



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İKİ FARKLI MEVSİMDE MARMARA
DENİZİNDEN TOPLANAN BALIKLARIN
TOTAL YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNİN BELİRLENMESİ

MELTEM YAY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Biyoloji Anabilim Dalı

EYLÜL-2016

KONYA

Her Hakkı Saklıdır.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.



Meltem YAY

Tarih: 02 /09/2016

TEZ KABUL VE ONAYI

Meltem Yay tarafından hazırlanan "İki farklı mevsimde Marmara denizinden toplanan balıkların total yağ asidi bileşiminin belirlenmesi" adlı tez çalışması 02/09/2016 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK

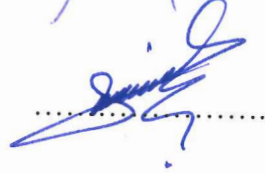
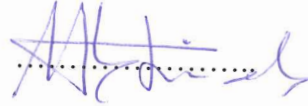
Danışman

Doç. Dr. Leyla KALYONCU

Üye

Doç. Dr. Yavuz Selim ÇAKMAK

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım.



Prof. Dr. Mustafa YILMAZ

FBE Müdürü

Bu tez çalışması Bilimsel Araştırmaları Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından 1501012 nolu proje ile desteklenmiştir.

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İKİ FARKLI MEVSİMDE MARMARA DENİZİNDEN TOPLANAN BALIKLARIN TOTAL YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNİN BELİRLENMESİ

Meltem YAY

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Leyla KALYONCU

2016, 85 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK

Doç. Dr. Leyla KALYONCU

Doç. Dr. Yavuz Selim ÇAKMAK

Bu çalışmada Marmara denizinden toplanan *Engraulis encrasicolus* (hamsi), *Mullus surmuletus* (tekir), *Trachurus trachurus* (istavrit), *Pomatomus saltator* (lüfer), *Dicentrarchus labrax* (levrek), *Sardina pilchardus* (sardalya)' un yağ asidi bileşenlerinin mevsimsel değişimi incelenmiştir. Araştırma sonucunda balıkların yağ asidi kompozisyonunda karbon sayısı 8 ile 24 arasında değişen 32 farklı yağ asidi tespit edilmiştir. Çalışmanın yapıldığı mevsimlerde en fazla görülen yağ asitleri palmitik asit (C16:0), palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1), dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6) ve eikosapentaenoik asittir (EPA, C20:5). Denizsuyu balıklarında sırasıyla EPA (C20:5) ve DHA (C22:6) içerikleri %0.48 -%8.13 ve %1.47-%16.44 arasında değişim göstermiştir. Çalışmanın sonuçları bu balık türlerinde ω 3 PUFA (çoklu doymamış yağ asitleri) bakımından özellikle EPA (C20:5) ve DHA (C22:6)'nın zengin olduğunu göstermiştir ve bizde deniz suyu balıklarının EPA ve DHA için iyi bir kaynak olduğu kanaatine vardık. ω 3/ ω 6 oranları ilkbahar ve sonbaharda sırasıyla *Engraulis encrasicolus* (hamsi), *Mullus surmuletus* (tekir), *Trachurus trachurus* (istavrit), *Pomatomus saltator* (lüfer), *Dicentrarchus labrax* (levrek), *Sardina pilchardus* (sardalya)'da 3.80-2.39, 2.09-1.06, 4.22-2.80, 2.22-1.49, 0.79-0.43, 1.85-0.81'dir. Balıkların yağ asidi bileşimi mevsimsel sıcaklık değişimlerinden etkilenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Dicentrarchus labrax*, *Engraulis encrasicolus*, *Mullus surmuletus*, *Pomatomus saltator*, *Sardina pilchardus*, *Trachurus trachurus*, yağ asidi bileşimi

ABSTRACT

MS THESIS

DETERMINATION OF TOTAL FATTY ACID COMPOSITION OF FISH
COLLECTED FROM TWO DIFFERENT SEASONS IN MARMARA SEA

Meltem YAY

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK
UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN BIOLOGY

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Leyla KALYONCU

2016, 85 Pages

Jury

Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK
Assoc. Prof. Dr. Leyla KALYONCU
Assoc. Prof. Dr. Yavuz Selim ÇAKMAK

In this study seasonal variations in the fatty acid compositions of *Engraulis encrasicolus* (anchovy), *Mullus surmuletus* (striped red mullet), *Trachurus trachurus* (horse mackerel), *Pomatomus saltator* (bluefish), *Dicentrarchus labrax* (seabass), *Sardina pilhardus* (European pilchard) captured from Marmara Sea, were investigated. Total 32 different fatty acids ranging in carbon atom number of 8 to 24 were determined in the compositions of fishes. In all sampling seasons, the major fatty acids of fishes were palmitic acid (C16:0), palmitoleic acid (C16:1), oleic acid (C18:1), docosahexaenoic acid (DHA, C22:6) and eicosapentaenoic acid (EPA C20:5). The contents of 20:5 n-3 and 22:6 n-6 in the marine fish ranged from 0.48% to 8.13% of total fatty acid, and from 1.47% to 16.44%, respectively. The results of this study show that these fish species were rich in n-3 PUFA, especially, eicopentaenoic acid and docosahexaenoic acid and we concluded that seawater fish were a good source for EPA and DHA, n3/n6 rates in *E. encrasicolus* (anchovy), *M. surmuletus* (striped red mullet), *T. trachurus* (horse mackerel), *P. saltator* (bluefish), *D. labrax* (seabass), *S. pilhardus* (European pilchard) were 3.80-2.39, 2.09-1.06, 4.22-2.80, 2.22-1.49, 0.79-0.43, 1.85-0.81, in spring and autumn, respectively. Total fatty acid compositions of fishes were effected by variations of seasonal temperature.

Keywords: *Dicentrarchus labrax*, *Engraulis encrasicolus*, *Mullus surmuletus*, *Pomatomus saltator*, *Sardina pilhardus*, *Trachurus trachurus*, fatty acid composition.

ÖNSÖZ

Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü laboratuvarlarında yürütülmüş olan bu yüksek lisans tez çalışmasında Marmara Denizi'nden toplanan farklı türdeki balıkların mevsimsel olarak yağ asidi bileşimlerinde meydana gelen değişimler araştırılmıştır.

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca bilgi ve deneyimleri ile yardımcı olan öncelikle danışman hocam Doç. Dr. Leyla KALYONCU' ya, laboratuvar çalışmasında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Gökhan ZENGİN'e ve tezimin her aşamasında yardımcı olan arkadaşım Nevzat YILMAZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen babam Cemal YAY'a ve annem Gürsel Yay' a sonsuz teşekkürler.

Meltem YAY
KONYA-2016

İçindekiler

| | |
|---|------------|
| ÖZET | ii |
| ABSTRACT | iii |
| ÖNSÖZ | iv |
| KISALTMALAR | vii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Doymuş Yağ Asitleri (SFA)..... | 1 |
| 1.2 Doymamış Yağ Asitleri (UFA) | 2 |
| 1.2.1 Tekli Doymamış Yağ Asitleri (MUFA) | 2 |
| 1.2.2. Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (PUFA) | 2 |
| 1.2.2.1. Eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosahekzaenoik asit (DHA)..... | 4 |
| 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI | 6 |
| 2.1. Levrek, <i>Dicentrarchus labrax</i> (L., 1758) ' in biyolojisi..... | 6 |
| 2.2. Hamsi, <i>Engraulis encrasicolus</i> (L., 1758) 'nin biyolojisi | 7 |
| 2.3. İstavrit, <i>Trachurus trachurus</i> (L., 1758)'in biyolojisi | 7 |
| 2.4. Lüfer, <i>Pomatomus saltator</i> (L., 1766) ' in biyolojisi | 8 |
| 2.5. Sardalye, <i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792) 'in biyolojisi..... | 9 |
| 2.6. Tekir, <i>Mullus surmuletus</i> (L., 1758) 'in biyolojisi | 10 |
| 2.7. Balıkların Yağ Asidi Bileşimi | 11 |
| 2.8. Balıkların Yağ Asidi Bileşimine Etki Eden Faktörler | 12 |
| 2.8.1. Mevsimlerin ve su sıcaklığının balık yağ asidi bileşimine etkisi | 12 |
| 2.8.2. Habitat ve besinlerin balıkların yağ asidi bileşimine etkisi | 15 |
| 2.8.3. Farklı balık türlerindeki yağ asidi bileşimi..... | 16 |
| 2.8.4. Cinsiyetin ve üreme periyodunun ve balık yağ asidi bileşimine etkisi | 17 |
| 2.9. Balık Yağının İnsan Sağlığı Açısından Önemi..... | 18 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM | 23 |
| 3.1. Numunelerin Elde Edilmesi | 23 |
| 3.2. Numunelerin Ekstraksiyonu ve Metilleştirilmesi | 23 |
| 3.3. Gaz Kromatografik Analizler | 24 |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA | 26 |
| 4.1. ARAŞTIRMA BULGULARI | 26 |
| 4.1.1. Lüfer (<i>Pomatomus saltator</i>) Balığının Araştırma Bulguları | 27 |
| 4.1.2. Levrek (<i>Dicentrarchus labrax</i>) Balığının Araştırma Bulguları..... | 31 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 4.1.3. | Sardalye (<i>Sardina pilchardus</i>) Balığının Araştırma Bulguları..... | 35 |
| 4.1.4. | Hamsi (<i>Engraulis encrasicolus</i>) Balığının Araştırma Bulguları | 39 |
| 4.1.5. | Tekir (<i>Mullus surmuletus</i>) Balığının Araştırma Bulguları | 43 |
| 4.1.6. | İstavrit (<i>Trachurus trachurus</i>) Balığının Araştırma Bulguları | 47 |
| 4.2. | TARTIŞMA..... | 51 |
| 5. | SONUÇLAR VE ÖNERİLER..... | 62 |
| 6. | KAYNAKLAR..... | 64 |
| | ÖZGEÇMİŞ..... | 75 |



KISALTMALAR

- PUFA : Çoklu doymamış yağ asidi(polyunsaturated fatty acid)
MUFA : Tekli doymamış yağ asidi(monounsaturated fatty acid)
SFA : Doymuş yağ asidi (saturated fatty acid)
UFA : Doymamış yağ asidi (unsaturated fatty acid)
LDL : Düşük yoğunluklu lipoprotein(low density lipoprotein)
HDL : Yüksek yoğunluklu lipoprotein(high density lipoprotein)
NSAID : Nonsteroid antiinflamatuvar
COPD : Chronic obstructive pulmonary disease
FID : Flame Ion Detector, alev iyon dedektör

1. GİRİŞ

İnsanların sağlıklı olarak büyümesi, gelişmesi ve üretici canlı olarak uzun süre yaşaması için beslenmenin hayati önem taşıdığı son dönemlerde araştırmalara daha fazla konu olmuştur. Yağlar, beslenme için ihtiyaç duyulan en önemli organik bileşenlerdendir. Çünkü bu organik bileşenler yüksek enerji kaynağı olmanın yanı sıra yağda çözünen vitaminleri ihtiva etmeleri (A,D,E,K) proteinlerle bir araya gelerek lipoproteinleri meydana getirmeleri ve metabolik aktiviteleri sağlamaları açısından da önem teşkil etmektedir (Yücecan ve Baykan, 1981).

Yağların temel yapı bileşenlerine yağ asitleri denir (Oğuz, 2000). Yağ asitleri; karbon atomu sayısına, bu atomların arasında kurulan çift bağ sayısına ve bu atomlara bağlı hidrojenlerin pozisyonuna göre isimlendirilir. Yağ asitleri hidrokarbon zincirindeki bağlara göre doymuş ve doymamış yağ asitleri olarak 2 gruba ayrılır (Karabulut ve Yandı, 2006).

Beslenme açısından balık yağları doymuş yağ asitlerinin fazlalığı ile karakterize olan karasal hayvanlardan daha değerlidir. Hatta sağlığı koruma ve iyileştirmedeki rolü, diğer sağlıklı yağlara göre daha üst seviyelerdedir. 1952 senesinde balık yağlarının yağ asidi profilleri ile ilgili ilk çalışmalar başlamıştır. Balık yağlarının yapısı daha sonraki senelerde devam eden çalışmalar neticesinde daha iyi anlaşılmış ve insan sağlığına olan olumlu etkilerinin anlaşılması üzerine balık yağlarına olan ilgi son yıllarda daha fazla artış göstermiştir (Lee ve ark., 1985).

Balık etinin kalitesini ve lezzetini yapısındaki yağ asitleri belirler. Balığın canlı ağırlığının ancak %2-10'unu yağlar oluştururken geri kalanını protein (%17-20) ve su (%70-80) oluşturmaktadır. Balık yağı yaklaşık %20 oranında doymuş yağ asitleri, %80 oranında doymamış yağ asitleri içerir (Keskin, 1981).

1.1. Doymuş Yağ Asitleri (SFA)

Doymuş yağ asitlerinin karbon atomları arasında tekli bağ bulunmaktadır. Genellikle oda sıcaklığında katı haldedir ve insan vücudunda sentezlenebilirler. Balıklardaki doymuş yağ asitlerinin kaynağı tükettiği besin çeşidi, bağırsaktaki bakteriler veya mevcut bakterilerdir. Balıklarda doymuş yağ asitlerinden en yüksek yüzdelerde bulunanları palmitik asit (C16:0), miristik asit (C14:0) ve stearik asittir (C18:0) (Gunstone, 1996).

Doymuş yağ asitleri kanda yoğunluğu fazla olmayan lipoprotein (LDL) temizlenmesini engellemektedir. Bu durum damarlarda darlık oluşumuna neden olan plaklar oluşturarak ateroskleroza sebep olabilir (Brown, 2000).

Doymuş yağ asitlerinin kalorisi, öteki yağ asitlerinin kalorisiyle aynı olmasına rağmen vücuttaki kilo artışını ve fazla yağ depolanmasını beraberinde getirmektedir. Bunlar göz önünde bulundurulduğunda beslenmede doymamış yağ asitlerinin insan sağlığı için önemi ortaya çıkmaktadır (Mol, 2008).

1.2 Doymamış Yağ Asitleri (UFA)

Doymamış yağ asitleri, doymuş yağ asitlerinden farklı olarak karbon atomları arasında en az bir çift bağ içeren moleküllerdir. Bu yağ asitleri çift bağın sayısına ve çift bağların buldukları yere göre isimlendirilir. Doymamış yağ asitleri ω -3, ω -6 ve ω -9 olarak 3 grupta toplanmaktadır (Karaca ve Aytac, 2007).

1.2.1 Tekli Doymamış Yağ Asitleri (MUFA)

Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) bileşenlerinde bir çift bağ içeren yağ asitleridir. Doymuş yağ asitleri gibi insan vücudu tarafından sentezlenebilirler (Gogus ve Smith, 2010).

Tekli doymamış yağ asitlerine palmitoleik asit (C16:1) ve oleik asit (C18:1) örnek verilebilir (Gunstone, 1996).

1.2.2. Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (PUFA)

Çoklu doymamış yağ asitleri, içeriklerinde en az iki çift bağ içeren yağ asitleridir. Bu yağ asitleri çift bağın bulunduğu ilk karbona göre ω -3 ve ω -6 yağ asitleri olarak 2 alt gruba ayrılmaktadır. Balık yağlarında çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) miktarı yaklaşık %25-30 civarındadır. Su ürünlerindeki mevcut çoklu doymamış yağ asitleri çoğunlukla omega-3 şeklindedir. Toplam yağ asitlerinin % 1 ile 3'ünü ise diğer çoklu doymamış yağ asitlerinden olan omega-6 (n-6) yağ asitleri oluşturmaktadır (Ackman, 1988).

İnsan vücudunda sentezlenememeleri nedeniyle ω -3 ve ω -6 yağ asitleri esansiyel yağ asitleri olarak adlandırılır. Sağlıklı ve dengeli beslenme açısından bu yağ asitlerinin gıdalarla dışarıdan hazır olarak alınmaları gerekmektedir (Zatsick ve Mayket, 2007).

İlk çift bağ metil grubuna en yakın üçüncü karbondaki bulunması durumuna omega-3 denir. ω -3 yağ asitlerinin kaynağını alfa-linolenik asit (C18:3 n-3) oluşturur. Alfa-linolenik asit vücutta eikosapentenoik asit (EPA, C20:5) ve dokosaheksaenoik asite (DHA, C22:6) çevrilebilir (Abayasekara ve Wathes, 1999).

ω 3'ün soğuga karşı koruyucu olma özelliğinden dolayı en çok soğuk su balıklarında bulunur. Sardalye, uskumru, somon, gibi soğuk su (dip) balıklarının yağlı balıklar oldukları gözlenmiştir ve ω -3 bakımından da zengindir. Dil balığı gibi yağsız balıklarda çok fazla omega-3 mevcut değildir (Holub, 2002).

ω 3 yağ asitlerinin kalp-damar hastalıkları, yüksek tansiyon, bağışıklık, alerjik rahatsızlıklar ve sinirsel bozuklukları önlediğine dair araştırmalar yapılmıştır (Mori ve ark., 1989).

Bunun yanında eritrositlerin dayanıklılığını arttırdığı, kanın akışkanlık direncini (viskozite) azaltmaya yol açtığı ve böylece kılcal kan damarlarıyla beslenen dokulara oksijen ulaştırılmasının kolaylaştığı ortaya konmuştur. Ayrıca çoklu doymamış yağ asitlerinden olan omega-3 grubunun göğüs kanseri hücrelerinin büyümesine engel olduğu farklı çalışmalarda tespit edilmiştir (Leaf ve Weber, 1988).

ω 3 grubunun başta trigliserit olmak üzere toplam kolesterol ve LDL miktarını aşağıya çektiği, HDL miktarlarını da arttırdığı belirlenmiştir (Özkan ve Koca, 2006). Gerçekleştirilen araştırmalar sonucunda kalp-damar hastalıkları ve kalp krizi riskinin azaltılması ile bu yağ asitleri arasında ilişki olduğu saptanmıştır (Kolanowski ve Laufenberg, 2006).

ω 6 yağ asitleri grubunda ilk çift bağ metil grubuna en yakın altıncı karbondadır. Dolayısıyla bu yağ asitlerine omega ω -6 adı verilir (Zatsick ve Mayket, 2007). Omega-6 yağ asitleri kaynağını linoleik asitten (C18:2) almaktadır. Bu yağ asidi vücutta araşidonik aside (C20:4) dönüştürülür (Abayasekara ve Wathes, 1999).

ω 6 yağ asitlerinin ciltteki hücreleri yenilediği, cildin esnek ve pürüzsüz olmasını sağlamakla birlikte deriyi yaralanmalardan ve enfeksiyonlardan koruduğu ifade edilmektedir (Sarica, 2003; Karabulut ve Yandı, 2006).

ω 6 ve ω 3 yağ asitleri oransal bazda (n-3/n-6) vücut için çok önemlidir. Uzmanlar sağlıklı bir beslenme için diyetlerdeki n-3/n-6 oranının 1:1 olmasını önermektedirler. Kimi beslenme uzmanları da n-6/n-3 oranının maksimum 4:1 olması gerektiğini belirtmektedirler (Moreira ve ark., 2001).

Çoklu doymamış yağ asitlerinde ayırım yapmak için 5 ve 5'ten fazla çift bağ içeren ω -3 PUFA'lara yüksek doymamış yağ asitleri denir. İnsanlarda en çok sağlık avantajı olarak bilinen yüksek doymamış yağ asitleri EPA (C20:5 ω 3) ve DHA (C22:6 ω 3)'dır (Calabrese ve ark., 1999).

1.2.2.1. Eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosahekzaenoik asit (DHA)

Eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5 n-3) ve dokosahekzaenoik asit (DHA, C22:6 n-3) gibi n-3 yağ asitleri, ilk olarak suda yaşayan algler tarafından sentezlenir. Ardından bu yağ asitleri besin zincirine göre farklı hayvansal planktonlar ile midye, istiridye, karides ve balıkların yapısına katılarak artan oranda birikim gösterir. Bundan dolayı ω -3 serisi olan EPA ve DHA balıklarda fazla miktarda mevcut olan esansiyel yağ asitleridir (Gordon ve Ratliff, 1992). Dolayısıyla insanların metabolik aktivitelerini sürdürmeleri açısından balıklar EPA ve DHA'ları içeren önemli besin kaynaklarıdır (Leaf ve Weber, 1988).

Hem karbon zinciri uzun, hem de doymamışlığı yüksek olan yağ asitlerini ihtiva etmesi balık yağının sağlıklı yağ özelliği kazanmasında önemli rol oynar. Balık yağının bileşiminde yer alan karbon sayısı ve doymamışlığı yüksek olan bu aşırı doymamış yağ asitleri hücre zarlarının yapısında yer alarak hücre zarlarının akışkanlığı ve geçirgenliğinde rol oynarlar (Steffens, 1997).

Bu yağ asitlerinin bazı hastalıklar üzerinde önemli etkisi olduğu görülmüştür. Kalp damar hastalıkları, kalp krizi, hipertansiyon, diyabet, yüksek kolesterol, kanser, eklem ağrıları ve romatizmaları, migren ve benzeri hastalıklar bunların başlıcalarıdır (Gorga ve Ronsivalli, 1988; Nettleton, 2000). Bu yağ asitleri bu ve benzeri rahatsızlıkların en aza indirilmesinde ve önlenmesinde hayati rol oynamaktadır (Gogus ve Smith, 2010). Beyin, testis, sperm ve retinanın yapısal bir bileşiği olan DHA, beyin gelişimi, öğrenme kapasitesi ve görmedeki netlik için önemli, hücre membranını fonksiyonel bütünlüğü ve temel yapısal özelliklerin devamı için gereklidir (Gunasekera ve ark., 1999). Ayrıca membranlarda yer alan bu aşırı doymamış yağ asitleri membrandaki enzim aktivitesini de etkiler (Dudley ve ark., 1994).

Balık yağları insan vücudunun enerji ihtiyacının karşılanmasıyla birlikte prostaglandinler (PG), tromboksanlar (TX), lipoksinler (LX), lökotrienler (LT) gibi eikosanoidlerin yapımı için gerekli olan yağ asidi kaynağını sağlar. Bu metabolitler vücudun çeşitli yerlerinde önemli rol oynarlar (Brown, 2000).

Memeliler yağları adipoz dokuda depo ederken balıklar yağları daha çok karaciğer dokusunda ve iskelet kasında biriktirmekle memelilerden farklılık gösterirler. Hareketsiz ve suyun daha alt bölümlerinde yaşayan balıklar incelendiğinde lipitlerin karaciğer dokusunda, hareketli balıklarda ise lipitlerin daha çok kas dokusunda biriktirildiği gözlemlenmiştir (Kıssal, 2008).

Balık kaslarında bulunan lipitler temel olarak fosfolipitler, triaçilgliseroller (TAG) ve storellerden oluşur, az miktarda da bunların metabolik ürünleri mevcuttur. TAG miktarı kastaki lipit miktarı arttıkça artar (Kołakowski ve ark., 1990; Drazen, 2007). Yağsız balıklarda toplam lipitlerin çoğunu ana lipit sınıfı olan fosfolipitler oluştururken (yaklaşık %90 gibi), %1 civarını ise TAG oluşturur. (Ackman, 1988).

Balıkların kimyasal yapısının iyi belirlenmesi, gıda teknolojisinden ve beslenme alanından daha gerçekçi bir şekilde istifade etmemizi sağlar. Balıklardaki lipit miktarının yapılarındaki protein, su ve mineral maddelerine kıyasla çok değişik durumlar arz ettiği ve yağ profillerinin yılın belirli dönemlerinde farklılık gösterdiği belirtilmektedir (Aras ve Yanar, 1986; Duman ve Şen, 2003).

Bu çalışma, Marmara denizinden toplanan farklı tür balıkların total yağ asidi bileşimlerinin mevsimsel değişimlere göre gösterdiği değişikliklerin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Levrek, *Dicentrarchus labrax* (L., 1758)' in biyolojisi

Denizlerde ve denizlerin nehirlerle karşılaştığı acısı bölgelerinde yaşarlar. Yaşam ortamları karanlık ve kuytu yerlerdir. Sıcaklığın düşmesiyle birlikte kışlamak için derin sulara göç ederler. Tatlı sularda büyüyebilirler, fakat reyemezler.

Kimi zaman yalnız kimi zamanda küçük sürüler halinde dolaşır. Genç dönemlerinde küçük karideslerle, ergin dönemlerinde küçük balıklarla beslenen karnivor bir türdür (FAO, 1991).



Şekil2.1. Levrek, *Dicentrarchus labrax* (L., 1758)'ın lateral görünümü

Boyları 50-60 cm'den 1 m'ye kadar, ağırlıkları ise 10-12 kg kadar olabilmektedir. Vücudu lateralden hafif yassılaşmış olan levrek balığının derisi ktenoid pullarla kaplıyken ense ve yanaklar sikloid pullarla kaplıdır (Uçal ve Benli, 1993).

Bu türün dişileri doğal şartlar altında ancak 3. yılda yumurta bırakabilir. Cinsi olgunluk dönemlerinde ağırlık artışı dişilerde erkeklerden daha fazladır (Alpbaz, 1990).

Levrekler 5-28 °C arası sularda yaşar. 12-14 °C arasında yumurta bırakırlar. Doğal yaşam alanında 1 kg'lık bir dişinin 293.000-358.000 kadar yumurta bırakabildiği saptanmıştır. %3 tuzluluktan %50 tuzluluğa kadar yayılım göstermesi tuzluluk değişimlerine karşı dirençli olduğunu gösterir. (Johnson ve Katavic, 1984; Dendrinos ve Thorpe, 1985; Loy ve ark., 1996).

2.2. Hamsi, *Engraulis encrasicolus* (L., 1758) 'nin biyolojisi

Gövdesi iğ biçiminde pulları iri ve parlaktır. Bu pullar deriye oldukça gevşek bağlandığı için kolayca dökülür ve başa kadar uzanmaz. Belirgin bir yanıl çizgisi yoktur.



Şekil 2.2. Hamsi, *Engraulis encrasicolus* (L., 1758)'un lateral görünümü

Türkiye sularında bulunurlar. Sıcak ve ılık denizlerin sahil ve açık sularında yaşarlar. Kışın 100-150 metre derinlikteki deniz çukurlarına inerken yazın su yüzeyi ile 20 metre arasında değişen derinliklerde yüzerler. Planktonla beslenen karnivor bir türdür. Bu nedenle plankton yoğunluğunun fazla olduğu Karadeniz'de bol miktarda bulunurlar. Hamsilerin uzunluğu ortalama 12 cm'dir. Birinci yaşından itibaren cinsel olgunluğa ulaşırlar. Doğal ömrü yaklaşık dört yıl olan hamsilerin Karadeniz'de üremeleri mayıstan ağustos sonuna, Marmara ve Akdeniz' de ise marttan hazirana kadar sürer. Bir dişi hamsinin yumurta verimi ortalama 40-50 bin dolayındadır (URL1; URL2).

2.3. İstavrit, *Trachurus trachurus* (L., 1758)'in biyolojisi

İstavritler Türkiye sularında çok yaygın bulunmaktadır. Sıcak ve ılık denizlerin, sahilden açık denizlere kadar olan yerlerinde sürüler halinde yaşarlar. Yüzeye yakın hareket eden göçmen balıklardır. Yazın sahillerde büyük sürüler oluştururlar, kışın ise derinliği 200 m olan sulara giderler. Denizlerimizde sarıkuyruk istavrit ve karagöz istavrit olarak iki türü yaşar. Boyları Marmara denizinde yaşayanlarda 30 cm'yi geçmezken, Karadenizde 50 cm'i bulabilir. Küçüklerine kıraça denir.



Şekil2.3. İstavrit, *Trachurus trachurus* (L.,1758)'un lateral görünümü

Vücutları iğ biçiminde olup ince pullarla örtülüdür. Dişleri ince, gözleri iri ve burnu kısadır. Yan çizgi ile sırt yüzgeçleri arasında bulunan nokta şeklinde ikinci bir çizgi (yalancı yan çizgi) yan çizgiyle aynı görevi görmekte olup kuyruğa kadar devam eder. Hamsi, gümüş ve sardalye gibi balıkların yavruları ile bazı omurgasız hayvanlar ile beslenen etçil canlılardır. Yumurtlama mevsimi Marmara denizinde mayıs ile eylül başı, Karadenizde mayıs ile ağustos sonu arasındadır (Yüce, 1998).

2.4. Lüfer, *Pomatomus saltator* (L., 1766)' in biyolojisi

Ilık ve sıcak denizlerin derinliği 10-200 m kadar olan sahil bölgelerinde sürüler halinde yaşayan karnivor balıklardır. Besinlerini izmarit, istavrit, kolyoz, uskumru, hamsi gibi balıklar ile krustase ve nematod gibi omurgasız hayvanlar oluşturur. Bu balıklar Karadeniz'de suların soğumaya başlamasıyla Marmara ve Kuzey Ege'ye doğru geçmekte ve kışı bu denizlerde geçirmektedir. Yaz sezonunu geçirmek için Karadeniz'e Marmara ve boğazlar yoluyla bir geri göç yapmaktadırlar. Karadeniz'e geçerken yumurtalarını dökerler. Boyları 30-60 cm civarında olup 110 cm'ye kadar ulaşabilmektedir. Vücudu iki yandan yassılaştırmış olup uzun, hızlı yüzmeye elverişli, ağızları iri dişleri ise sivridir. Yan çizgisi basit pullarla örtülü ve hemen hemen düzdür. Üremeleri bahar aylarına denk gelmektedir ve nisan ayının ortasından haziranın sonuna kadar devam eder. 60–80. 000 civarında yumurta verirler (URL1; URL2).



Şekil2.4. Lüfer, *Pomatomus saltator* (L., 1766)'un lateral görünümü

2.5. Sardalye, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) 'in biyolojisi

Türkiye'yi çevreleyen bütün denizlerde bol bulunan sürü halinde yaşayan balıklardır. Planktonlarla ve balık larvaları ile beslenen bu balıklar etçildir. Boyları yaklaşık 15 cm'dir.



Şekil2.5. Sardalye, *Sardina pilchardus* (W., 1792)'un lateral görünümü

Sardalye'nin vücudu uzun ve yanlardan hafif basıktır. Hamsi balıklarına benzerler. Vücudunu örten pullar büyüktür ancak hamsilerde olduğu gibi kolaylıkla düşmez. Yanal çizgisi yoktur.

Üreme dönemleri, Akdeniz ve Ege'de ekim başından mayıs sonuna kadar, Marmara'da ise kasım başından haziran sonuna kadardır. Karadeniz'de ise sonbahar mevsiminde ürerler. Yumurtaları küresel, çapları ise yaklaşık 1.20-1.85 mm kadardır (URL1; URL2).

2.6. Tekir, *Mullus surmuletus* (L., 1758) 'in biyolojisi

Karadeniz dışında diğer denizlerimizde yazın rastlanır. Ortalama boyları 15-35 cm.dir. Kumluk, çamur veya taşlık kıyı kesimlerinin 3 metreden 100 metreye kadar derinlerinde gidip gelerek yaşayabilmektedir. Üreme mevsimi yaşadığı denize göre farklılık gösterip genellikle yaz aylarındadır. Ege'de mart-haziran aylarında, Akdeniz'de mayıs-ağustos aylarında 10- 60 m derinliklere yumurtalarını bırakır. Diplerdeki kabuklular, böcekler ve diğer canlılarla beslenen karnivor balıklardır. Ömürleri 10-12 yıl kadardır.

Cinsî olgunluğa 1-2 yaşlarında başlar. Yumurtlama süreci Marmara Denizi'nde mayıs başından temmuz sonuna kadar devam eder. 15-100.000 yumurta bırakırlar.



Şekil2.6. Tekir, *Mullus surmuletus* (L., 1758)'un lateral görünümü

Tekir balığının, vücudu kırmızı ve pembe renkli olup uzun sarı bantları vardır. Vücudu yan taraflarından hafifçe basıktır ve başı iridir. Vücudunu örten iri pullar kolaylıkla dökülürler. Tekiri barbunyadan ayıran birtakım fiziksel özellikler vardır. Tekirin göz çukuru altında sadece iki adet pul bulunuşu, ağzının göz hizasına ulaşmayışı, burnunun oval, kafasının daha uzun, vücudun alt yanında bulunan uzun sarı bantlar ve birinci sırt yüzgecinde siyah noktalar olması ile barbunyadan ayrılır (URL1; URL2).

2.7. Balıkların Yağ Asidi Bileşimi

Vücuda besinlerle alınan organik bileşiklerden karbonhidratlar, yağlar ve proteinler balıklardaki yağların esas kaynağını oluşturmaktadır. Vücuda alınan bu besin maddelerinin fazlası, doku ve organlarda yağ şeklinde biriktirilmekte, bu durum ise balıklardaki yağ asidi profillerini etkilemektedir (Bell ve ark., 2001).

Ackman (1967)' a göre balıklarda yağ oranı %1'i geçtiğinde bir enerji deposu olarak görev yapar. Depolanan lipidlerin bir kısmı açlık, soğuk, hareket, üreme, büyüme ve uyku hali gibi değişik ihtiyaçlara göre gereken yerlere nakledilir.

Balıkların sentezleyemedikleri ancak dışardan besinlerle alabildikleri esansiyel yağ asitleri olan linoleik asit (C18:2 n-6), alfa-linolenik asit (C18:3 n-3) ve araşidonik asit (C20:4 n-6) diğer besinsel yağ asitleri gibi miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0), palmitoleik asit (C16:1), stearik asit (C18:0), oleik asit (C18:1) balık dokularında direkt olarak depolanırlar. Besin kaynağında uzun zincirli yüksek doymamış yağ asitleri (C20:3, C20:5, C22:4, C22:5, C22:6) olmadığında temel yağ asitleri kullanılarak yüksek doymamış yağ asitleri elde edilebilir (Farkas ve Csenger, 1976; Farkas ve ark., 1978).

Değişik ülkelerde ve değişik balık türleri ile yapılan çalışmalarda yağ asidi bileşimlerinde en yüksek yüzdeye doymamış yağ asitlerinin sahip olduğu (%17-53), bunu doymuş (%15-43) ve aşırı doymamış yağ asitlerinin (%12-25) izlediği belirlenmiştir (Maia ve ark., 1994; Rahman ve ark., 1995). Sıcaklık arttığında doymamış yağ asitleri miktarında azalma, doymuş yağ asitleri miktarında artma olur (Farkas, 1984). Fakat balıklarda hiçbir zaman toplam doymuş yağ asitleri yüzdesi (Σ SFA), toplam doymamış yağ asitleri yüzdesini (Σ MUFA+PUFA) geçemez. Bu durum balıkların poikiloterm oluşları ile açıklanmaktadır (Akpınar, 1987).

Balık, kabuklu deniz ürünü ve yumuşakça üzerinde yapılan çalışma neticesinde en fazla bulunan yağ asitleri; miristik asit (C14:0), miristoleik asit (C14:1), pentadekanoik asit (C15:0), palmitik asit (C16:0), palmitoleik asit (C16:1 n-7), stearik asit (C18:0), oleik asit (C18:1 n-9), linoleik asit (C18:2 n-6), linolenik asit (C18:3 n-3), arakidik asit (C20:0), eikosanoik asit (C20:1 n-9), araşidonik asit (C20:4 n-6), dokosapentadekanoik asit (C22:5 n-3) ve DHA (C22:6 n-3) olarak bulunmuştur (Soriguer ve ark., 1997).

Kara (2001), yaptığı araştırmada *Chondrostoma regium*'un kas dokusunda palmitik asit (C16:0), oleik asit (C18:1 n-9), eikosadienoik asit (C20:2 n-6) ve DHA (C22:6 n-3)'in en fazla bulunan yağ asitleri olduğunu bildirmiştir. Üreme dönemi öncesinde ve üreme dönemi sonrasında palmitik asitin (C16:0) balık yağları içerisinde daha fazla bulunmasının nedeni balıkların metabolizmasında önemli rol üstlenmesinden kaynaklanmaktadır (Ackman ve Eaton, 1967).

2.8. Balıkların Yağ Asidi Bileşimine Etki Eden Faktörler

Balıklarda toplam lipit ve yağ asidi bileşimi birçok faktöre göre değişiklik göstermektedir. Mevsimler, su sıcaklığı, balıkların yaşadığı ortam (habitat) ve besinler, cinsiyet, balık türü, üreme periyodu gibi abiyotik ve biyotik faktörler bu değişkenliğe sebep olmaktadır (Pigott ve Tucker, 1990).

2.8.1. Mevsimlerin ve su sıcaklığının balık yağ asidi bileşimine etkisi

Sıcaklık ile balık metabolizması arasında sıkı bir ilişki olduğu bilinmektedir. Su sıcaklığı arttıkça balıkların metabolik faaliyetleri de artış göstermektedir. Özellikle yaz mevsiminde yağ seviyesinin düşük olması, bu mevsimde elde edilen enerjinin büyük çoğunluğunun, büyüme ve cinsiyet faaliyetlerine harcanması ile ilişkili olduğu tahmin edilmektedir. Lipit seviyesinin kış mevsiminde yüksek bulunuyor olması yaz ve sonbahar mevsimlerinde tüketilen besinlerin bir kısmının vücutlarında lipit olarak depolanmasından kaynaklı olduğu belirtilmiştir (Bozkurt ve ark., 2006).

Balıkların da dahil olduğu tüm poikilotermik hayvanlarda ortam sıcaklığının düşmesi ile birlikte zarların akışkanlığının sağlanabilmesi için zarların yapısında yer alan yağ asitlerinin karbon sayıları uzatılır ve doymamışlıkları artırılır ((Behan-Martin ve ark., 1993; Kitajka ve ark., 1996). Lipit bileşiminde karbon sayısının uzaması, doymamışlığın artması gibi meydana gelen değişimlerin hücre membranlarının optimal viskozitesini muhafaza etmek için gerekli olduğu ortaya konmuştur. Soğukkanlı hayvanların farklı dokularında PUFA'ların depolanması, poikiloterm canlıların ortama adapte olmaları açısından şarttır (Hazel ve Prosser, 1974; Kreps, 1981). Soğuk suda yaşayan balıklarda aşırı doymamış yağ asitlerinin soğuğa karşı direnç oluşturma rollerinden dolayı bu yağ asitlerinin en önemli temsilcileri olan EPA (C20:5 n-3) ve DHA (C22:6 n-3) yüzdelerinde önemli artışlar olmaktadır (Dey ve ark., 1993; Buda ve ark., 1994; Biderre ve ark., 2000).

Balıkların, uzun zincirli doymamış yağ asitlerini biriktirerek soğuğa uyum sağlamalarında, yağ asitlerinin doymamışlıkları yanında bazı membran enzimlerinin aktivitelerindeki artış da büyük önem taşımaktadır (Farkas ve Csenger, 1976; Cossins ve ark., 1978).

Çalışmaların sonucunda, düşük sıcaklıklarda yaşayan poikilotermik hayvanların hücre membranlarının fosfolipidlerinin yüksek sıcaklıklarda yaşayan poikilotherm hayvanlara kıyasla çok daha fazla çoklu doymamış yağ asitleri içerdiği tespit edilmiştir. Poikilotermik hayvanların dokularında mevcut bulunan aşırı doymamış yağ asitlerinin adaptasyonla doğrudan ilişkili olduğu bu nedenle değişen koşullara göre yağ kompozisyonlarının da değişiklik gösterdiği saptanmıştır (Morris ve Culkin, 1976; Fodor ve ark., 1995).

Yılmaz ve ark. (1995), Elazığ Hazar gölünden avlanan Siraz balığı (*Capoeta capoeta umbla*) erkek ve dişilerinin yağ asidi bileşenlerinin mevsimlere göre farklılık gösterdiğini, yapılan çalışma sonucunda total lipit içerisinde en fazla doymuş yağ asitlerini (SFA) ardından çoklu doymamış yağ asitlerini (PUFA) en az ise tekli doymamış yağ asitlerini (MUFA) bulmuşlardır. Doymamış yağ asitlerinden omega-3 omega-6'dan daha fazla bulunmuştur. Çoklu doymamış yağ asitleri seviyesinin (n-3, n-6 PUFA), tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) seviyesinden daha fazla olmasını balıkların özellikle düşük su sıcaklığına adapte olmalarının gereği olduğu görüşüne varmışlardır.

Şen (2006), *Mugil cephalus*' un total yağ asitleri kompozisyonunun mevsimlere göre farklılığı üzerinde çalışmıştır. Bu çalışma sonucunda, 12 yağ asidi belirlenmiş ve lipit bileşenlerinin C14 ile C22 arasında olduğu ortaya konulmuştur. Dört mevsimde de MUFA ve PUFA'ların oranları, SFA'ların oranından daha yüksek çıkmıştır. Palmitik asitin her mevsimde en yüksek yüzdeye sahip olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak omega-3 yağ asitleri yüzdeleri, omega-6 yağ asitleri yüzdelerinden daha düşük bulunmuştur.

Zlatanov ve Laskaridis (2007), Akdeniz'den iki aylık devirlerle almış oldukları örneklerde, hamsi (*Engraulis encrasicolus*), sardalya (*Sardina pilchardus*) ve izmarit balığı (*Spicara smaris*)' nın yağ asitleri ve total yağ asidi bileşenlerindeki farklılıklar üzerinde çalışmışlardır. İzmarit ve hamsi balıkları kış aylarının son zamanlarında ve ilkbahar ayları süresince en yüksek yağ konsantrasyonuna sahipken sardalya ilkbahar ve yaz aylarının ilk zamanları süresince en yüksek yağ içeriğine sahip balık olarak bulunmuştur. Hamsi yağ asidi bileşenlerinde en fazla değişimin görüldüğü balık

olmuştur. Yapılan çalışma boyunca sardalya $\omega 3$ yağ asitlerinin en iyi kaynağı olarak bulunmuştur. Oleik asit ise en yüksek izmarit balığında bulunmuştur.

Kalyoncu ve ark. (2009), Eğirdir Gölündeki *Vimba vimba tenella* (Egrez balığı)'ın gaz kromatografik metodla toplam yağ asidi bileşenleri ve bu bileşenlerin mevsimlere göre farklılığı üzerine yaptıkları çalışmada 27 farklı yağ asidi tespit etmişlerdir. Her mevsimde, çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) ve doymuş yağ asitleri (SFA), tekli doymamış yağ asitlerinden (MUFA) daha düşük bulunmuştur. Çalışmada dört mevsimin başlıca doymuş yağ asidi (SFA) palmitik asit (C16:0) olarak bulunmuştur. PUFA' lar arasında en yüksek değerlere sahip yağ bileşenleri araşidonik asit (C20:4 $\omega 6$), DHA (C22:6 $\omega 3$), linoleik asit (C18:2 $\omega 6$) ve EPA (C20:5 $\omega 3$) olarak saptanmıştır. omega-3'ün omega-6'a olan oranını ilkbaharda 1.4, yazın 1.5, sonbaharda 1.2, kış mevsiminde ise 1.4 olarak tespit etmişlerdir.

Kalyoncu ve ark. (2010), yapmış oldukları başka bir araştırmada da, Sazan balığının (*Cyprinus carpio* L.) toplam yağ asidi bileşimlerinin mevsimlere göre farklılığı üzerinde durmuşlardır. Mevsimsel farklılığın incelendiği bu çalışmada 38 farklı yağ asidi tespit etmişlerdir. Dört mevsimde başlıca doymuş yağ asidi (SFA) palmitik asit (C16:0), başlıca tekli doymamış yağ asidi (MUFA) olarak oleik asit (C18:1 n-9) belirlenmiştir. Palmitoleik asitte (C16:1 $\omega 7$) total yağ asitleri içerisinde yüksek seviyeye sahip yağ asidi olarak saptanmıştır. Tüm mevsimlerde tekli doymamış yağ asitleri bir önceki çalışmayla benzer sonuçları göstererek doymuş yağ asitleri ve çoklu doymamış yağ asitlerinden daha yüksek bulunmuştur. PUFA'lar içerisinde en yüksek düzeylerde bulunan yağ asitleri dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6 $\omega 3$), linoleik asit (C18:2 $\omega 6$) ve eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5 $\omega 3$) olmuştur. Araştırmanın sonucunda $\omega 3$ grubu, $\omega 6$ grubundan daha yüksek seviyede bulunmuştur. Bu yağ asitlerinin birbirine oranları ise (n-3/n-6) sırasıyla ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde 1.08, 1.43, 1.64 ve 1.60 şeklinde saptanmıştır.

Belikuşaklı (2006), *Dicentrarchus labrax*'ın (levrek) toplam yağ asidi bileşenlerini ve mevsimsel farklılıklarını, gaz kromatografik metod kullanarak araştırmaya konu etmişlerdir. Levrek balığının yağ asidi kompozisyonunda birbirinden farklı 12 yağ asidi olduğu görülmüştür. Her mevsim başlıca SFA'nın palmitik asit (C16:0), başlıca MUFA'nın ise oleik asit (C18:1 $\omega 9$) olduğu bulunmuştur. PUFA' lar arasında en yüksek seviyelere sahip yağ asitleri ise DHA (C22:6 $\omega 3$), linoleik asit (C18:2 $\omega 6$) ve eikosapentaenoik asit (C20:5 $\omega 3$) olarak tespit edilmiştir. Çalışmalarında,

$\omega 3/\omega 6$ oranını, ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış aylarına göre sırasıyla; 0.89, 0,68, 1.57 ve 3.10 şeklinde sonuç elde etmişlerdir.

2.8.2. Habitat ve besinlerin balıkların yağ asidi bileşimine etkisi

Tatlı su ve deniz balıklarının yağ asidi kompozisyonlarında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Denizde yaşayan balıklarda 20-22 karbonlu yağ asitleri, tatlı su balıklarında ise 16-18 karbonlu yağ asitleri daha fazladır (Ackman, 1967).

Elde edilen bulgular genel olarak deniz balıklarının n-3 PUFA değerlerinin tatlı su balıklarına göre daha yüksek olduğunu göstermiştir. Soğuk ve derin deniz balıklarında n-3 yağ asitlerinin fazlaca bulunmasının sebebi n-3 yapısının yüksek seviyedeki doymamışlığa fırsat tanınması ve bunun sonucunda düşük sıcaklıklarda geçirgenlik ve esneklik sağlama özelliğini ortaya çıkarmaktadır (Lovell, 1991).

Deniz balıkları özellikle omega-3 PUFA'ları olan DHA ve EPA bakımından daha zengin olmasına rağmen tatlı su balıkları erime sıcaklığı daha yüksek olan n-6 PUFA' larını daha fazla içermektedir (Wang ve ark., 1990).

Biderre ve ark. (2000), çalışmalarında palmitik asidin (C16:0) deniz balıklarında, oleik asidin (C18:1 $\omega 9$) tatlı su balıklarında daha fazla bulunduğu bulgusuna erişmişlerdir. Sürdürmüş oldukları bu araştırmada deniz balıklarında dokosapentadekanoik asit (C22:5 $\omega 3$) oranının tatlı su balıklarına kıyasla 2-3 kat daha çok olduğu bulunmuştur. Tatlı su balıklarında n-6 PUFA'larının, deniz balıklarında ise n-3 PUFA'larının fazla olduğu kaydedilmiştir. Tatlı su balıklarında n-6 grubunun yaklaşık %18 kadarlık kısmını linoleik asit (C18:2 n-6) meydana getirmektedir. Biderre ve ark. (2000), iki deniz balığının yağ asidi profillerindeki farklılığının ise, sudaki sıcaklık değişimlerinden veya tuzluluk oranından kaynaklanmış olabileceğine dikkati çekmişlerdir.

Özogul ve ark. (2007), ticari değeri olan tatlı su ve deniz balık türlerinin dokularındaki yağın yapısı ve yağ asidi bileşenleri üzerinde bir çalışma yapmışlardır. Deniz balığının $\omega 3$ PUFA oranları tatlı su balığının $\omega 3$ PUFA oranlarından daha yüksek seviyede olduğu kaydedilmiştir. Bunun yanında deniz balığının $\omega 6$ PUFA oranları da tatlı su balığının $\omega 6$ PUFA oranlarından daha düşük bulunmuştur.

Sargent (1987), deniz ve tatlı su ürünlerindeki lipidlerinin PUFA'ları yüksek yoğunlukta n-3 PUFA içerdiğini çalışmalar sonucunda göstermişlerdir. Yine bu araştırmacılar çiftlik hayvanlarını birbiriyle kıyasladığımızda çoklu doymamış yağ

asitlerinin en fazla balıklarda bulunduğunu, PUFA'lardaki bu zenginliğin balıkların beslenmesiyle yakından ilişkili olarak sudaki beslenme zincirinden kaynaklandığını yapmış oldukları çalışmalarla raporlaştırmışlardır. Steffens (1997) ve Okumuş (2000)'de yapmış oldukları çalışmalarda benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Tatlı su ve deniz balıklarının çoklu doymamış yağ asidi kompozisyonlarının farklılığına neden olarak su ekosistemlerindeki besin zincirinin ilk basamağını olan fitoplanktonların PUFA profillerindeki farklılıklar gösterilmiştir. Tatlı su fitoplanktonları PUFA'lardan linoleik asit (C18:2 n-6), linolenik asit (C18:3 n-3) ve EPA bakımından daha zenginken, deniz fitoplanktonları ise PUFA'lardan linolenik asit (C18:3 n-3), EPA, DHA yağ asitleri açısından daha zengin olarak tespit edilmiştir. Tatlı su ve deniz ürünlerinde en önemli farklılık n3/n6 oranında görülmektedir. Genellikle tatlı sularda yaşayan canlılarda n-3/n-6 oranı 1-5 arasında tespit edilirken denizlerdeki canlılarda 5-15 arasında değerlere sahip olarak bulunmaktadır. Bu durum n-6 grubunun tatlı su ve karasal organizmalara ait bir özellik olmasından kaynaklıdır.

Tanamati ve ark. (2009), Brezilya'dan elde edilen kültür ve doğal *Pseudoplatystoma corruscans* ve *Piaractus mesopotamicus*'larda yağ asidi bileşenlerini incelemiştir. Kültürden alınan örneklerde yağ miktarları *Pseudoplatystoma corruscans*'da %8.9, *Piaractus mesopotamicus*'da %12.2 olarak kaydedilirken, doğadan alınanlarda *Pseudoplatystoma corruscans*'da %2,5, *Piaractus mesopotamicus* da %7,9 değerlerinde kaydedilmiştir. Yapılan çalışmalar neticesinde ω_6/ω_3 oranı doğal *Pseudoplatystoma corruscans*'da %1.0 ve kültürde %7.3; doğal *Piaractus mesopotamicus*'da %1.2 iken kültürde %9.8 olarak saptanmıştır. Yapılan çalışmaların neticesinde üzerinde çalışılan kültürel ve doğal ortamdan elde edilen iki türün yağ asidinin değişiklik sebebi balıkların beslenme şekline ve habitatlarına bağlanmıştır.

2.8.3. Farklı balık türlerindeki yağ asidi bileşimi

Balık türüne bağlı olarak n-3 seviyesinde de değişiklikler gözlenmektedir. Omega-3 oranı özellikle siyah etli ve derin denizlerde yaşayan balıklarda daha yüksek saptanmaktadır. Kültürel ortamlarda yaşayan balıklarda omega-3 oranı somon, sardalye, ton balığı, uskumru gibi balıklardan daha düşüktür. Ancak n-3 bakımından zengin yemlerle beslenen kültür balıklarında doymamış yağ asidi değerleri daha yüksek bulunmaktadır (Besler ve Coşkun, 2006).

Koyu kaslardaki lipit içeriği beyaz kaslara oranla birkaç kat daha fazladır. Uzun süre göç eden balık türleri (tuna, ringa, uskumru gibi) yavaş yüzen türlere nazaran fonksiyonları gereği daha koyu kasa dolayısıyla da daha fazla lipide sahiptirler (Sikorski ve Kolakowska, 2003).

Biçer (2004), çalışmasında, Konya ilinde tüketilen farklı türde balıkların (alabalık, barbunya, çınakop, çipura, dil, kefal, sazan, levrek, hamsi, uskumru, tekir, istavrit, sardalya, mezigit, zargana) yağ asidi kompozisyonlarını araştırmıştır. Bu çalışmada en yüksek değerler doymuş yağ asitleri içerisinde palmitik asit (C16:0) ve stearik asit (C18:0); tekli doymuş yağ asitleri içerisinde oleik asit (C18:1) ve palmitoleik asit (C16:1); çoklu doymuş yağ asitlerinde ise linoleik asit (C18:2), araşidonik asit (C20:4) dokosaheksaenoik asit (C22:6n-3) olarak belirlenmiştir. Çalışmada en yüksek doymuş yağ asidi yüzdesini %44.16 ile çinekop (*Pomatomus saltatrix*) balığında tespit etmiştir. En yüksek tekli doymamış yağ asitlerinin yüzdesinin ise %38.64 ile sardalye (*Sardina pilchardus*) türüne ait olduğunu tespit etmiştir. Palmitik asit (C16:0) çoğunlukla her balıkta yüksek olmasına karşın % 12.90 ile en düşük uskumruda % 21.39 ile en yüksek sardalyede olduğunu tespit etmiştir.

2.8.4. Cinsiyetin ve üreme periyodunun ve balık yağ asidi bileşimine etkisi

Akpınar ve ark. (2008), yaptıkları araştırmada Tohma Irmağı'nda yaşayan Dağ Alası'nın (*Salmo trutta magrostigma*) karaciğer ve kas yağ asidi profili verilerini çıkarmışlardır. Bu araştırmanın konusu olan alabalıkların yağ asitlerinin cinsiyetine göre farklılıklar teşkil ettiği gözlemlenmiştir. Ayrıca $\omega 3/\omega 6$ oranı dişi balığın karaciğerinde 1.97 erkekte ise 2.29; dişi balığın kasında 2.26 erkek balığın kasında da 2.59 seviyesinde tespit edilmiştir.

Balıkların total lipit ve yağ asidi bileşimindeki en önemli değişiklik üreme döneminde gözlemlenmektedir. Bu dönemde kas, akciğer ve iç organlardaki proteinler, vitaminler ve mineraller gibi besinsel bileşikler kadar depo lipitleri de gelişimi sağlamak için gonadlara nakledilir (Ågren ve ark., 1987; Cejas ve ark., 2003). Bu yüzden kasın besinsel değeri gonad gelişimi sırasında azalır (Uysal ve Aksoylar, 2005).

Kara ve ark. (2005), *A. marmid*'in dişi ve erkek bireylerinin üreme mevsimlerine bağlı olarak gonad dokularında yağ asidi kompozisyonlarının değiştiğini ve bu değişimin *A. marmid*'in dişilerinde daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmalarının neticesinde üreme zamanlarında hem dişi hem de erkek bireylerde totalde doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitlerinin seviyelerinin

düştüğü kaydedilmiştir. Ancak üreme döneminin sonrasında dişi bireylerde doymuş ve tekli doymamış yağ asitleri artış göstermektedir. Bunun yanında totaldeki aşırı doymamış yağ asitleri dişi bireylerde üreme öncesinde azalırken sonrasında artış göstermeye başlamıştır. Yumurtlama döneminin sonlarına doğru balıkların gonad dokusundaki yağ asidi değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Yılmaz ve ark. (1995), çalışmalarının nihayetinde benzer durumu gözlemlemişlerdir.

Akpınar (1986), *Cyprinus carpio* L.'nin dişi ve erkek bireylerinin mevsimlere göre farklılıklarını konu alan çalışmasında, üreme dönemlerinde temel yağ asitlerinin çok az değerdede olsa düşüş gösterdiğini ifade etmiştir. Bu çalışmayı yapan araştırmacı *Cyprinus carpio* L.'nin dişi ve erkek bireylerinin karaciğerdeki yağ asitlerinin mevsimlere göre farklılıklarını araştırdığı başka bir çalışmasında da kas dokusunda meydana geldiği gibi üreme dönemlerinde karaciğerde de temel yağ asitleri seviyesinin az miktarda düştüğünü, uzun zincirli olan PUFA'larda ise önemli derecede düşüşün gerçekleştiğini ortaya koymuştur.

Gallagher ve ark. (1991) tarafından yağ asidinin oransal olarak farklılığında balığın fizyolojik yapısı, içerisinde yaşadığı çevre standartlarındaki değişimin önemli bir yere sahip olduğunu ve üreme dönemleri sonrasında yağ asidi oranlarında düşüşler gözlemlendiği ve beslenme dönemi süresince yağ artışlarının meydana geldiği görüşü ifade edilmiştir.

2.9. Balık Yağının İnsan Sağlığı Açısından Önemi

Çeşitli konularda yapılan bilimsel incelemelerde, insanların maruz kaldıkları birtakım hastalıklarda besin çeşitlerinin ve beslenme alışkanlığının çok büyük önemi olduğu ortaya çıkmış ve bunun sonucunda insanlar daha bilinçli bir şekilde besin maddelerini tüketmeye ve beslenme alışkanlığı kazanmaya başlamıştır. Balık tüketiminin sağlık üzerine olan pozitif etkisini ortaya çıkarma amacıyla çeşitli araştırmalar yapılmakta ve deniz ürünlerindeki EPA ile DHA'nın insan sağlığına olumlu etki ettiği ile ilgili ortaya atılan fikirler üzerinde çalışmalar devam etmektedir. Omega-3 yağ asidinin önemi ilk defa, Grönland'da Eskimoların sağlığı üzerine yapılan çalışmalar sonucunda fark edilmiştir. Eskimoların, geleneksel besin maddeleri yüksek seviyelerde yağ içermesine karşın, kalp hastalıkları, romatizmal kireçlenme, astım gibi birtakım hastalıklara karşı dirençli oldukları tespit edilmiştir (Lau ve ark., 1993; Simon, 1994). Eskimoların doymamış yağları içeren balık etleri ve deniz memelilerinin yağlarını, doymuş yağ asitleri bakımından zengin içerikli bitkisel yağlar ile karasal

memelilerin yağlarına tercih etmelerinin bu sonucu ortaya çıkarmış olduğu belirlenmiştir (Kromhout ve ark., 1985).

Esansiyel yağ asitleri insan kanını doğal olarak inceltici bir fonksiyona sahip olup, damar tıkanıklarına ve kalp krizine neden olabilecek kan pıhtılaşmasını da engelleyip bu tür hastalıkların azalmasında etkili bir yere sahiptir (Leaf ve Weber, 1988). EPA'nın etkisiyle insan bedeninde thromboksan üretimi engellenmiş olur ve bu bileşik yerine thromboksan'a benzeyen farklı bir bileşiğin ortaya çıkmasını sağlar. Bu bileşik pıhtılaşmanın daha az olmasını sağlayarak trombositlerin pıhtı oluşturmalarını oldukça azaltır (Gorga ve Ronsivalli, 1988).

Araştırmacılar; balık tüketiminin fazlaca yapıldığı toplumlarda kalp-damar hastalıkları, felç ve çeşitli dolaşım sistemi hastalıklarının daha seyrek görüldüğünü tespit etmiştir. Balık tüketiminin fazla olduğu Japonya'da insanların kalp hastalığına yakalanma riskleri düşmüştür (Iacono ve Dougherty, 1993). Hollanda'da da 20 yıl süren bir araştırmada da, balık yiyen erkeklerin (günde en az 30 g), balık yemeyenlere göre kronik kalp hastalıklarından ölümlerin yarı yarıya azaldığı kaydedilmiştir (Simon, 1994). Akdeniz bölgesinde yaşayan Güney Avrupa'luların tükettiği balık yağı ve tekli doymamış yağ asidi bakımından zengin zeytinyağının kalp hastalıklarına yakalanma riskini azalttığı bildirilmektedir (Seidelin ve ark., 1992).

Kanada'da 45-54 yaş aralığındaki erkek bireylerde her 100.000 kişide yıllık ölüm oranı, Japonya'daki aynı yaş grubu ve cinsiyetteki bireylerden %650 daha fazla olduğunun sonucuna varılmıştır. Japonların kanındaki kolesterol düzeyi Kanadalılardan daha düşüktür. Bu iki ülke arasındaki kalp damar hastalıklarından gerçekleşen ölüm oranındaki önemli farklılıklar başka faktörlerden kaynaklandığı gibi, Japonların balık tüketiminin koruyucu yönüne dikkat çekerek çok fazla miktarda balık tüketimi yapmalarından da kaynaklandığı ortaya konmuştur. Kanada'da bir günde ortalama kişi başına balık tüketimi 14 g iken Japonya'da bu fark fazlaca açılmakta ve bir günde kişi başı balık tüketimi 90 g'a kadar ulaşmaktadır. Buna bağlı olarak Japonlar günde ortalama 500 mg EPA tüketirken, Kanada'da bu tüketim epeyce azalmakta ve bu miktar sadece 70 mg civarında kalmaktadır (Holub, 1992).

Balık yağ asitlerinin beyin işlevlerinin gerçekleştirilmesinde önemli rol üstlendikleri ve beynin vücuttaki yağ asidi açısından en zengin bölge olduğu keşfedilmiştir. Omega-3 serisinin bir bileşeni olan DHA, insan beynindeki hücrelerin çoğalmasına ve yenilenmesine yardımcı olurken retina hücrelerinin de çoğalmasını

sağlar. Yetişkin bir insanın beyininde bulunması gereken DHA miktarı yaklaşık 20 g. olmalıdır. DHA değerinin daha düşük olması beyindeki kimyasallardan biri olan serotonin düzeyinin düşmesine sebep olur. Serotonin eksikliğinde yorgunluk, depresyon şiddet ve intihar eğilimi artar. Beyin hücrelerinde DHA düzeyinin azalması, depresyon, hafıza kaybı, şizofreni gibi rahatsızlıkların, retina hücrelerindeki azalma ise görme bozuklukları gibi sorunların yaşanmasına sebebiyet verir (Sidhu, 2003). DHA düzeyinin önemli olduğu bir diğer hücre çeşidi ise nöronlardır ki uyarıların iletilmesinde etkisi mutlaklıdır. DHA seviyesinin azalması sonucunda bireylerin bilgiyi alma kapasitesinin düştüğü, yaşlı bireylerde hafıza zayıflığının görüldüğü görüşü öne sürülmüştür (Kolanowski ve Berger, 1999; Schacky ve ark., 1999; Stoll ve ark., 1999; Munehira ve ark., 2000).

Romatizmal kireçlenme bireyi felce kadar götürebilen bir hastalıktır. Bu hastalığa neden olan ağrının temelinde birtakım bitkisel ve diğer yağların tüketilmesi ile yapılan kimyasal iki grup (prostaglandinler, leukotrienler) vardır (Lau ve ark., 1993). Bu hastalığın tedavisinde kullanılan NSAID (Nonsteroid antiinflamatuvar) ilaçlarının ağrıya sebebiyet veren bu kimyasal maddeleri kontrol eden enzimi bloke etmede rol göstermektedir. Bununla birlikte, eikosapentaenik asit (EPA) aynı zamanda kıkırdak dokunun yapısının bozulmasına sebep olan kimyasalları azaltır. Son yıllarda yapılan araştırmalar omega-3 asitlerinden olan EPA'nın romatizmal kireçlenmeyi hafifletme özelliğinin olduğunu göstermiştir (Kromhout ve ark., 1985; Simopoulos, 1991).

Balık yağlarının damar yüzeyini genişletmesi ve dokular damar yüzeyinin genişlemesi sonucunda çok daha fazla oksijen alabilmektedir. Bu durumun astım hastalığının seyri üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu görülmektedir (Broughton ve ark., 1997).

Sedef hastalarının konu alındığı 12 hafta süren bir çalışmada, hastaların bir kısmına günde 1.8 g EPA, geri kalan kısmına da plasebo verilmiştir. Çalışmanın neticesinde EPA'nın verildiği hastaların cilt yüzeylerinde olumlu etki görülürken plasebonun verildiği hastalarda bir değişiklik meydana gelmemiştir. Bu sonuca bağlı olarak omega-3 yağ asitlerinden olan EPA tüketiminin sedef hastalığına çözüm olabileceği bildirilmektedir (Bittiner ve ark., 1988).

Özellikle omega-6 yağ asidi bileşenlerinin cilde iyi geldiği, esnek ve pürüzsüz cilt oluşumunu sağladığı bildirilmiştir. Bununla birlikte vücut ısısı ve su kaybı da bu yağ asitleri sayesinde dengelenmektedir. Balık yağlarının; kaşıntıyı ve deri yangısını

azaltmaktaki etkisiyle beraber bebek pişiklerinde de esansiyel yağ asitlerinin yangıya karşı etkili oldukları kaydedilmiştir (Kromhout ve ark., 1985; Burr ve ark., 1989).

Britton (1995), sigara kullananlarda PUFA'nın, akciğerlerin fonksiyonunu etkileyen kronik hastalıktan (COPD: Chronic obstructive pulmonary disease) koruyabileceği ihtimali üzerinde durmuştur. Çalışma da zengin yağlı balıklarla beslenen insanlarda akciğer fonksiyonlarının düzeldiğini ve kronik bir hastalık olan COPD semptomlarını da iyileştirdiği bildirilmiştir.

Kronik bir sindirim sistemi hastalığı olan Crohn's ilerlemesi durumunda mide-bağırsak bölgesinin harabiyetine sebebiyet vermektedir. Bazı hastalarda, bu hastalığın etkeni; gözler, eklemler ve deri gibi vücudun diğer bölgelerine de yayılarak bu bölgelerinde tahrip olmasına neden olmaktadır (Karabulut ve Yandı, 2006). Yapılan çalışmalar, bu hastalıkların kötüye gitme ihtimalini omega-3 yağ asitlerinin azaltabileceğini göstermiştir. Crohn's hastalığını iyileştirmede kullanılan ilaçların çoğu toksik etkiye sahip olması nedeniyle bu ilaçlar yerine omega-3 yağ asitleri tüketiminin daha sağlıklı olduğu bildirilmektedir (Kromhout ve ark., 1985; Seidelin ve ark., 1992; Harrington, 1994)

Hamilelik sırasında annenin DHA açısından yüksek diyeti gebelikten kaynaklanan hipertansiyonu, düşük veya prematüre doğumu önlemekte ve doğum kilosunu arttırmaktadır. Ayrıca fetusun damar ve sinir sistemi gelişiminin yoğunlaştığı son 3 ayda fetusun beyin ve karaciğerinde DHA ihtiyacı artmaktadır. Bu bilgi gebelikte DHA'in miktarının günde 1.1-1.4 g arasında tüketilmesi gerektiğini desteklemektedir (Anonymous, 2008).

Kandaki n-3 yağ asitlerinin seviyesi düşük olan çocukların davranışlarında bozukluk, öğrenmelerinde güçlük ve birtakım sağlık problemlerinin görüldüğü tespit edilmiştir. Özellikle DHA yeni doğan bebeklerde ilk üç ay içerisinde çok daha önemlidir (Arnold, 2001).

Düzenli aralıklarla omega yağ asidi alan 7-9 yaşındaki çocukların, gece ortalama 58 dakika daha fazla uydukları ve gece uykularının daha az bölündüğü gözlemlenmiştir (Montgomery ve ark., 2014).

Balık tüketiminin kanser hücreleri üzerine etkileri de önemli görülen çalışmalardandır. Balık ve balık yağı ile beslenen farelerde tümör gelişimi önemli ölçüde azalmıştır. Omega-3 serisinin göğüs kanseri, kalın bağırsak kanseri ve prostat kanserinde tümör büyümesini önlediği saptanmıştır (Pigott ve Tucker, 1990).

Diyabet hastalıklarında da balık yağlarının olumlu etkiler sağladığı bilinmekte, omega-3 yağ asitlerinin kandaki şekeri düzeyinin yüksek olması durumuna yani hiperglisemiye karşı etkili olduğu bildirilmektedir (McKenney ve Sica, 2007).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Numunelerin Elde Edilmesi

Araştırmada kullanılan balık numuneleri İstanbul Anadolu Kavağı bölgesinden avlanan balıkçılardan temin edilmiştir. Numuneler alınırken cinsiyet ayrımı yapılmamıştır. Balıkların yağ asidi bileşimine ortamın yani su sıcaklığının etkisinin olup olmadığını araştırmak için balıklar farklı mevsimlerde toplanmıştır. Numunelerin alınması ilkbahar için mart sonu-mayıs aylarında, sonbahar için ekim-kasım aylarında gerçekleştirilmiştir. Her iki mevsimde toplanan balıklardan üçer adet alınmıştır. Numuneler analiz işlemine kadar deep-freezde saklanmıştır.

3.2. Numunelerin Ekstraksiyonu ve Metilleştirilmesi

Numunelerin her birinden sol pektoral yüzgeci ile dorsal yüzgeci arasında bölgeden 10 g et alınmıştır. Alınan bu et parçaları kloroform:metanol karışımında (2:1, v:v) ve deep-freeze'de homojenizasyonun ve ekstraksiyonun gerçekleştirileceği zamana kadar saklanmıştır. Numunelerin yağ asidi ekstraksiyonlarında Folch ve ark. (1957)'nin metodlarından yararlanılmıştır.

Balıkların yağlarındaki yağ asitlerinin gaz kromatografik analizler için metilleştirilmeleri IUPAC (1979) metodundan yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Yağ asitlerinin metilleştirilmesinde BF₃-metanol (bortriflorür-metanol) kompleksi kullanılmıştır. Metilleştirme işleminde kullanılan malzemeler ve yapılan işlemler aşağıda verilmiştir.

Kimyasal maddeler

- NaOH (Merck)
- Metanol (Merck)
- %2'lik metanolik NaOH: 2 g NaOH, metanol ile 100 ml'ye tamamlandı.
- %20'lik BF₃- Metanol Kompleksi
- n-heptan
- NaCl
- Doymuş NaCl: Bir litrelik laboratuvar şişelerinde distile su ile

karıştırılarak hazırlandı.

Cam malzemeler

- Geri soğutucu, 45 cm, düz
- Yağ balonu, 250 ml, dibi düz, 29*32 şilifli
- Ayırma hunisi, 100 ml'lik
- Numune saklama şişeleri

İşlem

Analizi yapılacak yağlardan 0.16-0.20 gr. Yağ örneği yağ balonlarına konuldu. Üzerine 4 cc %2'lik metanolik NaOH çözeltisi ilave edildi ve su banyosu üzerinde sabunlaşma sağlanıncaya kadar kaynatıldı. Sabunlaşma sonunda yağ balonu içine 5 cc %20'lik BF₃-metanol kompleksi eklendi ve 5 dk daha kaynamaya tabi tutuldu. Kaynama sırasında balon sürekli yavaş bir şekilde çalkalandı. Daha sonra üzerine 2 cc n-heptan ilave edildi, bir dakika kadar kaynatıldıktan sonra üzerine doymuş NaCl çözeltisinden 4 cc eklendi. İyice karıştırıldıktan sonra ayırma hunisine alındı. 5-10 dakika kadar fazların ayrılması beklendi. Üstteki açık sarı renkli faz mili viallere alındı ve analizin gerçekleştirildiği ana kadar depp-freeze'de saklandı (IUPAC, 1979).

3.3. Gaz Kromatografik Analizler

Gaz kromatografik analizler HP (Hewlett Packard) Aigelent marka, HP6890 model, FID (Flame Ion Detector, alev iyon dedektör) dedektörlü otomatik injektörlü gaz kromatograf ile gerçekleştirilmiştir. Analizlerde 100 metrelik HP 88 kapiller kolon kullanılmıştır.

Gaz kromatografte injektör bloğu sıcaklığı 240° C, dedektör bloğu sıcaklığı 250 °C olarak ayarlanmıştır. Kolona sıcaklık programı uygulanmıştır. Kolonun başlangıç sıcaklığı 160°C olarak ayarlanmış, bu sıcaklıkta 2 dakika bekletilmiş daha sonra dakikada 4°C artarak 185°C 'ye ulaşılmıştır. Bu sıcaklığı takiben dakikada 1°C artarak 200°C 'ye ulaşılmış ve bu sıcaklıkta 46.75 dakika bekletilmiştir. Sonuçta analizler 70 dakikada tamamlanmıştır.

Gaz kromatografin gaz akış hızları hidrojen: 30 ml/dak., kuru hava: 300 ml/dak. ve taşıyıcı gaz olarak kullanılan helyum: 14.3 ml/dak. olarak ayarlanmıştır.

Analiz için metilleştirilmiş yağ asidi numunelerinden 1 mikrolitre gaz kromatografa injekte edilmiştir. Gaz kromatografi cihazında numuneler 3 tekrarlı olarak analiz edilmiştir.

Kromatogramlardaki piklerin hangi yağ asidine ait olduğu standartların alıkonulma zamanları (relative retention time) ile karşılaştırılarak belirlenmiştir.

Kromatogramlardaki piklerin % alan miktarlarının aritmetik ortalaması hesaplanarak tablo halinde verilmiştir. Sonuçlar yüzde alan (%) Şeklinde gaz kromatografik analiz sonuçlarının aritmetik ortalaması±standart sapma Şeklinde tablo halinde verilmiştir.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. ARAŞTIRMA BULGULARI

Marmara denizinde tüketilen bazı balık türlerinin yağ asidi bileşimlerini tespit etmek amacıyla yapılan bu çalışmada yağ asitlerinin karbon sayılarının 8-24 arasında değiştiği görülmüştür. Çalışmamızda toplam 32 farklı yağ asidi tespit edilmiştir. İlkbahar ve sonbahar mevsimlerinde toplanan altı farklı türün total lipit yüzdeleri ve gaz kromatografisi sonucunda bulunan yağ asitleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Balıkların total lipit yüzdeleri ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde farklı değerlerde bulunmuştur. Sırasıyla ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde; levrek (*Dicentrarchus labrax*) %3.88 ile %4.16, hamsi (*Engraulis encrasicolus*) %6.5 ile %7.22, tekir (*Mullus surmuletus*) %10.81 ile %11.37, lüfer (*Pomatomus saltator*) %6.65 ile %14.93, sardalya (*Sardina pilchardus*) %9.27 ile %8.07, istavrit (*Trachurus trachurus*) %3.47 ile %8.09 seviyelerinde tespit edilmiştir.

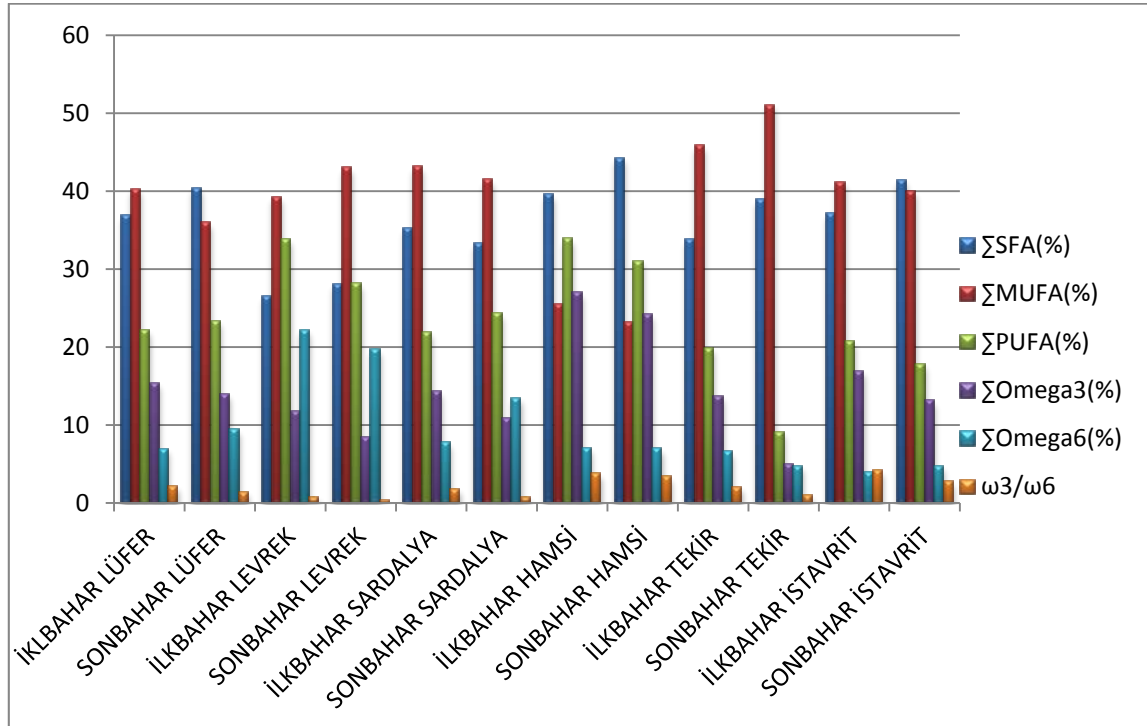
Çizelge4.1. Levrek (*Dicentrarchus labrax*), Hamsi (*Engraulis encrasicolus*), Tekir (*Mullus surmuletus*) Lüfer (*Pomatomus saltator*), Sardalya (*Sardina pilchardus*), İstavrit (*Trachurus trachurus*) balıklarının ilkbahar ve sonbahar mevsimlerine göre total lipit yüzdeleri

| Tür | İlkbahar(%) | Sonbahar(%) |
|-------------------------------|-------------|-------------|
| <i>Dicentrarchus labrax</i> | 3.88 | 4.16 |
| <i>Engraulis encrasicolus</i> | 6.5 | 7.22 |
| <i>Mullus surmuletus</i> | 10.81 | 11.37 |
| <i>Pomatomus saltator</i> | 6.65 | 14.93 |
| <i>Sardina pilchardus</i> | 9.27 | 8.07 |
| <i>Trachurus trachurus</i> | 3.47 | 8.09 |

Genel olarak palmitik asit (C16:0), oleik asit (C18:1 ω9), linoleik asit (C18:2 ω6), eikosapentaenoikasit (EPA, C20:5 ω3) dokosahekzaenoik asit (DHA, C22:6 ω3) yüzdeleri tüm balıkların total yağ asidi bileşiminde yüksek yüzdeyle bulunmuştur.

Balıkların total yağ asidi bileşimindeki doymuş (SFA), tekli doymamış (MUFA) ve çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) yüzdelerinin toplamları ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde değişiklikler göstermiştir. Bu değişiklikler aşağıdaki grafikte gösterilmiştir. Buna göre ilkbaharda en yüksek SFA %39.66 ile hamside, en düşük SFA %26.58 ile levrekte, en yüksek MUFA %45.91 ile tekirde, en düşük MUFA %25.59 ile hamside; en yüksek PUFA % 33.96 ile hamside, en düşük PUFA % 19.9 ile tekirde görülmüştür. Sonbaharda ise en yüksek SFA %44.34 ile hamside, en düşük SFA

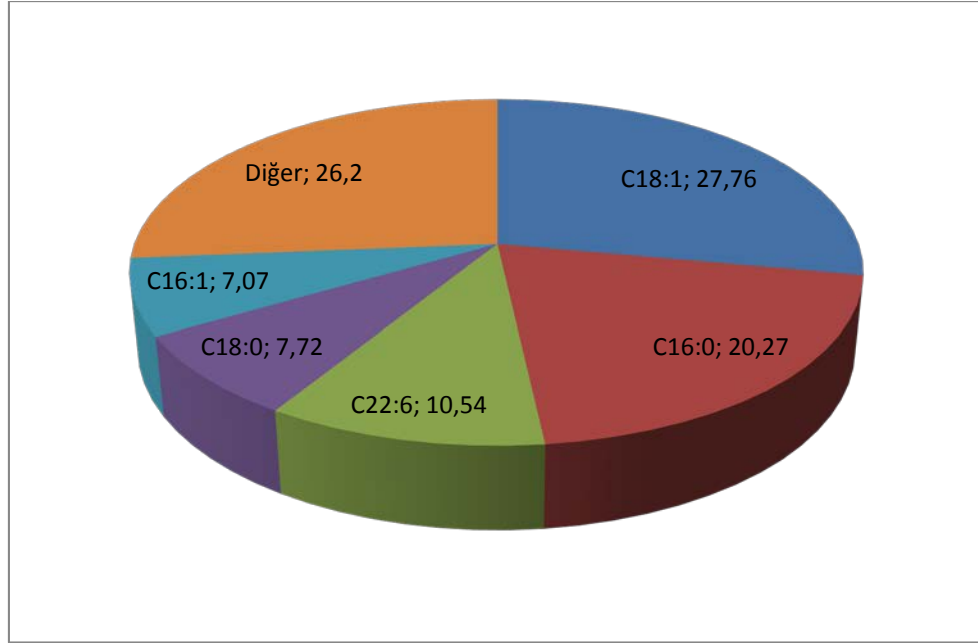
%28.13 ile levrekte; en yüksek MUFA %51.11 ile tekirde, en düşük MUFA %23.25 ile hamside, en yüksek PUFA %31.07 ile hamside en düşük PUFA %9.14 ile tekirde görülmüştür. Bunun yanında ilkbahar mevsiminde en yüksek omega-3 % 27.04 ile hamside, en yüksek omega-6 %22.21 ile levrekte görülmüştür. Sonbahar mevsiminde ise en yüksek omega-3 %24.22 ile hamside, en yüksek omega-6 %19.72 ile levrekte görülmüştür.



Şekil4.1. Lüfer (*Pomatomus saltator*), Levrek (*Dicentrarchus labrax*), Sardalya (*Sardina pilchardus*), Hamsi (*Engraulis encrasiolus*), Tekir (*Mullus surmuletus*), İstavrit (*Trachurus trachurus*) balıklarının ilkbahar ve sonbahar mevsimlerindeki Σ SFA(%), Σ MUFA(%), Σ PUFA(%), $\Sigma\omega$ 3(%), $\Sigma\omega$ 6(%) ve $\Sigma\omega$ 3/ ω 6 değerleri

4.1.1. Lüfer (*Pomatomus saltator*) Balığının Araştırma Bulguları

İlkbahar mevsiminde Lüferin total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asitlerinin %27.76 ile oleik asit (C18:1), %20.27 ile palmitik asit (C16:0) olduğu görülmüştür. Bunu takip eden en yüksek yüzdeli yağ asitlerinin ise, %10.54 ile DHA (C22:6 ω 3) , %7.72 ile stearik asit (C18:0), %7.07 ile palmitoleik asit (C16:1), %4.40 ile miristik asit (C14:0), olduğu tespit edilmiştir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin %77.76'sını oluşturmuştur.



Şekil 4.2. İlkbahar mevsiminde lüferde görülen en yüksek yüzdelerle sahip yağ asitleri

Bunların dışında kalan C17:0 (margarik asit), C17:1 (margaroleik asit), C20:1 (gadoleik asit), C18:2 (linoleik asit), C20:4 (araşidonik asit), C20:5 (EPA), C22:5 (dokosapentaenoik asit) gibi yağ asitlerinin yüzdeleri toplam bileşimin %15,76'sını oluşturmuştur.

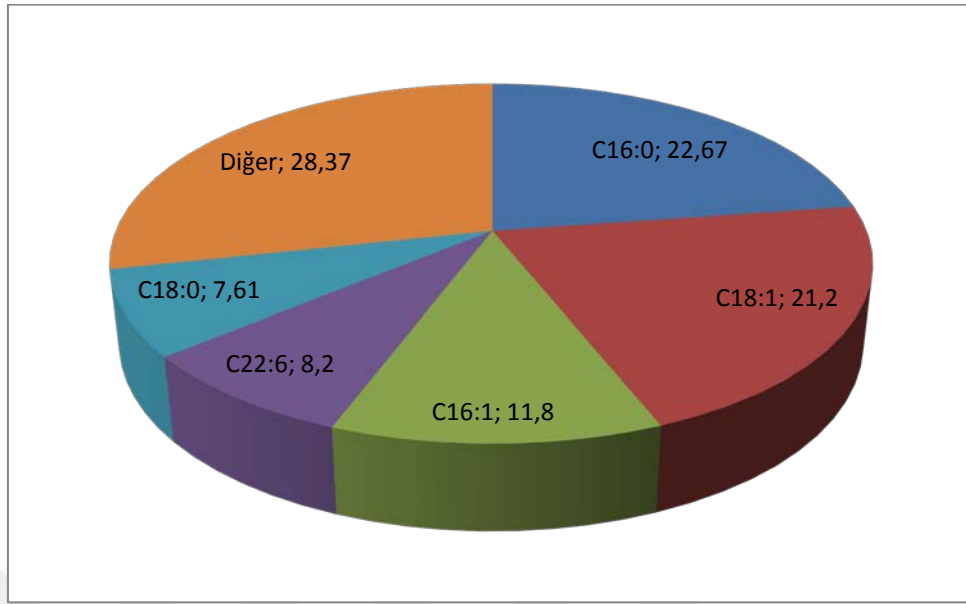
C10:0 (dekanoik asit), C12:0 (laurik asit), C13:0 (tridesilik asit) C15:0 (pentadesilik asit), C20:0 (arakidik asit), C22:0 (dokosanoik asit) C21:0 (heneikosanoik asit), C24:0 (tetrakosenoik asit) C14:1 (miristoleik asit) C15:1 (pentadekanoik asit) C22:1 (erusak asit), C24:1 (nervonik asit), C18:3 (linolenik asit), gibi yağ asitleri ise oldukça düşük yüzdelerle sahip olarak bulunmuştur.

Sağlık açısından önemli olan yağ asitlerinden EPA %2.57, DHA ise %10.54 olarak bulunmuştur.

İlkbahar mevsiminde Lüferin total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamı % 36.95, tekli doymamış yağ asitlerinin toplamı %40.37, çoklu doymamış yağ asitlerinin toplamı %22.24, ω 3 yağ asitlerinin toplamı %15.42; ω 6 yağ asitlerinin toplamı %6.96 olarak tespit edilmiş olup ω 3/ ω 6 oranının 2.22 olduğu görülmüştür.

Sonbahar mevsiminde Lüferin total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asitleri %22.67 ile palmitik asit (C16:0), %21.20 ile oleik asit (C18:1), olduğu görülmüştür. Bunu takip eden en yüksek yüzdeli yağ asitleri ise, %11,80 ile palmitoleik asit (C16:1), %8.20 ile DHA (C22:6 ω 3), %7.61 ile stearik asit (C18:0), %6.13 ile Linoleik asit (C18:2), %5.54 ile miristik asit (C14:0), %4.21 ile EPA (C20:5)

olduğu tespit edilmiştir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin %87,36'sını oluşturmuştur.



Şekil 4.3. Sonbahar mevsiminde lüferde görülen en yüksek yüzdelere sahip yağ asitleri

Bunların dışında kalan C17:0 (margarik asit), C20:4 (araşidonik asit), C20:1 (gadoleik asit) C17:1 (margaroleik asit) gibi yağ asitlerinin yüzdeleri %1.16-1.88 arasında değişirken C10:0 (kaprik asit), C12:0 (laurik asit), C15:0 (pentadesilik asit), C20:0 (arakidik asit), C14:1 (miristoleik asit), C15:1 (pentadekenoik asit), C22:1 (erulik asit), C20:3 (eikosatrienoik asit) gibi yağ asitlerinin yüzdeleri %1'den az bulunmuştur.

Sağlık açısından varlığı önemli olan yağ asitlerinden EPA %4.21, DHA %8.20 olarak belirlenmiştir.

Sonbahar mevsiminde Lüferin total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamı % 40.44, tekli doymamış yağ asitlerinin toplamı %36.01, çoklu doymamış yağ asitlerinin toplamı %23.40, ω3 yağ asitlerinin toplamı %14.06, ω6 yağ asitlerinin toplamı %9.46 olarak tespit edilmiş olup ω3/ ω6 oranının 1.49 olduğu görülmüştür.

Her iki mevsimde de doymuş yağ asitlerinden en yüksek yüzdeye palmitik asit sahipken tekli doymamış yağ asitlerinde en yüksek yüzdeye oleik asit çoklu doymamış yağ asitlerinde en yüksek yüzdeye DHA sahiptir.

İlkbahar mevsiminde total yağ asidi bileşiminde yer alan yağ asitlerinin içerisinde en çok bulunan yağ asidi grubu %40.37 ile tekli doymamış yağ asitleriyken sonbahar mevsiminde en çok bulunan yağ asidi grubu %40.44 ile doymuş yağ asitleridir.

Tablo1. Lüfer (*Pomatomus saltator*)'in mevsimlere göre yağ asidi bileşimi

| Lüfer (<i>Pomatomus saltator</i>) | | |
|--|-------------------------|-------------------|
| YAĞ ASİTLERİ | İLKBAHAR | SONBAHAR |
| C8:0 | ---- | 0.01±0.00a |
| C10:0 | 0.06±0.08a* | 0.01±0.00b |
| C12:0 | 0.03±0.00a [§] | 0.05±0.00b |
| C13:0 | 0.025±0.01a | 0.02±0.01a |
| C14:0 | 4.40±0.16a | 5.54±0.11b |
| C15:0 | 0.66±0.04a | 0.60±0.01a |
| C16:0 | 20.27±0.36a | 22.67±0.46b |
| C17:0 | 1.39±0.05a | 1.32±0.33a |
| C18:0 | 7.72±0.15a | 7.61±0.12a |
| C20:0 | 0.85±0.13a | 0.75±0.02a |
| C21:0 | 0.82±0.20a | 0.82±0.02a |
| C22:0 | 0.44±0.18a | 0.51±0.10a |
| C24:0 | 0.31±0.03a | 0.55±0.13a |
| ΣSFA | 36.95±0.34 | 40.44±0.48 |
| C14:1 ω5 | 0.11±0.02a | 0.09±0.00a |
| C15:1 ω5 | 0.15±0.03a | 0.13±0.01a |
| C16:1 ω7 | 7.07±0.13a | 11.80±0.54b |
| C17:1 ω8 | 1.02±0.02a | 1.16±0.58a |
| C18:1 ω9 | 27.76±0.77a | 21.20±0.44a |
| C20:1 ω9 | 3.39±0.12a | 1.29±0.02b |
| C22:1 ω9 | 0.64±0.07a | 0.07±0.04b |
| C24:1 ω9 | 0.24±0.04a | 0.28±0.09a |
| ΣMUFA | 40.37±0.54 | 36.01±0.24 |
| C18:2 ω6 | 2.17±0.14a | 6.13±0.17b |
| C18:3 ω6 | 0.26±0.08a | 0.16±0.02a |
| C18:3 ω3 | 0.46±0.05a | 0.89±0.02b |
| C20:2 ω6 | 0.50±0.07a | 0.67±0.16b |
| C20:3 ω6 | 0.51±0.10a | 0.51±0.10a |
| C20:3 ω3 | 0.59±0.07a | 0.76±0.21b |
| C20:4 ω6 | 3.31±0.09a | 1.88±0.15b |
| C20:5 ω3 | 2.57±0.08a | 4.21±0.21a |
| C22:2 ω6 | 0.06±0.02a | ---- |
| C22:5 ω3 | 1.91±0.40a | ---- |
| C22:6 ω3 | 10.54±0.08a | 8.20±0.30a |
| ΣPUFA | 22.24±1.41 | 23.40±1.19 |
| Σ ω3 | 15.42 | 14.06 |
| Σ ω6 | 6.96 | 9.46 |
| ω3/ ω6 | 2.22 | 1.49 |

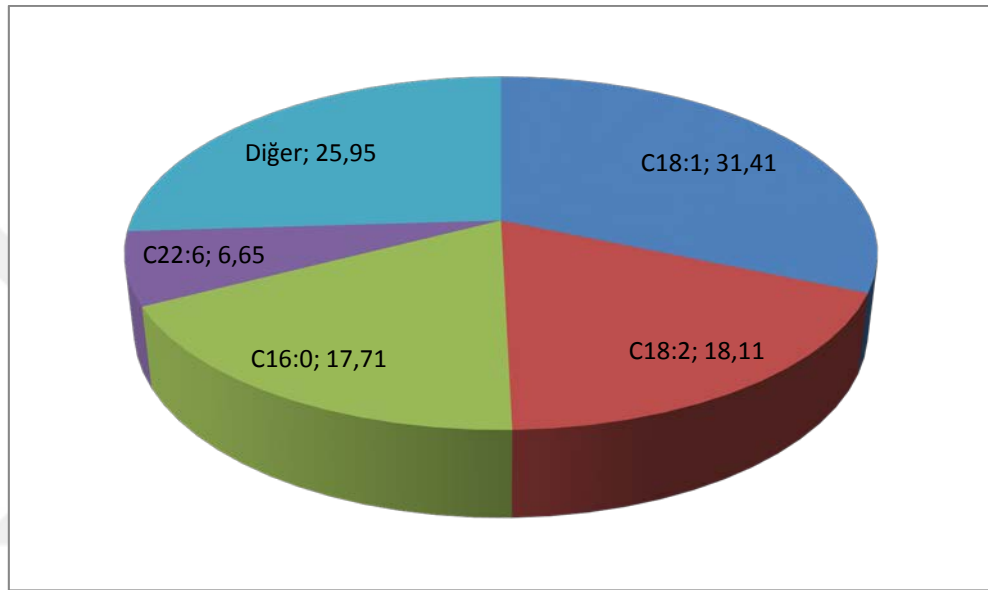
*Aritmetik ortalama±Standart sapma

§Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır.

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

4.1.2. Levrek (*Dicentrarchus labrax*) Balığının Araştırma Bulguları

İlkbahar mevsiminde Levrek'in total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asitleri %31.41 ile oleik asit (C18:1), %18.11 ile linoleik asit (C18:2), %17.71 ile palmitik asit (C16:0) olduğu görülmüştür. Bunu takip eden en yüksek yüzdeli yağ asitleri ise, %6.65 ile DHA (C22:6 ω 3), %4.73 ile stearik asit (C18:0), %4.04 ile palmitoleik asit (C16:1) olduğu tespit edilmiştir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin %82.65'ini oluşturmuştur.



Şekil 4.4. İlkbahar mevsiminde levrekte görülen en yüksek yağ asitleri

Bunların dışında kalan C14:0 (miristik asit), C20:1 (gadoleik asit), C18:3n-3 (alfa-linolenik asit), C20:2 (eikosadienoik asit), C20:4 (araşidonik asit), C20:5 (EPA) gibi yağ asitlerinin yüzdeleri toplam bileşimin %13,22'sini oluşturmuştur.

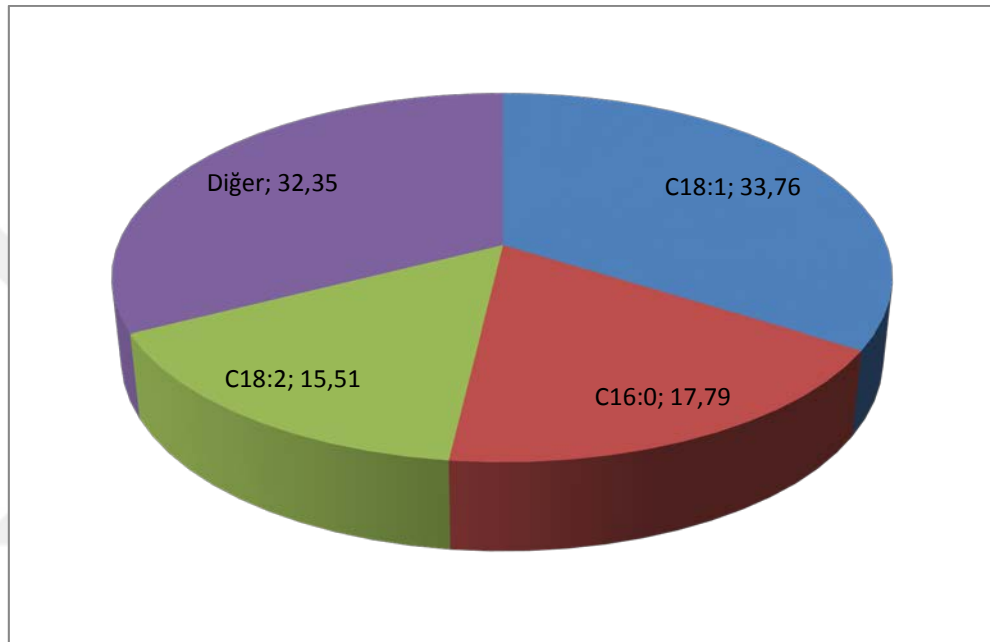
C15:0 (pentadesilik asit), C17:0 (margarik asit), C20:0 (arakidik asit) C21:0 (heneikosanoik asit), C22:0 (behenoik asit), C24:0 (lignoserik asit), C14:1 (miristoleik asit) C15:1 (pentadekanoik asit), C16:1 (palmitoleik asit), C24:1 (nervonik asit), C18:3 ω 6 (γ -linolenik asit), gibi yağ asitleri ise oldukça düşük yüzdelerle sahip olarak bulunmuştur.

Sağlık açısından önemli olan yağ asitlerinden EPA %2.89, DHA ise %6.65 olarak bulunmuştur.

İlkbahar mevsiminde Levrek balığının total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamı % 26.58, tekli doymamış yağ asitlerinin toplamı %39.33, çoklu doymamış yağ asitlerinin toplamı %33.92, ω 3 yağ asitlerinin toplamı %11.85; ω 6 yağ

asitlerinin toplamı %22.21 olarak tespit edilmiş olup ω 3/ ω 6 oranının %0.79 olduğu görülmüştür.

Sonbahar mevsiminde Levreğin total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asitleri %33.76 ile oleik asit (C18:1), %17.99 ile palmitik asit (C16:0), %15.51 ile linoleik asit (C18:2 ω 6) olduğu görülmüştür. Bunu takip eden en yüksek yüzdeli yağ asitleri ise, %5.06 ile stearik asit (C18:0), %4.18 ile palmitoleik asit (C16:1) olduğu tespit edilmiştir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin %75.9'unu oluşturmuştur.



Şekil 4.5. Sonbahar mevsiminde levrekte görülen en yüksek yağ asitleri

Bunların dışında kalan C14:0 (miristik asit), C21:0 (heneikosanoik asit), C24:1 (nervonik asit), C18:3 ω 3 (linolenik asit), C20:1 (gadoleik asit), C20:2 ω 6 (eikosadienoik asit), C20:4 (araşidonik asit), C20:5 (EPA), C22:6 (DHA) gibi yağ asitlerinin yüzdeleri toplam bileşimin %19.48'ini oluşturmuştur.

C15:0 (pentadesilik asit), C17:0 (margarik asit), C20:0 (arakidik asit) C21:0 (heneikosanoik asit), C22:0 (behenoik asit), C24:0 (lignoserik asit), C14:1 (miristoleik asit), C15:1 (pentadekanoik asit), C17:1 (margaroleik asit), C20:3 (eikosatrienoik asit) gibi yağ asitleri ise %1'den düşük yüzdelerle sahip olarak bulunmuştur.

Sonbahar mevsiminde Levrek balığının total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamı % 28.13, tekli doymamış yağ asitlerinin toplamı %43.09, çoklu doymamış yağ asitlerinin toplamı %28.19 olarak bulunmuştur.

Sağlık açısından önemli olan yağ asitlerinden EPA %2.47, DHA ise %3.53 olarak bulunmuştur.

Sonbahar mevsiminde $\omega 3$ yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı %8.50, $\omega 6$ yağ asitlerinin toplamı ise %19.72 olarak tespit edilmiştir. Sonbahar mevsiminde $\omega 3/ \omega 6$ oranının %0.43 olduğu görülmüştür.

Her iki mevsimde de total yağ asidi bileşiminde yer alan yağ asitlerinin içerisinde en çok bulunan yağ asidi grubu tekli doymamış yağ asitleri olarak tespit edilmiştir.

İlkbahar mevsiminde rastlanılan γ -linolenik asit (C18:3n-6) ve dokosapentaenoik asit (C22:5n-3) sonbahar mevsiminde rastlanmamıştır.



Tablo2. Levrek (*Dicentrarchus labrax*)' in mevsimlere göre yağ asidi bileşimi

| Levrek (<i>Dicentrarchus labrax</i>) | | |
|---|-------------------|-------------------|
| YAĞ ASİDİ | İLKBAHAR | SONBAHAR |
| C12:0 | 0.03±0.00a* | ---- |
| C14:0 | 1.70±0.23a§ | 2.10±0.14b |
| C15:0 | 0.20±0.02a | 0.22±0.01a |
| C16:0 | 17.71±0.92a | 17.99±0.83a |
| C17:0 | 0.39±0.05a | 0.43±0.07a |
| C18:0 | 4.73±0.25a | 5.06±0.49a |
| C20:0 | 0.86±0.49a | 0.36±0.03b |
| C21:0 | 0.59±0.12a | 1.04±0.17b |
| C22:0 | 0.23±0.01a | 0.52±0.15b |
| C24:0 | 0.17±0.09a | 0.41±0.16b |
| ΣSFA | 26.58±1.48 | 28.13±0.87 |
| C14:1 ω5 | 0.05±0.01a | 0.04±0.01a |
| C15:1 ω5 | 0.14±0.02a | 0.08±0.00b |
| C16:1 ω7 | 4.04±0.05a | 4.18±0.20b |
| C17:1 ω8 | 0.40±0.20a | 0.42±0.05a |
| C18:1 ω9 | 31.41±2.12a | 33.76±1.17a |
| C20:1 ω9 | 3.00±0.05a | 3.13±0.23a |
| C24:1 ω9 | 0.31±0.05a | 1.55±0.51b |
| ΣMUFA | 39.33±2.35 | 43.09±1.05 |
| C18:2 ω6 | 18.11±0.96 | 15.51±0.58 |
| C18:3 ω6 | 0.34±0.04a | ---- |
| C18:3 ω3 | 2.16±0.32a | 2.00±0.16a |
| C20:2 ω6 | 1.41±0.07a | 1.88±0.28b |
| C20:3 ω6 | 0.23±0.01a | 0.52±0.15b |
| C20:3 ω3 | 0.16±0.02a | 0.50±0.17b |
| C20:4 ω6 | 2.06±0.67a | 1.78±0.25a |
| C20:5 ω3 | 2.89±0.48a | 2.47±0.23a |
| C22:2 ω6 | 0.04±0.01a | ---- |
| C22:6 ω3 | 6.65±0.64a | 3.53±0.38b |
| ΣPUFA | 33.92±0.61 | 28.19±1.10 |
| Σ ω3 | 11.85 | 8.50 |
| Σ ω6 | 22.21 | 19.72 |
| ω3/ ω6 | 0.79 | 0.43 |

*Aritmetik ortalama±Standart sapma

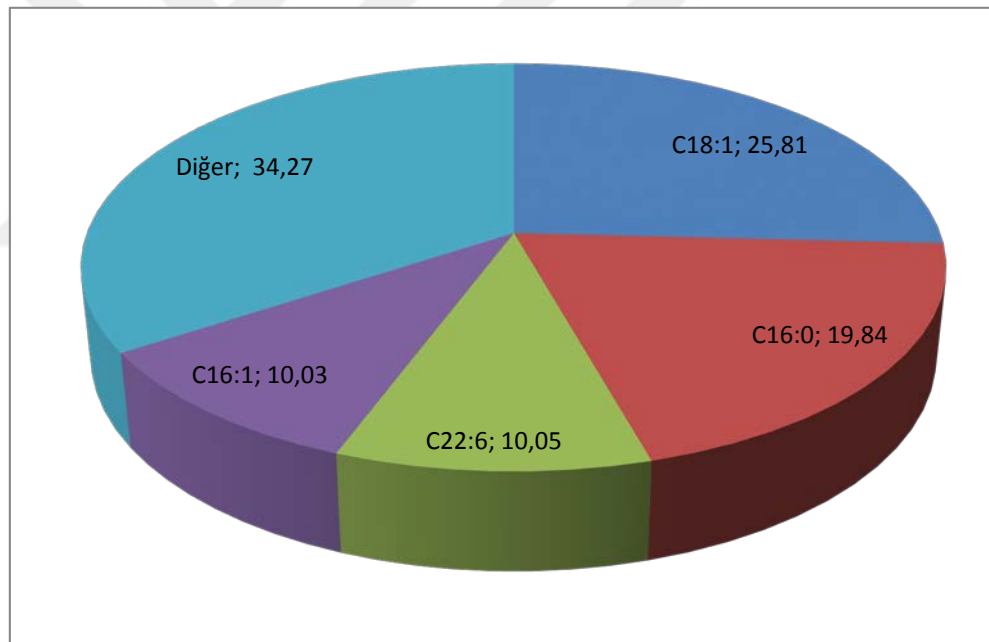
§Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır.

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

4.1.3. Sardalye (*Sardina pilchardus*) Balığının Araştırma Bulguları

İlkbahar mevsiminde sardalya total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asitleri %25.81 ile oleik asit (C18:1), %19.84 ile palmitik asit (C16:0) olduğu görülmüştür. Bunu takip eden en yüksek yüzdeli yağ asitleri ise, %10.05 ile DHA (C22:6 ω3), %10.03 ile palmitoleik asit (C16:1), %5.82 ile stearik asit (C18:0), %5.07 ile miristik asit (C14:0), %4.21 ile araşidonik asit (C20:4) olduğu tespit edilmiştir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin %80.83'ünü oluşturmuştur.

Bunların dışında kalan C20:1 (gadoleik asit), C20:5 (EPA), C17:0 (margarik asit), C21:0 (heneikosanoik asit), C17:1 (margaroleik asit), C24:1 (nervonik asit), C18:2 (linoleik asit) gibi yağ asitlerinin yüzdeleri toplam bileşimin %13.83'ünü oluşturmuştur.



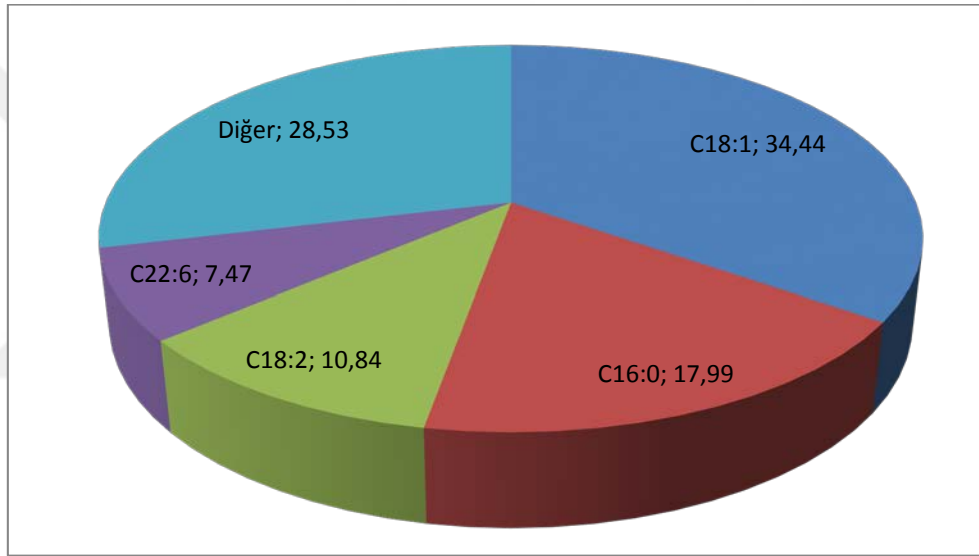
Şekil 4.6. İlkbahar mevsiminde sardalyede görülen en yüksek yağ asitleri

C8:0 (kaprilik asit), C10:0 (kaprik asit), C12:0 (laurik asit), C15:0 (pentadesilik asit), C20:0 (arakidik asit), C22:0 (behenik asit), C24:0 (lignoserik asit), C14:1 (miristoleik asit), C15:1 (pentadekanoik asit), C22:1 (erusik asit), C18:3 ω6 (linolenik asit), C20:2 (eikosadienoik asit), C20:3 (cis-8-11-14 eikosatrienoik asit), C22:2 (cis13,16 dokosadienoik asit) gibi yağ asitleri ise %1'den düşük yüzdelerle sahip olarak bulunmuştur.

Sağlık açısından önemli olan yağ asitlerinden EPA %3.25, DHA ise %10.05 olarak bulunmuştur.

İlkbahar mevsiminde sardalya balığının total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamı % 35.35, tekli doymamış yağ asitlerinin toplamı %43.20, çoklu doymamış yağ asitlerinin toplamı %21.97, ω 3 yağ asitlerinin toplamı %14.37; ω 6 yağ asitlerinin toplamı %7.79 olarak tespit edilmiş olup ω 3/ ω 6 oranının %1.85 olduğu görülmüştür.

Sonbahar mevsiminde sardalyanın total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asitleri,%34.44 ile oleik asit (C18:1) %17.99 ile palmitik asit (C16:0), %10.84 ile linoleik asit (C18:2 ω 6) olduğu görülmüştür. Bunu takip eden en yüksek yüzdeli yağ asitleri ise,%7.47 ile DHA (C22:6), %6.37 ile stearik asit (C18:0), %4 ile gadoleik asit (C20:1) olduğu tespit edilmiştir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin %81.11'ini oluşturmuştur.



Şekil 4.7. Sonbahar mevsiminde sardalyede görülen yağ asitleri

Bunların dışında kalan C14:0 (Miristik asit), C17:0 (Margarik asit), C21:0 (Heneikosanoik asit), C16:1 (Palmitoleik asit), C20:5 (EPA) gibi yağ asitlerinin yüzdeleri toplam bileşimin %11.22'sini oluşturmuştur.

C8:0 (kaprilik asit), C10:0 (kaprik asit), C12:0 (laurik asit), C20:0 (arakidik asit), C22:0 (behenoik asit), C14:1 (miristoleik asit), C15:1 (pentadekanoik asit), C17:1 (margaroleik asit), C24:1 (nervonik asit), C18:3 (linolenik asit), C20:3 (eikosatrienoik asit), C20:4 (araşidonik asit) gibi yağ asitleri ise %1'den düşük yüzdelerle sahip olarak bulunmuştur.

Sağlık açısından önemli olan yağ asitlerinden EPA %2.12, DHA ise %7.47 olarak bulunmuştur.

Sonbahar mevsiminde sardalye balığının total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamı % 33.35, tekli doymamış yağ asitlerinin toplamı %41.54, çoklu doymamış yağ asitlerinin toplamı %24.38 olarak bulunmuştur.

Sonbahar mevsiminde ω 3 yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı %10.96, ω 6 yağ asitlerinin toplamı ise %13.49 olarak tespit edilmiştir. Sonbahar mevsiminde ω 3/ ω 6 oranının %0.81 olduğu görülmüştür.



Tablo3. Sardalye (*Sardina pilchardus*)'nin mevsimlere göre yağ asidi bileşimi

| Sardalye (<i>Sardina pilchardus</i>) | | |
|---|-------------------------|-------------------|
| YAĞ ASİDİ | İLKBAHAR | SONBAHAR |
| C8:0 | 0.01±0.00a* | 0.01±0.01a |
| C10:0 | 0.03±0.02a [§] | 0.05±0.00a |
| C12:0 | 0.04±0.01a | 0.20±0.00b |
| C13:0 | 0.03±0.01a | 0.02±0.00b |
| C14:0 | 5.07±0.85a | 3.73±0.03b |
| C15:0 | 0.48±0.40a | 0.53±0.01a |
| C16:0 | 19.84±0.03a | 17.99±0.16b |
| C17:0 | 1.26±0.01a | 1.17±0.01a |
| C18:0 | 5.82±0.77a | 6.37±0.04a |
| C20:0 | 0.66±0.15a | 0.83±0.02a |
| C21:0 | 1.30±0.35a | 2.01±0.01b |
| C22:0 | 0.59±0.23a | 0.36±0.01b |
| C24:0 | 0.25±0.06a | 0.09±0.13b |
| ΣSFA | 35.35±1.29 | 33.35±0.08 |
| C14:1 ω5 | 0.18±0.03a | 0.07±0.00a |
| C15:1 ω5 | 0.19±0.01a | 0.07±0.00a |
| C16:1 ω7 | 10.03±0.23a | 2.19±1.46b |
| C17:1 ω8 | 1.17±0.04a | 0.63±0.01b |
| C18:1 ω9 | 25.81±0.04a | 34.44±0.38b |
| C20:1 ω9 | 3.75±0.03a | 4.00±0.01a |
| C22:1 ω9 | 0.88±0.02a | ----- |
| C24:1 ω9 | 1.19±1.82a | 0.14±0.11b |
| ΣMUFA | 43.20±1.56 | 41.54±1.26 |
| C18:2 ω6 | 1.91±0.29a | 10.84±0.30a |
| C18:3 ω6 | 0.21±0.03a | 0.26±0.02a |
| C18:3 ω3 | 0.75±0.04a | 0.60±0.02a |
| C20:2 ω6 | 0.46±0.04a | 0.92±0.06b |
| C20:3 ω6 | 0.70±0.04a | 0.36±0.01b |
| C20:3 ω3 | 0.33±0.02a | 0.77±0.23b |
| C20:4 ω6 | 4.21±0.05a | 0.86±0.12b |
| C20:5 ω3 | 3.25±0.02a | 2.12±0.04b |
| C22:2 ω6 | 0.11±0.01a | 0.18±0.27a |
| C22:6 ω3 | 10.05±0.71a | 7.47±0.53b |
| ΣPUFA | 21.97±0.61 | 24.38±0.80 |
| Σ ω3 | 14.37 | 10.96 |
| Σ ω6 | 7.79 | 13.49 |
| ω3/ ω6 | 1.85 | 0.81 |

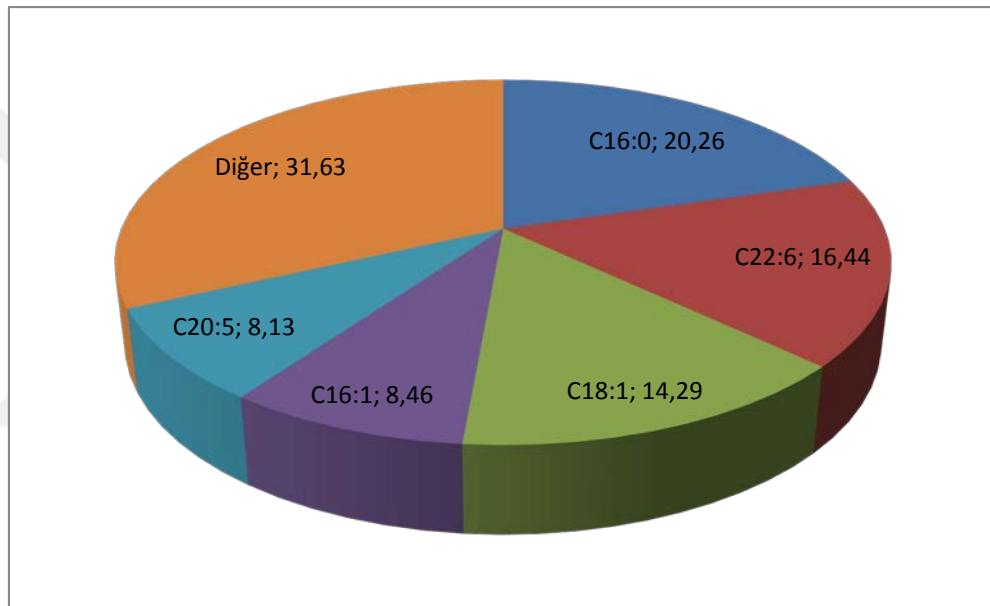
*Aritmetik ortalama±Standart sapma

[§]Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır.

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

4.1.4. Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) Balığının Araştırma Bulguları

İlkbahar mevsiminde hamsi total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asitleri, %20.26 ile palmitik asit (C16:0), %16.44 ile DHA (C22:6 ω3), %14.29 ile oleik asit (C18:1) olduğu görülmüştür. Bunu takip eden en yüksek yüzdeli yağ asitleri ise, %8.46 ile palmitoleik asit (C16:1), %8.13 ile EPA (C20:5), %6.86 ile miristik asit (C14:0), %5.37 ile stearik asit (C18:0) olduğu tespit edilmiştir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin %79.81'ini oluşturmuştur.



Şekil 4.8. İlkbahar mevsiminde hamside görülen en yüksek yağ asitleri

Bunların dışında kalan, C15:0 (pentadesilik asit), C17:0 (margarik asit), C21:0 (heneikosanoik asit), C17:1 (margaroleik asit), C18:2 (linoleik asit), C18:3n-3 (α -linolenik asit), C20:4 (araşidonik asit), C20:3 (cis-8-11-14 eikosatrienoik asit) gibi yağ asitlerinin yüzdeleri toplam bileşimin %14.14'ünü oluşturmuştur.

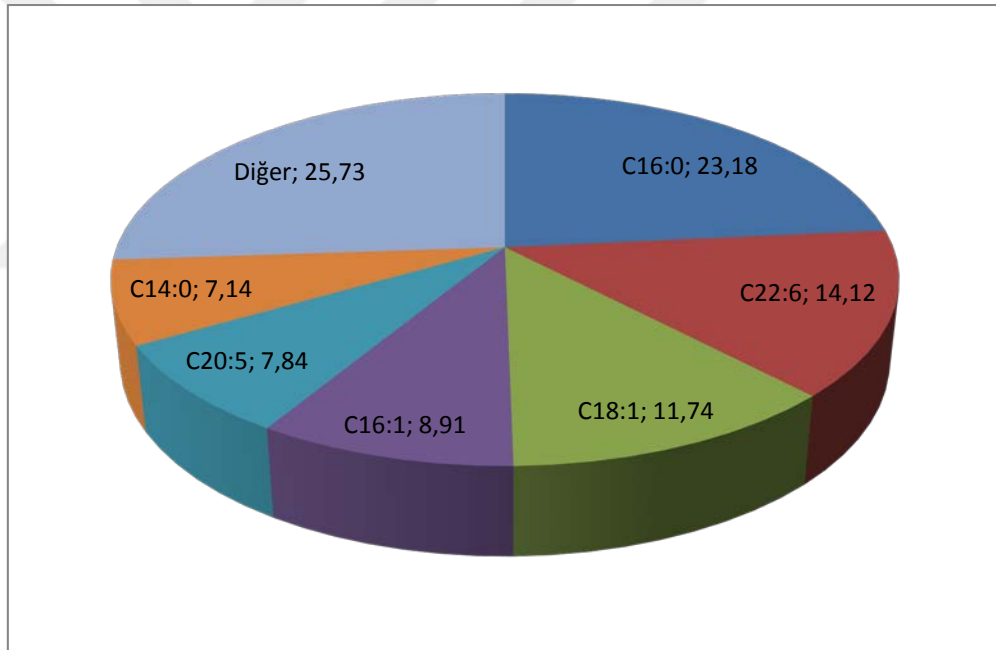
C8:0(kaprilik asit), C10:0(kaprik asit), C12:0(laurik asit), C13:0(tridesilik asit), C20:0(arakidik asit), C22:0 (behenoik asit), C24:0(lignoserik asit), C14:1 (miristoleik asit), C15:1(pentadekanoik asit), C20:1 (gadoleik asit), C22:1 (erusak asit), C18:3 ω6 (γ -linolenik asit), C20:2 (eikosadienoik asit), C22:2 (cis13,16 dokosadienoik asit) gibi yağ asitleri ise %1' den düşük yüzdelerle bulunmuştur.

Sağlık açısından önemli olan yağ asitlerinden EPA %8.13, DHA ise %16.44 olarak bulunmuştur.

İlkbahar mevsiminde hamsi balığının total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamı % 39.66, tekli doymamış yağ asitlerinin toplamı %25.59, çoklu doymamış yağ asitlerinin toplamı %33.96 olarak bulunmuştur.

İlkbahar mevsiminde hamsinin $\omega 3$ yağ asitlerinin toplamı %27.04; $\omega 6$ yağ asitlerinin toplamı %7.14 olarak tespit edilmiş olup $\omega 3/ \omega 6$ oranının %3.80 olduğu görülmüştür.

Sonbahar mevsiminde hamsinin total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asitleri, %23.18 ile palmitik asit (C16:0), %14.12 ile DHA (C22:6), %11.74 ile oleik asit (C18:1) olduğu görülmüştür. Bunu takip eden en yüksek yüzdeli yağ asitleri ise, %8.91 ile palmitoleik asit (C16:1), %7.84 ile EPA (C20:5), %7.14 ile miristik asit (C14:0), %6.71 ile stearik asit (C18:0) olduğu tespit edilmiştir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin %79.64'ünü oluşturmuştur.



Şekil 4.9. Sonbahar mevsiminde hamside görülen en yüksek yağ asitleri

Bunların dışında kalan C15:0 (pentadesilik asit), C17:0 (margarik asit), C20:0 (arakidik asit), C21:0 (heneikosanoik asit), C17:1 (margaroleik asit), C18:2 (Linoleik asit), C18:3 $\omega 3$ (α -linolenik asit), C20:3 (cis-8-11-14 eikosatrienoik asit), C20:4 (araşidonik asit) gibi yağ asitlerinin yüzdeleri toplam bileşimin %14.05'sini oluşturmuştur.

C8:0 (kaprilik asit), C10:0 (kaprik asit), C12:0 (laurik asit), C22:0 (behenoik asit), C24:0 (lignoserik asit), C14:1 (miristoleik asit), C15:1 (pentadekanoik asit), C20:1 (gadoleik asit), C22:1 (erusic asit), C18:3 (γ linolenik asit), C20:2 (eikosadienoik asit),

C24:1 (nervonik asit), C22:2 (cis-13-16 dokosadienoik asit) gibi yağ asitleri ise %1'den düşük yüzdelerle sahip olarak bulunmuştur.

Sağlık açısından önemli olan yağ asitlerinden EPA %7.84, DHA ise %14.12 olarak bulunmuştur.

Sonbahar mevsiminde hamsi balığının total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamı % 44.34, çoklu doymamış yağ asitlerinin toplamı %31.07, tekli doymamış yağ asitlerinin toplamı %23.25 olarak bulunmuştur.

Sonbahar mevsiminde ω 3 yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı %24.22, ω 6 yağ asitlerinin toplamı ise %7.07 olarak tespit edilmiştir. Sonbahar mevsiminde ω 3/ ω 6 oranının %3.44 olduğu görülmüştür.



Tablo4. Hamsi (*Engraulis encrasicolus*)' nin mevsimlere göre yağ asidi bileşimleri

| HAMSİ (<i>Engraulis encrasicolus</i>) | | |
|--|-------------------|-------------------|
| YAĞ ASİDİ | İLKBAHAR | SONBAHAR |
| C8:0 | 0.05±0.02a* | 0.03±0.02a |
| C10:0 | 0.05±0.01a§ | 0.04±0.00a |
| C12:0 | 0.1±0.03a | 0.11±0.04a |
| C13:0 | 0.07±0.01a | 0.07±0.02a |
| C14:0 | 6.86±0.62a | 7.14±1.21a |
| C15:0 | 1.27±0.04a | 1.32±0.13a |
| C16:0 | 20.26±1.28a | 23.18±0.50b |
| C17:0 | 1.81±0.07a | 2.35±0.36b |
| C18:0 | 5.37±0.14a | 6.71±0.63b |
| C20:0 | 0.93±0.10a | 1.74±0.11b |
| C21:0 | 2.18±0.10a | 1.57±0.40a |
| C22:0 | 0.37±0.30a | 0.18±0.24a |
| C24:0 | 0.40±0.08a | 0.52±0.10a |
| ΣSFA | 39.66±2.03 | 44.34±1.35 |
| C14:1 ω5 | 0.18±0.04a | 0.20±0.03a |
| C15:1 ω5 | 0.22±0.06a | 0.22±0.02a |
| C16:1 ω7 | 8.46±0.28a | 8.91±1.06b |
| C17:1 ω8 | 1.10±0.04a | 1.10±0.13b |
| C18:1 ω9 | 14.29±0.66b | 11.74±1.87a |
| C20:1 ω9 | 0.77±0.07a | 0.52±0.02b |
| C22:1 ω9 | 0.31±0.27a | 0.08±0.05b |
| C24:1 ω9 | 0.39±0.12a | 0.48±0.14b |
| ΣMUFA | 25.59±0.68 | 23.25±2.72 |
| C18:2 ω6 | 3.36±0.38a | 3.72±0.21a |
| C18:3 ω6 | 0.20±0.02a | 0.31±0.07b |
| C18:3 ω3 | 1.42±0.08a | 1.13±0.06a |
| C20:2 ω6 | 0.97±0.18a | 0.54±0.29b |
| C20:3 ω6 | 0.37±0.30a | 0.18±0.24a |
| C20:3 ω3 | 1.04±0.08a | 1.12±0.03a |
| C20:4 ω6 | 1.96±0.35a | 1.99±0.15a |
| C20:5 ω3 | 8.13±0.09a | 7.84±1.05b |
| C22:2 ω6 | 0.10±0.01a | 0.11±0.04a |
| C22:6 ω3 | 16.44±0.52 | 14.12±1.27 |
| ΣPUFA | 33.96±0.97 | 31.07±2.61 |
| Σ ω3 | 27.04 | 24.22 |
| Σ ω6 | 7.14 | 7,07 |
| ω3/ ω6 | 3.80 | 3.44 |

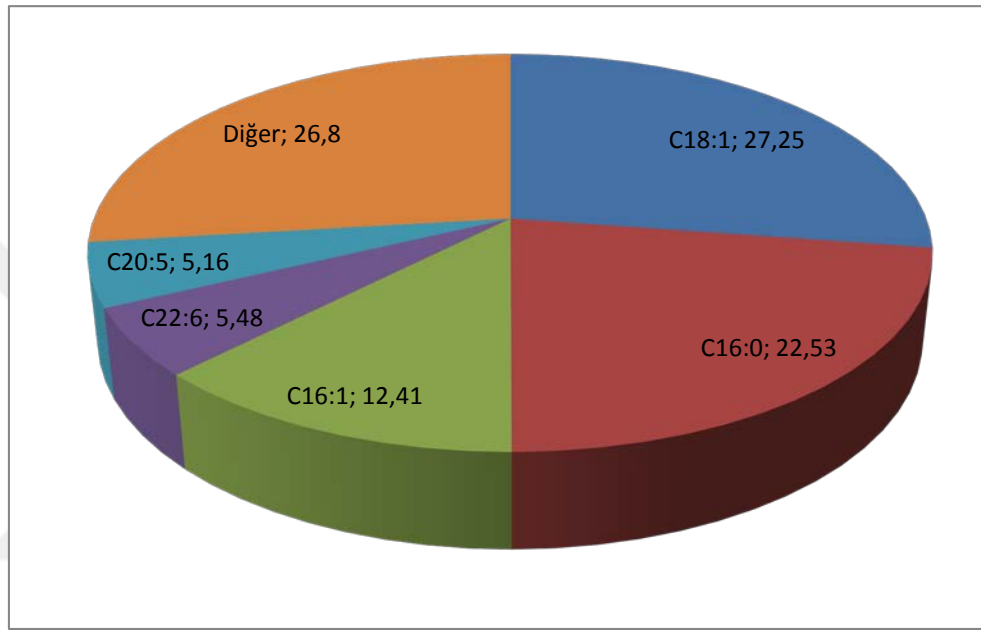
*Aritmetik ortalama±Standart sapma

§Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır.

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

4.1.5. Tekir (*Mullus surmuletus*) Balığının Araştırma Bulguları

İlkbahar mevsiminde tekirin total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asitleri, %27.25 ile oleik asit (C18:1), %22.53 ile palmitik asit (C16:0), %12.41 ile palmitoleik asit (C16:1), olduğu görülmüştür. Bunu takip eden en yüksek yüzdeli yağ asitleri ise, %5.48 ile DHA (C22:6 ω3), %5.16 ile EPA (C20:5), %4.68 ile stearik asit (C18:0) olduğu tespit edilmiştir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin %77.51'ini oluşturmuştur.



Şekil 4.10. İlkbahar mevsiminde tekirde görülen en yüksek yağ asitleri

Bunların dışında kalan, C14:0 (miristik asit), C17:0 (margarik asit), C17:1 (margaroleik asit), C20:1 (gadoleik asit), C18:2 (linoleik asit), C18:3n-3 (α linolenik asit), C20:4 (araşidonik asit) gibi yağ asitlerinin yüzdeleri toplam bileşimin %15.69'unu oluşturmuştur.

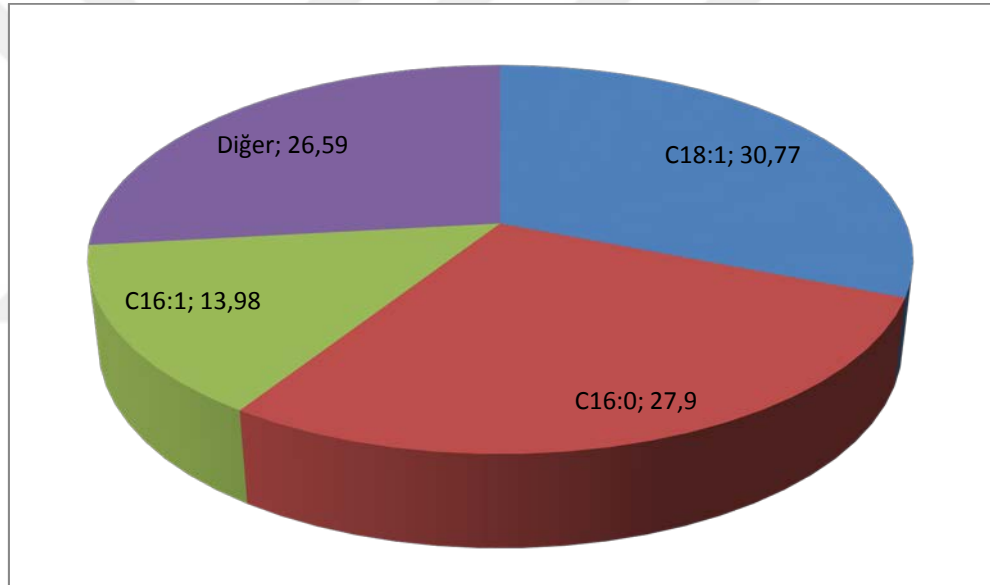
C12:0 (laurik asit), C13:0 (tridesilik asit), C15:0 (pentadesilik asit), C20:0 (arakidik asit), C21:0 (heneikosanoik asit), C22:0 (behenoik asit), C24:0 (lignoserik asit), C14:1 (miristoleik asit), C15:1 (pentadekanoik asit), C22:1 (erusik asit), C24:1 (nervonik asit), C18:3 ω6 (γ linolenik asit), C20:2 (eikosadienoik asit), C22:2 (cis13,16 dokosadienoik asit) gibi yağ asitleri ise %1'den düşük yüzdelere sahip olarak bulunmuştur.

Sağlık açısından önemli olan yağ asitlerinden EPA %5.16, DHA ise %5.48 olarak bulunmuştur.

İlkbahar mevsiminde tekir balığının total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamı % 33.82, tekli doymamış yağ asitlerinin toplamı %45.91, çoklu doymamış yağ asitlerinin toplamı %19.90 olarak bulunmuştur.

İlkbahar mevsiminde tekirin $\omega 3$ yağ asitlerinin toplamı %13.75; $\omega 6$ yağ asitlerinin toplamı %6.65 olarak tespit edilmiş olup $\omega 3/ \omega 6$ oranının %2.09 olduğu görülmüştür.

Sonbahar mevsiminde tekirin total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asitleri, %30.77 ile oleik asit (C18:1), %27.90 ile palmitik asit (C16:0), %13,98 ile palmitoleik asit (C16:1) olduğu görülmüştür. Bunu takip eden en yüksek yüzdeli yağ asidi ise, %5.45 ile stearik asit (C18:0) olduğu tespit edilmiştir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin %78.1'ini oluşturmuştur.



Şekil 4.11. Sonbahar mevsiminde Tekirde görülen en yüksek yüzdeye sahip yağ asitleri

Bunların dışında kalan C14:0 (miristik asit), C17:0 (margarik asit), C17:1 (margaroleik asit), C20:1 (Gadoleik asit), , C18:2 (linoleik asit), C18:3 $\omega 3$ (α -linolenik asit), C20:4 (araşidonik asit), C20:5 (EPA), C22:6 (DHA) gibi yağ asitlerinin yüzdeleri toplam bileşimin %16.06'sını oluşturmuştur.

C12:0 (laurik asit), C15:0 (pentadesilik asit), C20:0 (arakidik asit), C21:0 (heneikosanoik asit), ,C22:0 (beheik asit), C24:0 (lignoserik asit),C14:1 (miristoleik asit), C15:1 (pentadekanoik asit), C22:1 (erusik asit), C24:1 (nervonik asit), C18:3 $\omega 6$ (γ linolenik asit), C20:2 (eikosadienoik asit), C20:3 $\omega 6$ (eikosatrienoik asit), C20:3 $\omega 3$ (cis-8-11-14 eikosatrienoik asit), C22:2 (cis-13-16 dokosadienoik asit) gibi yağ asitleri ise %1'den düşük yüzdelerle sahip olarak bulunmuştur.

Sağlık açısından önemli olan yağ asitlerinden EPA %1.31, DHA ise %1.47 olarak bulunmuştur.

Sonbahar mevsiminde tekir balığının total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamı % 38.99, tekli doymamış yağ asitlerinin toplamı %51.11, çoklu doymamış yağ asitlerinin toplamı %9.14 olarak bulunmuştur.

Sonbahar mevsiminde ω 3 yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı %5.08, ω 6 yağ asitlerinin toplamı ise %4.82 olarak tespit edilmiştir. Sonbahar mevsiminde ω 3/ ω 6 oranının %1.06 olduğu görülmüştür.



Tablo5. Tekir (*Mullus surmuletus*)'in mevsimlere göre yağ asidi bileşimleri

| Tekir (<i>Mullus surmuletus</i>) | | |
|---------------------------------------|-------------------------|-------------------|
| YAĞ ASİDİ | İLKBAHAR | SONBAHAR |
| C12:0 | 0.06±0.01a* | 0.03±0.01a |
| C13:0 | 0.02±0.00a [§] | ----- |
| C14:0 | 2.71±0.32a | 2.15±0.01a |
| C15:0 | 0.95±0.03a | 0.94±0.01a |
| C16:0 | 22.53±1.09a | 27.90±0.05b |
| C17:0 | 1.44±0.01a | 1.57±0.03a |
| C18:0 | 4.68±0.20a | 5.45±0.02b |
| C20:0 | 0.39±0.08a | 0.36±0.05a |
| C21:0 | 0.52±0.11a | 0.23±0.13b |
| C22:0 | 0.38±0.06a | 0.23±0.01a |
| C24:0 | 0.15±0.02a | 0.11±0.01a |
| ΣSFA | 33.82±0.82 | 38.99±0.65 |
| C14:1 ω5 | 0.14±0.08a | 0.33±0.01b |
| C15:1 ω5 | 0.50±0.08a | 0.76±0.01a |
| C16:1 ω7 | 12.41±0.65a | 13.98±0.09b |
| C17:1 ω8 | 1.41±0.02a | 1.36±0.01a |
| C18:1 ω9 | 27.25±1.12a | 30.77±0.06b |
| C20:1 ω9 | 2.91±0.80a | 3.34±0.01a |
| C22:1 ω9 | 0.87±0.13a | 0.55±0.01a |
| C24:1 ω9 | 0.42±0.13a | 0.01±0.00b |
| ΣMUFA | 45.91±1.98 | 51.11±0.09 |
| C18:2 ω6 | 2.12±1.01a | 1.32±0.16b |
| C18:3 ω6 | 0.27±0.15a | 0.38±0.05a |
| C18:3 ω3 | 2.53±0.49a | 2.07±0.02a |
| C20:2 ω6 | 0.77±0.20a | 0.64±0.01a |
| C20:3 ω6 | 0.38±0.06a | 0.23±0.00b |
| C20:3 ω3 | 0.59±0.06a | 0.22±0.02b |
| C20:4 ω6 | 2.57±0.06a | 1.47±0.01b |
| C20:5 ω3 | 5.16±0.08a | 1.31±0.66b |
| C22:2 ω6 | 0.05±0.02a | 0.02±0.01a |
| C22:6 ω3 | 5.48±0.13a | 1.47±0.01b |
| ΣPUFA | 19.90±1.67 | 9.14±0.23 |
| Σ ω3 | 13.75 | 5.08 |
| Σ ω6 | 6.65 | 4.82 |
| ω3/ ω6 | 2.09 | 1.06 |

*Aritmetik ortalama±Standart sapma

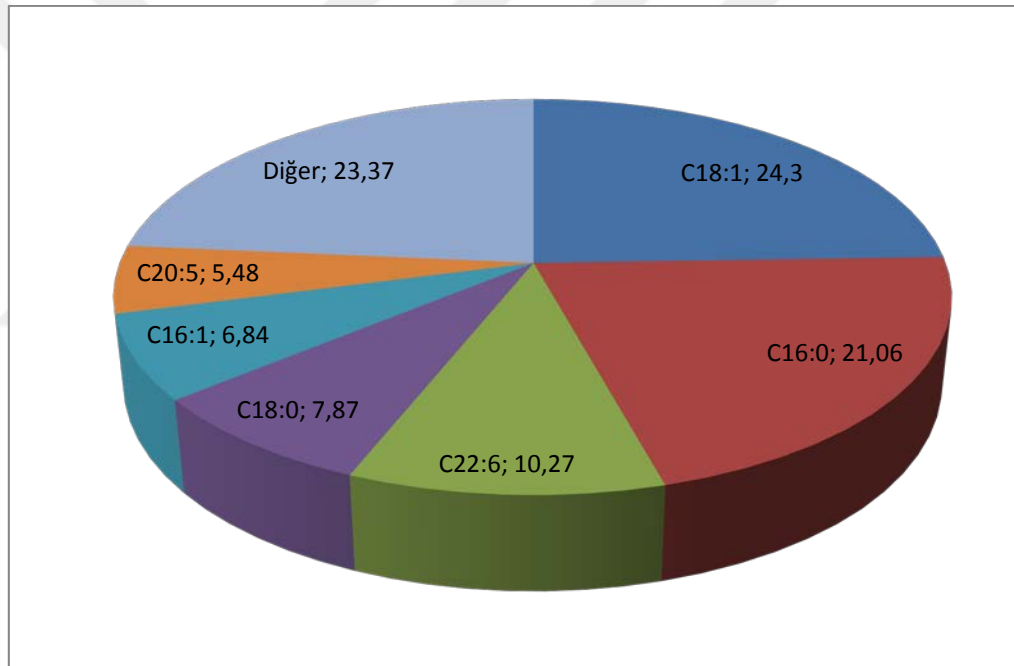
[§]Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır.

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

4.1.6. İstavrit (*Trachurus trachurus*) Balığının Araştırma Bulguları

İlkbahar mevsiminde İstavritin total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asitleri %24.30 ile oleik asit (C18:1), %21.06 ile palmitik asit (C16:0) olduğu görülmüştür. Bunu takip eden en yüksek yüzdeli yağ asitleri ise, %10.27 ile DHA (C22:6 ω3) , %7.87 ile stearik asit (C18:0), %6.84 ile palmitoleik asit (C16:1) %5.48 ile EPA (C20:5) olduğu tespit edilmiştir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin %75.82'sini oluşturmuştur.

Bunların dışında kalan C14:0 (miristik asit), C17:0 (margarik asit), C17:1 (margaroleik asit), C20:1 (gadoleik asit), C22:1 (erulik asit), C18:2 (linoleik asit) gibi yağ asitlerinin yüzdeleri toplam bileşimin %16.52'sini oluşturmuştur.



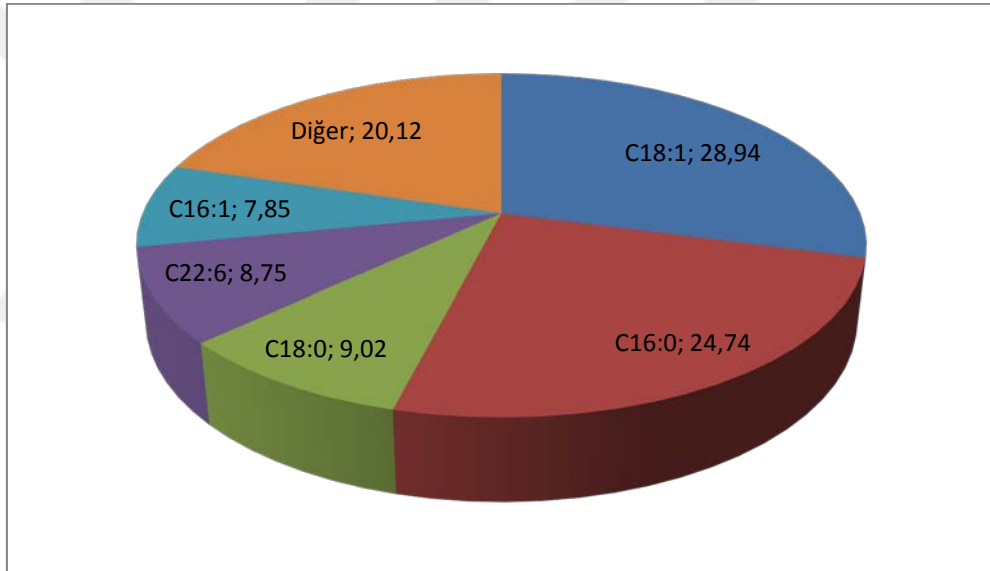
Şekil 4.12. İlkbahar mevsiminde istavritte görülen en yüksek yüzdeye sahip yağ asitleri

C10:0 (dekanoik asit), C12:0 (laurik asit), C13:0 (tridesilik asit) C15:0 (pentadesilik asit), C20:0 (arakidik asit), C22:0 (dokosanoik asit) C21:0 (heneikosanoik asit), C24:0 (tetrakosanoik asit) C14:1 (miristoleik asit) C15:1(pentadekanoik asit), C24:1 (nervonik asit), C18:3 ω3 (α-linolenik asit), C18:3 ω6 (γ linolenik asit), C20:3 (cis-8-11-14 eikosatrienoik asit), C20:4 (araşidonik asit), C22:2 (cis-13-16 dokosadienoik asit) gibi yağ asitleri ise %1'den düşük yüzdelere sahip olarak bulunmuştur.

Sağlık açısından önemli olan yağ asitlerinden EPA %5.48, DHA ise %10.27 olarak bulunmuştur.

İlkbahar mevsiminde istavritin total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamı % 37.20, tekli doymamış yağ asitlerinin toplamı %41.23, çoklu doymamış yağ asitlerinin toplamı %20.77, ω 3 yağ asitlerinin toplamı %16.97; ω 6 yağ asitlerinin toplamı %4.03 olarak tespit edilmiş olup ω 3/ ω 6 oranının 4.22 olduğu görülmüştür.

Sonbahar mevsiminde istavritin total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asitleri %28.94 ile oleik asit (C18:1), %24.74 ile palmitik asit (C16:0) olduğu görülmüştür. Bunu takip eden en yüksek yüzdeli yağ asitleri ise, , %9.02 ile stearik asit (C18:0), %8.75 ile DHA (C22:6 ω 3), %7.85 ile palmitoleik asit (C16:1) olduğu tespit edilmiştir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin %79,3'ünü oluşturmuştur.



Şekil 4.13. Sonbahar mevsiminde istavritte görülen en yüksek yüzdeye sahip yağ asitleri

Bunların dışında kalan C14:0 (miristik asit), C17:0 (margarik asit), C20:1 (gadoleik asit), C18:2 (linoleik asit), C20:4 (araşidonik asit), C20:5 (EPA) gibi yağ asitlerinin yüzdeleri toplam bileşimin %13.34'ünü oluşturmuştur.

C10:0 (dekanoik asit), C12:0 (laurik asit), C13:0 (tridesilik asit), C15:0 (pentadesilik asit), C20:0 (arakidik asit), C21:0 (heneikosanoik asit), C22:0 (dokosanoik asit), C24:0 (tetrakosenoik asit) C14:1 (miristoleik asit) C15:1 (Pentadekanoik asit), C17:1 (margaroleik asit), C22:1 (erusik asit), C24:1 (nervonik asit), C18:3 ω 3 (α -linolenik asit), C18:3 ω 6 (γ linolenik asit), C20:2 (eikosadienoik asit), C20:3 (cis-8-11-14 eikosatrienoik asit), C22:2 (cis-13-16 dokosadienoik asit) gibi yağ asitleri ise %1'den düşük yüzdelerle sahip olarak bulunmuştur.

Sağlık açısından önemli olan yağ asitlerinden EPA %3.26, DHA ise %8.75 olarak bulunmuştur. Sonbahar mevsiminde istavritin total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamı % 41.46, tekli doymamış yağ asitlerinin toplamı %40.07, çoklu doymamış yağ asitlerinin toplamı %17.89, ω 3 yağ asitlerinin toplamı %13.22; ω 6 yağ asitlerinin toplamı %4.82 olarak tespit edilmiş olup ω 3/ ω 6 oranının 2.80 olduğu görülmüştür.



Tablo6. İstavrit (*Trachurus trachurus*)'in mevsimlere göre yağ asidi bileşimi

| İstavrit (<i>Trachurus trachurus</i>) | | |
|--|-------------------------|-------------------|
| YAĞ ASİDİ | İLKBAHAR | SONBAHAR |
| C10:0 | 0.01±0.00a* | 0.01±0.00a |
| C12:0 | 0.03±0.01a [§] | 0.04±0.01a |
| C13:0 | 0.01±0.00a | ----- |
| C14:0 | 3.73±0.09a | 3.32±0.11a |
| C15:0 | 0.66±0.28a | 0.61±0.07a |
| C16:0 | 21.06±1.41a | 24.74±1.88b |
| C17:0 | 1.70±0.18a | 1.58±0.08a |
| C18:0 | 7.87±0.77a | 9.02±0.22b |
| C20:0 | 0.29±0.06a | 0.58±0.08b |
| C21:0 | 0.83±0.22a | 0.70±0.17b |
| C22:0 | 0.38±0.06a | 0.37±0.13a |
| C24:0 | 0.66±0.45a | 0.49±0.11b |
| ΣSFA | 37.20±1.54 | 41.46±2.25 |
| C14:1 ω5 | 0.07±0.01a | 0.08±0.01a |
| C15:1 ω5 | 0.24±0.06a | 0.15±0.03b |
| C16:1 ω7 | 6.84±0.77a | 7.85±0.45b |
| C17:1 ω8 | 1.11±0.25a | 0.86±0.03a |
| C18:1 ω9 | 24.30±1.24a | 28.94±1.43b |
| C20:1 ω9 | 3.97±0.65a | 1.78±0.31b |
| C22:1 ω9 | 3.71±0.50a | 0.14±0.15b |
| C24:1 ω9 | 0.98±1.18a | 0.27±0.11b |
| ΣMUFA | 41.23±0.87 | 40.07±1.36 |
| C18:2 ω6 | 2.30±0.20a | 1.95±0.07a |
| C18:3 ω6 | 0.51±0.20a | 0.32±0.06a |
| C18:3 ω3 | 0.60±0.19a | 0.53±0.02a |
| C20:2 ω6 | 0.52±0.15a | 0.23±0.07b |
| C20:3 ω6 | 0.38±0.06a | 0.37±0.13b |
| C20:3 ω3 | 0.61±0.04a | 0.67±0.15b |
| C20:4 ω6 | 0.06±0.05a | 1.45±0.29b |
| C20:5 ω3 | 5.48±1.91a | 3.26±0.42b |
| C22:2 ω6 | 0.05±0.01a | 0.54±0.12a |
| C22:6 ω3 | 10.27±0.85a | 8.75±0.18b |
| ΣPUFA | 20.77±2.02 | 17.89±0.36 |
| Σ ω3 | 16.97 | 13.22 |
| Σ ω6 | 4.03 | 4.82 |
| ω3/ ω6 | 4.22 | 2.80 |

*Aritmetik ortalama±Standart sapma

[§]Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır.

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

4.2. TARTIŞMA

Marmara denizinde tüketilen bazı balık türlerinin total yağ asidi bileşiminde bulunan yağ asitlerinin, karbon sayılarının 8-24 arasında değiştiği ve toplamda 32 farklı yağ asidinin bulunduğu belirlenmiştir.

Balıklarda toplam lipit ve yağ asidi bileşimi birçok faktöre göre değişiklik göstermektedir. Yaptığımız çalışmada balıkların total lipit miktarlarına bakıldığında sonbahar aylarında en yüksek değer lüferde (%14.93) en düşük değer ise levrekte (%4.16) görülmektedir. İlkbahar aylarında ise en yüksek değerler tekir (%10.81) ve sardalyada (%9.27) görülürken en düşük değerler levrek (%3.88) ve istavritte (%3.47) görülmektedir.

Balıkların total lipit miktarlarında görülen bu değişkenlik balık türüne, beslenme özelliklerine, su sıcaklığına, balıkların yaşadığı ortama (habitat), üreme periyoduna, aynı türün içinde bulunduğu mevsimsel koşullara bağlı olarak görülebilmektedir. (Pigott ve Tucker, 1990)

Balık yağlarının kompozisyonunu oluşturan doymuş, tekli ve çoklu doymamış yağ asidi yüzdeleri toplamının sezona bağlı olarak değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Buna göre en büyük yüzdeye sahip yağ asitleri, SFA'lar içinde palmitik asit (C16:0) ve stearik asit (C18:0), MUFA'lar içinde oleik asit (C18:1) ve palmitoleik asit (C16:1), PUFA'lar içinde ise balık türüne göre değişmekle birlikte DHA (C22:6 n-3), EPA (20:5 n-3) ve linoleik asit (LA, C18:2 n-6)'dir. Benzer sonuçlar *Lagocephalus sceleratus*' un (balon balığı) total lipid ve yağ asidi bileşiminin incelendiği bir çalışmada görülmüştür (Ulusoy, 2011). Miristik asit (C14:0), eikosanoik asit (C20:1) ve araşidonik asit (C20:4) gibi yağ asitlerinin değerleri ise behenoik asit (C22:0), pentadekanoik asit (C15:1), dokosadienoik asit (C22:2) gibi yağ asitlerine kıyasla daha yüksek kaydedilmiştir.

Bazı yağ asitleri ise belirli balıklarda ve belirli mevsimlerde gözlenmiştir. Bunlardan dokosapentaenoik asit (C22:5 ω3) sadece ilkbahar mevsimindeki lüferde (%1.91) tespit edilmiştir. Kaprilik asit (C8:0) sonbahar mevsimindeki lüferde, her iki mevsimde sardalya ve hamside gözlenmiştir. Kaprik asit (C10:0) ise her iki mevsimde sardalya, hamsi ve istavritte; ilkbahar mevsiminde lüferde tespit edilmiştir. Ancak oranları oldukça düşük olup %0.01 ile %0.06 arasında değişmektedir. Levrek ve tekirde her iki mevsimde de kaprik asit (C8:0) ve kaprilik asit (C10:0) gözlenmemiştir.

Çelik ve ark. (2005), Seyhan baraj gölündeki sudak balığı (*Sander lucioperca*)'nda en yüksek oranda bulunan yağ asitlerini, palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1 ω9), LA (C18:2ω6), EPA (C20:5 ω3) ve DHA (C22:6 ω3) olarak belirlemiş ve çalışmamızda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Palmitik asit (C16:0) en az %17.71 değeri ile ilkbahar mevsiminde toplanan levrekte en çok %27.90 ile sonbahar mevsiminde toplanan tekirde gözlenmiştir. Stearik asit (C18:0) ise en az %4.73 ile ilkbahar mevsiminde levrekte en çok %9.02 ile sonbahar mevsiminde istavritte kaydedilmiştir.

Tekli doymamış yağ asitlerinin büyük bir kısmını oluşturan oleik asit (C18:1) en az %11.74 değeri ile hamside kaydedilirken en çok %34.44 ile sardalyada kaydedilmiştir. Bir diğer tekli doymamış yağ asidi olan palmitoleik asitin (C16:1) en düşük ve en yüksek değerleri sırasıyla sardalyada %2.19 tekirde %13.98 olarak kaydedilmiştir.

PUFA'lar arasında en fazla değerlere sahip olan DHA (C22:6), EPA (C20:5) ve LA (C18:2)'nin en düşük ve en yüksek yüzde (%) değerleri sırasıyla 1.47 (tekir)-16.44 (hamsi), 1.31 (tekir)-8.13 (hamsi), 1.32 (tekir) -18.11 (levrek) şeklinde tespit edilmiştir.

Tüm balık türlerinde mevsimlere göre değişiklik göstermekle birlikte ΣSFA'ların büyük çoğunluğunu palmitik asit (C16:0) oluşturmakta ve ΣSFA miktarının palmitik asit (C16:0) miktarındaki değişimlerden önemli ölçüde etkilendiği görülmektedir. Kadife balığı ve diğer bazı balıklar için Özogul ve ark. (2007), Turan ve ark. (2007), Konar ve ark. (1999), Turchini ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar ortaya konulmuştur.

Ackman ve Eaton (1967) göre palmitik asit (C16:0) yağ asidinin balıklarda metabolizmanın anahtarı olduğunu ve bu yağ asidinin besinin azlığı veya çokluğu ile değişmeyeceğini, bazı türlerde dalgalanmalar göstermesinin sebebi ise suyun sıcaklığı ile ilgili olabileceğini ileri sürmüşlerdir. SFA'lar içerisinde palmitik asitten (C16:0) sonra en fazla bulunan yağ asidi stearik asit (C18:0) olarak belirlenmiştir. Terkos (Durusu) gölünde bulunan *S. Erythrophthalmus* ile yapılan bir çalışmada da palmitik asit (C16:0) ve stearik asit (C18:0) yağ asitlerinin yapı ve biyosentez faaliyetlerinde çok önemli olduğu tespit edilmiştir (Abuoğlu, 2014). Zlatanov ve Laskaridis (2007) tarafından levrek, sardalya, hamsi, istavrit gibi balıklarla yapılan çalışmada da palmitik asidin yüksek oranda bulunduğu tespit edilmiştir Biderre ve ark. (2000), deniz balıklarında en fazla bulunan yağ asidi bileşenin palmitik asit (C16:0), tatlı su balıklarında ise en fazla bulunana yağ asidi bileşenin oleik asit (C18:1) olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan bu araştırmada en yüksek SFA değerleri her iki mevsimde de (%39.34- %44.25) hamside görülmektedir. En düşük değerler ise her iki mevsimde de levrekte gözlenmiştir (%26.58- %28.13). SFA'ların büyük bir kısmını oluşturan palmitik asit ilkbahar mevsiminde %22.53 ile en yüksek *Mullus surmuletus*'da (tekir) %17.71 ile en düşük *Dicentrarchus labrax*'da (levrek) görülmüştür. Biçer (2004) tarafından yapılan çalışmada da doymuş yağ asitleri içerisinde en yüksek değerler palmitik asit ve stearik asit olarak belirlenmiştir. Özogul ve ark. (2007)'nin Seyhan baraj gölünden avlanan kadife balığı üzerinde yaptıkları çalışmada palmitik asit (C16:0), toplam doymuş yağ asitlerinin % 62.63'ünü oluşturmuştur.

Σ SFA değerleri sardalya hariç (ilkbaharda %35.35, sonbaharda %33.35) diğer tüm balıklarda ilkbahar aylarında daha düşük sonbahar aylarında daha yüksek değerlere sahiptir. Doymuş yağ asidi seviyelerinin ilkbahar aylarında çok yüksek olmaması su sıcaklığının bu mevsimde henüz çok fazla yükselmemiş olmasından kaynaklı olabilir. Üreme sezonunun başladığı zamanlarda su sıcaklığının yaklaşık 20 °C olması ve beslenmenin azalması kaslardaki çoklu doymamış yağ asidi oranını azaltan, doymuş yağ asidi oranını arttıran etkenlerdir. Sıcaklığın artması doymamışlık oranının azalmasına doymuş yağ asitleri oranının ise artışına sebep olmaktadır (Farkas, 1984).

Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) arasında her iki mevsimde de görülen majör yağ asidi oleik asit (C18:1) olup mevsimlere ve türlere göre değişen değerler almıştır. Lüferde sonbahar mevsiminde oleik asit (C18:1, ilkbahar %27.76- sonbahar %21.20) oranının azalmasına bağlı olarak toplam MUFA (ilkbahar %40.37- sonbahar %36.01) düzeyide düşüş göstermiştir. Levrekte ise sonbahar mevsiminde oleik asit (C18:1, ilkbahar %31.41- sonbahar %33.76) oranının artışına bağlı olarak toplam MUFA değeri de artış göstermiştir ancak bu artışta nervonik asitinde (C24:1) rolü vardır. Tekir de de başta oleik asit (C18:1, %27.25- %30.77) olmak üzere diğer tekli doymamış yağ asidi bileşenlerindeki artışla birlikte MUFA değeri de sonbaharda artmıştır. Sardalye de ise oleik asit (C18:1, %25.81- %34.44) oranı sonbahar mevsiminde artış göstermiştir ancak toplam MUFA değeri (%43.20- %41.54) bu mevsimde azalmıştır. Bu azalışta palmitoleik yağ asitinin (C16:1, %10.03- %2.19) rolü vardır. İstavritte her iki mevsimde MUFA (%41.23- %40.07) birbirine yakın değerlerde kaydedilmiştir. Hamside ise ilkbahardan sonbahara geçişte MUFA değeri (%25.59- %23.25) azalmıştır. Bu duruma sebep olan yağ asidi oleik asit olmuştur (C18:1, ilkbaharda %14.29, sonbaharda %11.74) olmuştur. Balıkların beslenme farklılıkları yağ asidi kompozisyonlarının birbirinden farklı olmasını sağlayan bir etkidir (Hilaloğlu ve ark., 2002; Şener ve ark., 2005; Yıldız ve ark., 2006).

Kalyoncu ve ark. (2010), tarafından Sazan balığının (*Cyprinus carpio L.*) total yağ asidi profilinin mevsime bağlı farklılıklarının çalışıldığı bir araştırmada, tüm mevsimlerde başlıca tekli doymamış yağ asidi (MUFA) oleik asit (C18:1), doymuş yağ asidi (SFA) ise palmitik asit (C16:0) şeklinde belirlenmiştir. PUFA' lar arasında en yüksek seviyelere sahip yağ asitleri ise DHA (C22:6n-3), linoleik asit (C18:2n-6) ve EPA (C20:5n-3) olarak saptanmıştır.

Çoklu doymamış yağ asitleri içerisinde majör yağ asidi balık türüne ve mevsime göre değişim göstermiştir. Her iki mevsimde de lüfer, hamsi, tekir ve istavritte görülen majör çoklu doymamış yağ asidi DHA (C22:6) levrekte ise LA (C18:2, ilkbahar %18.11 sonbahar %15.51) olarak belirlenmiştir. Sonbahar mevsiminde majör yağ asitlerindeki azalmaya bağlı olarak toplam PUFA değerlerinde azalma görülmüştür. Ancak lüferde linoleik asitteki (C18:2, %2.17- %6.13) artışın belirgin olması sebebiyle sonbaharda toplam PUFA (%22.24-%23.40) değerinde artış görülmüştür. Sardalya da ise ilkbaharda görülen majör çoklu doymamış yağ asidi DHA (C22:6, %10.05), sonbaharda ise LA(C18:2, %10.84)' dır. Levrekte ilkbaharda sardalyada ise sonbaharda linoleik (C18:2) yağ asidinde belirgin bir artış görülmüştür. Bu durumun etkisiyle PUFA değeri de artışın görüldüğü mevsimlerde daha yüksek kaydedilmiştir.

Tanakol ve ark. (1999) tarafından temmuz ve ağustos ayları arasında toplanan sardalyalar üzerinde yapılan çalışmada bizim çalışmamızdan farklı olarak total yağ asidi bileşimi %11.3 olarak belirlenmiştir. Yağ asidi bileşenlerine baktığımızda en yüksek değerler doymuş yağ asitlerinde palmitik asit (C16:0; %28.2) , tekli doymamış yağ asitlerinde oleik asit (C18:1; %12.6) olarak belirlenmiş ve çalışmamızda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ancak doymamış yağ asitlerinde en yüksek değerlere sahip yağ asidi bileşenlerinde bizim çalışmamızdan farklı sonuçlar kaydedilmiştir. En büyük farklılık EPA değerinde görülmektedir. Tanakol ve ark. (1999) tarafından yapılan çalışmada EPA değeri %8.6 olarak belirlenirken bizim çalışmamızda EPA değeri ilkbahar mevsiminde ve sonbahar mevsiminde sırasıyla %3.25 ile %2.12 olarak belirlenmiştir. Ancak EPA değerinde görülen bu düşüşe rağmen toplam omega-3 değerleri her iki mevsimde de %10'un üzerinde seyretmektedir. Sardalyalar (*Sardina pilchardus*) üzerinde yapılan çalışmada, omega3 serisi yağ asitlerinin sentezini, besin ve sıcaklık değişimleri önemli derecede etkilemektedir (Caponio ve ark., 2004). Özellikle derin denizlerde yaşayan ve siyah etli olan türlerde n-3 miktarı daha yüksektir. Somon, sardalya, uskumru, ton balığı gibi balıklar zengin n-3 kaynağıdır (Kaya ve ark., 2004).

Zlatanov ve Laskaridis (2007), Akdeniz’de iki aylık periyotlarla aldıkları örneklerde, sardalyanın ilkbahar (%11.86) ve yaz mevsiminin ilk dönemleri (%11.47) süresince en yüksek yağ konsantrasyonlarına sahip olduğu saptanmıştır. Yağ asitlerindeki değişimlerin en belirgin olduğu zaman üreme mevsimidir (Ackman, 1967). Sardalyanın sonbaharda total lipit yüzdesinin (%8.07) ilkbahara göre (%9.27) daha az olma sebebinin üreme dönemini tamamlamış olmasıyla açıklayabiliriz. Üreme dönemlerinde balıklardaki yağ asitleri gonadlara geçerek mevsimsel olarak yağ asitlerinin değişimine sebep olmaktadır (Karaçalı ve ark., 2011).

Konya da satılan bazı balık türlerinin yağ asidi bileşimi yüzdelere araştırıldığı bir çalışmada da Σ PUFA içerisinde hamsi, tekir ve istavritte görülen majör yağ asidi DHA olarak, levrekte görülen majör yağ asidi çalışmamızda olduğu gibi linoleik asit (C18:2) olarak belirlenmiştir (Biçer, 2004). Ancak Belikuşaklı (2006), levrek balığı ile yaptığı çalışmada ilkbahar mevsiminde PUFA’lar içerisinde majör yağ asidi linolenik asit (C18:3n-6), sonbahar mevsiminde ise DHA (C22:6n-3) şeklinde bir sonuç elde ederek çalışmamızdan farklı bir sonuca ulaşmıştır. Balıklardaki yağ ve yağ asidi kompozisyonu sabit olmayıp farklılıklar arz etmektedir. Bunlar mevsimsel farklılıklara bağlı (sıcaklık, tuzluluk) olarak farklılık göstermekle birlikte, balığın yaşam döngüsüne, tükettiği yemlerin yağ asidi profiline bağlı olarakta değişim gösterebilmektedir (Olgunoğlu, 2007).

Yapmış olduğumuz çalışmada istavritin ilkbahar mevsiminde total yağ asidi bileşimi %3.47, sonbahar mevsiminde %8.09 olarak bulunmuştur. Toplam doymuş yağ asitleri %37.20 ile %41.46 arasında değişmiştir. Doymuş yağ asitleri içerisinde en önemli yağ asitleri palmitik asit (C16:0) ve stearik asit (C18:0) olarak belirlenmiştir. Miristik asit (C14:0, %3.73- %3.32) palmitik asit ve stearik asitten sonra değeri en yüksek olan doymuş yağ asidi olarak belirlenmiştir. Çoklu doymamış yağ asitlerinde en yüksek değerler EPA (%5.48- %3.26) ve DHA (%10.27- %8.75) olarak kaydedilmiştir. Bandarra ve ark. (2001) tarafından yapılan çalışmada Portekiz sularından 2 aylık periyotlarla bir sene boyunca avlanan istavritin toplam lipit miktarı en az şubat ayında (%1.4) kaydedilmiştir. Bu çalışmada ilkbahar mevsiminde total yağ asidi bileşimi %2.6 sonbahar mevsiminde %4.7 olarak bulunurken doymuş yağ asitleri %26.9 ile %30.5 arasında değiştiği kaydedilmiştir. Bu farklılığın üreme periyodundan, su sıcaklığından ve habitattan kaynaklı olduğu düşünülebilir. Bu çalışmada da bizim çalışmamızda olduğu gibi doymuş yağ asitleri içerisinde en yüksek yüzdeye palmitik asit ve oleik asit sahip olurken doymamış yağ asitleri içerisinde en yüksek değerlere sahip yağ asitleri EPA ve DHA olarak kaydedilmiştir.

Tanakol ve ark. (1999) tarafından ocak ve nisan ayları arasında Marmara denizinden avlanan istavritin doymuş yağ asitleri toplamı %37.8, doymamış yağ asitleri toplamı %62.2 olarak bulunmuştur. Çalışmamızda da ilkbahar mevsiminde avlanan istavritlerde doymuş yağ asitleri toplamı %37.20, doymamış yağ asitleri toplamı ise % 62 olarak bulunmuş olup benzer sonuçlar kaydedilmiştir.

6 balık türü üzerinde yapmış olduğumuz çalışmada en yüksek total yağ asidi yüzdesine sahip balık türü tekir olarak belirlenmiştir. İlkbahar ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla %10.81 ve %11.37 arasında değerler almıştır. (Öksüz ve ark., 2011) tarafından yapılan çalışmada da tekirin total yağ asidi bileşimi %10.38 olarak belirlenmiş olup çalışmamızla benzer sonuçlar kaydedilmiştir. SFA (Doymuş yağ asitleri), MUFA (Tekli doymamış yağ asitleri), PUFA (Çoklu doymamış yağ asitleri) ve n3/n6 miktarlarını (%) sırasıyla tekir balığında 36.72, 41.83, 18.92 ve 3.31 olduğu tespit edilmiştir. Tekir balığında MUFA seviyesi diğer yağ asidi grupları arasında en yüksek değere sahiptir. Çalışmamızda da ilkbahar aylarında tekir balığının SFA, MUFA, PUFA, n3/n6 miktarları (%) sırası ile 33.82, 45.91, 19.90 ve 2.09 olarak belirlenmiş ve yakın değerler elde edilmiştir. MUFA her iki mevsimde de daha önce yapılan çalışmaya paralel olarak en yüksek değerlere sahip yağ asidi grubu olarak belirlenmiştir.

Güllük körfezinde levrek üzerinde yapılmış çalışmada en yüksek doymamış yağ asitleri palmitik asit (C16:0) ve stearik asit (C18:0), en yüksek doymamış yağ asitleri oleik asit (C18:1), linoleik asit (C18:2), EPA (C20:5 ω3), DHA (C22:6 ω3) olarak kaydedilmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada da her iki mevsimde de en yüksek doymamış yağ asitleri palmitik asit (C16:0) ve stearik asit (C18:0), en yüksek doymamış yağ asitleri oleik asit (C18:1), linoleik asit (C18:2) ve DHA (C22:6) olarak kaydedilmiştir (Atalay ve Bilal, 2014). Yapılan çalışmadan farklı olarak EPA (C20:5 ω3) değeri çalışmamızda daha düşük bulunmuştur. Ancak mevsimsel olarak farklılıkları zaten beklenen bir durumdur.

2003 yılında Batı Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz'den toplamda 12000 ton sardalya avlanmıştır. *Sardina pilchardus*'da su oranının %72-76.5 ve yağ oranının %4.3-9.6 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Gomez-Guillen ve ark., 1997).

Zlatanov ve Laskaridis (2007), yapılan çalışmada 2 aylık periyotlarla bir yıl süreyle avlanan hamsi ve sardalyanın total lipit değerleri sırasıyla ilkbahar mevsiminde %3.41 ile %11.86, sonbahar mevsiminde %2.99 ile %8.46 şeklinde kaydedilmiştir. Hamsi kış ve ilkbahar aylarında en yüksek yağ içeriğine (şubat ayında %5.71- nisan ayında %3.41) sahip olmanın yanı sıra yağ asidi kompozisyonunda en yüksek varyasyonu gösteren balık olmuştur. Sardalya bir yıllık dönemde omega3 yağ asitlerinin (%30.49-%40.86) en iyi kaynağı olarak

saptanmıştır. Çalışmamızı bu istatistiki değerler ile kıyasladığımızda elde ettiğimiz sonuçlarda da sardalyanın total yağ asidi bileşimi (%8.07- %9.27) hamsiden (%6.5-%7.22) daha yüksek bulunmuştur. Bizim çalışmamızdan farklı olarak elde edilen sonuç toplam omega3 değerlerinde olmuştur. Hamsinin omega3 değerleri toplamı her iki mevsimde (ilkbaharda %27.04- sonbaharda %24.22) sardalyadan (ilkbaharda %14.37- sonbaharda %10.96) daha yüksek sonuçlar seyretmiştir.

Toplam doymuş yağ asitleri açısından hamsi (%39.66-%44.34) sardalyadan (%33.35-%35.35) daha yüksek değerleri gösterirken toplam tekli doymamış yağ asitleri açısından en yüksek değerleri sardalya (%41.54-%43.20) göstermiştir. Çoklu doymamış yağ asitleri ilkbahar ve sonbahar mevsiminde sırasıyla (%) sardalyada 21.97- 24.38, hamside 33.96-31.07 seviyesinde bulunmuştur.

Karadenizden yaz ve sonbahar mevsimlerinde avlanan hamsi üzerinde yapılan çalışmada da bizim çalışmamızla uyumlu sonuçların elde edildiği görülmüştür. Bu çalışmaya göre doymuş yağ asitleri ve doymamış yağ asitleri yüzdeleri (%) sırasıyla 42.2 ve 58.8 olarak belirlenmiştir (Tanakol ve ark., 1999). Bizim çalışmamızda da sonbahar mevsimlerinde doymuş yağ asitleri ve doymamış yağ asitleri yüzdeleri (%) sırasıyla 44.34 ve 54.32 olarak belirlenmiş ve yakın değerler kaydedilmiştir.

Abouel-Yazeed (2013) yapılan çalışmada levrek, tekir ve lüfer ile ilgili sonuçları incelediğimizde her üç balık türünde de doymuş yağ asitlerinde en yüksek değer palmitik asit (C16:0), tekli doymamış yağ asitlerinde en yüksek değer oleik asit (C18:1), çoklu doymamış yağ asitlerinde en yüksek değerler linoleik asit (C18:2) ve DHA (C22:6)' da görülmüştür. Bizim çalışmamızda da her iki mevsimde de doymuş yağ asitlerinde en yüksek değer palmitik asit (C16:0) olarak belirlenmiştir. Tekli doymamış yağ asitlerinde en yüksek değer yine benzer sonuçlarla her üç balık türünde de oleik asitte (C18:1) görülmüştür. Çoklu doymamış yağ asidi bileşenlerini karşılaştırdığımızda ilkbahar mevsiminde lüfer ve tekirde en yüksek DHA (C22:6, %10.54- %5.48), levrekte ise her iki mevsimde de LA (C18:2, %18.11- %15.51) değeri ölçülmüştür. Lüferde DHA (C22:6, %8.20) değeri sonbahar mevsiminde de en fazla görülen çoklu doymamış yağ asidi olmuştur. Ancak sonbahar mevsiminde tekirin çoklu doymamış yağ asitlerinin toplamı oldukça düşük bulunmuş olup (%9.14) yağ asidi bileşenleri arasında büyük farklar gözlenmemiştir.

Biçer (2004)'in, Konya ilindeki istavritin kas dokusunda mevcut yağ asitlerini araştırdığı çalışmasında palmitik asit ve oleik asit majör yağ asitleri olarak miristoleik asit (C14:1) ise en düşük yağ asidi olarak saptanmıştır. Bu çalışmada da benzer sonuçlar elde

edilmiştir ancak en düşük yağ asidi laurik asit (C12:0) olarak belirlenmiştir. Aynı zaman da DHA oranları da birbirine yakın değerlerde bulunmuştur.

Biçer (2004), Konya ilindeki tekirin kas dokusu yağ asitlerini araştırdığı çalışmasında yüksek oranlarda bulunan yağ asitleri bu çalışmada da majör yağ asitleri olarak tespit edilmiştir. Biçer (2004), tekirde bulunan en düşük yağ asidi pentadesilik asit ve erusik asit olarak saptarken bu çalışmada bulunan en düşük yağ asitleri ise mevsimlere göre değişmekle birlikte laurik asit (C12:0) ve tridesilik asittir (C13:0). Biçer (2004)'in çalışmasında, tekirde bulunan DHA (C22:6 n-3) %12 iken bu çalışmada tekirde bulunan DHA (5.48-1.47) oldukça düşüktür.

Kuzu (2005), İskenderun körfezinden avlanan tekir ile aynı familyadan olan barbunun yağ asidi bileşimlerini incelediğinde total lipit oranlarını sonbahar mevsiminde ve ilkbahar mevsiminde sırasıyla %5.76 ile %3.68 olarak bulmuştur. DHA yüzde (%) içeriğini ilkbahar mevsiminde 10.89, sonbahar mevsiminde 4.6 oranında olduğunu saptamıştır. EPA yüzde (%) içeriğinin ise ilkbahar mevsiminde ve sonbahar mevsiminde sırasıyla 4.56 ve 7.93 olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmada ise tekirin total lipit yüzdeleri ilkbahar ve sonbahar mevsiminde sırasıyla %10.81 ve %11.87 şeklinde bulunarak daha yüksek veriler elde edilmiştir. DHA değerleri ilkbahar mevsiminde %5.48 sonbahar mevsiminde %1.47 olarak bulunmuştur. EPA değerleri ise ilkbahar mevsiminde %5.16 sonbahar mevsiminde %1.31 oranında saptanmıştır. Balıklardaki yağ seviyeleri ve yağ asidi bileşenleri tür, yaş, cinsiyet, coğrafi farklılık, su sıcaklığı, üreme sezonu, beslenme şekli, kirleticiler, balıkların doğal veya kültür ortamda yaşamalarına göre farklılaşmaktadır. Bu değişkenler hem türler arasındaki hemde aynı tür balıklar arasındaki yağ asidi profil farklılığını açıklayabilmektedir (Rahman ve ark., 1995).

Her sezonda toplam doymamış yağ asitleri yüzdesi toplam doymuş yağ asitleri yüzdesinden yüksek bulunmuştur. İlkbahar mevsiminde doymuş yağ asitleri ve doymamış yağ asitleri yüzdesi (%) sırasıyla lüferde 36.95-62.61, levrekte 26.58-73.25, sardalyede 35.35-65.17, hamside 39.66-59.55, tekirde 33.82-65.81, istavritte 37.20-62 değerlerine sahip olarak kaydedilmiştir. Sonbahar mevsiminde doymamış yağ asitleri yüzdesinde düşüş gözlenmiştir. Ancak yine de doymuş yağ asitleri yüzdesinden az değildir. Akpınar (1987) balıklarda hiçbir zaman toplam doymuş yağ asitleri yüzdesinin, toplam doymamış yağ asitleri yüzdesini geçemeyeceğini ve bu durumun balıkların poikloterm oluşlarından kaynaklandığını bildirmiştir. Bizim çalışmamızda da tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerinin toplam yüzdesi doymuş yağ asitleri yüzdesinden yüksek bulunmuştur. *Salmo trutta macrostigma* (Dumerill, 1858) ve diğer alabalık türleri üzerine daha önce yapılan çalışmalarda benzer veriler elde edilmiştir (Akpınar ve ark., 2009; Kalyoncu ve ark., 2010).

Toplam $\omega 3$ değerleri ve $\omega 6$ değerleri mevsimlere ve türlere göre değişkenlik göstermektedir. $\omega 3$ en fazla hamside (ilkbaharda %27.04 - sonbaharda %24.22), $\omega 6$ en fazla levrekte (ilkbaharda %22.21- sonbaharda %19.72) görülmüştür. $\omega 3$ 'n en az görüldüğü balık türleri ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla levrek (%11.85 - %8.50) ve tekir (%13.75 - %5.08); omega-6'nın en az görüldüğü balık türleri ise ilkbahar mevsiminde istavrit (%4.03) sonbahar mevsiminde tekir ve istavrit (%4.82-%4.82) olarak belirlenmiştir. Bir balığın yağ asidi profili, beslenme şekli veya tür çeşitliliği ile doğrudan ilişkilidir. Yağsız balıklarda omega3 miktarı çok az olmasına rağmen derin denizlerde yaşıyan ve siyah etli olan balıklarda omega3 miktarı daha fazladır. Somon, sardalye, uskumru, ringa ve ton balığı gibi soğuk su derin deniz balıkları ile palamut, kılıç, hamsi, sardalya, gümüş gibi balıklar siyah etli balıklar ω -3 miktarı açısından fazlasıyla zengindir (Pigott ve Tucker, 1990). Levrek ve tekirin omega-3 değerinin düşük olması beyaz etli balıklar grubunda olmaları ve beslenme özelliklerinin farklı olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

$\omega 3$ ve $\omega 6$ yağ asitlerinin, baştta trigliserit olmak üzere kandaki kolesterol ve kötü kolesterol olarak bilinen LDL miktarını düşürdüğü, HDL miktarını da arttırdığı tespit edilmiştir (zkan ve Koca, 2006). ω -3 ve ω -6 yağ asidi serilerinin; yüksek tansiyon, bağışıklık, alerjik sorunlar ve sinirsel bozuklukları önlediğine dair veriler mevcuttur (Kolanowski ve Laufenberg, 2006) .

$\omega 6$ yağ asitlerinden LA (C18:2 n-6) ve araşıdonik asit (C20:4 n-6); n-3 yağ asitlerinden EPA (C20:5 n-3) ve DHA (C22:6 n-3) asitlerinin tüm balık türlerinde Σ PUFA'ların büyük çoğunluğunu oluşturmakla birlikte mevsimlere göre dalgalanmalar gösterdiği belirlenmiştir.

LA (C18:2) değeri her iki mevsimde de en yüksek levrekte (ilkbaharda %18.11-sonbaharda %15.51) görülmüştür. Linoleik asit (C18:2), balıkların sentezleyemediği ancak besinle alabildiği temel yağ asitidir. Delta12 desaturaz enzimi balıklarda olmadığı için bu yağ asidi sentezlenememektedir. Linoleik asit vücuda girdikten sonra ya membran yapısına katılır veya daha ileri doymamış yağ asitlerinin üretilmesi amacıyla (araşıdonik asit, eikosapentaenoik, dokosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik asit gibi yağ asitleri) delta6 desaturasyon sistemi tarafından kullanılır. Kas dokusunda linoleik asitin artması delta6 desaturasyon sistemindeki delta6 desaturaz enziminin inhibe olduğuna işaret etmektedir (Bahşı ve ark., 2010). Levrekte LA (C18:2) değerinin EPA (C20:5) ve DHA (22:6) değerlerinden daha yüksek bulunması bu duruma bir kanıt oluşturmaktadır.

Araşıdonik asit (C20:4 n-6) değeri ilkbaharda en yüksek sardalyada (%4.21) görülürken sonbaharda en yüksek hamside (%1.99) görülmüştür. Bu bileşen sonbahar

mevsiminde hamsi ve istavritte artış gösterirken diğer tüm balık türlerinde sonbahar mevsiminde azalmıştır. Bunun yanında araşidonik asit (C20:4 n-6) yağ asidindeki en belirgin azalma sardalya da görülmüştür (%4.21 - %0.86). Araşidonik asit, linoleik asitin delta 6 desaturasyon sistemi tarafından kullanılmasıyla ortaya çıkan son üründür. Araşidonik asit membran fosfolipidlerinin en önemli yağ asidi bileşenidir. Buna ek olarak araşidonik asit eikosanoidler olarak bilinen aktif maddelerin öncül maddesidir (Bahşi ve ark., 2010).

Omega-3 yağ asitlerinden biri olan EPA (C20:5 ω3) ilkbahar mevsiminde en fazla hamside (%8.13) , en az lüferde (%2.57) görülmüştür. EPA (C20:5 ω3) sonbahar mevsiminde en fazla hamside (%7.84) görülmüştür. DHA (C22:6 n-3) yağ asidi her iki mevsimde de en fazla hamside (%16.44 - %14.12) görülmüştür. DHA oranının hamside diğer balıklardan daha yüksek bulunmasını besin yolu ile alınan yağ asitlerinin DHA'ya dönüştürülmüş olabileceği şeklinde yorumlayabiliriz. Nitekim daha önce yapılan bir çalışmada da hamside toplam yağ asitlerinin yaklaşık %30'unun DHA (C22:6 n-3) ve EPA (C20:5 n-3) olduğu bildirilerek bizim çalışmamızla benzer sonuçlar elde edilmiştir (Güner ve ark., 1998; Shahidi ve ark., 2007)

Omega-3 grubu yağ asidi bileşenleri kalp kaslarına doğrudan etki ederek kan akışını hızlandırırken damarlarda iyileşmeler sağlayarak aritmiyi, enfarktüs meydana gelme ihtimalini ve şiddetini, kalbin işlevlerini yerine getirmesinde tehlikeli olan kimyasal ve hücrel işlemleri azaltır (Nettleton, 2000). Çoklu doymamış omega-3 yağ asitlerinin bağışıklık sistemimizi düzenleme ve organlarımızı koruma etkisinin olduğu da kanıtlanmıştır (Heller ve ark., 1998; Haller ve ark., 2003). Ayrıca, kan damarlarının yüzeyi genişleyerek dokulara daha fazla oksijen girmesiyle birlikte astıma karşı dirençte artırılmış olur (Anonymous, 2011).

Deniz balıklarında omega-3 yağ asitlerinden EPA ve DHA gibi yağ asitlerinin toplam yüzdeleri tatlı su balıklarının yüzdelerinden daha yüksektir (Wang ve ark., 1990). Ancak omega-6 çoklu doymamış yağ asitlerinin toplam yüzdeleri tatlı su balıklarında daha yüksektir (Henderson ve Tocher, 1987). Bu bilgi doğrultusunda çalışmamızdaki omega-6 yağ asitleri(%22.16-%4.03) ile bir tatlı su balığı olan *S.cephalus* (Linnaeus,1758)'un total yağ asidi bileşimindeki ω6 yağ asitleri (%25.20 ve %10.75) kıyaslandığında *S. Cephalusun* toplam omega-6 değerinin daha fazla olduğu görülmektedir.

Özogul ve ark. (2007), Türkiye denizlerinde ticari potansiyeli olan 8 balık türünün etinde yağ içerikleri ve yağ asidi profillerini belirleyen bir çalışma yapmışlardır. Doğal ortamdan elde edilen bu balık türlerinin yağ asidi profilleri; doymuş yağ asidi (SFA) % 25.5 - %38.7, tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) %13.2 - %27.0 ve çoklu doymamış asitleri

(PUFA) %24.8-%46.4 şeklinde belirlenmiştir. Türlerde ortaya çıkan majör yağ asitleri palmitik asit (C16:0, %15.5 - %20.5), palmitoleik asit (C16:1, %2.86 - %17.0), miristik asit (C14:0, %1.70 - %10.9), stearik asit (C 18:0, %3.32 - %8.18), oleik asit (C18:1 ω 9 cis- %6.11- %20.8), linoleik asit (C18:2 ω 6, %0.93 - %4.03), oktadekatetraenoik asit (C18:4 ω 3, %0.02 - %4.55), eicosapentaenoik asit (EPA, C20:5 ω 3, %4.74 - %11.7) ve dokosaheksanoik asit (DHA, C22:6 ω 3, %7.69 - %36.2) olmuştur. Çoklu doymamış yağ asitlerinden omega-3 grubunun değerleri (istavrit için %43.7, kefal için %21.7) omega-6 grubundan (kızıl iskorpit için %4.34, kupes için %1.24) daha yüksek bulunmuştur.

PUFA'lardaki ω 3/ ω 6 oranı balık türlerinde mevcut yağların besin değerlerinin kıyaslanmasında önemli bir kriterdir (Pigott ve Tucker, 1990). Bu değerın yüksek olması insan sağlığını olumlu yönde etkilemektedir. Örneklerimizde ω 3/ ω 6 oranı %0.81 - %4.22 arasında hesaplanmıştır. En yüksek ω 3/ ω 6 oranı ilkbahar mevsiminde istavritte (%4.22) görülmüştür. Bu çalışmada ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde levrekteki ω 3 yağ asitleri (sırasıyla %11.85 - %8.50) ω 6 yağ asitlerinden (sırasıyla %22.21 - %19.72) düşük bulunmuştur. Ayrıca sonbahar mevsiminde sardalyanın da ω 3 yağ asitleri (%10.96) ω 6 yağ asitlerine (%13.49) göre düşük oranda bulunmuştur. Levrekte ve sardalyede belirtilen mevsimlerde omega-6 yağ asitlerinin yüksek olmasına neden olan yağ asidi %10.84-%18.11 arasında değerlere sahip olan C18:2 (LA) olmuştur. Oysa linoleik asidin (C18:2) diğer balıklardaki oranı %1.32-%6.13 arasında değişmektedir. Levrekte linoleik asitin (C18:2) daha yüksek çıkması beslenme özelliğinden kaynaklı olabilir. Zira linoleik asit (C18:2) ve EPA (C20:5) bakımından zengin olan tatlı su algleri, sucul böcek larvaları gibi besinleri tüketerek bu yağ asitleri bakımından zenginleşmiş olması muhtemel sebeplerdendir.

ω 3/ ω 6 yağ asidi oranları yüksek değerde olan besin maddelerinin kalp-damar hastalıkları, akciğer, karaciğer hastalıkları, kanser ve alzheimer gibi pekçok hastalığa yakalanma riskini azalttığı bilinmektedir. Bu durum insanların balıklardaki toplam yağ içeriği ve yağ asidi profillerine olan ilgilerini artmıştır. Batı diyetindeki yüksek içerikli SFA ve çoklu doymamış ω 6 yağ asitlerini dengelemek amacıyla yüksek miktarda çoklu doymamış ω 3 yağ asitleri içeren diyetler alınmalı bunun sonucunda SFA seviyesi azalırken ω 3/ ω 6 oranı da arttırılmalıdır (Henderson ve Tocher, 1987).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, Marmara denizinden ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde avlanan 6 tür balığın (istavrit, levrek, lüfer, hamsi, sardalya ve tekir) yağ asidi bileşimleri araştırılmıştır.

Doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri yüzdeleri mevsimlere ve balık türlerine göre farklılıklar göstermiştir.

İlkbahar mevsiminde lüfer, sardalya, tekir, levrek ve istavritte toplam lipit içerisinde tekli doymamış yağ asitleri (MUFA, lüfer %40.37 - sardalya %43.20 - tekir %45.91 – levrek %39.33 – istavrit %41.23) doymuş yağ asitlerinden (SFA, lüfer %36.95- sardalya %35.35- tekir %33.82- levrek %26.58- istavrit %37.20) ve çoklu doymamış yağ asitlerinden (PUFA, lüfer %22.24- sardalya %21,97- tekir %19,90- levrek %33.92- istavrit %20.77) daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Ancak hamside en yüksek değerler sırasıyla doymuş yağ asitleri (SFA, %39.66), çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA, 33.96) ve tekli doymamış yağ asitleri şeklindedir (MUFA, %25.59). Ayrıca ilkbahar mevsiminde en yüksek Σ SFA hamside (%39.66), en yüksek Σ MUFA tekir ve sardalyada (%45.91-%43.20) en yüksek Σ PUFA hamsi ve levrekte (%33.96-%33.92) tespit edilmiştir.

Sonbahar mevsiminde lüfer, hamsi ve istavritte en yüksek değerler toplam lipit içerisinde sırasıyla doymuş yağ asitleri (SFA), tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) olarak belirlenmiştir. Sardalya, levrek ve tekirde tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) doymuş ve çoklu doymamış yağ asitlerinden daha yüksek değerlerde tespit edilmiştir.

Total yağ asidi bileşimlerinin mevsimsel değişimlerinin araştırıldığı bu çalışmada en yüksek yüzdeye sahip yağ asitleri balık türüne ve mevsimine göre değişmekle birlikte palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1), linoleik asit (C18:2), DHA (C22:6 ω 6), EPA (C20:5) olarak saptanmıştır.

Omega-3 yağ asitlerinden olan EPA ve DHA'ı kendi içinde kıyasladığımızda DHA miktarı tüm balık türlerinde ve her iki mevsimde de EPA miktarından daha yüksek çıkmıştır. Omega-3 yağ asitlerinden biri olan EPA (C20:5 ω 3) ilkbahar mevsiminde en fazla hamside (%8.15), en az lüferde (2.57) görülmüştür. EPA (C20:5 ω 3) sonbahar mevsiminde en fazla hamside (%7.84) en az tekirde (1.31) görülmüştür. DHA (C22:6 n-3) yağ asidi her iki mevsimde de en fazla hamside (%16.44-%14.12) görülmüştür.

Omega-6 yağ asitlerinden LA (C18:2 n-6) ve araşidonik asit (C20:4 n-6); n-3 yağ asitlerinden EPA (C20:5 n-3) ve DHA (C22:6 n-3) tüm balık türlerinde Σ PUFA'ların büyük çoğunluğunu oluşturmakla birlikte mevsimlere göre dalgalanmalar gösterdiği belirlenmiştir.

Omega-3 en fazla hamside (%27.04-%24.22), omega-6 en fazla levrekte (%22.21-%19.72) görülmüştür. ω 3/ ω 6 oranı balık türlerinde mevcut yağların besin değerlerinin kıyaslanmasında önemli bir kriterdir (Pigot ve Tucker,1990). Bu değer yüksek olması insan sağlığını olumlu yönde etkilemektedir. Örneklerimizde ω 3/ ω 6 oranı %0.81 - %4.22 arasında hesaplanmıştır. En yüksek ω 3/ ω 6 oranı ilkbahar mevsiminde istavritte görülmüştür.

Her sezonda toplam doymamış yağ asitleri yüzdesi toplam doymuş yağ asitleri yüzdesinden yüksek bulunmuştur.

ω 3 oranı levrek hariç diğer tüm balıklarda ω 6 oranından fazla bulunmuştur. Ayrıca sonbahar mevsiminde sardalyada da ω 6 (13.49) oranı ω 3 (10.96) oranından daha yüksek bulunmuştur. Bu duruma sebep olan yağ asidinin C18:2 (LA) olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada tüm balık türlerinde ω 3/ ω 6 oranı ilkbahar aylarında sonbahar aylarından daha yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmanın sonucunda elde ettiğimiz verilere göre mevsimsel farklılıkların total lipit düzeylerinde ve özellikle omega-3 ve omega-6 yağ asitleri kompozisyonu üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Bu verilerin tespit edilmesi sağlıklı gelecek kuşakların yetişmesi, bağışıklık sisteminin gelişimi ve bazı hastalıkların önlenmesi açısından önemlidir.

Balık tüketiminin kişinin sağlığı üzerindeki etkilerinin açığa çıkarılması amacıyla yapılan bu çalışmadan ve daha önceki araştırmalardan da anlaşılacağı gibi, balığın içerdiği yağ asidi bileşimleri ile çağımızın birçok hastalığında iyileştirici rolü üstlenmesi nedeniyle yararlanılması gereken çok önemli bir besin kaynağı olmasından ötürü haftada 2 veya 3 defa tüketilmesinde fayda görülmektedir.

6. KAYNAKLAR

Abayasekara, D. ve Wathes, D., 1999, Effects of altering dietary fatty acid composition on prostaglandin synthesis and fertility, *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids (PLEFA)*, 61 (5), 275-287.

Abouel-Yazeed, A., 2013, Fatty acids profile of some marine water and freshwater fish, *J. Arabian Aquacult. Soc.*, 8, 283-292.

Abuoğlu, Z., 2014, Sapanca Gölü'ndeki Scardinius erythrophthalmus (L., 1758) ile Terkos Gölü'ndeki Squalius cephalus (L., 1758)'un total yağ asidi bileşimlerinin mevsimsel değişiminin belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.*

Ackman, R., 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 and Physiology*, 22 (3), 907-922.

Ackman, R., 1988, Concerns for utilization of marine lipids and oils, *Food Technology*, 42 (5), 151-155.

Ackman, R. G. ve Eaton, C., 1967, Fatty acid composition of the decapod shrimp, *Pandalus borealis*, in relation to that of the euphausiid, *Meganctiphanes norvegica*, *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 24 (2), 467-471.

Ågren, J., Muje, P., Hänninen, O., Herranen, J. ve Penttilä, I., 1987, Seasonal variations of lipid fatty acids of boreal freshwater fish species, *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 88 (3), 905-909.

Akpınar, M., 1986, *Cyprinus carpio L. Osteichthyes: Cyprinidae) 'nin Kas Dokusu Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi. Doğa Türk Biyo. D.*, 11 (1), 1-9.

Akpınar, M. A., Görgün, S. ve Akpınar, A. E., 2008, A comparative analysis of the fatty acid profiles in the liver and muscles of male and female *Salmo trutta macrostigma*, *Food chemistry*, 112 (1), 6-8.

Akpınar, M. A., Görgün, S. ve Akpınar, A. E., 2009, A comparative analysis of the fatty acid profiles in the liver and muscles of male and female *Salmo trutta macrostigma*, *Food chemistry*, 112 (1), 6-8.

Akpınar, M. A., 1987, Ergin olmayan ve ergin sazanların (*Cyprinus carpio L.*) gonatlarında total lipid değişimi., *C.Ü. Fen- Ed. Fak. Fen Bil. Derg.* 5, 173-190.

Alpbaz, A., 1990, Deniz balıkları yetiştiriciliği, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yüksekokulu Yayınları* (20), 291-322.

Anonymous, A., 2008, Omega-3 Facts, "Heathy Living, the natural way"
<http://www.omegaplus.nf.ca/fact4.htm>.

Anonymous, A., 2011, Omega-3 Facts, "Heathy Living, the natural way",
<http://www.omegaplus.nf.ca/fact4.htm>.

Aras, S. ve Yanar, M., 1986, İnsan beslenmesinde denge unsuru olarak balık eti, *Et ve Balık Endüstrisi Dergisi*, 8 (45), 9-14.

Arnold, L. E., 2001, Alternative Treatments for Adults with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD), *Annals of the New York Academy of Sciences*, 931 (1), 310-341.

Atalay, H. ve Bilal, T., 2014, The effect of using different commercial feeds in sea bream (*Sparus aurata* L. 1758) and sea bass (*Dicentrarchus labrax* L. 1758) aquacultured in the Güllük Gulf (Muğla, Türkiye) on fatty acid profile, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 38 (1), 20-25.

Bahşi, M., Yılmaz, Ö. ve Tuzcu, M., 2010, Wistar albino sıçanların kas ve testis dokularında 7,12-DMBA hasarına karşı katesin ve vitamin E'nin yağ asidi bileşimi üzerine etkileri, *e-Journal of New World Sciences Academy Ecological Life Sciences*, 3 (5), 186-194.

Bandarra, N. M., Batista, I., Nunes, M. L. ve Empis, J. M., 2001, Seasonal variation in the chemical composition of horse-mackerel (*Trachurus trachurus*), *European Food Research and Technology*, 212 (5), 535-539.

Behan-Martin, M., Jones, G., Bowler, K. ve Cossins, A., 1993, A near perfect temperature adaptation of bilayer order in vertebrate brain membranes, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*, 1151 (2), 216-222.

Belikuşaklı, A., 2006, Levrek balığı, *Dicentrarchus labrax* L. 1958'in total yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişimi, *Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya*.

Bell, J. G., McEvoy, J., Tocher, D. R., McGhee, F., Campbell, P. J. ve Sargent, J. R., 2001, Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects tissue lipid compositions and hepatocyte fatty acid metabolism, *The Journal of nutrition*, 131 (5), 1535-1543.

Besler, H. ve Coşkun, T., 2006, Uzun zincirli yağ asitlerinin kimyasal özellikleri ve sağlıklı olan etkileşimi, *Katkı Pediatri Dergisi*, 28 (1), 5-20.

Biçer, E. K., 2004, Konya da satılan bazı balık türlerinin yağ asidi bileşimleri, *Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya*.

Biderre, C., Babin, F. ve Vivares, C. P., 2000, Fatty acid composition of four microsporidian species compared to that of their host fishes, *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 47 (1), 7-10.

Bittiner, S., Cartwright, I., Tucker, W. ve Bleehen, S., 1988, A double-blind, randomised, placebo-controlled trial of fish oil in psoriasis, *The Lancet*, 331 (8582), 378-380.

- Bozkurt, Y., BEKCAN, S. ve Çakıroğulları, G., 2006, İnci Balığının (Alburnus orontis, Sauvage 1882) Et Kompozisyonu ve Mevsimsel Değişimi, *TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ*, 12 (1), 70-73.
- Britton, J., 1995, Dietary fish oil and airways obstruction, *Thorax*, 50 (Suppl 1), S11-S15.
- Broughton, K. S., Johnson, C. S., Pace, B. K., Liebman, M. ve Kleppinger, K. M., 1997, Reduced asthma symptoms with n-3 fatty acid ingestion are related to 5-series leukotriene production, *The American journal of clinical nutrition*, 65 (4), 1011-1017.
- Brown, A., 2000, Understanding food, fish and shellfish, *Wadsworth/Thomson Learning USA*, 299-318.
- Buda, C., Dey, I., Balogh, N., Horvath, L. I., Maderspach, K., Juhasz, M., Yeo, Y. K. ve Farkas, T., 1994, Structural order of membranes and composition of phospholipids in fish brain cells during thermal acclimatization, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91 (17), 8234-8238.
- Burr, M. L., Gilbert, J., Holliday, R. a., Elwood, P., Fehily, A., Rogers, S., Sweetnam, P. ve Deadman, N., 1989, Effects of changes in fat, fish, and fibre intakes on death and myocardial reinfarction: diet and reinfarction trial (DART), *The Lancet*, 334 (8666), 757-761.
- Calabrese, J. R., Rapport, D. J. ve Shelton, M. D., 1999, Fish oils and bipolar disorder: a promising but untested treatment, *Archives of General Psychiatry*, 56 (5), 413-414.
- Caponio, F., Lestingi, A., Summo, C., Bilancia, M. ve Laudadio, V., 2004, Chemical characteristics and lipid fraction quality of sardines (*Sardina pilchardus* W.): influence of sex and length, *Journal of Applied Ichthyology*, 20 (6), 530-535.
- Cejas, J. R., Almansa, E., Villamandos, J. E., Badía, P., Bolaños, A. ve Lorenzo, A., 2003, Lipid and fatty acid composition of ovaries from wild fish and ovaries and eggs from captive fish of white sea bream (*Diplodus sargus*), *Aquaculture*, 216 (1), 299-313.
- Cossins, A. R., Christiansen, J. ve Prosser, C. L., 1978, Adaptation of biological membranes to temperature. The lack of homeoviscous adaptation in the sarcoplasmic reticulum, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*, 511 (3), 442-454.
- Çelik, M., Diler, A. ve Küçükgülmez, A., 2005, A comparison of the proximate compositions and fatty acid profiles of zander (*Sander lucioperca*) from two different regions and climatic conditions, *Food chemistry*, 92 (4), 637-641.
- Dendrinis, P. ve Thorpe, J., 1985, Effects of reduced salinity on growth and body composition in the European bass *Dicentrarchus labrax* (L.), *Aquaculture*, 49 (3), 333-358.
- Dey, I., Buda, C., Wiik, T., Halver, J. E. ve Farkas, T., 1993, Molecular and structural composition of phospholipid membranes in livers of marine and freshwater fish in relation to temperature, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 90 (16), 7498-7502.

- Drazen, J., 2007, Depth related trends in proximate composition of demersal fishes in the eastern North Pacific, *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 54 (2), 203-219.
- Dudley, M. A., Wang, H., Hachey, D. L., Shulman, R. J., Perkinson, J. S., Rosenberger, J. ve Mersmann, H. J., 1994, Jejunal brush border hydrolase activity is higher in tallow-fed pigs than in corn oil-fed pigs, *JOURNAL OF NUTRITION-BALTIMORE AND SPRINGFIELD THEN BETHESDA-*, 124, 1996-1996.
- Duman, M. ve Şen, D., 2003, Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W.)'nin Kimyasal Bileşimi ve Et Verimindeki Değişimlerin Mevsimsel Olarak İncelenmesi, *FÜ Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15 (4), 635-644.
- FAO, 1991, Fiches FAO d'identification des especes, *Zone de Peche 37. Medit. et M. Noire*.
- Farkas, T. ve Csenger, I., 1976, Biosynthesis of fatty acids by the carp, *Cyprinus carpio* L., in relation to environmental temperature, *Lipids*, 11 (5), 401-407.
- Farkas, T., Csengeri, I., Majoros, F. ve Oláh, J., 1978, Metabolism of fatty acids in fish. II. Biosynthesis of fatty acids in relation to diet in the carp, *Cyprinus carpio* Linnaeus 1758, *Aquaculture*, 14 (1), 57-65.
- Farkas, T., 1984, Adaptation of fatty acid composition to temperature—a study on carp (*Cyprinus carpio* L.) liver slices, *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 79 (4), 531-535.
- Fodor, E., Jones, R. H., Buda, C., Kitajka, K., Dey, I. ve Farkas, T., 1995, Molecular architecture and biophysical properties of phospholipids during thermal adaptation in fish: an experimental and model study, *Lipids*, 30 (12), 1119-1126.
- Folch, J., Lees, M. ve Sloane-Stanley, G., 1957, A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues, *J Biol Chem*, 226 (1), 497-509.
- Gallagher, M., Harrell, M. ve Rulifson, R., 1991, Variation in lipid and fatty acid contents of Atlantic croakers, striped mullet, and summer flounder, *Transactions of the American Fisheries Society*, 120 (5), 614-619.
- Gogus, U. ve Smith, C., 2010, n-3 Omega fatty acids: a review of current knowledge, *International Journal of Food Science & Technology*, 45 (3), 417-436.
- Gomez-Guillen, C., Borderras, A. J. ve Montera, P., 1997, Thermal gelation properties of two different composition sardine (*Sardina pilchardus*) muscles with addition of non-muscle proteins and hydrocolloids, *Food chemistry*, 58 (1), 81-87.
- Gordon ve Ratliff, 1992, The implications of omega-3 fatty acids in human health, *Advances in Seafood Biochemistry Composition and Quality*, Ed, By *George L. Flick*, 406.
- Gorga, C. ve Ronsivalli, L. J., 1988, Quality assurance of seafood.

- Gunasekera, R. M., De Silva, S. S. ve Ingram, B. A., 1999, Early ontogeny-related changes of the fatty acid composition in the Percichthyid fishes trout cod, *Maccullochella macquariensis* and Murray cod, *M. peelii peelii*, *Aquatic Living Resources*, 12 (3), 219-227.
- Gunstone, F. D., 1996, Fatty acid and lipid chemistry, Blackie Academic & Professional, p.
- Güner, S., Dincer, B., Alemdag, N., Colak, A. ve Tüfekci, M., 1998, Proximate composition and selected mineral content of commercially important fish species from the Black Sea, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78 (3), 337-342.
- Haller, A., Theilen, H. J. ve Koch, T., 2003, Lipid mediators in inflammatory disorders, *Fish or chips News physiolsci*, 50-54.
- Harrington, G., 1994, Consumer demands: major problems facing industry in a consumer-driven society, *Meat Science*, 36 (1-2), 5-18.
- Hazel, J. R. ve Prosser, C. L., 1974, Molecular mechanisms of temperature compensation in poikilotherms, *Physiological reviews*, 54 (3), 620-677.
- Heller, A., Koch, T., Schmeck, J. ve van Ackern, K., 1998, Lipid mediators in inflammatory disorders, *Drugs*, 55 (4), 487-496.
- Henderson, R. J. ve Tocher, D. R., 1987, The lipid composition and biochemistry of freshwater fish, *Progress in lipid research*, 26 (4), 281-347.
- Hilaloğlu, H., İbrahim Aras, Mevlüt, N. ve Yetim, H., 2002, Comparison of muscle fatty acids of three trout species (*Salvelinus alpinus*, *Salmo trutta fario*, *Oncorhynchus mykiss*) raised under the same conditions, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26 (5), 1097-1102.
- Holub, B., 1992, Potential health benefits of the omega-3 fatty acids in fish, *E. Graham Bligh ed, Seafood Science and Technology*, 40-46.
- Holub, B. J., 2002, Clinical nutrition: 4. Omega-3 fatty acids in cardiovascular care, *Canadian Medical Association Journal*, 166 (5), 608-615.
- Iacono, J. M. ve Dougherty, R. M., 1993, Effects of polyunsaturated fats on blood pressure, *Annual review of nutrition*, 13 (1), 243-260.
- IUPAC, 1979, standards methods for Analysis of oils, fats and derivatives, Paquot, C.(ed), 6th edn, *Oxford: Pergamon Press*, 59-66.
- Johnson, D. ve Katavic, I., 1984, Mortality, growth and swim bladder stress syndrome of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae under varied environmental conditions, *Aquaculture*, 38 (1), 67-78.
- Kalyoncu, L., Kıssal, S. ve Aktumsek, A., 2009, Seasonal changes in the total fatty acid composition of Vimba, *Vimbavimba tenella* (Nordmann, 1840) in Eğirdir Lake, Turkey, *Food chemistry*, 116 (3), 728-730.

- Kalyoncu, L., Yaman, Y. ve Aktumsek, A., 2010, Seasonal changes on total fatty acid composition of carp (*Cyprinus carpio* L.), in İvriz Dam Lake, Turkey, *African Journal of Biotechnology*, 9 (25), 3896-3900.
- Kara, C., 2001, Sır Baraj Gölü (Kahramanmaraş)'nde yaşayan tatlısu kefali (*Leuciscus cephalus* L, 1758)'nin büyüme özellikleri, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Mühendislik Dergisi*, 7 (2), 1-8.
- Kara, C., Kurtul, N. ve Çalışlar, S., 2005, Variation of fatty acid compositions in gonad tissue female and male *Achanthobrama marmid* (Heckel,1843) Related to Reproduction Time KSU, *Journal of Science and Engineering*, 8 (2), 23-24.
- Karabulut ve Yandı, 2006, Su Ürünlerindeki Omega-3 Yağ Asitlerinin Önemi ve Sağlık Üzerine Etkisi, *Su Ürünleri Dergisi*, 23 (3).
- Karaca, E. ve Aytaç, S., 2007, Yağ bitkilerinde yağ asitleri kompozisyonu üzerine etki eden faktörler, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (1), 123-131.
- Karaçalı, M., Bulut, S., Konuk, M. ve Solak, K., 2011, Seasonal variations in fatty acid composition of different tissues of mirror carp, *Cyprinus carpio*, in Orenler Dam Lake, Afyonkarahisar, Turkey, *International Journal of Food Properties*, 14 (5), 1007-1017.
- Kaya, Y., Duyar, H. A. ve Erdem, M. E., 2004, Balık Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı İçin Önemi, *Su Ürünleri Dergisi*, 21 (3).
- Keskin, H., 1981, Besin kimyası, İstanbul Üniversitesi, p.
- Kıssal, S., 2008, Eğirdir Gölü'ndeki *Vimba vimba tenella* (Nordmann, 1840)(Eğrez)'nin total yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişiminin belirlenmesi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Kitajka, K., Buda, C., Fodor, E., Halver, J. ve Farkas, T., 1996, Involvement of phospholipid molecular species in controlling structural order of vertebrate brain synaptic membranes during thermal evolution, *Lipids*, 31 (10), 1045-1050.
- Kołodowski, E., Kołodowska, A., Lachowicz, K., Gajowiecki, L., Bortnowska, G., Wianeczki, M., Czerniejewska-Surma, B. ve Zienkiewicz, L., 1990, Usefulness of Fish to Processing, *Report CPBR*, 10-16.
- Kolanowski, W. ve Berger, S., 1999, Possibilities of fish oil application for food products enrichment with omega-3 PUFA, *International journal of food sciences and nutrition*, 50 (1), 39-49.
- Kolanowski, W. ve Laufenberg, G., 2006, Enrichment of food products with polyunsaturated fatty acids by fish oil addition, *European Food Research and Technology*, 222 (3-4), 472-477.
- Konar, V., Canpolat, A. ve Yılmaz, Ö., 1999, *Capoeta trutta* ve *Barbus rajanorum mystaseus*' un kas dokularındaki total lipid ve yağ asidi miktar ve bileşimlerinin üreme periyodu süresince değişimi, *J. of Biology*, 23 (3), 319-331.

- Krebs, E., 1981, Lipids of cell membrane. Evolution of brain lipids. Adaptations function of lipids, Nauka: Leningrad, Russia.
- Kromhout, D., Bosschieter, E. B. ve Coulander, C. d. L., 1985, The inverse relation between fish consumption and 20-year mortality from coronary heart disease, *New England Journal of Medicine*, 312 (19), 1205-1209.
- Kuzu, S., 2005, Farklı avlama mevsimlerinin İskenderun Körfezi'nde avlanan keserbaş barbun (*Mullus barbatus*, L., 1758)'un aminoasit ve yağ asitleri kompozisyonuna etkileri, *Çukurova Üniversitesi fen bilimleri enstitüsü su ürünleri anabilim dalı yüksek lisans tezi*.
- Lau, C., Morley, K. ve Belch, J., 1993, EFFECTS OF FISH OIL SUPPLEMENTATION ON NON-STEROIDAL ANTI—INFLAMMATORY DRUG REQUIREMENT IN PATIENTS WITH MILD RHEUMATOID ARTHRITIS—A DOUBLE-BLIND PLACEBO CONTROLLED STUDY, *Rheumatology*, 32 (11), 982-989.
- Leaf, A. ve Weber, P. C., 1988, Cardiovascular effects of n-3 fatty acids, *New England Journal of Medicine*, 318 (9), 549-557.
- Lee, T. H., Hoover, R. L., Williams, J. D., Sperling, R. I., Ravalese III, J., Spur, B. W., Robinson, D. R., Corey, E., Lewis, R. A. ve Austen, K. F., 1985, Effect of dietary enrichment with eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids on in vitro neutrophil and monocyte leukotriene generation and neutrophil function, *New England Journal of Medicine*, 312 (19), 1217-1224.
- Lovell, R. T., 1991, Nutrition of aquaculture species, *Journal of Animal Science*, 69 (10), 4193-4200.
- Loy, A., Cataudella, S. ve Corti, M., 1996, Shape changes during the growth of the sea bass, *Dicentrarchus labrax* (Teleostea: Perciformes), in relation to different rearing conditions, In: *Advances in morphometrics*, Eds: Springer, p. 399-405.
- Maia, E. L., Rodriguez-Amaya, D. B. ve Franco, M. R. B., 1994, Fatty acids of the total, neutral, and phospholipids of the Brazilian freshwater fish *Prochilodus scrofa*, *Journal of Food Composition and Analysis*, 7 (4), 240-251.
- McKenney, J. M. ve Sica, D., 2007, Role of Prescription Omega-3 Fatty Acids in the Treatment of Hypertriglyceridemia, *Pharmacotherapy: The Journal of Human Pharmacology and Drug Therapy*, 27 (5), 715-728.
- Mol, S., 2008, BALIK YAĞI TÜKETİMİ VE İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ, *Journal of FisheriesSciences. com*, 2 (4), 601-607.
- Montgomery, P., Burton, J. R., Sewell, R. P., Spreckelsen, T. F. ve Richardson, A. J., 2014, Fatty acids and sleep in UK children: subjective and pilot objective sleep results from the DOLAB study—a randomized controlled trial, *Journal of sleep research*, 23 (4), 364-388.

- Moreira, A. B., Visentainer, J. V., de Souza, N. E. ve Matsushita, M., 2001, Fatty acids profile and cholesterol contents of three Brazilian Brycon freshwater fishes, *Journal of Food Composition and Analysis*, 14 (6), 565-574.
- Mori, T. A., Vandongen, R., Masarei, J. R., Stanton, K. G. ve Dunbar, D., 1989, Dietary fish oils increase serum lipids in insulin-dependent diabetics compared with healthy controls, *Metabolism*, 38 (5), 404-409.
- Morris, R. ve Culkin, F., 1976, Marine lipids: analytical techniques and fatty acid ester analyses, *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 14, 391-433.
- Munehira, J., Matsumoto, M., Iwai, K., Kawanishi, K., Yamada, K., Hoshino, T., Kimura, Y., Tsuchiya, H. ve Hattori, H., 2000, Effects of eicosapentaenoic acid on the physical properties of the common carotid artery in elderly patients with atherosclerosis, *Current therapeutic research*, 60 (2), 112-118.
- Nettleton, J., 2000, Seafood Nutrition in The 1990's Issues for The Consumer, *Seafood Science and Technology*, Chepter, 4, 32-39.
- Oğuz, A., 2000, 2000, Plazma lipoproteins and their mesurement methods, hiperlipidemia ve aterosklerosis (in Turkish), 30-33.
- Okumuş, I., 2000, Kültür balıklarında kalite ve 'dogal balik kültür baligi'tartışmasi, *Fishery and Fish Product Symposium*, 28-30.
- Olgunoğlu, İ., 2007, Marine Edilmiş Hamside (*Engraulis engrasicholus* L., 1758) Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimler, *TC Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Doktora Tezi*, 111s.
- Öksüz, A., Özyılmaz, A. ve Küver, Ş., 2011, Fatty acid composition and mineral content of *Upeneus moluccensis* and *Mullus surmuletus*, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11 (1).
- Özkan, Y. ve Koca, S. S., 2006, Hiperlipidemi tedavisinde omega-3 yağ asitinin (balık yağı) etkinliği, *Fırat Tıp Dergisi*, 11 (1), 040-044.
- Özogul, Y., Özogul, F. ve Alagoz, S., 2007, Fatty acid profiles and fat contents of commercially important seawater and freshwater fish species of Turkey: A comparative study, *Food chemistry*, 103 (1), 217-223.
- Pigott, G. M. ve Tucker, B., 1990, Seafood: effects of technology on nutrition, CRC press, p.
- Rahman, S. A., Huah, T. S., Nassan, O. ve Daud, N. M., 1995, Fatty acid composition of some Malaysian freshwater fish, *Food chemistry*, 54 (1), 45-49.
- Sargent, J. R., 1987, The use of silages prepared from fish neural tissues as enrichers for rotifers (*Brachionus plicatilis*) and *Artemia* in the nutrition of larval marine fish, *Aquaculture*, 148 (2), 213-231.

- Sarıca, Ş., 2003, Omega-3 yağ asitlerinin insan sağlığı üzerine etkileri ve tavuk etinin omega-3 yağ asitlerince zenginleştirilmesi, *Hayvansal üretim*, 44 (2).
- Schacky, V., Angerer, C., Kothny, P., Theisen, W., Mudra, K. ve Harald, M., 1999, The effect of dietary Ω -3 fatty acids on coronary atherosclerosis: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial, *Annals of internal medicine*, 130 (7), 554-562.
- Seidelin, K. N., Myrup, B. ve Fischer-Hansen, B., 1992, n-3 fatty acids in adipose tissue and coronary artery disease are inversely related, *The American journal of clinical nutrition*, 55 (6), 1117-1119.
- Shahidi, F., Zhong, Y. ve Lall, S., 2007, Effects of oxidized dietary oil and vitamin E supplementation on lipid profile and oxidation of muscle and liver of juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*), *Journal of agricultural and food chemistry*, 55 (15), 6379-6386.
- Sidhu, K. S., 2003, Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil, *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 38 (3), 336-344.
- Sikorski, Z. E. ve Kolakowska, A., 2003, Chemical and functional properties of food lipids, *CRS Press.*, 1-60.
- Simon, H. B., 1994, Patient-directed, nonprescription approaches to cardiovascular disease, *Archives of internal medicine*, 154 (20), 2283-2296.
- Simopoulos, A. P., 1991, Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development, *The American journal of clinical nutrition*, 54 (3), 438-463.
- Soriguer, F., Serna, S., Valverde, E., Hernando, J., Martín-Reyes, A., Soriguer, M., Pareja, A., Tinahones, F. ve Esteva, I., 1997, Lipid, protein, and calorie content of different Atlantic and Mediterranean fish, shellfish, and molluscs commonly eaten in the south of Spain, *European Journal of Epidemiology*, 13 (4), 451-463.
- Steffens, W., 1997, Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans, *Aquaculture*, 151 (1), 97-119.
- Stoll, A. L., Severus, W. E., Freeman, M. P., Rueter, S., Zboyan, H. A., Diamond, E., Cress, K. K. ve Marangell, L. B., 1999, Omega 3 fatty acids in bipolar disorder: a preliminary double-blind, placebo-controlled trial, *Archives of General Psychiatry*, 56 (5), 407-412.
- Şen, S., 2006, Kefal Balığı, *Mugil cephalus* L. 1758 (Osteichthyes: Mugilidae)' nin total yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişimi., *selçuk Üniversitesi F.B.E. Biyoloji A.B.D. Yüksek Lisans Tezi, konya.*, 34.
- Şener, E., Yildiz, M. ve Savaş, E., 2005, Effects of dietary lipids on growth and fatty acid composition in Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) juveniles, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29 (5), 1101-1107.
- Tanakol, R., Yazici, Z., Şener, E. ve Sencer, E., 1999, Fatty acid composition of 19 species of fish from the Black Sea and the Marmara Sea, *Lipids*, 34 (3), 291-297.

- Tanamati, A., Visentainer, F. B. ve Matsushita, J. E. L., 2009, Fatty acid composition in wild and cultivated pacu and pintado fish, *Eur. J. Lipid Sci, Technol*, 111, 183-187.
- Turan, H., Kaya, Y. ve Erkoyuncu, İ., 2007, Protein and lipid content and fatty acid composition of anchovy meal produced in Turkey, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 31 (2), 113-117.
- Turchini, G. M., Moretti, V. M., Mentasti, T., Orban, E. ve Valfre, F., 2007, Effects of dietary lipid source on fillet chemical composition, flavour volatile compounds and sensory characteristics in the freshwater fish tench (*Tinca tinca* L.), *Food chemistry*, 102 (4), 1144-1155.
- Uçal, O. ve Benli, H., 1993, Levrek balığı ve yetiştiriciliği, *Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bodrum*.
- Ulusoy, E., 2011, Balon balığı, *Lagocephalus scleratus* (Gmelin, 1789)(Osteichthyes: Tetraodontidae)'un total lipid ve yağ asidi bileşimi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- URL1, <http://www.balikvadisi.com/node/439>.
- URL2, <http://www.lezzetvadisi.com/baliklar/dil-baligi-nedir-ozellikleri.html>.
- Uysal, K. ve Aksoylar, M. Y., 2005, Seasonal variations in fatty acid composition and the n-6/n-3 fatty acid ratio of pikeperch (*Sander lucioperca*) muscle lipids, *Ecology of food and nutrition*, 44 (1), 23-35.
- Wang, Y., Miller, L., Perren, M. ve Addis, P., 1990, Omega-3 Fatty Acids in Lake Superior Fish, *Journal of food science*, 55 (1), 71-73.
- Yildiz, M., Şener, E. ve TİMUR, M., 2006, The effects of seasons and different feeds on fatty acid composition in fillets of cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) and European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.) in Turkey, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 30 (1), 133-141.
- Yılmaz, Ö., Konar, V. ve Çelik, S., 1995, Elazığ Hazar Gölü'ndeki *Capoeta capoeta* nın dişi ve erkek bireylerinde bazı dokularının total lipid ve yağ asidi bileşimleri, *Biyokimya dergisi*, 20, 31-42.
- Yüce, R., 1998, Türkiye Denizlerinde Yaşayan Balıklar, *Marmara Üniversitesi Yayınları*, 633, 338-339.
- Yücecan, S. ve Baykan, S., 1981, Besin Kimyası, Besin Kontrol ve Analizleri, *Milli Eğitim Basımevi, İstanbul*.
- Zatsick, N. M. ve Mayket, P., 2007, Fish oil: getting to the heart of it, *The Journal for Nurse Practitioners*, 3 (2), 104-109.

Zlatanov, S. ve 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 (3), 725-728.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Meltem YAY
 Uyruğu :T.C.
 Doğum Yeri ve Tarih :Mardin 17/01/1989
 Telefon :05067350294
 e-mail :meltem.988_14@hotmail.com

EĞİTİM

| Derece | Adı, İlçe, İl | Bitirme Yılı |
|----------------|------------------------|--------------|
| Lise | :Sabri Çalışkan Lisesi | 2005 |
| Üniversite | :Marmara Üniversitesi | 2011 |
| Yüksek Lisans: | | |
| Doktora | : | |

İŞ DENEYİMLERİ

| Yıl | Kurum | Görevi |
|-----------|---------------------------|--------------------|
| 2012-2013 | Hürriyet İlköğretim Okulu | Sınıf Öğretmeni |
| 2013-2014 | Erguvan İlköğretim Okulu | Sınıf Öğretmeni |
| 2014-2015 | Gençosman İMKB ÇPAL | Biyoloji Öğretmeni |

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR