9 ve  $\Sigma$  MUFA'yı; kolyoz, merbun ve Akdeniz ton balıklarının DHA ve bu bileşene bağlı olarak  $\Sigma$  PUFA'yı daha fazla içerdikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Tüm balıklarda  $\Sigma$  SFA yüzdesinin,  $\Sigma$  PUFA ve  $\Sigma$  MUFA'ya oranla önemli olacak düzeyde daha fazla olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.3). Balıklarda  $\Sigma$  SFA'dan sonra lambuka, merbun, kolyoz ve gümüş balığında ikinci olarak  $\Sigma$  PUFA; akya, tekir ve Akdeniz ton balıklarında  $\Sigma$  MUFA tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Ackman (1967), MUFA ve SFA'ların, incelenen çoğu balığın nötral lipitlerinde temel yağ asidi gruplarını oluşturduğunu bildirmiştir. Deniz balıklarının TAG ve PL fraksiyonundaki yağ asitlerinin bileşimi ile ilgili çalışmalar oldukça azdır. Bu tür çalışmalarda, genellikle tatlı su balıkları kullanılmıştır. Farklı tatlı su balıklarının kas total lipitlerindeki TAG fraksiyonunun genellikle SFA ve MUFA bakımından zengin, PUFA bakımından ise fakir oldukları saptanmıştır (Kayhan ve ark. 2015; Kaçar ve ark. 2016). Çalışmamızda, akya, tekir ve Akdeniz ton balıklarından elde ettiğimiz bulgular, bu görüşü desteklemiştir. Ancak lambuka, merbun, kolyoz ve gümüş balığındaki  $\Sigma$  PUFA oranı  $\Sigma$  MUFA'dan daha yüksek bulunmuştur.

Ackman (1992), TAG'lerin 20:1n-9 bakımından zengin olduğunu ve bu fraksiyonda EPA'nın DHA'dan daha fazla olduğunu bildirmiştir. Ancak hem bizim çalışmamızda hem de Passi ve arkadaşlarının (2002) çalışmasında DHA, EPA'dan daha yüksek bulunmuştur. Sekiz balık türünün kullanıldığı çalışmamızda EPA % 2.19 – 7.62, DHA ise % 8.24 – 28.00 arasında ve bu verilere bağlı olarak tüm balıklarda DHA/EPA oranı birden yüksek değerlerde 1.08 – 7.19 arasında saptanmıştır. Daha önce Akdeniz'den

21 balık türünün kullanıldığı çalışmada EPA % 4.2 – 11.8, DHA ise % 5.0 – 22.1 arasında bulunmuştur (Passi ve ark. 2002).



Çizelge 4. 3. Akdenizdeki Bazı Balıkların Triasilgiserol Yağ Asidi Bileşimi

Yağ Asiti	Akya (ORT±S.H)*	Lambuka (ORT±S.H)*	Merbun (ORT±S.H)*	Kolyoz (ORT±S.H)*	Güneş (ORT±S.H)*	Tekir (ORT±S.H)*	Ton (ORT±S.H)*
12:0ş	2.71±0.10a	1.47±0.08b	1.03±0.05c	0.57±0.03d	0.18±0.01e	0.28±0.01e	0.10±0.01f
14:0	2.22±0.09a	2.74±0.13a	4.06±0.20b	3.05±0.12c	3.87±0.16b	5.41±0.27e	1.83±0.08a
15:0	1.08±0.04a	1.04±0.04a	1.45±0.07b	1.30±0.08c	0.84±0.03a	1.82±0.09d	0.70±0.03a
16:0	35.84±1.76a	45.22±2.24b	29.12±1.28c	26.56±1.23d	32.79±1.47e	31.55±1.56e	27.66±1.13d
17:0	2.48±0.13a	1.68±0.17b	1.51±0.07b	1.92±0.04b	1.17±0.03c	1.57±0.06b	1.04±0.04c
18:0	15.11±0.73a	13.35±0.68a	10.34±0.47b	13.18±0.68a	8.80±0.23c	8.47±0.41c	8.92±0.47c
ΣSFA	59.44±2.84a	65.51±3.37b	47.51±2.62c	46.59±2.34c	47.65±2.39c	49.10±2.29c	40.26±1.23d
16:1n-7	4.70±0.26a	2.20±0.10b	5.74±0.32a	1.45±0.04c	6.64±0.33d	9.69±0.46f	6.02±0.27d
18:1n-9	11.41±0.51a	9.51±0.46b	13.64±0.65c	8.75±0.47b	16.33±0.80d	20.67±0.95e	22.03±1.10e
20:1n-9	0.23±0.01a	0.25±0.01a	1.28±0.05b	0.86±0.04c	0.99±0.04c	0.68±0.03d	0.31±0.02a
ΣMUFA	16.34±0.73a	11.97±0.64b	20.66±1.08c	11.06±0.54b	23.97±1.13d	31.04±1.18f	28.36±1.34e
18:2n-6	1.97±0.11a	2.21±0.11a	0.84±0.03b	1.82±0.17a	0.98±0.05b	1.24±0.08c	7.54±0.36d
18:3n-3	0.28±0.02a	0.22±0.01a	0.23±0.01a	0.28±0.02a	0.19±0.01a	0.30±0.02a	0.35±0.02a
20:2n-6	0.14±0.01a	0.15±0.01a	0.39±0.02b	0.50±0.03b	0.28±0.02c	0.43±0.03b	0.17±0.01a
20:3n-6	0.46±0.03a	0.15±0.01b	0.08±0.01c	0.11±0.01b	0.08±0.01c	0.15±0.01b	0.03±0.01d
20:4n-6	2.66±0.14a	2.37±0.13b	4.59±0.18c	4.46±0.14c	2.19±0.10b	2.29±0.10b	1.58±0.06d
20:5n-3	2.19±0.13a	2.71±0.16a	5.53±0.28b	5.05±0.26b	2.87±0.13a	4.22±0.27b	4.48±0.22b
22:5n-3	1.60±0.15a	1.26±0.08b	3.63±0.19c	2.13±0.10d	1.13±0.05b	1.89±0.05e	0.50±0.03f
22:6n-3	14.80±0.62a	13.46±0.59b	16.55±0.89c	28.00±1.44d	20.66±1.13e	9.33±0.48f	16.74±0.67c
ΣPUFA	24.10±1.27a	22.53±1.13a	31.83±1.53b	42.35±2.08c	28.38±0.95d	19.86±1.14e	31.39±1.72b
Σn-3	18.87±0.83a	17.65±0.74a	25.94±1.20b	35.47±1.76c	24.84±1.25b	15.75±0.77d	22.07±1.18e
Σn-6	5.23±0.23a	4.88±0.22a	5.89±0.29b	6.89±0.39c	3.54±0.18d	4.11±0.21e	9.32±0.44f
ΣPUFA/ΣSFA	0.41	0.34	0.67	0.91	0.60	0.40	0.78
n-3/n-6	3.61	3.62	4.40	5.15	7.02	3.83	2.37
DHA/EPA	6.75	4.96	2.99	5.54	7.19	2.21	3.73

\*Her veri 3 tekrarin ortalamasidir Her tekrarda 3 enjeksiyon yapilmistir. §Her satirda ayni harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasilik duzeyinde birbirinden farkli degildir.  
S.H., Standart Hata, SFA: Doymus Yağ Asitleri, MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

#### 4.4. Balıkların Kas Total Lipidindeki Fosfolipit Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi

Araştırmamızda kullandığımız sekiz farklı balığın kas total lipitlerinin PL fraksiyonundaki yağ asidi bileşiminde SFA'lardan 16:0 ve 18:0, MUFA'lardan 16:1n-7 ve 18:1n-9, PUFA'lardan DHA ve EPA majör olarak bulunmuştur (Çizelge 4.4). Balıklarda 16:0 oranı % 16.63 (kolyoz) – 29.71 (gümüş balığı), 18:0 % 9.02 (gümüş balığı) – 16.05 (lambuka), 16:1n-7 % 0.68 (kolyoz) -2.52 (gümüş balığı), 18:1n-9 % 7.61 (tekir balığı) – 17.38 (Akdeniz ton balığı), AA, % 2.77 (Akdeniz ton balığı) – 11.16 (güneş balığı); EPA % 3.01 (akya) – 7.87 (güneş balığı), DHA % 16.34 (güneş balığı) – 44.69 (kolyoz balığı) aralığında belirlenmiştir. Balıklarda  $\Sigma$  SFA yüzdesi, 32.68 (kolyoz) – 45.05 (akya);  $\Sigma$  MUFA, 8.72 (kolyoz) – 19.27 (Akdeniz ton balığı);  $\Sigma$  PUFA, 40.78 (güneş balığı) – 58.60 (kolyoz);  $\Sigma$  n-6 PUFA, 4.90 (lambuka) – 13.99 (güneş balığı);  $\Sigma$  n-3 PUFA, 26.73 (güneş balığı) – 50.83 (kolyoz);  $\omega$ -3/  $\omega$ -6 oranı, 1.92 (güneş balığı) – 7.99 (lambuka); PUFA/SFA oranı, 0.95 (güneş balığı) – 1.79 (kolyoz) aralığında tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Daha önceki çalışmada incelenen 21 Akdeniz balık türünün PL fraksiyonunda dominant SFA'lardan 16:0 düzeyi % 11.3 (uskumru balığı, *S. scombrus*) - % 21.4 (tekir balığı, *M. surmuletus*); 18:0 % 7.3 (levrek balığı, *D. labrax*) - % 13.9 (iskarmoz balığı, *S. sphyraena*), 18:2n-6 % 1.0 (benekli pisi, *L. boscii*) - % 6.5 (kurdela balığı, *C. rubescens*); AA % 0.8 (berlam balığı, *D. annularis*, asil hani balığı, *S. cabrilla*) - % 2.1 (trakonya balığı, *T. draco*, tekir balığı, *M. Surmuletus*, isparoz balığı, *D. annularis*, mırmır balığı, *L. marmyrus*); 18:3n-3 % 0.0 (kırlangıç balığı, *T. lucerna*) - % 4.0 (kupes balığı, *B. boops*); dominant PUFA'lardan EPA % 5.0 (sardalya balığı, *S. pilchardus*) - % 16.5 (kırlangıç balığı, *T. lucerna*), DHA % 15.4 (berlam balığı, *D. annularis*) - % 38.9 (beyaz ton balığı, *T. alalunga*),  $\Sigma$  SFA % 26.3 (Trakonya balığı, *T. draco*) - % 39.7 (Berlam balığı, *D. annularis*);  $\Sigma$  MUFA % 9.1 (iskarmoz balığı, *S. sphyraena*) - % 30.6 (beyaz ton balığı, *T. alalunga*);  $\Sigma$  PUFA % 34.4 (izmarit balığı, *C. cirrus*) - % 60.2 (uskumru balığı, *S. scombrus*);  $\Sigma$  n-6 PUFA % 2.9 (beyaz ton balığı, *T. alalunga*) - % 10.3 (tekir balığı, *M. surmuletus*);  $\Sigma$  n-3 PUFA % 28.8 (berlam balığı, *D. annularis*) - % 53.6 (uskumru balığı, *S. scombrus*); n-3/n-6 oranı 3.4 (kurdela balığı, *C. rubescens*) – 16.7 (Akdeniz ton balığı, *T. alalunga*) arasında bulunmuştur (Passi ve ark. 2002).



Analizini yaptığımız balıkların kas total lipitlerinin PL fraksiyonunda baskın doymuşlardan 16:0 ve  $\sum$  SFA düzeyi kolyoz balığı hariç, 18:0 düzeyi de gümüş balığı hariç diğer balıklarda yakın bulunmuştur. Balıklardan Akdeniz ton ve güneş balığındaki 18:1n-9 ve  $\sum$  MUFA; güneş, tekir ve merbun balıklarında EPA; kolyozda DHA içeriği diğer balıklara oranla daha yüksek olarak saptanmıştır. Akya, lambuka, gümüş ve tekir balıklardaki DHA,  $\sum$  PUFA ve  $\sum$  n-3 PUFA yüzdesi yakın değerlerde bulunmuştur. Balıklarda n-3/n-6 ile DHA/EPA oranları paralellik göstermiş ve her iki parametre de akya, lambuka, kolyoz ve gümüş balığında, diğer balıklardan daha fazla belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Merbun, kolyoz, gümüş, tekir ve Akdeniz ton balıklarında fazladan aza doğru sıralama  $\sum$  PUFA >  $\sum$  SFA >  $\sum$  MUFA, güneş balığında  $\sum$  SFA >  $\sum$  PUFA >  $\sum$  MUFA şeklinde olmuştur. Akya ve lambuka balıklarında  $\sum$  PUFA ve  $\sum$  SFA düzeyleri birbirine yakın olarak saptanmıştır. Tüm balıklarda  $\sum$  MUFA yüzdeleri,  $\sum$  PUFA ve  $\sum$  SFA'ya oranla daha düşük olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Analizlediğimiz balıkların beş türünde  $\sum$  PUFA yüzdesi;  $\sum$  SFA ve  $\sum$  MUFA'dan fazla bulunmuştur. Bunun nedeni balıkların yüksek oranda DHA içermeleridir. Ackman (1992), PL'lerin yüksek oranlarda DHA, daha düşük seviyede EPA ve makul oranda AA düzeylerine sahip olduğunu bildirmiştir. Çalışmadan elde ettiğimiz veriler bu görüşü desteklemektedir. Analizlerimizin tümünde DHA miktarı, EPA ve AA'dan oldukça yüksek bulunmuştur. Bu nedenle örneklerimizde DHA/EPA oranı 1.92 – 7.99 arasında saptanmıştır (Çizelge 4.4). Akdeniz'deki *S. pilchardus* (sardalya balığı), *S. scombrus* (uskumru balığı), *T. alalunga* (Akdeniz ton balığı), *S. sphyraena* (barakuda balığı), *B. boops* (küpes balığı) *T. lyra* (öksüz balığı) ve *D. labrax* (levrek balığı) gibi balık türlerinin PL'sinde % 30'un üzerinde DHA düzeyi saptanmıştır (Passi ve ark. 2002). Hücre ve organel zarlarında yapısal lipitler olan PL'ler doymamış ve özellikle çoklu doymamış yağ asitleri bakımından zengindir. Membranlarda daha fazla bulunan ve düşük kaynama noktasına sahip olan bu bileşenler akıcılığı sağlarlar. Tatlı su balıklarının PL fraksiyonlarının da PUFA bakımından zengin oldukları belirlenmiştir (Kayhan ve ark. 2015, Kaçar ve ark. 2016). Hücre zarı, fosfolipit yağ asidi kompozisyonundaki değişiklikler, zara bağlı enzimlerin aktiviteleri ve iyon geçirgenliğinin kontrolü üzerinde de doğrudan etkiye sahip olabilir (Stubbs ve Smith 1984). Çalışmada analizlediğimiz balıkların kas total lipitlerinin total yağ asitleri ile TAG fraksiyonundaki yağ asitlerinin SFA bakımından zengin oldukları belirlenmiştir. Doymuş yağ asitleri, PL fraksiyonunda da fazla yüzdede

bulunmuştur. Verilerimize göre analizlediğimiz Akdeniz balıklarının MUFA bakımından fakir olduğunu söyleyebiliriz. Daha önce Akdeniz'den 21 balık türünün kullanıldığı çalışmadan elde edilen bazı sonuçlar, çalışmamızdan farklı bulunmuştur (Passi ve ark. 2002). Passi ve arkadaşlarının (2002) çalışmasındaki sonuçlara oranla, sekiz balık türünün kullanıldığı araştırmamızda PL yağ asiti içeriği 16:0,  $\Sigma$  SFA ve DHA bakımından daha zengin,  $\Sigma$  MUFA ve EPA bakımından daha fakir olduğu görülmüştür.



Çizelge 4. Akdenizdeki Bazı Balıkların Fosfolipit Yağ Asidi Bileşimi

Yağ Asidi	Akya (ORT±S.H)*	Lambuka (ORT±S.H)*	Merbun (ORT±S.H)*	Kolyoz (ORT±S.H)*	Gümüş (ORT±S.H)*	Güneş (ORT±S.H)*	Tekir (ORT±S.H)*	Ton (ORT±S.H)*
12:0Ş	0.07±0.01a	0.18±0.01b	0.19±0.01b	0.09±0.01a	0.08±0.01a	0.15±0.01b	0.07±0.01a	0.09±0.01a
14:00	0.80±0.04 a	1.07±0.06a	0.77±0.03a	0.49±0.02b	1.09±0.06a	0.96±0.05a	0.52±0.02b	1.41±0.06c
15:00	0.50±0.03 a	0.67±0.03a	0.51±0.02a	0.41±0.03a	0.43±0.02a	0.43±0.02a	0.48±0.02a	0.57±0.02a
16:00	27.81±1.20 a	24.44±1.18b	26.36±1.16a	16.63±0.85c	29.71±1.44a	27.11±1.28a	27.13±1.39a	23.01±1.22b
17:00	0.21±0.01 a	1.39±0.10b	1.04±0.05c	1.16±0.06c	0.99±0.03c	1.12±0.05c	1.04±0.05c	1.24±0.06b
18:00	15.64±0.64 a	16.05±0.72a	11.11±0.56b	13.90±0.72c	9.02±0.50d	13.03±0.65c	13.19±0.58c	13.32±0.65c
ΣSFA	45.05±2.04 a	43.81±2.13a	39.99±1.96b	32.68±1.60c	41.32±2.10d	42.80±2.15a	42.43±2.09a	39.64±1.95b
16:1n-7	0.82±0.03 a	0.83±0.03a	1.85±0.07b	0.68±0.03a	2.52±0.11c	1.62±0.11b	1.02±0.04a	1.39±0.10d
18:1n-9	8.91±0.39a	11.12±0.51b	9.18±0.43a	7.85±0.35c	11.22±0.54b	14.65±0.64d	7.61±0.40a	17.38±0.74e
20:1n-9	0.14±0.01a	0.15±0.01a	0.33±0.02b	0.19±0.01a	0.35±0.01b	0.14±0.01a	0.16±0.01c	0.50±0.02b
ΣMUFA	9.87±0.43a	12.10±0.52b	11.36±0.60b	8.72±0.39a	14.09±0.63c	16.42±0.71d	8.79±0.39a	19.27±1.02e
18:2n-6	1.19±0.05a	0.86±0.04b	1.30±0.07a	1.70±0.08c	1.00±0.02a	2.26±0.11d	1.21±0.06a	6.40±0.35e
18:3n-3	0.09±0.01a	0.11±0.01a	0.26±0.02b	0.26±0.02b	0.41±0.01c	0.32±0.02c	0.17±0.01a	0.83±0.03e
20:2n-6	0.29±0.01a	0.27±0.01a	0.30±0.02a	0.61±0.03b	0.19±0.01b	0.35±0.02a	0.31±0.02d	0.31±0.02a
20:3n-6	0.06±0.01a	0.08±0.01a	0.19±0.01b	0.12±0.01c	0.10±0.01c	0.22±0.01b	0.21±0.01a	0.05±0.01a
20:4n-6	3.92±0.15a	3.70±0.15a	9.12±0.40b	5.34±0.24c	3.70±0.21a	11.16±0.33d	5.83±0.25b	2.77±0.12e
20:5n-3	3.01±0.15a	3.44±0.14a	6.13±0.24b	4.48±0.19c	4.59±0.18c	7.87±0.36b	6.96±0.35c	3.79±0.18a
22:5n-3	1.33±0.05a	1.34±0.05a	3.50±0.18b	1.40±0.08a	1.05±0.10c	2.25±0.08a	1.97±0.10b	0.44±0.02e
22:6n-3	35.19±1.60a	34.30±1.70a	27.83±1.22b	44.69±2.18c	33.57±1.71a	16.34±0.73d	32.13±1.64d	26.48±1.37b
ΣPUFA	45.08±2.06a	44.09±2.13a	48.65±2.40b	58.60±2.79c	44.60±2.11a	40.78±2.07d	48.78±2.28ab	41.09±2.05d
Σn-3	39.62±2.10a	39.19±1.79a	37.73±1.68b	50.83±2.61c	39.61±1.85a	26.79±1.15d	41.23±2.16a	31.55±1.53e
Σn-6	5.46±0.25a	4.90±0.20a	10.92±0.55b	7.77±0.38c	4.99±0.22a	13.99±0.67d	7.55±0.36c	9.54±0.45b
ΣPUFA/ΣSFA	1	1.01	1.22	1.79	1.08	0.95	1.15	1.04
n-3/n-6	7.25	7.99	3.45	6.54	7.94	1.92	5.46	3.31
DHA/EPA	11.69	9.97	4.53	9.97	7.31	2.07	4.61	6.98

\* Her veri 3 tekrardan ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır. ŞHer satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılıkla düzeyinde birbirinden farklı değildir. S.H., Standart Hata, SFA: Doymuş Yağ Asitleri, MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

#### 4.5. Balıkların Kas Total lipidindeki Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşiminin Karşılaştırılması

Çalışılan sekiz balık türünün kimi bireysel yağ asitleri PL fraksiyonunda kimileri TAG fraksiyonun da daha fazla düzeyde belirlenmiştir. Kimi yağ asitleri de her iki fraksiyonda birbirine yakın değerlerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.5-4.12). Her iki fraksiyondaki yağ asitleri karşılaştırıldığında analizlenen tüm balıklarda PL'ye oranla dominant SFA'lardan 16:0 ile MUFA'lardan 16:1n-7 ve 20:1n-9 yüzdesinin TAG'de daha fazla; TAG'ye oranla PL'de ise PUFA'lardan AA, DHA yüzdeleri ile PUFA/SFA, n-3/n-6 ve DHA/EPA oranlarının daha fazla oldukları görülmüştür (Çizelge 4.5-4.12). Diğer dominant SFA'lardan 18:0 düzeyi TAG'ye oranla akya (Çizelge 4.5), lambuka (Çizelge 4.6), güneş balığı (Çizelge 4.10), tekir balığı (Çizelge 4.11) ve Akdeniz ton balığı (Çizelge 4.12); 18:3n-3 düzeyi gümüş balığı (Çizelge 4.9) ve Akdeniz ton balığı (Çizelge 4.12);  $\sum$  n-6 PUFA seviyesi merbun (Çizelge 4.7), gümüş balığı (Çizelge 4.9), güneş balığı (Çizelge 4.10) ve tekir balığının (Çizelge 4.11) PL fraksiyonunda daha fazla bulunmuştur. Dominant MUFA'lardan 18:1n-9 yüzdesi PL ile karşılaştırıldığında akya (Çizelge 4.5), merbun (Çizelge 4.7), gümüş balığı (Çizelge 4.9), güneş balığı (Çizelge 4.10), tekir balığı (Çizelge 4.11) ve Akdeniz ton balığının (Çizelge 4.12) TAG fraksiyonunda daha fazla olarak saptanmıştır. Çoklu doymamış yağ asitlerinden EPA miktarının akya (Çizelge 4.5), lambuka (Çizelge 4.6), merbun (Çizelge 4.7), gümüş balığı (Çizelge 4.9) ve tekir balığının (Çizelge 4.11) PL'sinde daha fazla olduğu görülmüştür.

Doymuş yağ asitlerinden 18:0 yüzdesinin merbun, kolyoz ve gümüş balıklarının (Çizelge 4.7- 4.9); PUFA'lardan 18:2n-6, merbun, gümüş ve tekir balıklarının (Çizelge 4.7, 4.9,4.11); EPA, kolyoz ve güneş balıklarının (Çizelge 4.8, 4.10);  $\sum$  n-6, akya, lambuka, kolyoz ve Akdeniz ton balıklarının (Çizelge 4.5, 4.6, 4.8 ve 4.12) her iki fraksiyonunda yakın oldukları saptanmıştır. Total doymuş yağ asitleri Akdeniz ton balığı hariç (Çizelge 4.5-4.11),  $\sum$  MUFA ise lambuka hariç (Çizelge 4.5, 4.7- 4.12) diğer balıkların TAG fraksiyonunda daha yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Total PUFA'ların ise analizlenen tüm balıkların PL fraksiyonunda daha fazla olduğu görülmüştür. Akdeniz'den topladığımız sekiz balık türünün TAG fraksiyonunun  $\sum$  SFA ve  $\sum$  MUFA; PL fraksiyonunun da  $\sum$  PUFA bakımından zengin olduğunu söyleyebiliriz. Benzer bulgu tatlı su (Kayhan ve ark. 2015; Kacar ve ark. 2016) ve diğer deniz balıklarında da (Passi

ve ark. 2002) saptanmıştır. Fogerty ve ark.(1986) fosfolipitteki PUFA miktarının, TAG'den genellikle yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Deniz balıkları için tipik olan özelliklerden biri de PL fraksiyonunda PUFA'nın ve çalışmamızda da saptandığı gibi özellikle DHA'nın TAG'den daha yüksek olmasıdır (Delgado ve ark. 1994).

Tekli doymamış yağ asitleri ve SFA, incelen en çoğu balığın nötral lipitlerinde temel yağ asidi gruplarını oluşturur (Ackman 1967). Triaçilgliserolün yağ asidi kompozisyonu besinle, PL'nin ki ise balığın daha çok fizyolojisi ile doğrudan ilişkilidir. Triaçilgliseroller temel olarak hayvansal dokularda enerji sağlayan moleküllerdir ve bu fraksiyonda fazla miktarda bulunan orta zincirli MUFA'lar, uzun zincirli çoklu doymamışlara göre kolayca taşınır ve enerji bakımından daha kârlıdır (Rueda ve ark. 1997). Fosfolipit; yağ asidi öncüleri için, diyet havuzu ile metabolik gereksinim arasında bir köprü olarak kilit bir rol oynamaktadır (Rueda ve ark. 1997). Triaçilgliseroller enerji amacıyla SFA için bir depo görevi görmektedir (Napolitano ve ark. 1988).

Daha önce Akdeniz'den 21 balık türü ile ilgili yapılan çalışmada PL fraksiyonunda DHA ve  $\sum$  PUFA, TAG fraksiyonunda ise EPA, C18: 1n-9, C20: 1n-9 ve  $\sum$  MUFA daha fazla bulunmuştur. Araşidonik asit ise kimi balıklarda PL de kimilerinde TAG de biraz daha fazla yüzde de tespit edilmiştir (Passi ve ark., 2002). Çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgular AA ve EPA dışında bu sonuçlarla örtüşmektedir. Yukarıda da belirtildiği gibi, analizlediğimiz balıkların tümünün PL fraksiyonundaki AA düzeyi TAG'den yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.5- 4.12). Eikosapentaenoik asit ise sadece Akdeniz ton balığının TAG'sinde daha fazla saptanmıştır (Çizelge 4.12). Bu yağ asidi kolyoz (Çizelge 4.8) ve güneş balığının (Çizelge 4.10) her iki fraksiyonunda benzer yüzdelerde, diğer beş balık türünün PL fraksiyonunda daha fazla tespit edilmiştir.

Mercan balığı, *P. pagrus*'un PL ve TAG fraksiyonundaki yağ asitleri karşılaştırıldığında PL'de AA, EPA, DHA,  $\sum$  PUFA,  $\sum$  n-3 PUFA,  $\sum$  n-6 PUFA; TAG'de ise 18:0, 18:2n-6,  $\sum$  SFA,  $\sum$  MUFA daha fazla bulunmuştur. İlginç olan bulgu AA oranı PL'de fazla olduğu için her iki fraksiyonda  $\omega$ 3/  $\omega$ 6 oranı benzer bulunmuştur (Rueda ve ark. 1997).

#### 4.6. Balıkların Kas Total Lipitleri ile Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşiminin Karşılaştırılması

Çalışmamızda akya ve lambuka balıklarının kas total lipitindeki EPA, DHA ve bu yağ asitlerine bağlı olarak,  $\sum$  PUFA,  $\sum$  n-3 PUFA yüzdeleri PL fraksiyonundan biraz yüksek, ancak TAG'den önemli derecede yüksek oranda bulunmuştur (Çizelge 4.5 ve 4.6). Anılan iki balık türünün total lipitlerinin, TAG'ye oranla 16:0, 18:0 ve bu yağ asitlerine bağlı olarak  $\sum$  SFA bakımından fakir oldukları görülmüştür (Çizelge 4.5 ve 4.6). Merbun (Çizelge 4.7), kolyoz (Çizelge 4.8) ve Akdeniz ton (Çizelge 4.12), balıklarında dominant SFA'lardan 16:0'ın total lipit ve TAG'de yakın yüzdelerde oldukları saptanmıştır. Merbun (Çizelge 4.7), kolyoz (Çizelge 4.8), gümüş (Çizelge 4.9) güneş (Çizelge 4.10), tekir (çizelge 4.11) ve Akdeniz ton (Çizelge 4.12) balıklarındaki PL fraksiyonundaki DHA ve bu yağ asidine bağlı olarak  $\sum$  PUFA,  $\sum$  n-3 PUFA yüzdeleri ile PUFA/SFA oranının total lipit ve TAG fraksiyonundan daha fazla olduğu belirlenmiştir. Daha önce yapılan bir çalışmada, mercan balığı, *P. pagrus*'un total lipitindeki 16:0, AA ve EPA seviyeleri PL ve TAG'den yüksek bulunmuştur (Rueda ve ark. 1997). Çalışmamızda da kimi bireysel yağ asidi yüzdesinin total lipit, TAG ve PL fraksiyonunda farklı olmasının nedeni, Rueda ve arkadaşlarının (1997) da belirttiği gibi total lipit içinde PL ve TAG fraksiyonları dışında monoaçilgliserol, diaçilgliserol, serbest yağ asitleri ve sterol esterlerinin bulunmasıdır.

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

**Çizelge 4. 5.** Akya, *Lichia amia*'nın kas dokusundaki total lipid (TL), Triaçilgliserol (TAG) ve Fosfolipid (PL) fraksiyonlarındaki yağ asiti yüzdesi

Yağ Asiti	Total (ORT±S.H)*	PL (ORT±S.H)*	TAG (ORT±S.H)*
12:0§	0.20±0.01a	0.07±0.01b	2.71±0.10c
14:0	1.14±0.05a	0.80±0.04b	2.22±0.09c
15:0	0.56±0.02a	0.50±0.03a	1.08±0.04b
16:0	24.90±1.43a	27.81±1.20b	35.84±1.76c
17:0	1.30±0.06a	0.21±0.01b	2.48±0.13c
18:0	12.42±0.61a	15.64±0.64b	15.11±0.73b
ΣSFA	40.51±2.06a	45.05±2.04b	59.44±2.84c
16:1n-7	1.23±0.05a	0.82±0.03b	4.70±0.26c
18:1n-9	8.78±0.46a	8.91±0.39a	11.41±0.51b
20:1n-9	0.28±0.01a	0.14±0.01b	0.23±0.01a
ΣMUFA	10.29±0.60a	9.87±0.43a	16.34±0.73b
18:2n-6	1.33±0.04a	1.19±0.05a	1.97±0.11b
18:3n-3	0.18±0.01a	0.09±0.01b	0.28±0.02c
20:2n-6	0.34±0.02a	0.29±0.01a	0.14±0.01b
20:3n-6	0.07±0.01a	0.06±0.01a	0.46±0.03b
20:4n-6	4.20±0.20a	3.92±0.15a	2.66±0.14b
20:5n-3	3.56±0.13a	3.01±0.15a	2.19±0.13b
22:5n-3	1.93±0.05a	1.33±0.05b	1.60±0.15ab
22:6n-3	37.59±1.71a	35.19±1.60b	14.80±0.62c
ΣPUFA	49.20±2.47a	45.08±2.06b	24.10±1.27c
Σn-3	43.25±2.26a	39.62±2.10b	18.87±0.83c
Σn-6	5.94±0.29a	5.46±0.25b	5.23±0.23b
ΣPUFA/ΣSFA	1.21	1.00	0.41
n-3/n-6	7.28	7.25	3.61
DHA/EPA	10.55	11.69	6.75

\*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.H.:Standart Hata, SFA: Doymuş Yağ Asitleri,

MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

**Çizelge 4. 6.** Lambuka, *Coryphaena hippurus*'un kas dokusundaki Total lipid (TL), Triaçilgliserol (TAG) ve Fosfolipid (PL) fraksiyonlarındaki yağ asiti yüzdesi

Yağ Asiti	Total (ORT±S.H)*	PL (ORT±S.H)*	TAG (ORT±S.H)*
12:0§	0.13±0.01a	0.18±0.01a	1.47±0.08b
14:0	1.93±0.04a	1.07±0.06b	2.74±0.13c
15:0	0.54±0.02a	0.67±0.03a	1.04±0.04b
16:0	26.04±1.18a	24.44±1.18a	45.22±2.24b
17:0	1.16±0.04a	1.39±0.10ab	1.68±0.17b
18:0	11.75±0.55a	16.05±0.72a	13.35±0.68a
∑SFA	41.55±2.01a	43.81±2.13a	65.51±3.37b
16:1n-7	1.48±0.04a	0.83±0.03b	2.20±0.10c
18:1n-9	9.76±0.45a	11.12±0.51b	9.51±0.46a
20:1n-9	0.19±0.01ab	0.15±0.01a	0.25±0.01b
∑MUFA	11.43±0.53a	12.10±0.52a	11.97±0.64a
18:2n-6	1.07±0.07a	0.86±0.04a	2.21±0.11b
18:3n-3	0.12±0.01a	0.11±0.01a	0.22±0.01b
20:2n-6	0.23±0.01a	0.27±0.01a	0.15±0.01b
20:3n-6	0.09±0.01a	0.08±0.01a	0.15±0.01b
20:4n-6	3.92±0.15a	3.70±0.15a	2.37±0.13b
20:5n-3	4.08±0.23a	3.44±0.14a	2.71±0.16b
22:5n-3	1.23±0.06a	1.34±0.05a	1.26±0.08a
22:6n-3	36.28±1.92a	34.30±1.70b	13.46±0.59c
∑PUFA	47.02±2.34a	44.09±2.13b	22.53±1.13c
∑n-3	41.71±2.07a	39.19±1.79a	17.65±0.74b
∑n-6	5.31±0.28a	4.90±0.20a	4.88±0.22a
∑PUFA/∑SFA	1.13	1.01	0.34
n-3/n-6	7.86	7.99	3.62
DHA/EPA	8.89	9.97	4.96

\*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.H.:Standart Hata, SFA: Doymuş Yağ Asitleri,

MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.



#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

**Çizelge 4. 7.** Merbun, *Nemipterus randalli*'nin kas dokusundaki Total lipid (TL), Triaçilgliserol (TAG) ve Fosfolipid (PL) fraksiyonlarındaki yağ asiti yüzdesi

Yağ Asiti	Total (ORT±S.H)*	PL (ORT±S.H)*	TAG (ORT±S.H)*
12:0§	0.21±0.01a	0.19±0.01a	1.03±0.05b
14:0	1.68±0.17a	0.77±0.03b	4.06±0.20c
15:0	0.68±0.02a	0.51±0.02a	1.45±0.07b
16:0	29.72±1.45a	26.36±1.16b	29.12±1.28a
17:0	1.19±0.08a	1.04±0.05a	1.51±0.07a
18:0	11.49±0.57a	11.11±0.56a	10.34±0.47a
ΣSFA	44.98±2.23a	39.99±1.96b	47.51±2.62a
16:1n-7	2.72±0.09a	1.85±0.07b	5.74±0.32c
18:1n-9	8.90±0.35a	9.18±0.43a	13.64±0.65b
20:1n-9	0.55±0.03a	0.33±0.02b	1.28±0.05c
ΣMUFA	12.16±0.68a	11.36±0.60a	20.66±1.08b
18:2n-6	1.08±0.04a	1.30±0.07ab	0.84±0.03a
18:3n-3	0.12±0.01a	0.26±0.02b	0.23±0.01b
20:2n-6	0.27±0.01a	0.30±0.02a	0.39±0.02a
20:3n-6	0.12±0.01a	0.19±0.01ab	0.08±0.01a
20:4n-6	8.18±0.38a	9.12±0.40a	4.59±0.18b
20:5n-3	5.51±0.27a	6.13±0.24a	5.53±0.28a
22:5n-3	3.44±0.38a	3.50±0.18a	3.63±0.19a
22:6n-3	24.12±1.68a	27.83±1.22b	16.55±0.89c
ΣPUFA	42.86±2.23a	48.65±2.40b	31.83±1.53c
Σn-3	33.20±1.61a	37.73±1.68b	25.94±1.20c
Σn-6	9.66±0.55a	10.92±0.55a	5.89±0.29b
ΣPUFA/ΣSFA	0.95	1.22	0.67
n-3/n-6	3.44	3.45	4.40
DHA/EPA	4.37	4.53	2.99

\*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.H.:Standart Hata, SFA: Doymuş Yağ Asitleri,

MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

**Çizelge 4. 8.** Kolyoz, *Scomber japonicus*'un kas dokusundaki Total lipid (TL), Triaçilgliserol (TAG) ve Fosfolipid (PL) fraksiyonlarındaki yağ asiti yüzdesi

Yağ Asiti	Total (ORT±S.H)*	PL (ORT±S.H)*	TAG (ORT±S.H)*
12:0§	0.24±0.01a	0.09±0.01b	0.57±0.03c
14:0	2.08±0.08a	0.49±0.02b	3.05±0.12c
15:0	0.69±0.03a	0.41±0.03b	1.30±0.08c
16:0	25.02±1.30a	16.63±0.85b	26.56±1.23a
17:0	1.22±0.07a	1.16±0.06a	1.92±0.04b
18:0	11.69±0.55a	13.90±0.72b	13.18±0.68a
ΣSFA	40.95±2.17a	32.68±1.60b	46.59±2.34c
16:1n-7	1.09±0.06a	0.68±0.03b	1.45±0.04c
18:1n-9	7.32±0.42a	7.85±0.35a	8.75±0.47b
20:1n-9	0.25±0.01a	0.19±0.01a	0.86±0.04b
ΣMUFA	8.66±0.45a	8.72±0.39a	11.06±0.54b
18:2n-6	1.40±0.09a	1.70±0.08ab	1.82±0.17ab
18:3n-3	0.13±0.01a	0.26±0.02b	0.28±0.02b
20:2n-6	0.39±0.02a	0.61±0.03b	0.50±0.03b
20:3n-6	0.11±0.01a	0.12±0.01a	0.11±0.01a
20:4n-6	4.60±0.22a	5.34±0.24a	4.46±0.14a
20:5n-3	4.12±0.22a	4.48±0.19ab	5.05±0.26b
22:5n-3	1.39±0.01a	1.40±0.08a	2.13±0.10b
22:6n-3	38.26±1.80a	44.69±2.18b	28.00±1.44c
ΣPUFA	50.40±2.51a	58.60±2.79b	42.35±2.08c
Σn-3	43.90±2.12a	50.83±2.61b	35.47±1.76c
Σn-6	6.49±0.27a	7.77±0.38b	6.89±0.39a
ΣPUFA/ΣSFA	1.23	1.79	0.91
n-3/n-6	6.76	6.54	5.15
DHA/EPA	9.28	9.97	5.54

\*Her veri 3 tekrarin ortalamasıdır Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.H.:Standart Hata, SFA: Doymuş Yağ Asitleri,

MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

**Çizelge 4. 9.** Gümüş, *Atherina boyeri*'nin kas dokusundaki Total lipid (TL), Triaçilgliserol (TAG) ve Fosfolipid (PL) fraksiyonlarındaki yağ asiti yüzdesi

Yağ Asiti	Total (ORT±S.H)*	PL (ORT±S.H)*	TAG (ORT±S.H)*
12:0§	0.31±0.03a	0.08±0.01b	0.18±0.01c
14:0	4.54±0.20a	1.09±0.06b	3.87±0.16a
15:0	0.83±0.03a	0.43±0.02b	0.84±0.03a
16:0	41.21±2.11a	29.71±1.44b	32.79±1.47b
17:0	1.19±0.05a	0.99±0.03a	1.17±0.03a
18:0	10.65±0.47a	9.02±0.50b	8.80±0.23b
∑SFA	58.73±2.90a	41.32±2.10b	47.65±2.39c
16:1n-7	2.41±0.11a	2.52±0.11a	6.64±0.33b
18:1n-9	11.20±0.50a	11.22±0.54a	16.33±0.80b
20:1n-9	0.42±0.02a	0.35±0.01a	0.99±0.04b
∑MUFA	14.03±0.68a	14.09±0.63a	23.97±1.13b
18:2n-6	0.99±0.03a	1.00±0.02a	0.98±0.05a
18:3n-3	0.10±0.01a	0.41±0.01b	0.19±0.01c
20:2n-6	0.16±0.02a	0.19±0.01a	0.28±0.02a
20:3n-6	0.13±0.01a	0.10±0.01a	0.08±0.01a
20:4n-6	3.29±0.18a	3.70±0.21a	2.19±0.10b
20:5n-3	2.58±0.10a	4.59±0.18b	2.87±0.13a
22:5n-3	1.43±0.08a	1.05±0.10b	1.13±0.05ab
22:6n-3	18.55±0.72a	33.57±1.71b	20.66±1.13a
∑PUFA	27.23±1.21a	44.60±2.11b	28.38±0.95a
∑n-3	22.66±1.08a	39.61±1.85b	24.84±1.25a
∑n-6	4.57±0.16a	4.99±0.22a	3.54±0.18b
∑PUFA/∑SFA	0.46	1.08	0.60
n-3/n-6	4.96	7.94	7.02
DHA/EPA	7.18	7.31	7.19

\*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.H.:Standart Hata, SFA: Doymuş Yağ Asitleri,

MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

**Çizelge 4. 10.** Güneş, *Coris julis*'in kas dokusundaki Total lipid (TL), Triaçilgliserol (TAG) ve Fosfolipid (PL) fraksiyonlarındaki yağ asiti yüzdesi

Yağ Asiti	Total (ORT±S.H)*	PL (ORT±S.H)*	TAG (ORT±S.H)*
12:0§	0.29±0.01a	0.15±0.01b	0.49±0.02c
14:00	5.25±0.29a	0.96±0.05b	6.56±0.29c
15:00	0.90±0.04a	0.43±0.02b	1.22±0.11a
16:00	28.17±1.43a	27.11±1.28a	30.92±1.47b
17:00	1.07±0.06a	1.12±0.05a	1.47±0.06b
18:00	6.41±0.27a	13.03±0.65b	5.89±0.29a
∑SFA	42.09±2.16a	42.80±2.15a	46.54±2.31b
16:1n-7	6.67±0.30a	1.62±0.11b	7.69±0.54c
18:1n-9	16.97±0.61a	14.65±0.64b	17.94±0.87a
20:1n-9	0.89±0.03a	0.14±0.01b	0.61±0.03a
∑MUFA	24.53±1.21a	16.42±0.71b	26.24±1.10a
18:2n-6	2.42±0.08a	2.26±0.11a	1.97±0.10a
18:3n-3	0.79±0.03a	0.32±0.02b	1.00±0.05a
20:2n-6	0.80±0.03a	0.35±0.02b	0.87±0.04a
20:3n-6	0.29±0.02a	0.22±0.01a	0.32±0.02a
20:4n-6	6.61±0.33a	11.16±0.53b	4.57±0.28c
20:5n-3	8.10±0.31a	7.87±0.36a	7.62±0.40a
22:5n-3	2.45±0.10a	2.25±0.08a	2.37±0.09a
22:6n-3	11.91±0.57a	16.34±0.73b	8.24±0.39c
∑PUFA	33.38±1.74a	40.78±2.07b	26.97±1.30c
∑n-3	23.25±1.30a	26.79±1.15b	19.24±0.88c
∑n-6	10.13±0.40a	13.99±0.67b	7.73±0.37c
∑PUFA/∑SFA	0.79	0.95	0.58
n-3/n-6	2.30	1.92	2.49
DHA/EPA	1.47	2.07	1.08

\*Her veri 3 tekrarin ortalamasidir Her tekrarda 3 enjeksiyon yapilmistir.

§Her satirda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değıldir.

S.H.:Standart Hata, SFA: Doymuş Yağ Asitleri,

MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

**Çizelge 4. 11.** Tekir, *Mullus surmuletus*'un kas dokusundaki Total lipid (TL), Triaçilgliserol (TAG) ve Fosfolipid (PL) fraksiyonlarındaki yağ asiti yüzdesi

Yağ Asiti	Total (ORT±S.H)*	PL (ORT±S.H)*	TAG (ORT±S.H)*
12:0§	0.20±0.01a	0.07±0.01b	0.28±0.01a
14:0	3.45±0.15a	0.52±0.02b	5.41±0.27c
15:0	1.29±0.06	0.48±0.02b	1.82±0.09c
16:0	29.05±1.15a	27.13±1.39b	31.55±1.56c
17:0	1.27±0.05a	1.04±0.05a	1.57±0.06a
18:0	8.94±0.36a	13.19±0.58b	8.47±0.41a
∑SFA	44.19±2.23a	42.43±2.09b	49.10±2.29c
16:1n-7	6.22±0.28a	1.02±0.04b	9.69±0.46c
18:1n-9	14.03±0.68a	7.61±0.40b	20.67±0.95c
20:1n-9	0.41±0.03a	0.16±0.01b	0.68±0.03c
∑MUFA	20.67±0.95a	8.79±0.39b	31.04±1.18c
18:2n-6	1.15±0.06a	1.21±0.06b	1.24±0.08b
18:3n-3	0.23±0.01a	0.17±0.01b	0.30±0.02a
20:2n-6	0.33±0.02a	0.31±0.02a	0.43±0.03b
20:3n-6	0.04±0.01a	0.21±0.01b	0.15±0.01b
20:4n-6	3.83±0.20a	5.83±0.25b	2.29±0.10c
20:5n-3	6.62±0.30a	6.96±0.35a	4.22±0.27b
22:5n-3	1.95±0.10a	1.97±0.10a	1.89±0.05b
22:6n-3	20.98±1.05a	32.13±1.64b	9.33±0.48c
∑PUFA	35.14±1.85a	48.78±2.28b	19.86±1.14c
∑n-3	29.79±1.41a	41.23±2.16b	15.75±0.77c
∑n-6	5.35±0.26a	7.55±0.36b	4.11±0.21a
∑PUFA/∑SFA	0.80	1.15	0.40
n-3/n-6	5.56	5.46	3.83
DHA/EPA	3.16	4.61	2.21

\*Her veri 3 tekrarin ortalamasıdır Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.H.:Standart Hata, SFA: Doymuş Yağ Asitleri,

MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

**Çizelge 4. 12.** Akdeniz ton, *Thunnus alalunga*'nın kas dokusundaki Total lipid (TL), Triaçilgliserol (TAG) ve Fosfolipid (PL) fraksiyonlarındaki yağ asiti yüzdesi

Yağ Asiti	Total (ORT±S.H)*	PL (ORT±S.H)*	TAG (ORT±S.H)*
12:0§	0.05±0.01a	0.09±0.01b	0.10±0.01b
14:0	1.66±0.15ab	1.41±0.06a	1.83±0.08b
15:0	0.59±0.02a	0.57±0.02a	0.70±0.03a
16:0	26.36±1.15a	23.01±1.22b	27.66±1.13a
17:0	1.03±0.06a	1.24±0.06a	1.04±0.04a
18:0	10.38±0.48a	13.32±0.65b	8.92±0.47c
∑SFA	40.07±2.04a	39.64±1.95b	40.26±1.23a
16:1n-7	8.06±0.35a	1.39±0.10b	6.02±0.27c
18:1n-9	19.38±1.04a	17.38±0.74b	22.03±1.10c
20:1n-9	0.31±0.02a	0.50±0.02b	0.31±0.02a
∑MUFA	27.75±1.30a	19.27±1.02b	28.36±1.34a
18:2n-6	5.33±0.27a	6.40±0.35b	7.54±0.36c
18:3n-3	0.27±0.01a	0.83±0.03b	0.35±0.02a
20:2n-6	0.17±0.01a	0.31±0.02b	0.17±0.01a
20:3n-6	0.04±0.01a	0.05±0.01a	0.03±0.01a
20:4n-6	1.50±0.14a	2.77±0.12b	1.58±0.06a
20:5n-3	3.31±0.19a	3.79±0.18a	4.48±0.22b
22:5n-3	0.29±0.01a	0.44±0.02b	0.50±0.03b
22:6n-3	21.27±1.03a	26.48±1.37b	16.74±0.67c
∑PUFA	32.18±1.59a	41.09±2.05b	31.39±1.72a
∑n-3	25.14±1.27a	31.55±1.53b	22.07±1.18c
∑n-6	7.04±0.32a	9.54±0.45b	9.32±0.44b
∑PUFA/∑SFA	0.80	1.04	0.78
n-3/n-6	3.57	3.31	2.37
DHA/EPA	6.42	6.98	3.73

\*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.H.:Standart Hata, SFA: Doymuş Yağ Asitleri,

MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada 2017 yılı temmuz ve ağustos aylarında Mersin ili Aydıncık ilçesi Karatepe Koyu'nda Akdenizden olta ile taze olarak yakalanan akyca (*L. amia*), lambuka (*C. hippurus*), merbun (*N. randalli*), kolyoz (*S. japonicus*), gümüş (*A. boyeri*), güneş (*C. julis*), tekir (*M. surmuletus*) ve Akdeniz ton (*T. alalunga*) olmak üzere toplam sekiz balık türünün kas dokusunda total lipit ile PL ve TAG fraksiyonu ile total lipitteki yağ asidi bileşimleri araştırılmıştır. Araştırmada elde edilen veriler ve öneriler aşağıda verilmiştir.

1. Çalışmada kullanılan sekiz tür balıkta kas total lipit miktarı % 0.39 - % 3.89 arasında değişmiştir. Bulgularımıza göre en düşük lipit içeriği % 0.39 ile *N. randalli*'de en fazla lipit içeriği de % 3.89 *C. julis*'ta bulunmuştur. Balıklardaki total lipit miktarı % 5'ten az olduğu için, araştırılan sekiz tür balığın yağsız olduğu söylenebilir.
2. Balıkların kas total lipitleri ile fosfolipit (PL) ve triaçilgliserol (TAG) fraksiyonlarındaki yağ asidi analizinde doymuş yağ asitlerinden (SFA) 12:0 (lavrik asit), 14:0 (miristik asit), 15:0 (pentadekanoik asit), 16:0 (palmitik asit), 17:0 (heptadekanoik asit), 18:0 (stearik asit), tekli doymamışlardan (MUFA) 16:1n-7 (palmitoleik asit), oleik asit (18:1n-9), 20:1n-9 (eikosenoik asit), çoklu doymamış yağ asitlerinden (PUFA) 18:2n-6 (linoleik asit), 18:3n-3 ( $\alpha$ -linolenik asit, ALA), 20:2n-6 (eikosadeineoik asit), 20:3n-6 (eikosatrienoik asit), 20:4n-6 (araşidonik asit, AA), eikosapentaenoik asit (20:5n-3, EPA), 22:5n-3 (dokosapentaenoik asit, DPA) ile 22:6n-3 (dokosaheksaenoik asit, DHA) olmak üzere toplam olarak 17 farklı yağ asidi belirlenmiştir. Doymuş yağ asitleri (SFA) içinde 16:0 ve 18:0, tekli doymamışlardan (MUFA) 18:1n-9 ve 16:1n-7, çoklu doymamışlardan (PUFA) eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) dominant olarak belirlenmiştir.
3. Analizi yapılan balıkların total lipit bileşenlerinin yağ asidi bileşiminde yüzde olarak SFA'lardan 16:0, 24.90 – 41.21; 18:0, 6.41 -12.42; MUFA'lardan 16:1n-7, 1.09 – 8.06; 18:1n-9, 7.32 –19.38; PUFA'lardan EPA, 2.58 – 8.10; DHA, 11.91 – 38.26;  $\sum$  SFA, 40.07 – 58.73;  $\sum$  MUFA, 8.66 – 27.75;  $\sum$  PUFA, 27.23 – 50.40;  $\sum$  n-6 PUFA, 4.57 – 10.13;  $\sum$  n-3 PUFA, 22.26 – 43.90;  $\omega$ -3/  $\omega$ -6 oranı, 2.30 – 7.86; PUFA/SFA oranı, 0.46 -1.23 aralığında bulunmuştur.



4. Çalışmada kullanılan sekiz farklı balığın kas total lipitlerinin TAG fraksiyonundaki yağ asidi içeriğinde SFA'lardan 16:0 ve 18:0, MUFA'lardan 18:1n-9 ve 16:1n-7, PUFA'lardan DHA ve EPA dominant olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Balıklarda 16:0 düzeyi % 26.56 (kolyoz) – 45.22 (lambuka), 18:0 % 5.89 (güneş balığı) – 15.11 (akya), 16:1n-7 % 2.20 (lambuka) -9.69 (tekir balığı), 18:1n-9 % 8.75 (kolyoz balığı) – 22.03 (Akdeniz ton balığı), AA, % 1.58 (Akdeniz ton balığı) – 4.59 (merbun); EPA % 2.19 (akya) – 7.62 (güneş balığı), DHA % 8.24 (güneş balığı) - 28.00 (kolyoz balığı) arasında bulunmuştur. Balıklarda  $\sum$  SFA yüzdesi, 40.26 (Akdeniz ton balığı) – 65.51 (lambuka);  $\sum$  MUFA, 11.06 (kolyoz) – 31.04 (tekir balığı);  $\sum$  PUFA, 19.86 (tekir balığı) – 42.35 (kolyoz);  $\sum$  n-6 PUFA, 3.54 (gümüş balığı) – 9.32 (Akdeniz ton balığı) ;  $\sum$  n-3 PUFA, 15.75 (tekir balığı) – 35.74 (kolyoz);  $\omega$ -3/  $\omega$ -6 oranı, 2.37 (Akdeniz ton) – 7.02 (gümüş balığı); PUFA/SFA oranı, 0.34 (lambuka) - 0.91 (kolyoz) aralığında tespit edilmiştir.
5. Araştırmamızda kullandığımız sekiz farklı balığın kas total lipitlerinin PL fraksiyonundaki yağ asidi bileşiminde 16:0 oranı % 16.63 (kolyoz) – 29.71 (gümüş balığı), 18:0 % 9.02 (gümüş balığı) – 16.05 (lambuka), 16:1n-7 % 0.68 (kolyoz) -2.52 (gümüş balığı), 18:1n-9 % 7.61 (tekir balığı) – 17.38 (Akdeniz ton balığı), EPA % 3.01 (akya) – 7.87 (güneş balığı), DHA % 16.34 (güneş balığı) – 44.69 (kolyoz balığı) aralığında belirlenmiştir. Balıklarda  $\sum$  SFA yüzdesi, 32.68 (kolyoz) – 45.05 (akya);  $\sum$  MUFA, 8.72 (kolyoz) – 19.27 (Akdeniz ton balığı);  $\sum$  PUFA, 40.78 (güneş balığı) – 58.60 (kolyoz);  $\sum$  n-6 PUFA, 4.90 (lambuka) – 13.99 (güneş balığı) ;  $\sum$  n-3 PUFA, 26.73 (güneş balığı) – 50.83 (kolyoz);  $\omega$ -3/  $\omega$ -6 oranı, 1.92 (güneş balığı) – 7.99 (lambuka); PUFA/SFA oranı, 0.95 (güneş balığı) – 1.79 (kolyoz) aralığında tespit edilmiştir.
6. Çalışılan sekiz balık türünün kimi bireysel yağ asitleri PL fraksiyonunda kimileri TAG fraksiyonun da daha fazla düzeyde belirlenmiştir. Bazı yağ asitleri de her iki fraksiyonda birbirine yakın değerlerde tespit edilmiştir. Her iki fraksiyondaki yağ asitleri karşılaştırıldığında analizlenen tüm balıklarda PL'ye oranla dominant SFA'lardan 16:0 ile MUFA'lardan 16:1n-7 ve 20:1n-9 yüzdesinin TAG'de daha fazla; TAG'ye oranla PL'de ise PUFA'lardan AA, DHA yüzdeleri ile PUFA/SFA, n-3/n-6 ve DHA/EPA oranlarının daha fazla oldukları görülmüştür.

7. Çalışmamızda akya ve lambuka balıklarının kas total lipitindeki EPA, DHA ve bu yağ asitlerine bağlı olarak,  $\sum$  PUFA,  $\sum$  n-3 PUFA yüzdeleri PL fraksiyonundan az, ancak TAG'den oldukça yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.5 ve 4.6). Anılan iki balık türünün total lipitlerinin, TAG'ye oranla 16:0, 18:0 ve bu yağ asitlerine bağlı olarak  $\sum$  SFA bakımından fakir oldukları görülmüştür.
8. Bu çalışma ile Akdeniz'den olta ile taze olarak yakalanan sekiz tür balığın kas total lipitleri ile PL ve TAG fraksiyonlarındaki yağ asidi bileşiminin saptanması hem balıkların yağ asidi açısından besleyici değerlerinin ortaya konması hem de literatürdeki eksiklerin giderilmesine katkı sağlaması bakımından önemlidir. Çünkü kimi balık türlerinin yağ asidi analizi ilk kez bu çalışma ile ortaya konmuştur. Ayrıca şimdiye kadar yapılan çalışmalarda genellikle tatlı su balıklarındaki PL ve TAG yağ asidi bileşimlerinin analizi çalışılmıştır. Çalışmamızda sekiz balık türünde bu analizi gerçekleştirmemiz çalışmanın önemini daha da arttırmaktadır.
9. Bundan sonraki süreçte balıkların mevsimsel yağ asidi bileşimleri ile PL alt sınıflarının yağ asidi profili araştırılabilir, balıklardaki amino asit, protein ve kolesterol içeriği saptanabilir.



## 6. KAYNAKLAR

- Abedi, E., Sahari, M.A. 2014. Long-chain polyunsaturated fatty acid sources and evaluation of their nutritional and functional properties. *Food Science and Nutrition*, 2 (5), 443–463.
- Abouel-Yazeed, A.M. 2013. Fatty acids profile of some marine water and freshwater fish. *Journal of the Arabian Aquaculture Society*, 8 (2), 283-292.
- Ackman, R. G., Eaton, C. A. 1966. Some commercial Atlantic herring oils: fatty acid composition, *Journal of Fisheries Research*, 23, 991-1006.
- Ackman, R.G. 1967. Characteristics of the fatty acid composition and biochemistry of some fresh-water fish oils and lipids in comparison with marine oils and lipids. *Comparative Biochemistry Physiology*, 22: 907-922.
- Ackman R. G. 1989. Nutritional composition of fats in seafoods. *Progress in Food and Nutrition Science*, 13 (3-4):161- 289.
- Ackman R.G., 1990 . Seafood lipids and fatty acids, *Food Reviews International*, 6 (4), 617-646.
- Ackman, R.G. 1992. Fatty acids in fish and shellfish. In: *Fatty Acids in Foods and Their Health Implications* (Kuang Chow, Ch. ed), pp. 169–184. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Alasalvar, C., Taylor, K. D. A., Zubcov, E., Shahidi, F., Alexis, M. 2002. Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): Total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. *Food Chemistry*, 79 (2), 145–150.
- Albert, C. M. 2002. Blood levels of long chain n-3 acids and the risk of sudden death. *The New England Journal of Medicine*, 15, 1113–1118.
- Allen K. G. and M. A. Harris. 2001. The role of n-3 fatty acids in gestation and parturition. *Experimental Biology and Medicine*, (Maywood) 226 (6): 498-506.
- Aziz, N. A., Azlan, A., Ismail, A., Alinafiah, S. M., Razman, M. R. 2013. Quantitative Determination of Fatty Acids in Marine Fish and Shellfish from warm water of Straits of Malacca for Nutraceutical Purposes. *Bio. Med. Research International*, 1-12.

- Bayır, A., Haliloğlu, H. İ., Sirkecioğlu, A. N., Aras, N. M., 2005. Fatty acid composition in some selected marine fish species living in Turkish waters., *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86 (1): 163-168.
- Belhocine, T. Z., Prato, F. S. 2011. Transbilayer phospholipids molecular imaging. *EJNMMI Research*. 1 (1): 1-17.
- Belling, G.B., Abbey, M., Campbell, J.H., Campbell, G.R. 1997. Lipid Content and Fatty Acid Composition of 11 Species of Queensland (Australia) *Fish. Lipids*, 32, 621–625.
- Benatti P., Peluso G., Nicolai R., Calvani M. 2004. Polyunsaturated Fatty Acids: Biochemical, nutritional and epigenetic properties. *Journal of the American College of Nutrition*. 23(4): 281–302.
- Bennion, M. ,(1980). Introductory foods (7th ed.). New York, USA.
- Calder, P. C. 2006 n-3 polyunsaturated fatty acids, inflammation and inflammatory diseases. *The American Journal Clinical Nutrition*, 83:1505S-19S.
- Celotti, F., Durand, T. 2003. The metabolic effects of inhibitors of 5-lipoxygenase and of cyclooxygenase 1 and 2 are an advancement in the efficacy and safety of anti-inflammatory therapy. *Prostaglandins Other Lipid Mediat*. 71: 147-62.
- Chaouch A, Bouhlel I, Chraief I, Hammami M, El Hani A, Romdhane MS, El Cafsi M. 2003. Seasonal variation of polyunsaturated fatty acids (n<sub>3</sub>) composition in *Diplodus annularis* from the gulf of Tunis: *Nutritional benefits. J. Soc. Chim. Tunis*, 5:55- 63.
- Clandinin M.T. 2000. Functional Aspects of n-6 and n-3 Fatty Acids. Science Policy Forum, 43rd Annual Meeting, Canadian Federation of Biological Societies, Ottawa, ON, Canada, June 22-25, 2000.
- Cook, H.W. 1996. Fatty acid desaturation and chain elongation in eukaryote. In: Vance DE, Vance JE, editors. *Biochemistry of lipids, lipoproteins and membranes*. vol. 129. Amsterdam: Elsevier. 129-152.
- Delgado, A., Estevez, A., Hortelano, P. & Alejandre, M.J. (1994) Analyses of fatty acids from different lipids in liver and muscle of sea bass (*Dicentrarchus labrax* ). Influence of temperature and fasting. *Comparative Biochemistry Physiology*, 108A, 673–680.

- Denke M. A. 1994. Role of beef and beef tallow, an enriched source of stearic acid, in a cholesterol lowering diet. *The American Journal Clinical Nutrition*, 60 (Suppl):1044S9S.
- Dhiman T. R. 1999. Factors enriching CLA concentration in ruminant food product. IFT Annual Meeting Technical Program Abstracts. 82-84 237.
- Diraman, H., Dibeklioglu, H. 2009. Chemometric characterization and classification of selected freshwater and marine fishes from Turkey based on their fatty acid profiles. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86, 235–246.
- Dunstan, G. A., Sinclair, A. J., O'Dea, K., Naughton, J. M. (1988). The lipid content and fatty acid composition of various marine species from Southern Australian coastal waters. *Comparative Biochemistry and Physiology B*, 91, 165–169.
- Enriquez, Y.R., Giri, M., Rottiers, R., Christophe, A (2004). Fatty acid composition of erythrocyte phospholipids is related to insulin levels, secretion and resistance in obese type 2 diabetics on Metformin. *Clinica Chimica Acta*, 145-152.
- Erkkila, A., de Mello, V. D., Risérus, U., Laaksonen, D. E. (2008). Dietary fatty acids and cardiovascular disease: An epidemiological approach. *Progress in Lipid Research*, 47(3), 172–187.
- Fogerty, A.C., Evans, A.J., Ford, G.L., and Kennett, B.H., 1986. Distribution of n-6 and n-3 fatty acids in lipid classes in Australian Fish, *Nutrition Reports International*, 33, 777–786.
- Folch, J., Lees, M., Sladane-Stanley, G.H.A. 1957. Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal Biology Chemistry*, 226: 497-509.
- Frenkel E. P, Kitchens R. L, Johnson J. M. 1973. The effect of vitamin B12 deprivation on the enzymes of fatty acid synthesis. *Journal Biology Chemistry*, 248:7450.
- Funk, C. D. 1991. Prostaglandins and leukotrienes: advances in eicosanoid biology. *Science*.2001; 294: 1871-5, Simopoulos, A. P. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *The American Journal Clinical Nutrition*, 54:438–463.

- Gökçe, M. A., Tasbozan, O., Celik, M., Tabakoglu, Ş. S. 2004. Seasonal variations in proximate and fatty acid compositions of female common sole (*Solea solea*). ***Food Chemistry***. 88:419- 423.
- Greenfield, H., Southgate, D.A.T., (2003). Food composition data. Production, Managements and Use, second ed. FAO, Rome.
- Grimm H., K. Mayer, P. Mayser, and E. Eigenbrodt.2002. Regulatory potential of n-3 fatty acids in immunological and inflammatory processes. ***British Journal of Nutrition***, 87 Suppl 1:S59:67.
- Grundy S. M. 1994. Influence of stearic acid on cholesterol metabolism relative to other long-chain fatty acids. ***The American Journal Clinical Nutrition***, 60 (Suppl):986S-90S.
- Guler, M.; Yildiz, M., 2011. Effects of dietary fish oil replacement by cottonseed oil on growth performance and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). ***Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences***, 35, 157-167.
- Guner S, Dincer B, Alemdag N, , Colak A and Tufekci M, (1998). Proximate composition and selected mineral content of commercially important fish species from the Black Sea. ***Journal of Sciences of Food and Agriculture***, 78:337–342.
- Gurr, M. I. 1984. In Roles of Fat and Nutrition. Fats in Health and Diseases, Elsevier Applied Science Publishers, Barking, Essex, UK,
- Harbige L. S. and B. A. Fischer. 2001. Dietary fatty acid modulation of mucosally-induced tolerogenic immune responses. ***Proceedings of the Nutrition Society***. 60(4): 449-456.
- Hardman W. E. 2002. Omega-3 fatty acids to augment cancer therapy. ***Journal Nutrition***, 132 (11 Suppl):3508S-3512S).
- Hazel, J. R. (1979). Influence of thermal acclimation on membrane lipid composition of rainbow trout liver. ***The American Journal Clinical Nutrition***, 236(1), R91-101. ISSN: 0002-9513.
- Heller AR, S. Fischer, T. Rossel, S. Geiger, G. Siegert, M. Ragaller, T. Zimmermann, and T. Koch. 2002. Impact of n-3 fatty acid supplemented parenteral nutrition on haemostasis

patterns after major abdominal surgery. *British Journal of Nutrition*, 87 (Suppl 1): S95-101.

Henderson, R.J., Tocher, D.R. 1987: The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Progress in Lipid Research*, 28: 281-347.

HMSO, UK. (1994). Nutritional aspects of cardiovascular disease (report on health and social subjects No. 46). *London: HMSO*.

Horrocks L. A. and Y. K. Yeo. 1999. Health benefits of docosahexaenoic acid (DHA). *Pharmacol. Res.* 40(3):211-225.

<http://www.balikkvadisi.com/>.

Hu F.B, M. J. Stampfer, J. E. Manson, E. B. Rimm, A. Wolk, G. A. Colditz, C. H. Hennekens, and W. C. Willett. 1999. Dietary intake of alpha-linolenic acid and risk of fatal ischemic heart disease among women. *The American Journal Clinical Nutrition*, 69: 890-897.

Hu, F. B., Bronner, L., Willett, W. C., Stampfer, M. J., Rexrode, K. M., Albert, C. M., Hunter, D., Manson, J. E. 2002. Fish and omega-3 fatty acid intake and risk of coronary heart disease in women. *The journal of the American Medical Association*, 287:1815-1821.

Imre, S., Sağlık, S., 1998. Fatty acid composition and cholesterol content of some Turkish fish species. *Turkish Journal of Chemistry*, 22:321–324.

James, M. J., Gibson, R. A., Cleland, L. G. 2000. Dietary polyunsaturated fatty acids and inflammatory mediator production. *The American Journal Clinical Nutrition*, 71: S343–8.

Judd, J. T., Baer, D. J., Clevidence, B. A. P., Kris-Etherton, R. A., Muesing, and Iwane, M., 2002. Dietary cis and trans monounsaturated and saturated FA and plasma lipids and lipoproteins in men. *Lipids*, 37(2):123-31.

Kaçar, S., Başhan, M., Oymak, S.A. 2016. Effect of seasonal variation on lipid and fatty acid profile in muscle tissue of male and female *Silurus triostegus*. *Journal of Food Science and Technology*, 53:2913-2922.



Kara, İ.T., Başhan, U., Başhan, M., Yücel, S., Kızmaz, V. 2017. Total Lipid Contents and Fatty Acid Composition of Some Marine and Freshwater Fish., AOCs Annual Meeting and Industry Showcases, May 2017, Orlando, Florida, USA.

Kayhan, H., Başhan, M., Kaçar, S. 2015. Seasonal variations in the fatty acid composition of phospholipids and triacylglycerols of brown trout. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 117:738-744

Kinsella, J. E., Lokesh, B., & Stone, R. A. (1990). Dietary Omega-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: *Possible mechanisms American Journal of Clinical Nutrition*, 52, 1–28.

Kolakowska A., M. Szczygielski, D. Glowacka, 1998: Losses in n-3 PUFAs during oxidation of fish lipids. *Polish Journal of Food Nutrition Sciences*, 7/48, I: 41-49.

Kolakowska, A., Szczygielski, M., Bienkiewicz, G., Zienkiewicz, L., 2000. Some of fish species as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids. *Acta Ichthyol. Piscat*, 30 (2): 59-70.

Kremer J. M. 2000. N-3 fatty acid supplements in rheumatoid arthritis. *The American Journal Clinical Nutrition*, 71(1 Suppl):349S-51S

Kris-Etherton P. M., J. Deer, D. C. Mitchell, V. A. Mustad, M. E. Russell, E. T. McDennell, D. Slabsky, T.A. Pearson. 1993. The role of fatty acids saturation on plasma lipids, lipoproteins: I. Effects of whole food diets high in cocoa butter, olive oil, soybean oil, dairy butter, and milk chocolate on the plasma lipids of young men. *Metabolism*, 42:121-9.

Lindsberg, P. J., Hallenbeck, J. M., Feuerstein, G. 1991. Platelet-activating factor in stroke and brain injury. *Annals of Neurology*, 30(2): 117-29.

Lombardo, Y. B., Chicco, A. G. 2006. Effects of dietary polyunsaturated n-3 fatty acids on dyslipidemia and insulin resistance in rodents and humans. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 17:1-13.

Lunn J, Theobald HE. 2006. The effects of dietary unsaturated fatty acids. In: *British Foundation Nutrition Bulletin*, no. 31. Blackwell, London. pp 178\_224.

- Lunn, J., & Theobald, H. E. (2006). The health effects of dietary unsaturated fatty acids. *Nutrition Bulletin*, 31, 178–224.
- Luzia, L. A., Sampaipo, G. R., Castellucci, C. M. N., & Torres, E. A. F. S. (2003). The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian fish. *Food Chemistry*, 83, 93–97.
- Merdzhanova, A., Ivanov, I., Dobрева, D. A., Makedonski, L., 2017. Fish Lipids as a Valuable Source of Polyunsaturated Fatty Acids., *Acta Scientifica Naturalis*, 4 (1): 70-75.
- Moreira AB, Visentainer JV, de Souza NE, Matsushita M. 2001. Fatty acids profile and cholesterol contents of three Brazilian Brycon freshwater fishes. *Journal of Food Composition Analysis*, 4:565 – 574.
- Napolitano, G. E., Ratnayake, W. M., & Ackman, R. G. (1988). Fatty acid components of larval *Ostrea edulis* (L.): importance of triacylglycerols as a fatty acid reserve. *Comparative Biochemistry Physiology*, 90(4), 875-883. ISSN: 0305-0491.
- Nestel P., Clifton P. and Noakes M. 1994. Effects of increasing dietary palmitoleic acid compared with palmitic and oleic acids on plasma lipids of hypercholesterolemic men. *Journal of Lipid Research*, 35:656-662.
- Nicolosi R. J., T. A. Wilson, E. J. Rogers, and D. Kritchevsky. 1998. Effects of specific fatty acids (8:0, 14:0, cis-18:1) on plasma lipoproteins, early atherogenic potential, and LDL oxidative properties in the hamster. *Journal of Lipid Research*, 39:1972-1980.
- Norrobin, M. F., Olsen, R. E., Tande, K. S. (1990). Seasonal variation in lipid class and fatty acid composition of two small copepods in Balsfjorden, northern Norway. *Marine Biology*, 105, 205–211.
- Novgorodtseva, T. P., Karaman, Y. K., Zhukova, N. V., Lobanova, E. G., Antonyuk, M. V., Kantur, T. A. 2011. Composition of fatty acids in plasma and erythrocytes and eicosanoids level in patients with metabolic syndrome. *Lipids in Health and Disease*. 10: 82, 1-5.
- Pacetti, D., Alberti, F., Boselli, E., Frega, N. G. (2010). Characterization of furan fatty acids in Adriatic fish. *Food Chemistry*, 122, 209–215.

- Osman H., Suriah AR., Law EC., 2001, Fatty acid composition and cholesterol content of selected marine fish in Malaysian waters. *Food Chemistry*, 73:55–60.
- Osman, F., Jaswir, I., Khaza'ai, H., Hashim, R. 2007. Fatty acid profiles of fin fish in Langkawi Island, Malaysia, *Journal of Oleo Science*, 56 (3), 107–113.
- Özogul, Y., Özogul, F. (2007). Fatty acid profiles of commercially important fish species from the Mediterranean, Aegean and Black Seas. *Food Chemistry*, 100(4), 1634–1638.
- Özogul, Y., Özogul, F., Alagoz, S. (2007). Fatty acids profiles and fat contents of commercially important seawater and freshwater fish species of Turkey: A comparative study. *Food Chemistry*, 103, 217–223.
- Özogul, Y., Özogul, F., Çiçek, E., Polat, A., Kuley, E., 2009. Fat content and fatty acid compositions of 34 marine water fish species from the Mediterranean Sea. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(6): 464-475.
- Pal, S., Thomson, A. M., Bottema, C. D., Roach, P. D. 2002. Polyunsaturated fatty acids downregulate the low density lipoprotein receptor of human HepG2 cells. *Journal of Nutrition Biochemistry*, 13(1):55-63.
- Passi S., Cataudella S., Di Marco P., De Simone F., Rastrelli L., 2002. Fatty acid composition and antioxidant levels in muscle tissue of different Mediterranean marine species of fish and shellfish. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 7314–7322.
- Piggott, G. M and Tucker, B. W, 1990. Effects of Technology on Nutrition. Marcel Dekker, New York.
- Pollan, M. 2008. In defense of food: An eater's manifesto. New York: *The Penguin Press*.
- Prato, E., Biandolino, F., 2012. Total lipid content and fatty acid composition of commercially important fish species from the Mediterranean, Mar Grande Sea. *Food Chemistry*, 131: 1233–123.
- Puri B. K., S. J. Counsell, G. Hamilton, A. J. Richardson, and D. F. Horrobin. 2001. Eicosapentaenoic acid in treatment-resistant depression associated with symptom

remission, structural brain changes and reduced neuronal phospholipids turnover. *International Journal of Clinical. Practice*, 55(8):560-563.

Rasoarahona, J. R. E., Barnathan, G., Bianchini, J-P., & Gaydou, E. M. (2005). Influence of season on the lipid content and fatty acid profiles of three tilapia species (*Oreochromis niloticus*, *O. macrochir* and *Tilapia rendalli*) from Madagascar. *Food Chemistry*, 91, 683–694.

Rueda F. M., Lopez J. A., Martinez F. J., Zamora S., Divanach P. and Kentouri M. 1997. Fatty acids in muscle of wild and farmed red porgy, *Pagrus pagrus*. *Aquaculture Nutrition*, 3, 161–165.

Sağlık, S., İmre, S., 2001.  $\omega$ 3 fatty acids in some fish species from Turkey. *Food Chemistry and Toxicology*, 66:2, 210-212.

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.

Sargent J., Henderson RJ., Tocher DR., 1989. The lipids, in Fish Nutrition, ed. by Halver J. E. *Academic Press*, San Diego, CA, pp 153–218.

Sargent, J. R., Tocher, D. R., Bell, J. G. (2002). The lipids. In E. Halver & R. W. Hard (Eds.), Fish nutrition (pp. 181–257). London, UK: *Academic Press*.

Simopoulos A. P. 1999. Essential fatty acids in health and chronic disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 70 (suppl):506S-9S.

Simopoulos, A. P. (2002). Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. *Journal of American College Nutrition*, 21, 495–505.

Simopoulos, A. P. (2008). The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine* 233:674-688.

Singer, P., Richterheinrich, E. 1991. Stress and fatty liver—possible indications for dietary long-chain n-3 fatty acids. *Medical Hypotheses*, 36: 90–4.

- Siscovick, D. S., Lemaitre, R. N., Mozaffarian, D. 2003. The fish story: a diet-heart hypothesis with clinical implications: n-3 polyunsaturated fatty acids, myocardial vulnerability and sudden death. *Circulation*, 107: 2632-4.
- Stubbs, C.D. & Smith, A.D. (1984) The modification of mammalian membrane polyunsaturated fatty acid composition in relation to membrane fluidity and function. *Biochimica et Biophysica Acta*, 779, 89–137.
- Tanakol, R., Yazici, Z., Sener, E., Sencer, E. (1999). Fatty acid composition of 19 species of fish from the Black Sea and the Marmara Sea. *Lipids*, 34, 291–297.
- Tengku Rozaina, T. M. 2007. Fatty acid composition in sixteen pelagic fish in Malaysian waters. *Malaysian Fisheries Journal*, 6 (2): 130–138.
- Tornaritis, M., Peraki, E., Georgulli, M., Kafatos, A., Charalambakis, G., Divanach, P., Kentouri, M., Yiannopoulos, S., Frenaritou, H. & Argyrides, R. (1993) Fatty acid composition and total fat content of eight species of Mediterranean fish. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 45, 135–139.
- Usydus, Z., Szlinder-Richert, J., Adamczyk, M., & Szatkowska, U. (2011). Marine and farmed fish in the Polish market: Comparison of the nutritional value. *Food Chemistry*, 126, 78–84.
- Visentainer, J.V., D'Addio Noffs, M., de Oliveira Carvalho, P., de Almeida, V.V., de Oliveira, C.C., de Souza, N.E. 2007. Lipid content and fatty acid composition of 15 marine fish species from the Southeast Coast of Brazil – *Journal of The American Oil Chemists' Society*, 84: 543-547.
- Voet, D., Voet, J. G. 2013. Biochemistry. Fourth edition. John Wiley and Sons Inc, 1515 p.
- Watanabe T., 1982. Lipid nutrition in fish. *Comparative Biochemistry Physiology B*. 73:3–15.
- White B. 2009. Dietary Fatty Acids. *American Family Physician*, 15:80 (4): 345-350.
- Yano, M., Kishida, E., Iwasaki, M., Shosuke, K., Masuzawa, Y. 2000. Docosahexaenoic acid and vitamin E can reduce human monocytic U937 cell apoptosis induced by tumor necrosis factor. *Journal of Nutritions*, 130: 1095–101.

Yehuda, S., Rabinovitz, S., Carasso, R. L, Mostofsky, D. I. 2002. The role of polyunsaturated fatty acids in restoring the aging neuronal membrane. *Neurobiology of Aging*, 23: 843–853.

Yehuda, S., Rabinovitz, S., Mostofsky, D. I. 1999. Essential fatty acids are mediators of brain biochemistry and cognitive functions. *Journal of Neuroscience Research*, 56: 565–70.

Zamaria, N. 2004. Alteration of polyunsaturated fatty acid status and metabolism in health and disease. *Reproduction Nutrition Development*, 44:273–282.

Ziemiński, S., Budzynska-Topolowska, J. Rodkiewicz, B. Kolakowska, A.1992: The effect of fish fats on the composition of fatty acids in tissue lipids during experimental hypercholesterolaemia. *Zywnienie Człowieka i Metabolizm*, 19, 2: 71-83.

Zlatanov, S., Laskaridis, K. (2007). Seasonal variation in the fatty acid composition of three Mediterranean fish-sardine (*Sardina pilchardus*), anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and picarel (*Spicara smaris*). *Food Chemistry*, 103, 725–728.



## ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı: Nasuh AKGÜL

Doğum Tarihi ve Yeri: 29.01.1976/Diyarbakır

E-posta: akgulnasuh@gmail.com

## EĞİTİM BİLGİLERİ

### LİSANS

Dicle Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, 2004

## Yayınlar

### Sözlü sunum

**Akgül, N.**, Kızmaz, V., Başhan, U., Başhan, M., Akdeniz'den toplanan bazı balıkların total yağ asidi içeriği., 1. Uluslar arası Sağlık Bilimleri Kongresi, 02-05 Mayıs, 2018. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur.

### Poster sunum

**Akgül, N.**, Kızmaz, V., Başhan, U., Başhan, M., Akdeniz'den toplanan lambuka ve akya balıklarının fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi içeriği., 1. Uluslar arası Sağlık Bilimleri Kongresi, 02-05 Mayıs, 2018. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur.





## DİCLE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ TEZ İNTİHAL FORMU

### ÖĞRENCİ BİLGİLERİ

ADI VE SOYADI	Nasuh AKGÜL
ÖĞRENCİ NO	17801001
EĞİTİM - ÖĞRETİM YILI	2017-2019
YARIYIL	<input type="checkbox"/> Güz <input checked="" type="checkbox"/> Bahar
ANABİLİM DALI	
PROGRAM	Yüksek Lisans
TEZ KONUSU	Akdeniz'deki Bazı Balıkların Yağ Asidi İçerikleri

### İNTİHAL RAPORU BİLGİLERİ

RAPOR TÜRÜ	Tez Savunma Sınavı Sonrası
SAYFA SAYISI	99
BENZERLİK ORANI	% 14
RAPORLAMA TARİHİ	11/06/2019

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın kapak sayfası, giriş, ana bölümler, sonuç ve tartışma kısımlarından oluşan toplam 99 sayfalık kısmına ilişkin, 11/06/2019 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından turnitinadlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan intihal raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 14'tür.

Uygulanan filtrelemeler:

- Kabul/Onay sayfaları hariç,
- Kaynakça hariç
- Alıntılar hariç/dâhil
- Diğer

Dicle Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Programlarda Tez Çalışması İntihal Raporu Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edilmesi durumunda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Nasuh AKGÜL  
11/06/2019

Prof. Dr. Mehmet BAŞHAN  
Tez Danışmanı  
11/06/2019

Prof. Dr. Yüksel ÇOŞKUN  
Anabilim Dalı Başkanı  
11/06/2019

Formdaki bilgiler bilgisayar ortamında doldurulmalıdır. El yazısı ile doldurulan formlar geçersiz sayılmaktadır.