

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MUNZUR NEHRİ'NDEN TOPLANAN KIRMIZI BENEKLİ
ALABALIK *SALMO TRUTTA MACROSTIGMA* (DUMERIL, 1858)
(OSTEICHTHYES: SALMONIDAE)' NİN FARKLI
DOKULARINDAKİ (KAS, KARACİĞER VE GONAT) YAĞ
ASİTİ KOMPOZİSYONLARININ MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

Hacer KAYHAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR

Haziran 2011

T.C
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
DIYARBAKIR

Hacer KAYHAN tarafından yapılan “Munzur Nehri’nde Yaşayan Kırmızı Benekli Alabalık *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)’nın Kas, Karaciğer ve Gonat Total Lipit ve Yağ Asiti Kompozisyonlarının Mevsimsel Değişimi” konulu bu çalışma, jürimiz tarafından Biyoloji Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir

Jüri Üyesinin

Ünvanı Adı Soyadı

Başkan: Prof. Dr. Mehmet BAŞHAN (Danışman)

Üye : Doç. Dr. Elif İpek SATAR

Üye : Doç. Dr. Özlem ÇAKMAK

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 21/06/2011

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

.../...../2011

Prof. Dr. Hamdi TEMEL

ENSTİTÜ MÜDÜRÜ

(MÜHÜR)

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez danışmanlığımı üstlenerek gerek tez konunun belirlenmesinde gerekse çalışmalarımın yürütülmesinde bana her konuda yardımcı olan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet BAŞHAN'a en içten teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Araştırma süresince büyük yardımlarını gördüğüm, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Prof. Dr. Erhan ÜNLÜ'ye, çalışmamın deneysel kısmında bana yardımcı olan Semra KAÇAR'a, tez düzeltmelerinde bana yardımcı olan Veysi KIZMAZ'a teşekkür ederim.

09-FF-48 no'lu proje ile maddi katkı sağlayan Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam süresince benden desteğini esirgemeyen sevgili ailem ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|-----------|
| TEŞEKKÜR | I |
| İÇİNDEKİLER | II |
| ÖZET..... | IV |
| ABSTRACT | VI |
| ÇİZELGE LİSTESİ..... | VIII |
| ŞEKİL LİSTESİ..... | X |
| EK LİSTESİ | XI |
| KISALTMA VE SİMGELER..... | XII |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 1.1. Yağ Asitlerinin Yapısı ve Özellikleri | 3 |
| 1.2. Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı Açısından Önemi | 7 |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ | 11 |
| 2.1. Balıkların Total Lipit Miktarı ile İlgili Çalışmalar..... | 11 |
| 2.2. Balıkların Total Yağ Asidi İçeriği ile İlgili Çalışmalar..... | 16 |
| 2.3. Balıkların Fosfolipit ve Triaçilgliserol Yağ Asidi İçeriği ile İlgili Çalışmalar ... | 25 |
| 2.4. Balık Yağ Asitlerinin n-3/n-6 Oranı ile İlgili Çalışmalar..... | 33 |
| 3. MATERYAL VE METOT | 37 |
| 3.1. <i>Salmo trutta macrostigma</i> (DUMERİL; 1858)'nin Biyolojisi | 37 |
| 3.2. Balık Örneklerinin Toplanması | 40 |
| 3.3. Lipit Ekstraksiyonu ve Yağ Asitlerinin Metil Esterlerine Dönüştürülmesi | 42 |
| 3.4. Gaz Kromatografi Koşulları | 43 |
| 3.5. Verilerin Değerlendirilmesi..... | 43 |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA | 47 |
| 4.1. <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın Total Lipit Miktarı..... | 47 |
| 4.1.1. Dişi ve Erkek Bireylerin Kas Total Lipit Miktarları..... | 47 |
| 4.1.2. Dişi ve Erkek Bireylerin Karaciğer Total Lipit Miktarları..... | 50 |
| 4.1.3. Dişi ve Erkek Bireylerin Gonat Total Lipit Miktarları..... | 51 |
| 4.1.4. Balıkların Kas, Karaciğer ve Gonat Total Lipit Miktarlarının Karşılaştırılması | 53 |
| 4.2. Balıkların Total Lipitlerinin Yağ Asidi Bileşimi..... | 54 |
| 4.2.1. Dişi ve Erkek Bireylerin Kas Total Lipitlerinin Yağ Asidi İçeriği..... | 54 |

| | |
|--|------------|
| 4.2.2. Dişi ve Erkek Bireylerin Karaciğer Total Lipitlerinin Yağ Asidi İğeriği..... | 60 |
| 4.2.3. Dişi ve Erkek Bireylerin Gonat Total Lipitlerinin Yağ Asidi İğeriği..... | 65 |
| 4.2.4. Dişi ve Erkek Alabalıkların Kas, Karaciğer ve Gonat Total Lipitlerindeki n-3/n-6 Oranının Karşılaştırılması | 70 |
| 4.3. Balık Lipitlerinin Triaçilgliserol ve Fosfolipit Yağ Asidi İğeriği | 71 |
| 4.3.1. Dişi ve Erkek Bireylerin Kas Lipitlerinin Triaçilgliserol ve Fosfolipit Yağ Asidi İğeriği | 71 |
| 4.3.2. Dişi ve Erkek Bireylerin Karaciğer Lipitlerinin Triaçilgliserol ve Fosfolipit Yağ Asidi İğeriği..... | 79 |
| 4.3.3. Dişi ve Erkek Bireylerin Gonat Lipitlerinin Triaçilgliserol ve Fosfolipit Yağ Asidi İğeriği | 87 |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER..... | 93 |
| 6. KAYNAKLAR | 95 |
| EKLER..... | 109 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 114 |

ÖZET

MUNZUR NEHRİ'NDEN TOPLANAN KIRMIZI BENEKLİ ALABALIK *SALMO TRUTTA MACROSTIGMA* (DUMERİL, 1858) (OSTEICHTHYES: SALMONIDAE)' NİN FARKLI DOKULARINDAKİ (KAS, KARACİĞER VE GONAT) YAĞ ASİTİ KOMPOZİSYONLARININ MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hacer KAYHAN

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

2011

Bu çalışmada, dişi ve erkek Kırmızı benekli alabalık, *Salmo trutta macrostigma*'nın kas, karaciğer ve gonatlarının total lipit ve total lipit ile fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asiti bileşiminin, eşeye ve mevsime bağlı değişimleri araştırılmıştır. Balık örnekleri Munzur Nehri'nden kasım 2009 - ekim 2010 tarihlerinde ikişer aylık periyotlarla alınmıştır

S. t. macrostigma'nın total lipit içeriği yıl içinde dişilerin kas dokusunda % 1.44-1.90, erkeklerin kas dokusunda % 1.07-2.45, dişilerin karaciğerinde % 2.62-5.60, erkeklerin karaciğerinde %3.0-4.64, dişilerin gonadında % 2.90-5.31, erkeklerin gonadında % 2.88-4.12 arasında değişmiştir. Kırmızı renkli alabalığın karaciğer dokusunun, kas ve gonatlardan daha fazla lipit içerdiği belirlenmiştir. *S. t. macrostigma*'nın dokularındaki total lipit miktarı, üreme zamanı, sıcaklık ve mevsime bağlı olarak değişmiştir

Balıkların, kas, karaciğer ve gonatlarındaki total lipit ile fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asiti içerikleri; yağ asiti standartları kullanılarak, gaz kromatografi ile belirlenmiştir.

Çalışmada, Σ SFA, Σ MUFA ve Σ PUFA düzeylerinin her iki eşey arasında ve balığın farklı dokuları arasında değiştiği belirlenmiştir. Dişi ve erkek bireylerin dokularından ekstrakte edilen total lipitlerde SFA % 26.23- 44.13, MUFA % 17.42-37.48 arasında değişmiştir. Dokuların total lipitinde PUFA yüzdesi, % 23.98-52.34 arasında bulunmuştur. Balık dokularında da genel olarak Σ PUFA oranı, her iki eşeyde de Σ SFA ve Σ MUFA lardan daha fazla bulunmuştur.

Tüm mevsimlerde, balık yağındaki total lipit, fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki Σ SFA, Σ MUFA ve Σ PUFA dağılımları farklı bulunmuştur. Triaçilgliserol (TAG), fosfolipite (PL) oranla daha az oranda Σ PUFA, daha fazla oranda Σ MUFA ve Σ SFA; TAG ile karşılaştırıldığında PL daha fazla oranda Σ PUFA ve daha az oranda Σ MUFA ve Σ SFA içermiştir.

Her mevsimde *S. t. macrostigma* dokularındaki temel bileşenler total lipitte, SFA içinde 16:0 (%17.25 - 31.86), MUFA'lar içinde 18:1n-9 (%13.87 - 26.80), PUFA içinde 22:6n-3 (%6.43 - 24.35) ve 20:5n-3 (% 5.06 - 13.08), TAG'da, SFA içinde 16:0 (%16.49 - 40.66), MUFA'lar içinde 18:1n-9 (%18.76 - 36.42), PUFA içinde 18:2n-6 (%3.40 - 29.10), 18:3n-3(%1.36 - 11.80), 22:6n-3 (%1.53 - 22.38) ve 20:5n-3 (%1 - 10.19), PL'de , SFA içinde 16:0 (%20.76 - 41.90), MUFA'lar içinde 18:1n-9 (% 8.44 - 27.28), PUFA içinde 22:6n-3 (7.29 - 28.78) ve 20:5n-3 (4.82 - 15.01) tür.

Triaçilgliseroller, yüksek oranda Σ MUFA, Σ SFA, 14:0, 16:1n-7, 18:2n-6 18:3n-3 yağ asitlerini içerirken, fosfolipitler ise yüksek miktarda Σ PUFA, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:5n-3, 22:6n-3 ve SFA'lar içinde 16:0 ve 18:0 içermiştir.

Genel olarak, 16:0 oranı her iki eşeyin PL fraksiyonunda TAG'dakinden daha fazla saptanmıştır. Her iki eşeyin kas, karaciğer ve gonat dokusu PL ve TAG fraksiyonunda 16:0 oranı % 20.76 - 41.90 ve %16.49- 40.66 arasında değişmiştir.

Her iki eşeyin kas, karaciğer ve gonat dokularından ekstrakte edilen total lipit ve her iki fraksiyonda 18:2n-6 oranının diğer aylarla karşılaştırıldığında eylülde yüksek olduğu bulunmuştur.

Çalışmada, çalışılan balığın her iki eşeyinin total lipitlerinde n-3/n-6 oranı; kasta 2.79 - 5.79, karaciğerde 2.73-4.82, gonatta 1.86 - 4.33 aralığında tespit edilmiştir

Elde edilen sonuçlar, *S. t. Macrostigma*'nın çoklu doymamış yağ asitleri bakımından zengin olduğunu ve özellikle ω -3 serisi yağ asitlerinden eikosapentaenoik ve dokosaheksaenik asitlerinin mükemmel bir kaynağı olduğu ve yağ asitleri bakımından insan tüketimi için değerli bir besin kaynağı olabildiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Munzur Nehri, *S. t. macrostigma*, Mevsimsel Yağ Asidi Dağılımı, Total Lipit, Fosfolipit, Triaçilgliserol

ABSTRACT

THE SEASONAL VARIATIONS IN FATTY ACID COMPOSITIONS IN DIFFERENT TISSUES (MUSCLE, LIVER, GONAD) OF RED - SPOTTED TROUT *SALMO TRUTTA MACROSTIGMA* (DUMERÏL, 1858) (OSTEICHTHYES: SALMONIDAE)' COLLECTED IN MUNZUR RIVER

M.Sc. THESIS

Hacer KAYHAN

DEPARTMENT OF BIOLOGY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF DICLE

2011

In this study, the sexual and seasonal variations in total lipid and fatty acid composition of total lipid, phospholipid and triacylglycerol fractions in muscle, liver and gonads of male and female red - spotted trout *Salmo trutta macrostigma* was investigated. Fish samples have been caught from the Munzur River in two-month periods between november 2009 and september 2010.

The total lipid content varied seasonally from 1.44 % to 1.90 % in female muscle, 1.07 % to 2.45 % in male muscle, 2.62 % to 5.60 % in female liver, 3 % to 4.64 % in male liver, 2.90 % to 5.31 % in female gonad, 2.88 % to 4.12 % in male gonad of wet weight for *S. t. macrostigma*. It was determined that liver tissue contained higher percentages of total lipid than muscle and gonad tissues of *S. t. macrostigma*. The total lipid amount in tissues of *S. t. macrostigma* was influenced by reproduction period, temperature and season.

Fatty acid compositions of total lipid, phospholipid and triacylglycerol fractions have been determined in muscle, liver and gonad tissues of fishes by gas chromatography using a mixture of fatty acid standards.

The present study revealed that Σ SFA, Σ MUFA, and Σ PUFA levels varied among both sexes and different tissues of the fish. The Σ SFA and Σ MUFA percentages of the total lipid extracted from tissues of the both sexes ranged from 26.23 % to 44.13 % and from 17.42 % to 37.48 %, respectively. The Σ PUFA percentages of the total lipid in tissues was found between 23.98 % to 52.34 % .Generally, Σ PUFA percentages of the total lipid in fish tissues were found higher than Σ SFA and Σ MUFA of both sexes

The distributions of Σ SFA, Σ MUFA and Σ PUFA proportions were found different among total lipid, phospholipid and triacylglycerol fractions from lipids in tissues of fish in all seasons. Triacylglycerol contained a lower proportion of Σ PUFA and a higher proportion of Σ MUFA and Σ SFA than PL while PL contained higher proportion of Σ PUFA than proportion of Σ MUFA and Σ SFA compared to TAG.

The main constituents were C16:0 (17.25 - 31.86 %) among SFA, C18:1n-9 (13.87 - 26.80 %) among MUFA, 22:6n-3 (6.43 - 24.35 %) and 20:5n-3 (5.06 - 13.08%) among PUFA in the total lipid. Palmitic acid (16.49 - 40.66 %) among SFA, and C18:1n-9 (18.76 - 36.42 %) among MUFA, 18:2n-6 (3.40 - 29.10%), 18:3n-3(1.36 - 11.80%), 22:6n-3 (1.53 - 22.38 %) and 20:5n-3 (1 - 10.19%) among PUFA in TAG. Palmitic acid (20.76 - 41.90 %) among SFA,

C18:1n-9 (8.44 - 27.28 %) among MUFA, 22:6n-3 (7.29 - 28.78 %) and 20:5n-3 (4.82 – 15.01) among PUFA in PL extracted from tissues of *S. t. macrostigma* in all seasons.

Triacylglycerols were characterized by a high content of Σ MUFA, Σ SFA, fatty acid such as 14:0, 16:1n-7, 18:2n-6 and 18:3n-3; whereas phospholipids contained a large quantity of Σ PUFA, mainly, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:5n-3, 22:6n-3 and 16:0 and 18:0 among SFAs.

Generally, 16:0 percentages of the PL in fish tissues were found higher than TAG of both sexes. The 16:0 percentages of PL and TAG fractions in muscle, liver and gonad tissues of the both sexes ranged from 20.76% to 41.90 % and 16.49% to 40.66 %.

It was found that the percentage of 18:2n-6 in the total lipid and both fractions extracted from muscle, liver and gonad of both sexes was higher in september than to other months.

In this study, the n-3/n-6 ratio was determined to range from 2.79 to 5.79, for dorsal muscle, 2.73 to 4.82 for liver and 1.86 to 4.33 for gonads in total lipids in both sexes of studied fish.

The results indicated that *S. t. macrostigma* were excellent sources of polyunsaturated fatty acids with very high levels of ω -3 fatty acids, especially eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids and it may be a valuable food source for human consumption in terms of fatty acids.

Key Words: Munzur River, *S. t. macrostigma*, Seasonal Fatty Acid Composition. Total Lipid, Phospholipid, Triacylglycerol

ÇİZELGE LİSTESİ

| Çizelge No | Sayfa |
|--|-------|
| Çizelge 3.1. 30 m'lik kapiller kolonda yağ asitlerinin çıkış zamanları (dk)..... | 44 |
| Çizelge 3.2. Bazı doymuş yağ asitleri (DYA) | 44 |
| Çizelge 3.3. Bazı tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri (TDYA VE ÇDYA) | 45 |
| Çizelge 4.1. Çalışmada kullanılan üç dişi <i>Salmo trutta macrostigma</i> (Dumeril, 1858)'ya ait ortalama boy (cm), ağırlık (gr) ve yaşları (yıl) ile yaş ağırlığına göre kas, ovaryum ve karaciğerdeki total lipit yüzdesinin aylara göre değişimi | 49 |
| Çizelge 4.2. Çalışmada kullanılan üç erkek <i>Salmo trutta macrostigma</i> (Dumeril, 1858) ya ait ortalama boy (cm), ağırlık (gr) ve yaşları (yıl) ile yaş ağırlığına göre kas, ovaryum ve karaciğerdeki total lipit yüzdesinin aylara göre değişimi | 49 |
| Çizelge 4.3. Dişi <i>Salmo trutta macrostigma</i> (Dumeril, 1858)'nın kasında bulunan total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi | 58 |
| Çizelge 4.4. Erkek <i>Salmo trutta macrostigma</i> (Dumeril, 1858)'nın kasında bulunan total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi | 59 |
| Çizelge 4.5. Dişi <i>Salmo trutta macrostigma</i> (Dumeril, 1858)'nın karaciğerinde bulunan total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi | 63 |
| Çizelge 4.6. Erkek <i>Salmo trutta macrostigma</i> (Dumeril, 1858)'nın karaciğerinde bulunan total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi | 64 |
| Çizelge 4.7. Dişi <i>Salmo trutta macrostigma</i> (Dumeril, 1858)'nın gonadında bulunan total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi | 68 |
| Çizelge 4.8. Erkek <i>Salmo trutta macrostigma</i> (Dumeril, 1858)'nın gonadında bulunan total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi | 69 |
| Çizelge 4.9. Dişi <i>Salmo trutta macrostigma</i> (Dumeril, 1858)'nın kasında bulunan fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi.... | 75 |
| Çizelge 4.10. Erkek <i>Salmo trutta macrostigma</i> (Dumeril, 1858)'nın kasında bulunan fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi.... | 76 |
| Çizelge 4.11. Dişi <i>Salmo trutta macrostigma</i> (Dumeril, 1858)'nın kasında bulunan triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi | 77 |
| Çizelge 4.12. Erkek <i>Salmo trutta macrostigma</i> (Dumeril, 1858)'nın kasında bulunan triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi | 78 |
| Çizelge 4.13. Dişi <i>Salmo trutta macrostigma</i> (Dumeril, 1858)'nın karaciğerinde bulunan fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi..... | 83 |
| Çizelge 4.14. Erkek <i>Salmo trutta macrostigma</i> (Dumeril, 1858)'nın karaciğerinde bulunan fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi..... | 84 |
| Çizelge 4.15. Dişi <i>Salmo trutta macrostigma</i> (Dumeril, 1858)'nın karaciğerinde bulunan triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi..... | 85 |
| Çizelge 4.16. Erkek <i>Salmo trutta macrostigma</i> (Dumeril, 1858)'nın 'nın karaciğerinde bulunan triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi..... | 86 |

| | |
|--|----|
| Çizelge 4.17. Dişi <i>Salmo trutta macrostigma</i> (Dumeril, 1858)'nin gonadında bulunan fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi.... | 89 |
| Çizelge 4.18. Erkek <i>Salmo trutta macrostigma</i> (Dumeril, 1858)'nin gonadında bulunan fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi.... | 90 |
| Çizelge 4.19. Dişi <i>Salmo trutta macrostigma</i> (Dumeril, 1858)'nin gonadında bulunan triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi | 91 |
| Çizelge 4.20. Erkek <i>Salmo trutta macrostigma</i> (Dumeril, 1858)'nin gonadında bulunan triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi | 92 |

ŞEKİL LİSTESİ

| Şekil No | Sayfa |
|---|-------|
| Şekil 1.1. Bir yağ asidinin genel yapısı (Gorga 1998)..... | 3 |
| Şekil 1.2. Linoleik (18:2n-6) ve α -linolenik (18:3n-3) asitin elongasyon ve desaturasyon yolu (Sargent ve ark. 2002, Nakamura ve Nara, 2004)..... | 6 |
| Şekil 3.1. <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın genel görünüşü | 38 |
| Şekil 3.2. Munzur Nehri'nde örnek toplanan istasyonlar | 41 |
| Şekil 4.1. Dişi bireylerin kas, karaciğer ve gonat dokularına ait total lipit miktarının mevsimsel değişimi (%) | 53 |
| Şekil 4.2. Erkek bireylerin kas, karaciğer ve gonat dokularına ait total lipit miktarının mevsimsel değişimi (%) | 53 |
| Şekil 4.3. Dişi bireylerin kas, karaciğer ve gonat dokularına ait n-3/n-6 oranları..... | 70 |
| Şekil 4.4. Erkek bireylerin kas, karaciğer ve gonat dokularına ait n-3/n-6 oranları | 70 |

EK LİSTESİ

| Ek No | Sayfa |
|--|-------|
| EK 1: Yağ Asidi Standart Kromatogramı (13:0, 15:0, 17:0,19:0, 21:0) | 109 |
| EK 2: Yağ Asidi Standart Kromatogramı (16:0, 18:0, 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3) | 110 |
| EK 3: Kas Triaçilgliserol Yağ Asidi Kromatogramı | 111 |
| EK 4: Kas Fosfolipit Yağ Asidi Kromatogramı | 112 |
| EK 5: Kas Total Yağ Asidi Kromatogramı | 113 |

KISALTMA VE SİMGELER

| | |
|-------|------------------------------------|
| SFA: | Doymuş yağ asitleri |
| MUFA: | Tekli doymamış yağ asitleri |
| PUFA: | Çoklu doymamış yağ asitleri |
| AA: | Araşidonik asit: C20:4n-6 |
| EPA: | Eikosapentaenoik asit: C20:5n-3 |
| DHA: | Dokosaheksaenoik asit: C22:6n-3 |
| ALA: | α -Linolenik asit: C18:3n-3 |
| LA: | Linoleik asit: C18:2n-6 |
| PL: | Fosfolipit |
| NL: | Nötral lipit |
| TAG: | Triaçilgliserol |
| PI: | Fosfatidilinositol |
| PC: | Fosfatidilkolin |
| PE: | Fosfatidiletanolamin |
| UFA: | Doymamış yağ asitleri |

1. GİRİŞ

Başta alabalık olmak üzere balık eti, zengin besinsel bileşenlere sahip ve insanların hayvansal protein ihtiyaçlarının karşılanmasında önemli yeri olan lezzetli bir besin kaynağıdır (Justi ve ark. 2003). Balık etinin lezzetli olması, yapısında bulunan yağlardan ve yağ asitlerinden kaynaklanmaktadır (Kinsella 1987). Yağlar, balıkların önemli biyokimyasal bileşenleri olup, insan organizması için gerekli olan en önemli unsurlardan bir tanesidir (Akpınar 1986). Bunlar sadece yüksek enerji kaynağı olmayıp aynı zamanda yağda çözünen vitaminleri bulundurmaları, proteinlerle birleşerek lipoproteinleri oluşturmaları ve kan lipid düzeylerinde rol oynamaları bakımından oldukça önemlidirler (Yücecan ve Baykan 1981). Balık ve balık yağları protein miktarının yüksek olması, çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), demir, selenyum, çinko ve A, B₃, B₆, B₁₂, D ve E vitaminlerini içermesi nedeniyle oldukça önemli bileşenlerdir (Kaya ve ark. 2004).

Bir balığın canlı ağırlığının %70-80'ini su, %20-30'unu protein, %2-12'sini de yağlar oluşturmaktadır (Love 1970). Yağlar %20-30 oranında doymuş yağ asitlerini, %70-80 oranında da doymamış yağ asitlerini içerir. Balık yağlarındaki çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) miktarı %25-30'dur. Su ürünlerinin yağlarındaki PUFA'lar genellikle omega-3 (n-3) şeklindedir. Diğer çoklu doymamış yağ asitleri olan omega-6 (n-6) yağ asitleri ise toplam yağ asitleri oranının %1 ile 3'ünü oluşturmaktadır (Ackman 1988, Weatherley ve Gill 1989). Bu yağ asitlerinin başlıca kaynakları sudaki besin zincirinin ilk halkasını oluşturan planktonik organizmalardır.

Balıklarda yağ ve yağ asidi bileşimi çeşitli biyotik ve abiyotik faktörlere bağlı olarak tür içinde ve türler arasında büyük değişkenlik gösterir (Sargent 1995). Balıkların lipid içerikleri genel olarak; mevsimsel değişimler ve buna bağlı olarak besin varlığına, yakalandıkları suyun sıcaklık, pH ve tuzluluk derecesine, üreme döngüsüne, balıkların büyüklük ve fizyolojik durumlarına, diyetinde bulunan canlıların ihtiva ettiği yağ asidi bileşimine bağlıdır (Brenner 1989, Crawford ve Marsh 1989, Steffens 1997, Zenebe ve ark. 1998, Shirai ve ark. 2002, Kaushik ve ark. 2006).

Diğer bir önemli çevresel faktör olan tuzluluğun ise özellikle bazı alabalık türlerinde proteinlerin, yağların ve bazı besinsel yağ asitlerinin sindirilebilirliğinde etkili

olduğu bilinmektedir (Gruger ve ark. 1964, Ackman 1967, Standsby 1967, Borlongan ve Benitez 1992).

Balık yiyeceğindeki yağ asidi içeriği doğrudan balık dokularının yağ asidi içeriğine etki eder (Watanabe 1982, Boggio ve ark. 1985, Cowey 1993, Guillou ve ark. 1995, Bell ve ark. 2003). Örneğin, alglerle beslenen herbivor balıklar 18 karbonlu çoklu doymamış yağ asitlerini yüksek, 20 ve 22 karbonlu çoklu doymamış yağ asitlerini ise daha az oranda bulundurlar (Henderson ve Tocher 1987). Alabalıklar gibi karnivor balıklar, diğer balıklar ve sucul organizmalarla beslendikleri için elongasyon (zincir uzatılması) ve desaturasyon (doymamışlık derecesinin artırılması) işlemini tamamlayabilirler. Bu nedenle bu balıklar, uzun zincirli n-3 çoklu doymamış yağ asitlerini yüksek oranda, linoleik asidi (18:2n-6) ise düşük oranda bulundurlar. Omnivor balıklar ise linolenik asidi (18:3n-3) yüksek, uzun zincirli n-3 PUFA'ları düşük oranda bulundurlar (Brown ve ark. 1989). Ayrıca; balıkların yağ asidi içerikleri sadece çevresel faktörlerden değil türlerin biyoçevrim kapasitelerinden de etkilenir (Sargent ve Henderson 1995).

Balıklar, doğal olarak insanlar tarafından sentezlenemeyen ve insanların besin yoluyla dışardan hazır almak zorunda oldukları uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) olan n-6 yağ asitlerini ve başta eikosapentaenoik asit (EPA, 20:5n-3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA, 22:6n-3) olmak üzere balık yağına özgü diğer bir çok n-3 yağ asidini yüksek oranda bulundurlar (Alasalvar ve ark 2002). Bu yağ asitleri insanlar tarafından sentezlenemediğinden “esansiyel” olarak kabul edilmekte, sağlıklı ve dengeli beslenme açısından bu yağ asitlerinin gıdalarla dışarıdan hazır olarak alınmaları gerekmektedir (Zatsick ve Mayket 2007).

Deniz ve tatlısu balıkları, yağ asidi biyosentezi bakımından farklılık göstermektedir. Örneğin, tatlısu balıkları kendileri için esansiyel olan uzun zincirli yağ asitlerini 18:2n-6 ve 18:3n-3 asitlerinden sentezleyebilirler. Fakat bunun aksine deniz balıkları Δ^5 desaturaz enziminden yoksun olduklarından bu dönüşümü gerçekleştiremezler. Dolayısıyla deniz balıkları normal gelişim ve büyümenin sağlanabilmesi için arakidonik asit (AA, 20:4n-6), eikosapentaenoik asit (EPA, 20:5n-3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA, 22:6n-3) gibi yağ asitlerini dışardan hazır olarak almak zorundadırlar (Buzzi ve ark. 1997).

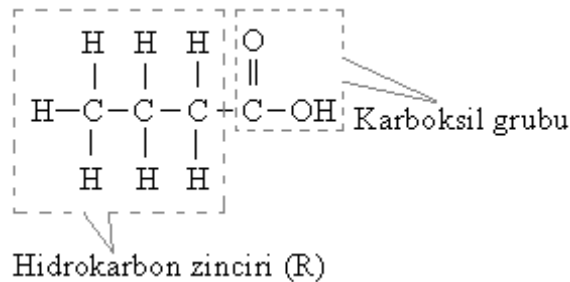
Linolenik asit, EPA ve DHA gibi n-3 PUFA'lar, sucul organizmalar tarafından sentezlenir. İnsanlar, bu temel bileşenleri tatlısu ve deniz ürünlerinden sağlarlar (Perretti ve ark. 2007, Sushchik ve ark. 2007).

İnsan beslenmesinde önemli rol oynayan balıklardan yeterince yararlanmak için bunların besinsel değerlerinin araştırılması büyük önem taşımaktadır. Balık yağlarının yağ asidi kompozisyonu üzerine ilk çalışmalar 1952 yılında başlamıştır (Lee ve ark. 1985). Daha sonraki yıllarda yapılan araştırmalarla, balık yağlarının yapısının daha iyi anlaşılması sağlanmış ve son yıllarda balık yağlarının insan sağlığı üzerine olan olumlu etkilerinden dolayı bu yağların araştırılmasına yönelik çalışmalar artarak devam etmektedir.

1.1. Yağ Asitlerinin Yapısı ve Özellikleri

Lipitler suda çözünmeyen ancak eter, kloroform ve benzen gibi polar olmayan çözücülerde çözünen yapılar olup, protein ve karbonhidratlarla beraber organizmaların üç büyük biyomolekül sınıfını oluşturmaktadırlar (Adam 2000). Lipitler, triaçilgliserol şeklinde ağırlıklı olarak, enerji rezervleri olarak kullanılmaları ve enerjinin depolanmasında, çeşitli hücre organellerinin yapısını oluşturmada, hormon ve vitamin olarak hizmet vermelerinden dolayı canlı vücudunda önemli fonksiyonları olan bileşenler olarak tanımlanırlar (URL 1. 2011).

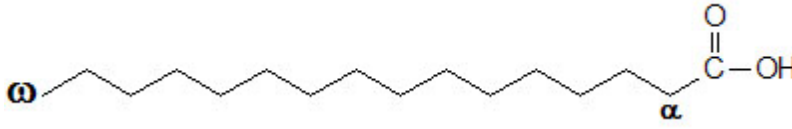
Lipitler yağ asidi zincirlerinden oluşurlar. Zincirin bir ucunda karboksil grubu (COOH), diğer ucunda metil grubu (CH₃), ortada ise değişik uzunlukta hidrokarbon zinciri bulunmaktadır.



Şekil 1. 1. Bir yağ asidinin genel yapısı (Gorga 1998)

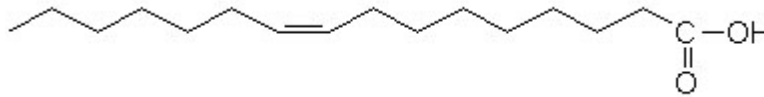
Yağ asitleri içerdikleri karbon atomlarının sayısı, zincir uzunlukları, karbon atomları arasındaki çift bağ sayısı, yeri ve doymamışlık derecelerine göre sınıflandırılırlar. Yağ asitleri, doymuş yağ asitleri (SFA: Saturated Fatty Acid) ve doymamış yağ asitleri (UFA: Unsaturated Fatty Acid) olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Doymamış yağ asitleri de kendi aralarında tekli doymamış yağ asitleri (MUFA: Monounsaturated Fatty Acid) ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA: Polyunsaturated Fatty Acid) olarak gruplandırılmaktadırlar. Çoklu doymamış yağ asitleri ω -3 ve ω -6 yağ asitleridir. Omega adlandırılması; hidrokarbon zincirinin sonundaki metil grubundan başlanarak ilk çift bağın bulunduğu karbon atomuna göre yapılır. Buna göre ω -3 ve ω -6 yağ asitleri metil grubundan sayıldığı zaman 3. ve 6. karbon atomunda çift bağ bulunan yağ asitleridir (Simopoulos 1991, 1999).

Memeli yağ asidi sentezinin son ürünü olan önemli doymamış yağ asidi palmitik asit (16:0) olup, yapısı aşağıda görülmektedir.

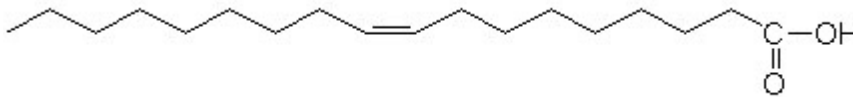


Palmitik asit (16:0)

Tekli doymamış yağ asitlerinden olan palmitoleik asit (16:1n-7) ve oleik asit (18:1n-9), yapısında bir tane çift bağ bulunduran yağ asitleridir.

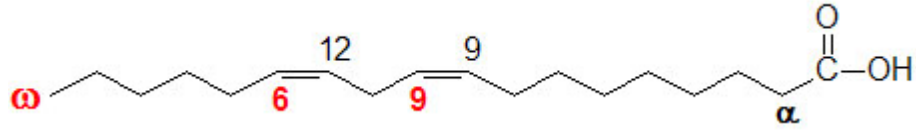


Palmitoleik asit (16:1)

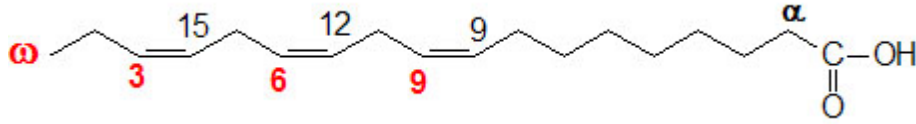


Oleik asit (18:1n-9)

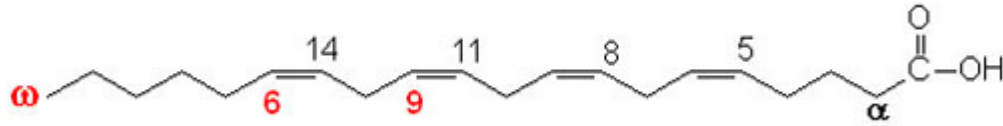
Yapısında birden fazla çift bağ bulunduran esansiyel yağ asitleri olan linoleik asit ve α -Linolenik asidin (ALA) yapısı aşağıda görülmektedir.



Linoleik asit (18:2n-6)

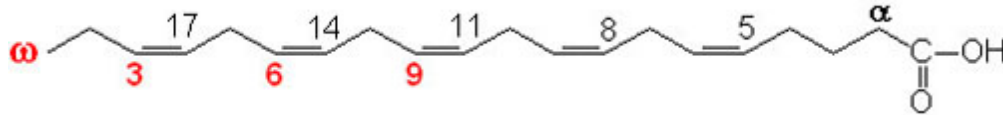
 α -Linolenik asit (18:3n-3)

Eikosanoidlerin öncül maddesi olarak işlev gören arakidonik asit ise yapısında dört tane çift bağ bulundurur.

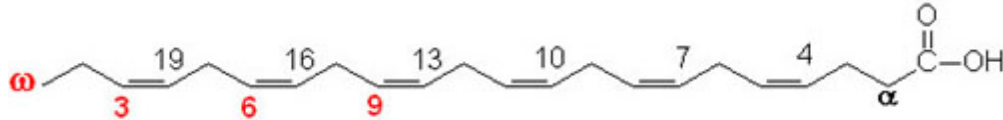


Arakidonik asit (20:4n-6)

Balık dokularında fazla miktarda bulunan ve insan sağlığı açısından sayısız faydaları bilinen önemli n-3 yağ asitlerinden olan EPA ve DHA'nın yapısı aşağıda görülmektedir.



Eikosapentaenoik asit (22:5n-3)

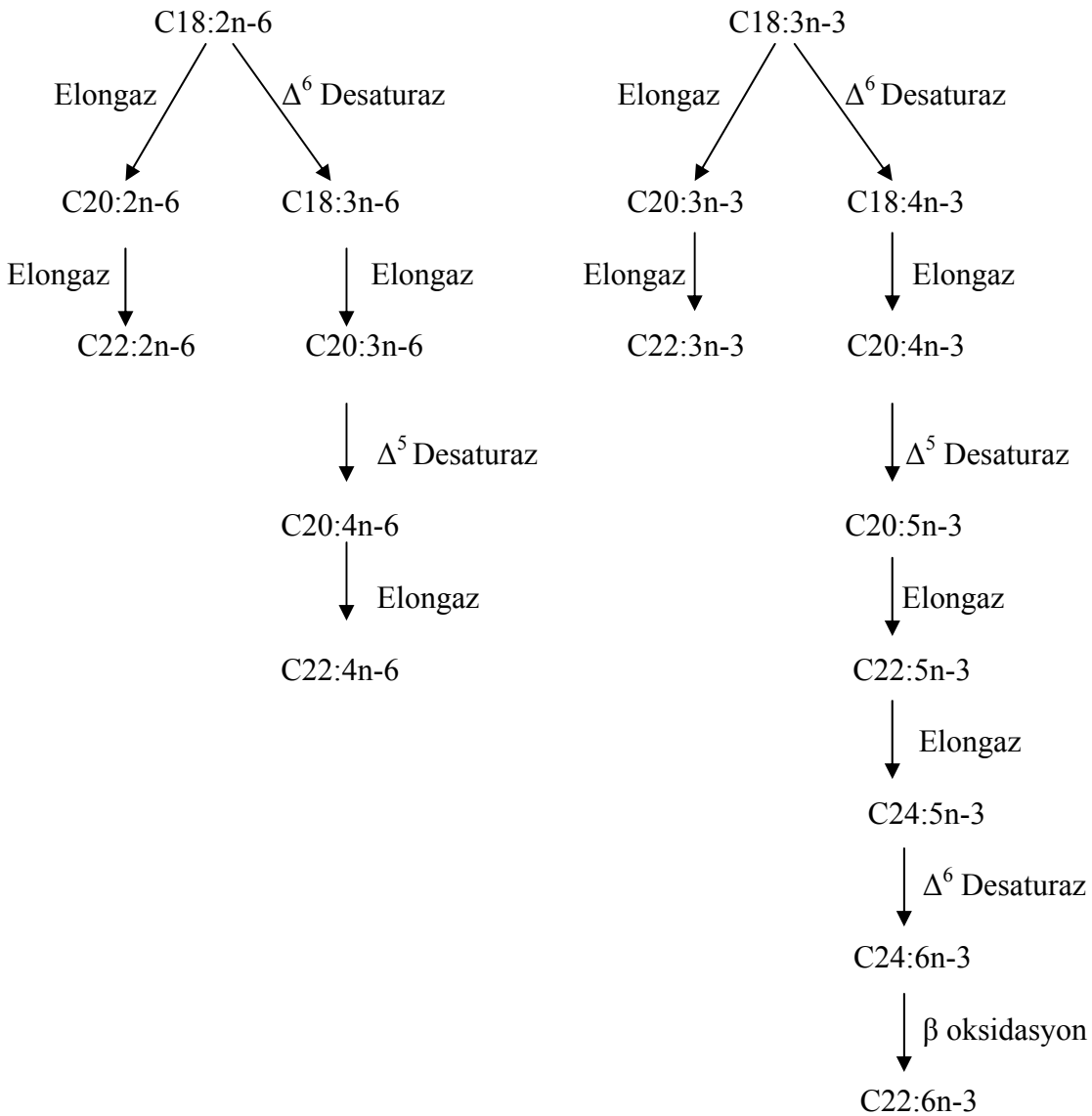


Dokosaheksaenoik asit (22:6n-3)

Omurgasızların çoğu ve balıklar dahil omurgalıların vücudunda doymuş yağ asitleri ile tekli doymamış n-9 yağ asitleri sentezlenebilmektedir. Ancak, bu organizmalarda Δ^{12} ve Δ^{15} desaturaz enzimleri bulunmadığı için, 18:2n-6 ve 18:3n-3 asitleri sentezlenememektedir. Bu yüzden bu yağ asitleri mutlaka besinlerle dışarıdan alınmalıdır. Diğer uzun zincirli doymamış yağ asitlerinden eikosatrienoik,

eikosapentaenoik, dokosapentaenoik, dokosaheksaenoik gibi yağ asitleri ise besinle alınan linoleik ve α -linolenik yağ asitlerinden Δ^4 , Δ^5 ve Δ^6 desaturaz enzimleri tarafından dokularda sentezlenirler (Tocher ve Sargent 1984).

Neredeyse bütün tatlısu balıkları doğuştan linoleik asidi ($18:2n-6$) arakidonik aside ($20:4n-6$), α -linolenik asidi ($18:3n-3$) ise eikosapentaenoik asit (EPA, $20:5n-3$) ve dokosaheksaenoik aside (DHA, $22:6n-3$) dönüştürebilme yeteneğine sahiptirler (Kanazawa ve ark. 1979, Sargent ve ark. 2002).



Şekil 1.2. Linoleik ($18:2n-6$) ve α -linolenik ($18:3n-3$) asidin elongasyon ve desaturasyon yolu (Sargent ve ark. 2002, Nakamura ve Nara, 2004)

1.2. Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı Açısından Önemi

Balık yağları, insan sağlığı üzerine olumlu etkilerinden dolayı insan besininin temel biyokimyasal bileşenleri olarak tanımlanırlar (Zenebe ve ark. 1998, Shirai ve ark. 2002, Sushchik ve ark. 2007). Yeteri miktarda alınan balık yağının oldukça faydalı olduğu bilinmektedir. Uzmanlar tarafından günlük alınması gereken DHA/EPA miktarının bebeklerde 0.5 gr, yetişkinler ve koroner kalp hastalarında ise 1 gr olması gerektiği yönündedir (Khris-Etherton ve ark. 2002).

Balıkları n-3 grubu yağ asitleri olan EPA ve DHA'ların tek hayvansal kaynağı konumundadır (Varlık ve ark. 2004). Başta eikosapentaenoik asit (EPA, 20:5n-3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA, 22:6n-3) olmak üzere balık etinde bulunan yağ asitlerinin biyokimyasal, metabolik, besleyici özellikleri ve farmakolojik etkilerinden dolayı insan sağlığı için sayısız faydaları vardır (Sushchik ve ark. 2007). Bu yağ asitleri hücre zarının akışkanlığı ve geçirgenliği gibi hücrelerin membran biyokimyasında önemli bir role sahip olmakla birlikte osmoregulasyon, besin maddelerinin emilimi ve taşınması gibi membranlar arası süreçlerde de direkt bir etkiye sahiptirler (Ackman ve Eaton 1966, Crowford ve ark. 1986, Christiansen ve ark. 1989, Haliloğlu 2001, Haliloğlu ve ark. 2002, Aras ve ark. 2003a, b). Bu bileşenlerin, pletelet yapışkanlığını azaltıp birikimine engel olarak, kan viskozitesinin, trigliserit ve kolesterol seviyesini azaltarak damar lümeninin zarar görmesini ve tıkanmasını önlemek suretiyle kalp ve damar hastalıklarının önlenmesi ve tedavisinde, hipertansiyon, inflamasyon, otoimmün, hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde (Candela ve ark. 1997, Pike 1999), meme, pankreas, bağırsak ve prostatik tümörlerin gelişiminin önlenmesinde (Kanders ve Kowalchuk 1990), sedef ve egzema gibi çeşitli cilt hastalıklarının tedavisi ve önlenmesi (Ziboh 1990) gibi birçok klinik etkilerinin olduğu bildirilmiştir. Balık yağının bu etkilerinin prostaglandinler veya benzeri bileşiklerin üretimindeki değişimlerin bir sonucu olarak meydana geldiği belirtilmiştir (Galli ve Butrum 1990).

Washington'da yapılan çalışmada günde 5.5 gr PUFA ile beslenen hastalarda ani kalp krizlerinden ölüm riskinin %50 azaldığı, kan akış hızının düzenlendiği ve kalp kası iltihaplarının azaldığı tespit edilmiştir (Stone 1996).

Yapılan çeşitli çalışmalarda, balık ve balık yağlarında bulunan n-3 yağ asitlerinden EPA ve DHA tüketiminin kardiyovasküler ölümleri azalttığı, Ancak,

bitkisel yağlarda bulunan n-3 ve α -linoleik asidin bunlar kadar etkili olmadığı belirtilmiştir (Breslow 2006). Eşey hücrelerinin oluşması için çoklu doymamış yağ asitlerine (PUFA) gereksinim olduğu ve bu yağ asitlerindeki eksikliğin kısırlığa sebep olabileceği (Soivio ve ark. 1989), n-3 yağ asitlerinin tüketilmesi ile erken doğum, düşük ve zayıf bebek doğma riskinin önemli ölçüde azaltılabildiği (Kaya ve ark. 2004), önemli n-3 yağ asitlerinden olan EPA gibi yirmi karbonlu çoklu doymamış yağ asitleri biyolojik olarak aktif maddeler olan ve yerel hormon olarak görev yapan eikosanoidlerin öncül maddeleri olarak işlev gördükleri, ayrıca bu yağ asitlerinin derideki geçirgenlik bariyerinin devamında, kolesterol metabolizmasında ve taşınmasında önemli görevleri olduğu (Steffens 1997), EPA'nın şizofreni belirtilerinin azalmasına yardımcı olduğu, Kanada'da yapılan çalışmada halüsinasyon gören ve 6 ay boyunca günde 2 gr EPA verilen hastalarda şizofrenik belirtilerin %85 oranında azaldığı tespit edilmiştir (Conquer 2000).

Balık yağlarının bir diğer önemli bileşeni olan DHA ise hücre membranının fonksiyonel bütünlüğü ve temel yapısal özelliklerin devamı için gereklidir (Gunasekara ve ark. 1999). İnsan dışındaki primatlar ve yeni doğanlar ile ilgili çalışmalarda, DHA'nın, retina ve beyin normal gelişimi için ve özellikle premature bebekler için gerekli olduğu belirtilmiştir (Montano ve ark. 2001). DHA'nın, cenin ve bebeğin normal gelişimi için beyin zarının %15-20, retinanın da %30-60'ının oluşmasına yardımcı olduğu ve yeteri miktarda DHA içeren gıdaları almayan bir annede doğum sonrası depresyon vakaları ve yüksek kan basıncı gibi olumsuzlukların görüldüğü tespit edilmiştir (Kaya ve ark. 2004). DHA, ayrıca beyin omurilik sıvısında yer alan kişinin kendisini iyi hissetmesini sağlayan başlıca sinirsel uyarı taşıyıcısı olan serotoninin de öncül maddesi olduğu tespit edilmiştir (Kolanowski ve ark. 1999). Yetişkin bir insan beyininde 20 gr DHA bulunması gerekir. Düşük DHA seviyesi, beyin serotonin seviyesinin düşmesine buna bağlı olarak intihar, depresyon ve şiddet eğilimlerinin artmasına neden olmaktadır (Kaya ve ark. 2004).

DHA'nın günümüzde sıkça kullanılan antidepresan ilaçlarda, serotonin miktarını arttırarak depresyonu önlediği, eksikliğinde öğrenme kabiliyetinde azalma olduğu, yaşlı insanlarda buna bağlı olarak hatırlama güçlükleri olduğu tespit edilmiştir (Kolanowski ve ark. 1999).

Ayrıca, DHA'nın retina ve beyinde bulunan yapısal yağların %30'dan fazlasını oluşturduğu, bu nedenle disleksia ve Alzheimer gibi sinir sistemi hastalıklarının tedavisinde önemli olduğu tespit edilmiştir (Conquer 2000).

Finlandiya'da depresyon belirtileri ve intihar eğilimleri olan bir grup insan incelenmiş ve bunlardan haftada en az iki kez balık tüketenlerde depresyon riskinin %37, intihar eğiliminin ise %43 oranında azaldığı belirlenmiştir (Tanscanen 2001).

Avustralya Sydney Üniversitesi'nde yapılan bir araştırmada düzenli balık yağı tüketiminin çocuklarda astım gelişimini önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir (Hodge 1996).

ABD'de Wyoming Üniversitesi'nde yürütülen çalışmada diyetle alınan balık yağlarının astım hastalığı üzerine olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir (Broughton ve ark. 1997).

İnsan sağlığı açısından, oldukça önemli olan balıkların değişik dokularındaki yağ asitleri değişimlerinin ortaya konulması oldukça önemlidir. Balık yağı ve yağ asidi bileşimi, ekolojik faktörler ve balığın fizyolojik durumuna göre en fazla değişime uğrayan bileşiklerdir. Balıklarda total lipit ve yağ asidi içerikleri türlere, cinsiyete mevsime ve beslenme ortamına bağlı olarak değişmektedir. Bu değişiklikler balığın değişik organlarında da görülmektedir.

Bu çalışmada; kasım 2009-ekim 2010 tarihleri arasında farklı dönemlerde Munzur Nehri'nden toplanan Kırmızı benekli alabalık *Salmo trutta macrostigma*'nın kas, karaciğer ve gonatlarındaki total lipit ile fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asitlerinin mevsimsel içeriğinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Balıkların Total Lipit Miktarı ile İlgili Çalışmalar

Balıklar, genellikle yağ içeriklerine göre; yağsız balıklar (yağ içeriği %2'den az), az yağlı balıklar (yağ içeriği %2-4 arasında), orta yağlı balıklar (yağ içeriği %4-8 arasında) ve yağlı balıklar (yağ içeriği %8'den fazla) olmak üzere dört grup altında toplanabilmektedirler (Lambertesen 1978, Ackman 1989).

Balıklar, lipitleri yağ dokusunda depo eden memelilerin aksine, daha çok iskelet kası ve karaciğer dokusunda depo ederler (Kozlova 1998). Ancak alabalıklar diğer balıklardan farklı olarak tıpkı memeliler gibi, lipitleri karaciğer ve gonat dokularından ziyade kas ve yağ dokularında depo ederler (Kiessling ve ark. 1991). Balık dokularındaki lipit miktarı çeşitli faktörlere bağlı olarak belirli dönemlerde değişiklik gösterir. Dokulardaki total lipit miktarı, balığın doğal yada kültür formu olmasına göre farklılık göstermekle birlikte bu farklılığın balıkların beslendikleri besin maddesi miktarından kaynaklandığı belirtilmektedir.

Balığın kas dokusu insan beslenmesi için kullanılan balığın temel parçasıdır. Bu nedenle kas dokusunun total lipit içeriği ve yağ asidi bileşiminin incelenmesi büyük önem taşımaktadır.

Tatlısu balıklarının farklı tür ve alttürlerinin total lipit içeriği araştırılmış ve %0.6-30 aralığında değerler tespit edilmiştir (Atchison 1975, Dave ve ark. 1976, Farkas ve Csengeri 1976, Farkas ve ark. 1978). Henderson ve Tocher (1987), çoğunluğu ılıman bölgelerden olmak üzere 56 tatlısu balığı ile yapılan çalışmaları derlemiş ve balık kaslarının total lipit içeriklerinin %0.7 ile %25.8 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Yunanistan'da yaşayan 8 adet tatlısu balığının total lipit içeriği %0.6 ile %3.5 (Aggelousis ve Lazos 1991), Malezya'daki 20 balık türünde %1.17-34.0 arasında (Rahman ve ark. 1995) Etiyopya'da 50 tatlısu balığında, %1.72-20.8 arasında değişiklik göstermiştir (Zenebe ve ark. 1998).

Doğal alabalıklarda lipit miktarının %1.0 ile %4.5 arasında olduğu belirtilmiştir (Blanchet ve ark. 2005, Kaushik ve ark. 2006). Yetiştiriciliği yapılan Gökkuşluğu alabalığı ile işletmelerden doğaya kaçan ve burada doğal besinlerle beslenen alabalıkların kas total lipit miktarı, kültür alabalıklarında %3.51, doğal olanlarında ise %2.53 olarak tespit edilmiştir (Öz 2009). Simopoulos (1991), Gökkuşluğu alabalığı'nın

yağ oranını %3.4 olarak bildirmiştir. *S. t. macrostigma* ve *Oncorhynchus mykiss* üzerine yapılan çalışmada, total lipit miktarı bakımından *O. mykiss*'in (%2.42) *S. t. macrostigma*'ya oranla (%1.32) daha zengin olduğu belirlenmiştir (Ertan ve Bilgin 1999).

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde doğadan avlanan ve yetiştiriciliği yapılan Dere alabalığı'nın (*Salmo trutta farma fario*) kas total lipit miktarı doğal olanlarda %2.80, kültürlerde ise %3.62 olarak belirlenmiş ve bu farkın istatistiksel bakımdan önemli olduğu ($P<0.05$) saptanmıştır (Erdem 2006). Nettleton ve Exler (1992), doğal Gökkuşığı alabalığı'nda bu oranın %4.6, kültür olanlarında ise %5.4 olduğunu belirlemişlerdir. Doğal balıkların kültür balıklarına oranla daha yağsız olduğu bilinmektedir (Haard 1992).

Total lipit miktarının üreme döneminden, sıcaklık ve mevsim değişikliklerinden, buna bağlı olarak besin miktarından etkilendiği bilinmektedir. Üreme döneminden önce gonatların gelişimi için protein, karbonhidrat ve lipite olan gereksinim oldukça fazladır. Karaciğer, gonat gelişimi ve gamet oluşturulmasında kullanılacak lipitin büyük bir kısmını depo eder. Ayrıca, üreme için gerekli olan enerjinin daha çok kas dokusundaki lipitlerden sağlandığı belirlenmiştir (Atchison 1975, Manning ve Kime 1984). Salmonid'lerin eşeyssel olgunlaşması ile lipit metabolizmasındaki değişimlerin aynı periyoda rastladığı, yapılan araştırmalarla ortaya konmuştur. Buna göre yumurtlama öncesi dönemde alınan besinde bir azalma olduğu, depo lipitlerinin yumurta ve sperm olgunlaşması için kullanıldığı ve yumurta bırakma periyodu sonrasında vücut ağırlığının hissedilir derecede düşüş gösterdiği saptanmıştır (Danneving ve Norum 1982).

Genel olarak, bütün balıklarda kış ve üremeye hazırlık nedeniyle yaz ve sonbahar aylarında metabolizma olaylarının diğer mevsimlere oranla daha hızlı olduğu bildirilmiştir (Agren ve ark. 1987).

Derbent Baraj Gölü'nde yetiştirilen Gökkuşığı alabalığı'nın (*O. mykiss*) kas ve karaciğer dokusundaki total lipit ve yağ asidi miktarının aylara ve mevsimlere göre değişimi incelenmiş, karaciğer total lipit miktarının en fazla kasım (%22.3), en az nisan (%11.2); kas dokusu total lipit miktarının ise en fazla ekim (%6.31), en az mayıs (%2.20) ayında olduğu, her iki dokudaki total lipit miktarının mevsime ve aylara göre

değişiklik gösterdiği ve dokuların total lipit miktarının sonbahar mevsiminde en fazla (kasta %5.65, karaciğerde %19.9) olduğu belirlenmiştir (Kandemir ve Polat 2007).

Yapılan bir başka çalışmada, Atlantik Somon (*Salmo salar*) ve Dere alası'nda (*Salmo trutta*) kasım ortalarından mart sonuna kadar olan dönemde her iki balıkta da sonbahara kadar yükselen yağ miktarının kış sonunda düşmeye başladığı, nisan ayından sonra ise tekrar yükseldiği tespit edilmiştir (Berg ve Bremset 1998).

Pasifik Okyanusu'ndan yakalanan dişi ve erkek Somon balığı'nın (*Lamna ditropis*), karaciğer total lipit miktarı ve yağ asidi kompozisyonunun mevsim ve cinsiyete göre değişimi incelenmiş, her iki eşeye ait karaciğer lipit içeriğinin kış mevsiminde en fazla olduğu (%61.6 ♂, 54.4 ♀) ve lipit miktarının cinsiyetten önemli ölçüde etkilenmediği halde, mevsim değişikliklerinden etkilendiği belirlenmiştir (Jayasinghe ve ark. 2003).

Erzurum civarındaki su kaynaklarından, değişik mevsimlerde toplanan üç alabalık türünün kas dokusu total lipit miktarındaki değişimler incelenmiş, total lipit miktarı *S. t. caspius*'ta %1.75-3.1, *S. t. labrax*'ta %1.50-4.67, *S. t. macrostigma*'da %2.83-3.22 olarak belirlenmiş ve her üç alabalık türünde de en fazla lipitin kış, en az lipitin ise sonbaharda mevsiminde bulunduğu tespit edilmiştir (Bayır ve ark. 2010).

Rize'den avlanan *S. t. macrostigma*'ya ait bireylerin total lipit miktarının %10 ile %16 arasında değiştiği saptanmıştır (Deniz ve Uzunhasanoğlu 1991).

Doğal ve kültür Dere alabalıklarının (*S. t. f. fario*) lipit miktarında mevsime bağlı farklılıklar olduğu ve total lipit miktarının doğal balıklarda ocak ayında %1.85, haziran ayında %3.75, kültür alabalıklarında ise eylül ayında %2.22, haziran ayında %4.69 olarak belirlenmiştir. Her iki balık türünde de lipit miktarının haziran ayında en yüksek seviyede olduğu (Kaya ve Erdem 2009), kültür alabalıklarındaki yüksek lipit miktarının bu balıkların yemlerindeki yüksek yağ oranı ve hareketlerinin kısıtlanmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Alasalvar ve ark. 2002).

İki aylık aralıklarla bir yıl süreyle *Sander lucioperca*'nın dişi ve erkek bireylerin kas dokusu total lipit miktarındaki değişimler incelenmiş ve her iki eşeyin kas dokusundaki total lipit miktarının yumurtlamadan hemen sonraki mayıs ayında en az (%0.42 ♂, %0.39 ♀), yoğun beslenme döneminin başladığı kasım ayında ise en fazla

(%0.76 ♂, %0.77 ♀) olduğu, buna göre total lipit miktarının mevsim ve yumurtlama döneminden önemli derecede etkilendiği tespit edilmiştir (Uysal ve Aksoylar 2005).

Elazığ Hazar Gölü'nde yaşayan *Capoeta capoeta umbla*'nın total lipit miktarının aylara ve mevsime bağlı değişimi incelenmiş, lipit miktarının dişi bireylerde ekim ayında, erkek bireylerde ise kasım ayında diğer aylara oranla oldukça yüksek olduğu, bu farklılığın beslenme ve üreme gibi fizyolojik faaliyetlerden kaynaklandığı belirtilmiştir (Yılmaz ve ark. 1996).

Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *C. trutta* ve *Barbus rajanorum mystaceus* 'un dişi ve erkek bireylerinin üreme periyodu boyunca kas dokusu total lipit miktarındaki değişimler incelenmiş, *C. trutta* ve *B. r. mystaceus* 'un her iki eşeyine ait kas dokusu total lipit miktarının, haziran ayında arttığı, ağustos ayında ise azaldığı ve total lipit miktarındaki bu değişimlerin üreme periyodundan etkilendiği belirlenmiştir (Konar ve ark. 1999).

Beyşehir Gölü'nde yaşayan *S. lucioperca*'nın kas dokusu total lipit içeriğinin mevsimsel değişimi incelenmiş, total lipit içeriğinin en az sonbahar (%0.58), en fazla kış (%1.26) mevsiminde olduğu tespit edilmiştir (Güler ve ark. 2007).

Doğal ve kültür Japon Kedi balığı (*Silurus asotus*)'nın gonat ve karaciğer dokusu total lipit miktarına yumurtlama dönemi ve mevsim etkisi araştırılmış, doğal balığın gonat dokusunun lipit içeriğinin yumurtlama döneminde (%7.3), yumurtlama döneminden sonraya (%2.3) oranla daha yüksek olduğu, karaciğerde yumurtlama dönemi öncesi (%3.5) ve sonrasında (%3.2) önemli değişimlerin gözlenmediği belirtilmiştir (Shirai ve ark. 2001).

Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan *Cyprinus carpio*, *Tor grypus* ve *S. triostegus*'un kas, karaciğer ve gonat dokularına ait total lipit ile fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi bileşiminin, eşeye ve mevsime bağlı değişimleri araştırılmış, üç balık türünün dokularındaki total lipit miktarının üreme zamanı, sıcaklık ve mevsime bağlı olarak değişiklik gösterdiği belirlenmiştir (Kaçar 2010).

Tatlısu balıklarında, karaciğerin lipit içeriği mevsime ve beslenme döngüsüne göre değişir. Sazanın karaciğerinde total lipit, ilkbaharda %11.72, yazın %10.01 kışın ise %4.75 olarak bulunmuştur. Karaciğerin yağ içeriği kışın azalma göstermiştir. İlkbahar ve yazın ise yüksek olarak saptanmıştır (Kminkova ve ark. 2001). *C.*

carpio'nun karaciğerinde, yaş ağırlığına bağlı olarak total lipit ve total yağ asidi miktarında mart ayından sonra artış tespit edilmiştir (Akpınar 1986).

Karaciğerdeki lipit içeriği genellikle kastan yüksektir. Örneğin; Kuzey Turna balığı'nın karaciğer lipit içeriği, kastan fazla bulunmuştur. Ayrıca İskoçya kıyılarında yakalanan Atlantik Somon balığı'nın karaciğeri %10, kası ise %4 oranında lipit içermiştir (Henderson ve Tocher 1987). Hindistan'da beş sazan türü incelenmiş ve karaciğerdeki lipit oranı (%5-10) kastan daha yüksek bulunmuştur (Ackman ve ark. 2002).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan tatlısu balıklarında karaciğer total lipit miktarları %0.50-4.84 arasında bulunmuştur (Kaçar 2010).

Gonatlar, eşey hormonlarının sentezledikleri yerler olmaları dolayısıyla lipit içerikleri balığın cinsiyeti ve eşeyssel özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterir (Newsome ve Leduc 1975, Vuorela ve ark. 1979). Genellikle, dişi balıkların gonatlarında erkek bireylere oranla daha fazla lipit depo edilir. Çünkü dişi balıklar yavruları için gerekli enerjileri buradan sağlarlar. Örneğin, *Esox lucius*, *Leuciscus rutilus*, *Abramis brama* gibi bazı balık türlerinde, ovaryum lipit içeriği yaş ağırlığın %3-5'i salmonidlerde ise %9-10'u kadar olabileceği belirtilmiştir (Lizenko 1980).

Cyprinion macrostomus üzerinde yapılan çalışmada, ovaryum total lipit miktarının testislerden çok daha fazla olduğu ve dişi balıkların gonat gelişimi için lipite erkeklerden daha fazla ihtiyaç duyduğu belirlenmiştir (Metin 1992).

Gobius melanostomus üzerine yapılan çalışmada, gonat total lipit miktarının dişilerde erkeklerden 10 kat daha fazla bulunduğu, gonatların gelişimi için lipit kullanımının erkeklerde daha az olduğu ve erkeklerin üreme faaliyetlerinden dişilere oranla daha az etkilendiği belirtilmiştir (Love 1970).

Topardıç Deresi'nde yaşayan *C. macrostomus*'un gonat total lipit ve yağ asidi miktarının mevsimsel değişiminin incelendiği çalışmada, *C. macrostomus*'ta ovaryum yaş ağırlığına göre total lipit yüzdesi %2.06 ile en düşük nisan, en yüksek ise %6.10 ile ağustos ayında tespit edilmiştir (Metin ve Akpınar 2000).

S. lucioperca'nın dişi ve erkek bireylerinin gonat olgunlaşmasına bağlı olarak karaciğer lipit içeriği incelenmiş, karaciğer total lipit miktarının sıcaklığın aniden

düştüğü ve yoğun beslenme periyodunun sona erdiği kasım ayında en yüksek seviyeye ulaştığı (%7), yumurtlamadan hemen sonraki dönem olan mayıs ayında ise en düşük seviyeye gerilediği (%5) belirlenmiştir (Uysal ve ark. 2006).

Balıklarda lipit miktarı, değişik coğrafik bölgelere, balığın tatlısı yada deniz formu olmasına, türlerin eşeylerine, aynı türün değişik organlarına göre değişebileceği belirtilmiştir (Forss 1967).

Baykal Gölü'nde yaşayan dişi ve erkek *Cottocomephorus grewinki* ve *Cottocomephorus inermis*'in gonad, kırmızı ve beyaz kas dokularının total lipit içeriği incelenmiş, total lipit miktarı bakımından *C. grewinki*'nin karaciğer (5.6 ♀, 6.7 ♂), kırmızı (2.4 ♀, 3.0 ♂) ve beyaz kas (1.4 ♀, 1.6 ♂) dokusunda dişi ve erkek bireyler arasında önemli farklılıklar bulunmazken, iki eşeyin gonat (6.3 ♀, 2.6 ♂) dokularında önemli derecede farklılıklar olduğu, *C. inermis*'in gonat (2.7 ♀, 2.3 ♂), kırmızı (4.3 ♀, 4.7 ♂) ve beyaz kas (1.5 ♀, 1.4 ♂) dokularının lipit içeriği bakımından benzer, ancak karaciğer dokusunda erkek bireylerin lipit içeriğinin dişilere oranla oldukça fazla (11.7 ♀, 19.5 ♂) olduğu tespit edilmiştir (Kozlova 1998).

10 gr'lık Gökkuşaağı alabalığı yavruları deniz ve tatlısında 90 gün beslenmiş ve yetiştirilen yavru alabalıkların 90 gün sonunda vücutlarının besin içeriği parametrelerine bakılmış, lipit miktarı bakımından denizde yetiştirilen balıkların tatlısında yetiştirilenlerden daha zengin olduğu tespit edilmiştir (Dikel 1999).

2.2. Balıkların Total Yağ Asidi İçeriği ile İlgili Çalışmalar

Balıklarda kas, insan besini olarak kullanılan balığın ana parçasıdır. Karaciğer dokusu, yağ metabolizması bakımından önemli olup, yağ asitlerinin alımı, oksidasyonu ve dönüşümü ile uzun zincirli PUFA'ların diğer dokulara sağlanması gibi, önemli fonksiyonlar üstlenir (Rincon-Sanchez ve ark. 1992). Gonat dokusu ise eşey hormonlarının sentezlendiği yerler olması bakımından önemlidir. Kendi doğal ekosistemlerinde canlı balıkların kas, karaciğer ve gonat gibi dokuların yağ asidi içeriğinin belirlenmesi insan beslenmesinde önemli yer tutan balıkların incelenmesi ve yetiştirilmesi için önemli bilgiler sağlar (Kiessling ve ark. 2001, Rodriguez ve ark. 2004).

Balık etindeki yağların kaynağı vücuda besinlerle alınan yağlar, karbonhidratlar ve proteinlerdir. Vücuda alınan bu besin maddelerinin ihtiyaç fazlası balığın kas,

karaciğer ve gonat gibi dokularında yağ şeklinde depo edilmekte ve bu durum balık etinin yağ asidi bileşimini etkilemektedir (Kiessling ve ark. 2001).

Henderson ve Tocher (1987)'in çeşitli tatlısu balıklarının yağ asidi analizi ile ilgili çalışmaları içeren derlemeleri incelendiğinde, SFA'lerden baskın olan bileşenin 16:0 olduğu, 18:0 ve 14:0 (miristik asit) asitlerin daha düşük miktarlarda bulunduğu, 12:0 (lavrik asit)'in %2'den az olduğu görülmüştür. Balık total lipitlerinde 13:0 (tridekononik asit), 15:0 (pentadekanoik asit), 17:0, 19:0 gibi tek karbonlu doymuş yağ asitlerinin oranı %2.4'ten daha az bulunmaktadır. Monoenlerden 18:1n-9 en yüksek yüzdede tespit edilmiştir. Bu bileşeni, 16:1n-7 ve daha sonra 20:1n-9 (eikosenoik asit) izlemiştir.

Aynı derlemeye göre, tatlısu balıklarında bulunan başlıca dienoik yağ asidi 18:2n-6'dır. Fakat genellikle diğer balıklarda bu oran düşük bulunmuştur. Eikosadienoik asit (20:2n-6), bazı tropikal türlerde tespit edilmiştir. Trieonik yağ asitlerinin başlıca bileşeni olan 18:3n-3, total lipitin yaklaşık %10'dan daha azını oluşturmuştur. Birçok tatlısu balık türünde 20:3n-6 oranı %1.5 olarak bulunmuştur. Tetraen yağ asitleri, tropikal balık lipitlerinin %27.6'sını oluşturmaktadır. Değişik coğrafik bölgelerden toplanan farklı tatlısu balıklarında 20:4n-6 daima en çok bulunan tetraendir. Pentaenoik yağ asitleri, genellikle total lipitlerin %1.5-16.3'ünü meydana getirmiştir. Bunlar arasında en fazla bulunan 20:5n-3, %27-51 arasında bulunur. Dokosaheksaenoik asit, hem ılıman, hemde tropikal türlerde temel heksaenoik yağ asididir. Bu bileşen total yağ asitlerinin %0.3-30'unu oluşturmuştur.

Henderson ve Tocher (1987)'in derleme çalışmasından sonraki dönemde yapılan çalışmalar incelendiğinde, çeşitli tatlısu balıklarında benzer sonuçların elde edildiği görülür. Zira, çoğu çalışmalara bakıldığında, doymuş yağ asitlerinden 16:0, tekli doymamış yağ asitlerinden 18:1n-9, çoklu doymamış yağ asitlerinden 20:5n-3 ve 22:6n-3 yüzde dağılımında en fazla bulunduğu görülür. Doymuş yağ asitlerinden 14:0 ile 18:0, tekli doymamış yağ asitlerinden 16:1n-7, çoklu doymamış yağ asitlerinden 18:2n-6, 18:3n-3, eikosanoidlerin öncül maddeleri olan 20:3n-6 ve 20:4n-6 asitler, daha az yüzde de saptanmıştır (Akpınar 1987a, Aggelousis ve Lazos 1991, Konar ve ark. 1999, Kolakowska ve ark. 2000, Kminkova ve ark. 2001, Ackman ve ark. 2002, Haliloğlu ve

ark. 2004, Uysal ve Aksoylar 2005, Güler ve ark. 2007, Akpınar ve ark. 2009, Cengiz ve ark. 2010, Kaçar 2010).

Yapılan çalışmalarla balık yiyeceğindeki yağ asidi içeriğinin balık dokularının yağ asidi içeriğine etki ettiği bildirilmiştir (Guillou ve ark. 1995, Bell ve ark. 2003). Bu durum hem tatlısu ve deniz balıkları hemde doğal ve kültür balıkları arasında yağ asidi bileşimi bakımından farklılığa neden olmaktadır. Tatlısu algleri, krustaseler ve sucül böcek larvaları, genellikle linoleik asit (18:2n-6), linolenik asit (18:3n-3) ve eikosapentaenoik asit (20:5n-3) bakımından zengindir. Bu nedenle tatlısu balıklarının yağ asidi bileşiminde yüksek miktarda n-6 çoklu doymamış yağ asitlerinden olan, linoleik asit ve arakidonik asit (20:4n-6) bulunmaktadır (Henderson ve Tocher 1987, Steffens 1997). Deniz balıkları ise beslendikleri besinlerdeki yüksek n-3 yağ asitlerinden dolayı tatlısu balıklarına oranla daha fazla miktarda EPA ve DHA gibi n-3 çoklu doymamış yağ asitlerini bulundurlar (Czesny ve ark. 1999). Aynı şekilde kültür balıklarının yağ asidi içeriğinin de beslendikleri besinlerin yağ asidi içeriğini yansıttığı bilinmektedir.

Göl alabalıkları üzerine yapılan çalışmada, alabalıklarda bulunan yağlarda çoklu doymamış yağ asitleri miktarının %29.7 oranında olduğu tespit edilmiştir (Wang ve ark. 1990).

Yapılan bir diğer çalışmada ise; PUFA' ların toplam yağ içerisindeki miktarının %15-30 arasında değiştiği ve bu yağ asitleri miktarının bazen %10'dan daha az, bazen de %55'e kadar çıkabildiği belirtilmiştir (Lee ve ark. 1985).

Güney Afrika'da bulunan 18 farklı tatlısu balık türünün kas dokusu yağ asidi bileşimi incelenmiş, analizi yapılan tüm balıklarda, bazı deniz balıklarıyla karşılaştırıldığında, EPA ve DHA gibi n-3 yağ asitleri düşük oranda, 20:4n-6 ve 18:2n-6 gibi n-6 yağ asitleri yüksek oranda bulunmuştur. Ayrıca, total yağ asitlerinin %33'ünü doymuş yağ asitleri, %35'ini ise tekli doymamış yağ asitleri oluşturmuştur (Chetty ve ark. 1989).

Dicle Nehri'nden avlanan 9 tatlısu balığında Σ SFA'lar %10.72-48.94, Σ MUFA'lar %14.84-55.65, Σ PUFA'lar ise %9.75-72.65 arasında bulunmuştur (Cengiz ve ark. 2010).

İki farklı besinle beslenen genç ve olgun *O. mykiss*'in kas ve karaciğer dokularının yağ asidi kompozisyonları incelenmiş, her iki eşeye ait genç ve olgun bireylerin kas ve karaciğerinde en fazla bulunan yağ asitleri palmitik asit (16:0), oleik asit (18:1n-9), linoleik asit (18:2n-6) ve dokosaheksaenoik asit (22:6n-3) olmuştur. Besin içeriğine bağlı olarak genç bireylerde 22:6n-3 miktarı karaciğerde (%29.04-27.41) ve kasta (%13.05 - 11.37) olgun bireylerdekinden daha fazla bulunmuş ve balık dokularının yağ asidi bileşiminin balığın yaşı ve beslendikleri besinlerin yağ asidi içeriğine bağlı olarak değişiklik gösterebileceği belirtilmiştir (Görgün ve Akpınar 2007).

Atlantik somon balıkları üzerinde yapılan çalışmada, kültür ortamında yetişen bireylerde çoklu doymamış yağ asidi miktarının (%28), doğal ortamda yetişen bireylere oranla (%18) oldukça fazla olduğu tespit edilmiştir (Ahlgren ve ark. 1999).

Yetiştiriciliği yapılan Gökkuşluğu alabalığı ile işletmelerden doğaya kaçan ve burada doğal besinlerle beslenen Gökkuşluğu alabalıkların kas dokusu yağ asidi içerikleri karşılaştırılmıştır. Kültür balıklarının Σ SFA, Σ MUFA, Σ PUFA, DHA ve EPA miktarı sırasıyla %20.74, %26.57, %51.12, %9.91 ve %1.86 iken, doğadan yakalanan balıklarda %28.04, %24.69, %35.07, %8.97 ve %6.82 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda, işletmelerden doğaya kaçan alabalıkların Σ SFA ve EPA içeriğinin daha yüksek; lipit, Σ MUFA, Σ PUFA ve DHA içeriğinin ise daha düşük düzeyde olduğu saptanmıştır (Öz 2009).

Doğal ve kültür kahverengi alabalık *S. t. f. fario*'nun kas dokusu yağ asidi içeriği incelenmiştir. Her iki balıkta total doymuş yağ asitleri yüzdesi benzer olmakla birlikte, doğal alabalıklardaki çoklu doymamış yağ asitlerinin oranı, çitliktekilere oranla yüksek; tekli doymamış yağ asitleri ise düşük bulunmuştur. Bu durumun balıkların beslendiği besinlerin yağ asidi içeriğinden kaynaklandığı belirlenmiştir (Kaya ve Erdem 2009).

Doğal ve kültür *Diplous sargus*'un ovaryum ve yumurtalarının yağ asidi bileşimi incelenmiş, balık doku ve yumurtalarının yağ asidi bileşiminin, besinin yağ asidi içeriğinden etkilendiği, bu nedenle çiftlik balıklarının doku ve yumurta lipitlerinin yağ asidi kompozisyonunun, doğal balıkların kompozisyonundan farklılık gösterebildiği belirtilmiştir (Cejas ve ark. 2003).

Doğal ve kültür *D. sargus*'un çeşitli dokularının yağ asidi içeriği incelenmiş, karaciğerde bulunan başlıca doymuş yağ asitlerinin miristik, pentadekanoik, palmitik, heptadekanoik ve stearik asit olduğu ve bu yağ asitleri oranlarının doğal formlarda sırasıyla %1.54, %0.49, %22.73, %0.81 ve %8.79, kültür formlarında ise %1.91, %0.34, %23.81, %0.45 %7.23 olduğu tespit edilmiştir (Cejas ve ark. 2004).

Balıklar poikloterm yani ortam şartlarına göre vücut ısısı değişen canlılardır. Yapılan çalışmalarla, sıcaklığın yağ asidi metabolizması üzerine doğrudan etkili olduğu saptanmıştır. Balığın yaşadığı ortamın su sıcaklığının düşmesi, yapısal lipitlerindeki yağ asitlerinin karbon sayılarının ve doymamışlığın artmasına neden olmaktadır (Williams ve Hazel 1992). Poikloterm olmalarından dolayı da balıklarda hiçbir zaman toplam doymuş yağ asitleri yüzdesinin, toplam doymamış yağ asitleri yüzdesinden fazla olamayacağı belirtilmiştir (Akpınar 1987a).

Beyşehir Gölü'ndeki *S. lucioperca*'nın kas total yağ asidi içeriğinin mevsimsel değişimi incelenmiş, her mevsimde Σ PUFA miktarının Σ SFA ve Σ MUFA miktarından fazla olduğu, SFA'lar içinde major yağ asidinin palmitik asit (%57.0-64.0), MUFA' larda oleik asit (%45.0-58.0), PUFA'larda ise dokosaheksaenoik asit (DHA; %17.1-23.3), linoleik asit (LA; %5.40-15.4), arakidonik asit (AA; %6.72-9.94) ve eikosapentaenoik asit (EPA; %4.22-5.93) olduğu saptanmıştır (Güler ve ark. 2007).

İvriz Baraj Gölü'ndeki Gökkuşığı alabalığı'nın kas dokusunda 38 farklı yağ asidi tespit edilmiştir. Her mevsimde Σ PUFA miktarının Σ SFA ve Σ MUFA'lardan fazla olduğu, her mevsimde Σ MUFA'lar içinde major yağ asidinin oleik asit (18:1n-9), SFA'lar içinde palmitik asit (16:0), PUFA'lar içinde ise dokosaheksaenoik asit (22:6 n-3), linoleik asit (18:2n-6) ve eikosapentaenoik asit (20:5n-3) olduğu belirlenmiştir (Kalyoncu ve ark. 2010).

Aynı barajdan toplanan *S. trutta*'nın kas dokusu total yağ asidi bileşiminde Σ SFA miktarının %19.48 (sonbahar) ile %24.95 (yaz) arasında olduğu ve her mevsimde Σ SFA'lar içinde 16:0 yağ asidinin major yağ asidi olduğu saptanmıştır. MUFA miktarının %31.70 (kış) ile %39.28 (sonbahar) arasında PUFA miktarının ise %41.24 (sonbahar) %46.04 (kış) olduğu saptanmıştır (Yaman 2010).

Pasifik Okyanusu'ndan yakalanan dişi ve erkek Somon balığı (*L. ditropis*)'nın, karaciğer lipit içeriği ve yağ asidi kompozisyonunun mevsim ve cinsiyete göre değişimi

araştırılmış, incelenen balıkların karaciğerindeki total yağ asidinin büyük çoğunluğunu Σ PUFA'ların oluşturduğu, DHA'nın ise en fazla bulunan yağ asidi olduğu ancak, kışın miktarında önemli derecede azalma olduğu gözlenmiştir. Aynı çalışmada, balığın karaciğer dokusunun yağ asidi içeriğinin mevsimden etkilendiği, ancak eşeyden etkilenmediği belirtilmiştir (Jayasinghe ve ark. 2003).

Balıklarda yağ asidi bileşimi çeşitli çevresel faktörlere bağlı olarak değişebildiği gibi, türlerin biyoçevrim kapasitelerinden önemli ölçüde etkilendiği (Sargent 1995) ve bir balığın lipid metabolizması gereği dokuları arasında da önemli farklılıklar olabileceği belirtilmiştir (Halver 1989, Haliloğlu 2001).

Alplerin batısında bulunan Savine Gölü'nde yaşayan *O. mykiss* ve *Salvenius alpinus* üzerine yapılan çalışmada, balıkların kas yağ asidi profillerinin farklılık gösterdiği, özellikle tekli doymamış yağ asitleri bakımından *S. alpinus*'un yüksek (%51.6), doymuş (SFA= %39.9) ve çoklu doymamış (PUFA= %47) yağ asitleri bakımından ise *O. mykiss*'in daha zengin olduğu görülmüştür. Gölde balıkların beslenmiş oldukları canlı yem kaynakları aynı olduğundan bu farklılığın türden ve türün beslenme dönemleri farklılığından kaynaklandığı belirtilmiştir (Zino ve ark. 1991).

Aynı yem kullanılarak aynı gölde yetiştirilen üç farklı alabalık türünün (*S. alpinus*, *S. t. fario*, *O. mykiss*) kas dokusu yağ asidi içeriği incelenmiş, türler arasında Σ PUFA bakımından önemli farklılığın olmadığı, ancak Σ SFA ve Σ MUFA bakımından önemli farklılıklar olduğu, SFA'lar bakımından *O. mykiss*'in en yüksek değere (%31.92), *S. t. f. fario*'nun ise en düşük değere (%25.39), MUFA'lar bakımından *S. t. fario*'nun (%41.90) en yüksek, *O. mykiss*'in ise (%30.81) en düşük değere sahip olduğu ve her üç balık türünde de en yüksek yüzdeye sahip yağ asitlerinin SFA'lar içinde 16:0, MUFA'lar içinde 18:1n-9, PUFA'lar içerisinde 22:6n-3 olduğu tespit edilmiştir (Haliloğlu ve ark. 2002).

Plecoglossus altivelis üzerinde yapılan çalışmalarda hem doğal hemde kültür balıklarda gonatların, kaslara göre daha fazla DHA, EPA ve AA içerdiği, EPA ve AA'nın doğal balıklarda DHA'nın ise kültür balıklarında daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Jeong ve ark. 2002).

Chondrostoma regium'un erkek ve dişi bireyleri üzerine yapılan çalışmada kas dokusunda en fazla bulunan yağ asitlerinin palmitik asit (16:0), oleik asit (18:1n-9),

eikosadienoik asit (20:2n-6) ve dokosaheksaenoik asit (22:6n-3) olduğu, gerek üreme dönemi öncesinde gerekse üreme dönemi sonrasında 16:0'ın doymuş yağ asitleri içerisinde en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi olduğu bildirilmiştir (Kara 2001). 16:0'ın balık yağları içerisinde yüksek miktarlarda bulunması, 16:0'ın balıkların yağ asidi metabolizmasında anahtar rol oynamasından kaynaklanmaktadır (Ackman ve Eaton 1976).

Yukarı Fırat (Karasu) Havzası Yeşildere Çayı'ndan yakalanan *S. t. macrostigma*'nın farklı dokularının yağ asidi kompozisyonu araştırılmış, adipoz, gonad, karaciğer ve kas dokusunda % olarak tekli doymamış yağ asitleri (MUFA), çoklu doymamış yağ asitleri (n-3, n-6 PUFA) ile EPA ve DHA oranları arasındaki fark çok önemli ($P < 0,01$) bulunmuşken, doymuş yağ asitleri (SFA) bakımından dokular arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. SFA içerisinde en fazla bulunan yağ asitleri palmitik asit (16:0), stearik asit (18:0) ve miristik asit (14:0) olurken, MUFA'da 18:1n-9 ile 16:1n-7 asitleri olmuştur (Aras ve ark. 2003b).

Tohma Nehri'nde yaşayan *S. t. macrostigma*'nın erkek ve dişi bireylerinin karaciğer ve kas dokusunun yağ asidi içerikleri incelenmiş, incelenen dokularda eşeye bağlı olarak bireysel yağ asitleri arasında kantitatif farklar saptanmıştır. Her iki eşeyin karaciğer ve kaslarında en çok bulunan başlıca yağ asitleri: palmitik asit (16:0; %19.0-21.6), stearik asit (18:0; %5.32-11.3), 18:1n-7 (%5.65-9.38), oleik asit (18:1n-9; % 15.6-22.4), eikosapentaenoik asit (EPA; 20:5 n-3; %6.34-7.88) ve dokosaheksaenoik asit (DHA; 22:6n-3; %7.38-15.6) olmuştur (Akpınar ve ark. 2009).

Çoruh Havzası Kazandere Çayı'nda yaşayan *S. t. labrax*'ın çeşitli dokularının yağ asidi içerikleri karşılaştırılmış, Σ SFA yüzdesinin en fazla kasta (%37.21), en az yumurtalarda (%27.12) bulunduğu, Σ MUFA yüzdesi bakımından dokular arasında önemli bir farklılığın olmadığı ($P < 0.05$), çoklu doymamış yağ asitlerinden n-3 PUFA miktarı yumurtalarda (%48.09) önemli derecede yüksek olduğu, n-6 PUFA yüzdesinin ise gonatta (%23.88) en düşük olduğu tespit edilmiştir (Aras ve ark. 2003a).

Balıklarda gonat gelişimi ve üreme döneminin, yağ asidi miktarında değişikliklere neden olabileceği belirtilmiştir (Dutta ve ark. 1985). Üremeden önce gonatların gelişimi için protein, karbonhidrat ve lipitlere olan gereksinim oldukça fazladır. Karaciğer, gonat gelişimi ve gamet oluşturulması esnasında kullanılacak lipitin büyük bir kısmını depo eder. Bununla birlikte

üreme için gerekli olan enerji daha çok kas dokusu lipitlerinden sağlanır. Bu nedenle üreme döneminde balıkların karaciğer ve kas dokusunda total lipitlerde önemli derecede düşüş gözlenmektedir (Kaitaranta ve Ackman 1981, Akpınar 1987b, Kara ve Çelik 2000).

Sır Baraj Gölü'nde yaşayan *C. regium*'un dişi ve erkek bireylerinin üreme dönemi öncesi ve sonrasında gonat dokularına ait total doymuş ve doymamış yağ asidi bileşimi incelenmiş, dişi ve erkek bireylerin gonatlarındaki total doymuş ve doymamış yağ asidi yüzdesinin üreme dönemi öncesinde, üreme dönemi sonrasında oranla belirgin şekilde yüksek olduğu belirlenmiştir (Kara ve Çelik 2000).

Topardıç Deresi'nde yaşayan *C. macrostomus*'un gonatlarındaki total lipit ve yağ asidi miktarının mevsimsel değişimi araştırılmış, erkek ve dişi balıklarda gerek gonat ağırlıkları gerekse gonat total lipit ve yağ asidi miktarındaki değişimlerin özellikle gonat gelişimi ve yumurtlama periyodunda daha belirgin olduğu görülmüştür. Yumurtlama periyodunda en yüksek düzeye ulaşan total lipit ve yağ asidi miktarı, yumurtlama periyodu sonrasında bir azalma göstermiştir (Metin ve Akpınar 2000).

O. mykiss'in embriyonik ve larval gelişimi esnasında yağ asidi kompozisyonunda meydana gelen değişimler araştırılmış, balığın tüm gelişim evrelerinde, yağ asidi miktarlarındaki en belirgin değişimlerin, embriyonik safhadan larval safhaya geçiş sürecinde, prelarval safhadan kesenin absorbe edildiği post larval safhaya geçişte meydana geldiği görülmüştür. *O. mykis*'in yumurtadan itibaren gelişimi izlenen bütün safhalarında, yağ asidi bileşiminde kalitatif olarak bir değişiklik belirlenememiş, ancak; 18:0, 18:1n-9, 18:2-6, 20:5n-3 ve 22:6n-3 asitlerinde kantitatif olarak önemli değişimlerin olduğu saptanmıştır (Zengin ve ark. 2003).

Elazığ Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *C. trutta* ve *B. r. mystaceus*'un dişi ve erkek bireylerinin kas dokularında yağ asidi değişimi üreme periyodu boyunca (nisan-ağustos) incelenmiş, *C. trutta*'nın dişi bireylerinin kas dokusundaki doymamış yağ asitlerinin, üreme mevsimi sonunda, üreme mevsimi öncesine oranla düzenli bir şekilde azaldığı, ancak diğer bireylerdeki değişimin daha düzensiz olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, yağ asidi miktarı ve bireysel yağ asidi oranlarının değişiminde, üreme periyodundaki faaliyetlerin etkili olduğunu belirtmişlerdir (Konar ve ark. 1999).

C. regium'un dişi ve erkek bireylerinin kas dokusundaki yağ asidi bileşimi üreme durumu esas alınarak incelenmiş, dişi ve erkek bireylerin yağ asidi miktarlarında

üreme sonrası dönemde önemli düşüş olduğu tespit edilmiş olup, Σ SFA oranı dişi ve erkek bireylerde üreme öncesi %39.21 ve %38.51 iken üreme sonrasında %21.94 ve %18.64 olmuştur. Σ UFA oranı ise üreme öncesinde %43.05 ve %31.52 iken üreme sonrasında %19.3 ve %21.9 olarak tespit edilmiştir (Kara 2001).

Eğirdir Gölü'nde yaşayan *S. lucioperca*'nın üreme dönemi öncesi ve sonrasında ovaryum ve testislerindeki yağ asidi bileşimi incelenmiş, genel olarak her iki dokuda da gonat olgunlaşmasının tamamlandığı mart ayında doymamış yağ asitlerinin özellikle, çoklu doymamış yağ asitlerinin gonat olgunlaşmasının başladığı kasım ayına göre artış gösterdiği, doymuş yağ asitlerinin ise düşüş gösterdiği belirlenmiştir (Uysal 2004).

Sır Baraj Gölü'nde yaşayan *C. regium*'un dişi ve erkek bireylerinin üreme öncesi ve sonrasında gonatlarındaki yağ asidi bileşiminin incelendiği çalışmada, dişi ve erkek bireylerin gonatlarındaki yağ asidi içeriğinin üreme dönemi öncesinde, üreme dönemi sonrasına oranla yüksek olduğu gözlenmiştir (Kara ve Çelik 2000).

Doğal ve kültür Japon Kedi balığı'nın (*S. asotus*) ovaryum yağ asidi kompozisyonu ve lipit içeriğinin, yumurtlamaya ve mevsime bağlı değişimleri incelenmiş, balıkların ovaryumlarında en fazla bulunan yağ asitleri 16:0, 18:1n-9 ve 22:6n-3 olduğu ve yumurtlama mevsiminde doğal Kedi balığı'nın ovaryumunda 20:4n-6, yumurtlama sonrasında daha düşük oranda bulunmuş, buna göre arakidonik asitin yumurtlamayı sürdürmek için gerekli olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, EPA ve DHA içeriğinin ovaryum olgunlaşmasıyla birlikte arttığı saptanmıştır (Shirai ve ark. 2001).

S. lucioperca'nın gonat olgunlaşmasına bağlı olarak karaciğer yağ asidi içeriğindeki değişimler iki aylık aralıklarla bir yıl süreyle incelenmiş, dişi ve erkek bireylerde Σ SFA miktarının %31 ile %42 ve %28 ile %45 arasında olduğu, MUFA'ların %27 ile %35 ve %25 ile %38 arasında Σ PUFA'ların ise %15 ile %28 ve %13 ile %32 arasında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Σ SFA'lar içinde en fazla bulunan yağ asidinin palmitik asit, MUFA'lar içinde oleik asit, PUFA'lar içinde ise 20:5n-3, 22:6n-3 ve 20:4n-6 asit olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada karaciğerdeki Σ PUFA'ların özellikle de n-3 yağ asitlerinin gonatların olgunlaşmasıyla önemli ölçüde azaldığı, yazın yoğun beslenme periyodu ile birlikte arttığı, sonbaharda ise en yüksek seviyeye ulaştığı belirlenmiştir (Uysal ve ark. 2006).

2.3. Balıkların Fosfolipit ve Triaçilgliserol Yağ Asidi İçeriği ile İlgili Çalışmalar

Balık etlerindeki yağlar, triaçilgliserol ve fosfolipit şeklinde bulunurlar. Kasın yağ içeriğindeki değişimleri anlamak ve balığın besinsel değerini tespit etmek için başlıca lipit sınıfları olan PL ve TAG fraksiyonlarının yağ asidi kompozisyonunu ortaya çıkarmak gerekir (Shirai ve ark. 2002). Fosfolipitler ve TAG'ların balık metabolizmasında farklı rolleri vardır. Nötral yağlar olarak ta adlandırılan triaçilgliseroller, vücudumuzda bulunan ve besinlerden alınan yağların temel bileşenleri olup, saf yağların %95'ten fazlasını oluştururlar (Oğuz 2000). Başlıca adipoz dokuda depo edilen TAG'lar, enerji rezervi olarak fonksiyon görürler (Sargent ve ark. 1995, Kiessling ve ark. 2001). Total yağların düşük bir kısmını oluşturan PL'ler, hücre membranı ve yapısının temel bileşeni olup, içerdikleri yirmi karbonlu çoklu doymamış yağ asitleri, eikosanoidlerin öncül maddeleri olarak görev yaparlar.

Fosfolipit fraksiyonunda en fazla bulunan bileşen fosfatidilkolin (PL'nin %94'ü) olup en fazla ovaryumlarda bulunur. İkinci olarak en fazla bulunan bileşen fosfatidiletanolamindir (Kozlova 1998). Fosfatidilinositol (PI) fosfolipit fraksiyonunun yaklaşık %10'unu oluşturur. Bunlar; hücre içinde ikincil habercil olarak görev yaptıklarından dolayı önemli biyokimyasal fonksiyonlara sahip olup, özellikle sinir dokularında yüksek oranda bulunurlar (Ikezawa 1991, Kozlova 1998). Fosfolipit fraksiyonunun bir diğer önemli bileşeni olan fosfatidilgliserol mitokondri solunum sisteminde önemli fonksiyonlara sahip ve beyaz kas, karaciğer ve gonatla karşılaştırıldığında, kırmızı kaslarda fazla bulunur (Sargent ve ark. 1999). Hayvanların beyin dokularında bol miktarda bulunan sfingomiyelinler de fosfolipitlerin önemli diğer bileşenleridir (Krebs 1981).

Dişi ve erkek *L. ditropis*'in karaciğer dokusu lipit sınıfları incelenmiş, karaciğer lipitlerin büyük çoğunluğunu triaçilgliserollerin oluşturduğu (%78.5–82.0), PL'lerin ise lipitlerin küçük bir kısmını (%1.9-3.2) oluşturduğu tespit edilmiştir (Jayasinghe ve ark. 2003).

Hindistan'da yaşayan tatlisu balığı *Callichrous pabda*'nın fosfolipit sınıfları incelenmiş, fosfatidilkolin (%54.8) ve fosfatidiletanolaminin (%26.43) en fazla bulunan bileşenler olduğu belirlenmiştir (Ghosh 1997).

Fosfatidilkolin oldukça önemli bir bileşen olup, sadece hücrelerin yapısal fonksiyonunda değil, fosfatidiletanolaminle birlikte bazı katabolik sistemlerin önemli bileşenleri olarak işlev görürler. İncelenen iki balık türünde (*C. grewingki* ve *C. inermis*) analizi yapılan doku ve organlarda temel fosfolipit sınıflarının fosfatidilkolin (%44.3-78.7) ve fosfatidiletanolamin (%16.8-42.1) olduğu saptanmıştır (Kozlova 1998).

Lipit kompozisyonu ile ilgili yapılan çalışmalar, yapısal lipitler olan fosfolipitlerin, nötral lipitlere oranla daha fazla çoklu doymamış yağ asitleri ve daha az tekli doymamış yağ asitleri içerdiğini, fosfolipitlerde en çok bulunan çoklu doymamış yağ asidinin ise DHA olduğunu göstermiştir (Gunstone ve ark. 1978, Huss 1995). Fosfolipit fraksiyonunda oldukça fazla bulunan PUFA'ların emilimi, yenilen lipit içindeki yağ asidi çeşitlerinden etkilenir (Carnielli ve ark. 1998, Lemaitre-Delaunay ve ark. 1999). Bu nedenle balığın besinsel değerini tespit etmek için PL ve TAG fraksiyonlarının yağ asidi kompozisyonunun araştırılması gerekir (Shirai ve ark. 2002).

Aralarında alabalığın da olduğu dört tatlısu balığının yağ asidi içeriği incelenmiş, buna göre TAG fraksiyonu bakımından alabalıkların diğer üç balık türünden daha fazla Σ PUFA bulundurduğu belirlenmiştir. Ayrıca, incelenen balıkların PL ve TAG fraksiyonlarının her ikisinde de en fazla bulunan yağ asitlerinin SFA'lar içinde 16:0, MUFA'lar içinde 18:1, PUFA'lar içinde ise 22:6 yağ asitleri olduğu tespit edilmiştir (Simonetti ve ark. 2008).

Fosfatidiletanolamin (PE) ve fosfatidilkolin (PC) gibi PL alt sınıflarında; DHA, EPA ve AA'nın TAG'a oranla yüksek miktarda olması, bu yağ asitlerinin membran fosfolipitlerinin bileşenleri olarak önemli olduklarını gösterir. Triaçilgliserolde ise MUFA'lar yüksek miktarda bulunmaktadır (Cejas ve ark. 2003).

Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'un dişi ve erkek bireylerinin çeşitli dokularının PL ve TAG yağ asidi içeriği incelenmiş, her üç balık türünde de kas, karaciğer ve gonat lipitlerinin total PUFA miktarının PL fraksiyonunda TAG'a oranla oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir (Kaçar 2010).

Dört kültür balığı *S. trutta*, *Ictalurus punctatus*, *I. melas* ve *Micropterus salmoides*'in kas dokusu TAG ve PL fraksiyonları yağ asidi içeriği incelenmiş, Σ SFA miktarının TAG'da (%25.8) PC (%26.4) ile benzer, ancak PE (%17.2)'den oldukça farklı olduğu, Σ MUFA'nın en fazla TAG'da (%29.2), en az PC'de (%8.6) olduğu,

Σ PUFA'ların ise PE (%73.6) ve PC'de (%65) TAG (%45) fraksiyonuna oranla oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir (Simonetti ve ark. 2008).

D. sargus'un ovaryum TAG ve PL fraksiyonlarının yağ asidi içeriği incelenmiş, TAG fraksiyonunda Σ SFA %28.62, Σ MUFA %33.76, n-3PUFA %23.24, n-6PUFA %11.16; PC fraksiyonunda Σ SFA %34.95, Σ MUFA %17.8, n-3PUFA %34.78, n-6PUFA %9.52; PE fraksiyonunda Σ SFA %27.2, Σ MUFA %10.3, n-3PUFA %45.8, n-6 PUFA %13.3 olduğu ve her fraksiyonda en fazla bulunan yağ asitleri SFA'lar içinde 16:0, MUFA'lar içinde 18:1n-9, PUFA'lar içinde ise 22:6n-3 olduğu tespit edilmiştir (Cejas ve ark. 2003).

Yapılan bir diğer çalışmada, *D. sargus*'un kas ile karaciğer TAG ve PL fraksiyonlarının yağ asidi içeriği incelenmiş, incelenen dokuların TAG fraksiyonu PC, PE ve PI'ye oranla daha az miktarda 22:6n-3, 20:5n-3 (EPA) ve 20:4n-6 (AA) asitlerini içerdiği, 18:1n-9 asidini ise daha fazla miktarda içerdiği tespit edilmiştir (Cejas ve ark. 2004).

C. carpio'nun ovaryum dokusu incelenmiş, TAG ve PL fraksiyonundaki Σ MUFA miktarının %52.10 - %23.30, Σ SFA miktarının %38.20 - %36.50, Σ PUFA miktarının ise %9.5 - 40.3 olduğu belirlenmiştir (Mukhopadhyay ve Ghosh 2003).

Bir deniz balığı türü olan *Petromyzon marinus*'un nötral lipitinde, en çok Σ MUFA, sonra Σ SFA en az Σ PUFA saptanmıştır. Buna göre, balık türlerinin başlıca SFA ve MUFA'ları depo lipitleri olarak biriktirdikleri tespit edilmiştir (Pinela ve ark. 2009).

PL ve TAG fraksiyonları arasında yağ asidi farklılığından bahsedilebildiği gibi PL alt sınıflarında da yağ asitleri bakımından farklılıktan bahsetmek mümkündür. Örneğin, Hindistan'da yaşayan tatlı su balığı *C. pabda*'nın fosfolipit alt sınıfları incelenmiş, Σ SFA'nın en çok fosfatidilkolin (%27.23), en az sfingomiyelin'de (%39.49); MUFA'nın en az fosfatidilinositol (%32.04), en çok fosfatidilkolin'de (%37.02); PUFA'ların ise en az sfingomiyelin'de (%26.97), en fazla fosfatidilkolin'de (%35.2) olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, analiz sonucunda diğer tatlısu balıklarında bol miktarda bulunan yağ asitlerinin yanı sıra önemli miktarda 20:4n-6, 8:0, 10:0, ve 13:0, 17:0 asitleri belirlenmiştir. Analiz sonucunda fosfolipit sınıflarının yağ asidi kompozisyonlarının küçük farklılıklar dışında benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Ghosh

1997). Bilindiği gibi; AA, PI (fosfatidilinositol)'nın temel bileşenidir (Bell ve Dick 1990). PI'da; AA, prostaglandin sentezi için dış sinyallere cevap olarak hızlıca çevirdiği bilinir (Sargent ve ark. 1989). Bu bileşen, balıklarda osmoregülasyon ve solunumu kontrol eder (Sargent ve ark. 1989, Bell ve ark. 1994).

Triaçilgliserol ve fosfolipitler balık lipitlerinin temel bileşenleri olup miktarları ve bireysel yağ asitleri bakımından dokular arasında farklılık gösterebilir. Örneğin, Baykal Gölü'nde yaşayan *C. grewingki* ve *C. inermis*'in karaciğer gonat, kırmızı ve beyaz kas dokuları incelenmiş, dokulardaki temel lipit sınıflarının TAG ve PL olduğu ve TAG miktarının en fazla erkek *C. inermis*'in karaciğerinde fosfolipit miktarının ise her iki türün testislerinde diğer dokulara oranla fazla olduğu tespit edilmiştir (Kozlova 1998).

Kültür Japon Kedi balığı *S. asotus*'un kas, karaciğer ve gonat dokularının fosfatidilinositol fraksiyonu yağ asidi bileşimi incelenmiş, kas dokusu PI fraksiyonunda en fazla bulunan yağ asitlerinin 18:0, 20:4n-6, ve 22:6n-3, karaciğer ve ovaryumda ise 18:0 ve 20:4n-6 asitleri olduğu, 18:0 ve 22:6n-3 asitlerinin kas dokusunda karaciğer ve ovaryumdakinden fazla olduğu, 20:4n-6 asidinin ise kas dokusunda karaciğer ve gonat dokusuna oranla önemli ölçüde düşük bulunduğu, ayrıca incelenen her üç dokuda da 20:5n-3 ve 22:6n-3 asitlerinin kış, 20:4n-6 asidinin ise yaz mevsiminde fazla olduğu belirlenmiştir (Shirai ve Wada 2001).

Triaçilgliserol ve fosfolipit fraksiyonlarında bireysel yağ asitleri bakımından farklılıklar olabildiği gibi, bazı çalışmalarda da benzerlikler olduğu tespit edilmiştir. Örneğin, bir yıl süreyle dişi *S. t. caspius*, *S. t. labrax* ve *S. t. macrostigma*'nın nötral (NL) ve fosfolipit fraksiyonu yağ asidi kompozisyonu incelenmiş, kas dokusuna ait NL ve PL fraksiyonlarında 23 çeşit yağ asidi olduğu, her üç balığa ait PL ve TAG fraksiyonlarında en fazla bulunan yağ asitlerinin SFA'lar içinde palmitik asit, MUFA'lar içinde oleik asit, n-3 PUFA'lar içinde dokosahekzaenoik asit (DHA), n-6 PUFA'lar içinde linoleik asidin temel yağ asitleri olduğu belirlenmiştir (Bayır ve ark. 2010).

C. carpio'nun ovaryum lipit miktarı ve yağ asidi kompozisyonu incelenmiş, TAG ve PL fraksiyonlarında bulunan başlıca doymuş yağ asitlerinin miristik (%2.70-%0.40), palmitik (%33.20-%27.40), stearik (%1.90-%6.50) ve arakidonik (%0.30-

%2.20) asit olduğu, başlıca bulunan MUFA'ların palmitoleik asit (%12.80-%4.10), oleik asit (%38.80-%18.90), başlıca PUFA'ların ise linoleik asit (%6.5-%3.8), arakidonik asit (%0.6-13.0) ve dokosaheksaenoik asit (%11.1-15.2) olduğu saptanmıştır (Mukhopadhyay ve Ghosh 2003).

Organizmaların yaşam ortamlarına adaptasyonunda önemli rol oynayan hücresel membranların yapısal organizasyonları, çeşitli çevresel faktörlerle etkilenmektedir. Membranlarda fosfolipit, kolesterol ve özellikle doymamış yağ asitlerinin bulunuşu membran akışkanlığının kontrolünde önemli olduğu kabul edilmiştir (Farkas ve Csengeri 1976). Akuatik organizmalarda bu bileşenlerin miktarı su sıcaklığından önemli derecede etkilenir. Balıklar poikloterm (soğukkanlı) canlılar olduklarından dolayı homeoterm (sıcakkanlı) canlılar gibi vücut ısısını ayarlayamazlar. Bu nedenle, balıklarda bütün metabolik faaliyetler ortam sıcaklığı ile yakından ilişkilidir (Uysal 2004). Düşük sıcaklıkta yaşayan soğukkanlı hayvanların sinir ve diğer dokularının hücre membran fosfolipitleri, yüksek sıcaklıkta yaşayan hayvanların fosfolipitlerine göre genellikle daha fazla doymamış yağ asitleri içerir. Soğukkanlı hayvanların çeşitli dokularında çoklu doymamış yağ asitlerinin depolanması, onların ortama adaptasyonu için esastır. Lipitlerin bileşiminde meydana gelen bu gibi değişimlerin, hücre membranlarının optimal viskozitesini korumak için gerekli olduğu belirlenmiştir (Hazel ve Prosser 1974, Kreps 1981).

S. t. caspius, *S. t. labrax* ve *S. t. macrostigma*'nın total (TL), nötral (NL) ve fosfolipit (PL) fraksiyonu yağ asidi kompozisyonunun incelendiği çalışmada; total, nötral ve fosfolipit miktarları, n-3/n-6 oranı ile EPA ve DHA miktarlarının su sıcaklığının azaldığı kış mevsiminde en yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir (Bayır ve ark. 2010).

Yapılan çalışmalarda, membran fosfolipitlerindeki doymamışlığın soğuğa bağlı olarak arttığı gözlenmiştir. *C. carpio*'nun karaciğerindeki sterol koenzim A desaturaz enziminin aktivitesi soğuğa bağlı olarak 10 kat artmıştır. Bu değişikliğin doymamış yağ asitlerindeki birinci çift bağın oluşmasını kontrol eden Δ^9 desaturaz enziminin indüklenmesi sonucu olabileceği belirtilmiştir (Cossins 1994).

C. carpio üzerine yapılan çalışmada, su sıcaklığının 22°C olduğu yaz sonlarına doğru, doğal ortamlarından toplanan bireylerin karaciğer fosfolipidlerindeki uzun

zincirli çoklu doymamış yağ asitlerinin seviyesinin, su sıcaklığının 5°C olduğu kış mevsiminde toplanan balıkların çoklu doymamış yağ asitleri seviyesinden daha düşük olduğu belirlenmiştir (Farkas ve Csengeri 1976).

S. salar üzerine yapılan çalışmada, düşük sıcaklığa maruz bırakılma sonucunda doymuş yağ asitleri oranının azaldığı, doymamış yağ asitleri oranının ise arttığı görülmüştür (Jobling ve Bendiksen 2003).

Gökkuşuğu alabalıklarının (*O. mykiss*) karaciğer membranı lipit bileşimi üzerinde sıcaklık etkisinin incelendiği çalışmada, soğuk şartlara maruz bırakılan balıklarda çoklu doymamış yağ asidi miktarının arttığı, doymuş yağ asitleri miktarının ise azaldığı ve n-3 yağ asitlerindeki artışın n-6 yağ asitlerine oranla daha fazla olduğu belirlenmiştir (Hazel 1979). Membran lipitlerindeki bu değişim, düşük sıcaklıklarda membran fosfolipitlerinde akıcılık ve geçirgenliği sağlamak için yağ asitlerinin doymamışlık derecesinin artışına ihtiyaç duyulduğunu gösterir (Lovell 1991).

Yapılan çalışmada, Japon Kedi balığı'nın kas, karaciğer ve ovaryumlarının fosfatidilinositol yağ asidi bileşiminin mevsimden etkilendiği tespit edilmiştir. Ayrıca incelenen her üç dokuda da 20:5n-3 ve 22:6n-3 yağ asitlerinin kış, 20:4n-6 yağ asitlerinin ise yaz mevsiminde arttığı belirlenmiştir (Shirai ve Wada, 2001).

Ektotermik hayvanların hücre membranlarında gömülü olarak bulunan lipitlerin hidrofobik yağ asidi kuyruklarının doymamışlık derecesi ve zincir uzunluğunun suyun sıcaklığının yanısıra suyun tuzluluk derecesinden de etkilenir (Cossins 1994).

Yapılan bir diğer çalışmada, Atlantik Somon balıkları tatlısudan, tuzluluk oranı %1-2 olan tuzlu suya aktarılmışlardır. Tuzlu suya aktarıldıktan 48 saat sonra Atlantik Somon'un solungaçlarında bulunan fosfotidilkolin'deki 22:6n-3 miktarının azaldığı, 20:5n-3/20:4n-6 oranının ise %1'den %0.82'ye düştüğü belirlenmiştir (Takeuchi ve ark. 1989).

Balık dokularında PL ve özellikle de TAG fraksiyonu yağ asidi kompozisyonun, besin maddesinin yağ asidi bileşiminden ve bireylerin lipit metabolizmasından etkilendiği belirtilmiştir (Sargent ve ark. 1989, Linko ve ark. 1992, Peng ve ark. 2003). Bazı araştırmacılar tarafından balıklarda bulunan lipitlerle, balıkların besinlerinde bulunan lipitler arasında yakın bir ilişki olduğu belirtilmiştir (Castell 1979, Chen ve ark. 1995).

Genellikle nötral lipitlerin yağ asidi içeriğinin, besin maddelerinin yağ asidi içeriğine, fosfolipitlerde olduğundan daha fazla benzerlik gösterdiği, bunun da PL'lerde sınırlı sayıda yağ asidinin [16:0, 18:1n-9, 20:5n-3 ve 22:6 n-3] bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Henderson ve Tocher 1987, Higgs ve Dong 2000, Arts ve ark. 2001, Jump 2002, Sargent ve ark. 1989, 2002).

Atlantik Somon'ların çeşitli dokularının NL ve PL fraksiyonu yağ asidi bileşimine besin ve su sıcaklığının etkisi araştırılmış, incelenen dokuların PL ve NL fraksiyonlarının yağ asidi içeriğinin hem besin yağ asidi içeriğinden hemde sıcaklık değişimlerinden etkilendiği, ancak dokuların yağ asidi bileşimine besin yağ asidi içeriğinin su sıcaklığından daha fazla etki ettiği, bu etkinin PL fraksiyonundan ziyade NL fraksiyonunda, sıcaklık değişiminin ise NL fraksiyonundan ziyade PL fraksiyonunda daha fazla etkili olduğu ve düşük sıcaklığa maruz bırakılma sonucunda, PL'lerde doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine oranının arttığı tespit edilmiştir. Bu durum, membran akışkanlığı, geçirgenliği ve esnekliğinin sürdürülmesini sağlayan termal aklimatizasyon (soğukkanlılarda sıcaklığa karşı fizyolojik adaptasyon) mekanizmalarından biri olarak değerlendirilmektedir (Jobling ve Bendiksen 2003).

Doğal ve ticari besinle beslenen *Pagrus pagrus*'un kas dokusuna ait total (TL), PL ve TAG fraksiyonları yağ asidi içeriğinin incelendiği çalışmada, TAG fraksiyonunda Σ SFA miktarı bakımından bireyler arasında önemli değişim gözlenmezken, Σ MUFA ve Σ PUFA miktarı bakımından önemli farklılıklar gözlenmiştir. Kültür balıklarında Σ MUFA, doğal olanlarında ise Σ PUFA değeri yüksek bulunmuştur. TAG'larda görülen bu farklılığın muhtemelen besin maddelerinden kaynaklandığı ve Σ PUFA'ların doğal balıkların TAG fraksiyonunun temel bileşeni olduğu. 18:1n-9 ve 18:2n-6 yağ asitleri yetiştirilen balıklarda, 20:4n-6 ve 22:4n-6, yağ asitlerinin doğal balıklarda daha fazla bulunduğu, buna bağlı olarak başta 20:4n-6 olmak üzere n-6 yağ asitlerinin doğal balıklarda daha yüksek olduğu saptanmıştır (Rueda ve ark. 1997).

Morina (*Gadus morhua* L.) balıklarının farklı yem kaynaklarıyla beslenmeleri sonucunda balıkların vücut kompozisyonlarının diyet kompozisyonunu yansıttığı, kasta en fazla fosfolipitlerin, karaciğerde ise triaçilgliserollerin depolandığı ve karaciğerde 20:5n-3 yağ asitlerinden daha uzun zincirli (22:6n-3) yağ asitlerinin oluşturulduğunu destekler veriler elde edilmiştir (Santos ve ark. 1993).

Genel olarak, balıklarda üreme dönemi sonrasında üreme dönemi öncesine göre yağ asidi bileşiminde önemli derecede değişim gözlenmektedir.

Yapılan çalışmada, PL fraksiyonunda Σ SFA içeriğinin *S. t. labrax* ve *S. t. macrostigma*'da yazın, *S. t. caspius*'ta ise yumurtlama öncesi dönem olan sonbaharda yüksek bulunmuştur. Fosfolipitlerdeki yüksek 16:0 oranının, yazın su sıcaklığının etkisiyle, sonbaharda ise üreme aktivitesiyle ilgili olabileceği öne sürülmüştür (Bayır ve ark. 2010). Palmitik asitin (16:0), SFA'lar içerisinde en fazla bulunan yağ asidi olduğu ve balık dokularındaki miktarının besinden önemli ölçüde etkilenmediği belirtilmiştir (Ackman ve ark. 1975).

Dişi ve erkek *L. ditropis*'in karaciğer dokusu yağ asidi bileşimine mevsim ve eşeyin etkisi araştırılmış, incelenen balıkların karaciğer dokusu TAG fraksiyonunda cinsiyet ve sezona bağlı olarak önemli değişiklikler görülmemiştir. Ancak beklenenin aksine, dişi ve erkek bireylere ait Σ PUFA değerleri yaz mevsiminde (%47.3-49.4) kış mevsimine oranla (%37.8-39.1) önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Σ MUFA miktarında ise tam tersi bir durum gözlenmiştir. Dişi ve erkek bireylerin Σ MUFA değerleri kış mevsiminde %40-40.8, yaz mevsiminde ise %29.9-31.9 olduğu ve kış mevsiminde total lipitlerde belirgin bir artış olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar *L. ditropis*'in karaciğer lipitlerinin mevsimden etkilendiği halde, cinsiyetten etkilenmediğini göstermektedir (Jayasinghe ve ark. 2003).

Yapılan çalışmada *P. altivelis*'in erkek ve dişi bireylerinin kas dokusuna ait Σ SFA, Σ MUFA ve Σ PUFA değerleri bakımından eşeyler arasında önemli bir farklılığın olmadığı, ancak gonat dokuları bakımından eşeyler arasında farklılık olduğu belirlenmiştir (Jeong ve ark. 2000). Genellikle, balık ovaryumları depo lipitlerini özellikle TAG'ları testislere göre daha fazla biriktirirler. Böylece yavrular için gerekli enerji sağlanır. Lipit miktarları; yaşam biçimine, beslenme seviyelerine ve özellikle her türün üreme ekolojisine bağlıdır. Örneğin, *E. lucius*, *L. rutilus*, *A. brama* gibi bazı balık türlerinde, ovaryum lipit içeriği yaş ağırlığın %3-5'i salmonidlerde ise %9-10 olarak bulunmuştur (Lizenko 1980).

Yapılan bir diğer çalışmada ise, triaçilgliseroller, ovaryumlarda (%28), PL'ler ise testislerde (%38) baskın olarak bulunmuştur (Kozlova 1998).

2.4. Balık Yağ Asitlerinin n-3/n-6 Oranı ile İlgili Çalışmalar

N-3/n-6 oranı, balık yağlarının besinsel değerinin karşılaştırılmasında kullanılan önemli bir indekstir (Piggott ve Tucker 1990). İnsanlar daha önceleri n-3 ve n-6 yağ asitlerini eşit miktarda içeren diyetle beslenmişlerdir (Simopoulos 1999). Ancak son 100-150 yıldan bu yana gıdalarla n-3 yağ asidi alımının azalması ve bitkisel yağ kullanımının yaygınlaşması nedeniyle (Khris-Etherton ve ark. 2000) n-6 yağ asitleri tüketiminde önemli bir artış olmakla birlikte eskiden 1:1 olan n-3:n-6 oranı günümüzde yaklaşık olarak 1:10 oranındadır.

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 olması gerektiğini belirtmektedirler. Besindeki n-3 yağ asidi miktarı, besinin kalitesini arttırmak suretiyle, birçok kronik hastalığın önleminde oldukça önemlidir (Moreira ve ark. 2001).

Balığın lipit içeriği ve n-3/n-6 oranının farklı olması balığın beslenme özelliğine, toplanma mevsimine, toplandığı bölgeye, balığın boyuna, eşeyssel olgunluğa erişip erişmediğine, çevre koşullarına, kültür yada yabani form olup olmaması gibi faktörlere bağlıdır (Deng ve ark. 1976, Henderson ve Tocher 1987, Bakır ve ark. 1993, Osaka ve ark. 2002, Mourente ve ark. 2002, Caponio ve ark. 2004, Haliloğlu ve ark. 2004). Balığın tatlısu yada deniz formu olması n-3/n-6 oranını etkiler. Desaturaz enzim aktivitesi ve zincir uzaması (elongasyon) deniz balıklarına göre tatlısu balıklarında n-3 PUFA'yı düşürürken n-6 PUFA'yı yükseltmekte, dolayısıyla n-3/n-6 oranı tatlısu balıklarında karakteristik olarak daha düşük çıkmaktadır (Borlongan ve Benitez 1992, Sheikheldin ve ark. 1996). Total n-3/n-6 yağ asitleri oranının deniz balıklarında tatlısu balıklarına göre 5 ile 10 derece hatta daha fazla olabileceği belirtilmektedir (Moreira ve ark. 2001). Tatlısu ve deniz balıklarının n-3/n-6 oranındaki bu farklılık, desaturaz enzim aktivitesinin yanı sıra balıkların besinini oluşturan fitoplanktonların yağ asidi bileşiminden de kaynaklanmaktadır (Gutierrez ve Da Silva 1993, Gunstone 1996). Zira, deniz suyunda yaşayan planktonik canlıların EPA ve DHA gibi n-3 yağ asitleri bakımından, tatlısularda yaşayan planktonik canlıların ise n-6 yağ asidi içeriği açısından zengin olduğu belirlenmiştir (Justi ve ark. 2003). Tatlısu balıkları içerisinde de

alabalıklar n-3 yağ asitlerini fazla oranda bulundurdıkları için n-3/n-6 oranları diğer tatlısu balıklarına oranla yüksek olmaktadır (Kaçar 2010).

Türkiye’de yaşayan bazı deniz balıklarının n-3/n-6 oranları; lüferde 7.30, çipurada 2.67, hamside 8.27, istavritte 12.61, kefalde 8.64, palamutta 9.91, uskumruda 5.63, zarganada 12.2 olarak tespit edilmiştir (Bayır ve ark. 2006).

Ülkemizde ticari olarak önemli olan 8 deniz balığı ile 6 tatlısu balığının yağ asidi içeriği incelenmiş, deniz balıklarının tatlısu balıklarına oranla daha fazla n-3 ve daha az n-6 PUFA’ları içerdiği ve buna bağlı olarak deniz balıklarında n-6/n-3 oranının, 0.009-0.59 arasında; tatlısu balıklarında ise 0.21-1.0 arasında (*C. Carpio*’da 0.91, *S. glanis*’te 0.65) olduğu belirlenmiştir (Özoğul ve ark. 2007). Cowey (1988), tatlısu balıklarında n-3/n-6 oranının 4’e kadar, deniz balıklarında ise 5-14 arasında olduğunu öne sürmüştür.

Dicle Nehri’nde yaşayan dokuz tatlısu balığının n-3/n-6 oranı, 0.39-3.53 arasında bulunmuştur (Cengiz ve ark. 2010).

Atatürk Baraj Gölü’nden avlanan *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*’un total lipitlerinin n-3/n-6 oranı kasta 1.15-4.05, karaciğerde 1.30-3.50, gonatta ise 1.22-3.79 olarak belirlenmiştir (Kaçar 2010).

Doğal yada kültür formlarının n-3/n-6 oranları arasında farklılık olduğu ve bu oranın genellikle doğal balıklarda kültür balıklarına oranla daha fazla olduğu bildirilmiştir (Van Vliet ve Katan 1990). N-3/n-6 oranındaki bu farklılığın temel nedeninin ise balıkların beslendikleri besin maddesinin yağ asidi içeriğinden kaynaklandığı belirlenmiştir (Bakır ve ark. 1993). Kültürü yapılan tatlısu balıklarının linoleik asit gibi n-6 yağ asitleri bakımından zengin bitkisel yağ içeren yemlerle beslenmeleri nedeniyle, dokularında n-6 yağ asidi miktarının arttığı tespit edilmiştir (Chanmugam ve ark. 1986, Vlieg ve Body 1988). Bazı araştırmacılar, kültür tatlısu balıklarının n-3/n-6 oranının 1 ile 4 arasında değişebileceğini bildirmişlerdir (Van Vliet ve Katan 1990).

Doğal ve kültür kahverengi alabalık *S. t. f. fario*’nun kas dokusu n-3/n-6 oranı her dönemde doğal alabalıklarda (1.43-4.29), kültür olanlarına (0.83-1.36) oranla oldukça yüksek bulunmuştur (Kaya ve Erdem 2009).

Çukurova Bölgesi'nden toplanan doğal ve kültür *Tilapia* türlerinin n-3/n-6 oranı doğal olanlarında (1.95), kültür olanlarına oranla (1.12, 1.21, 1.29, 1.37) yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çelik ve Gökçe 2003).

Yapılan kimi çalışmalarda da, kültür balıklarındaki n-3/n-6 oranı, doğal olanlara oranla daha yüksek bulunmuştur. Örneğin, yetiştiriciliği yapılan Gökkuşığı alabalığı ile işletmelerden doğaya kaçan ve burada doğal besinlerle beslenen Gökkuşığı alabalıklarının n-3/n-6 oranının doğal olanlarda 0.32, kültür olanlarında ise 2.15 olduğu tespit edilmiştir (Öz 2009).

Atlantik Somon balıkları üzerine yapılan çalışmada, kültür balıklarındaki n-3/n-6 oranı (9.8), doğal balıkların (4.7) yaklaşık iki katı olarak belirlenmiştir (Ahlgren ve ark. 1999).

N-3/n-6 oranı türler arasında ve aynı bireyin dokuları arasında da büyük farklılık göstermektedir. Örneğin, Tohma Nehri'nde yaşayan *S. t. magrostigma*'nın dişi ve erkek bireylerinin n-3/n-6 oranı karaciğerde 2.89 ♂-1.97 ♀, kasta 2.59 ♂-2.26 ♀ olarak belirlenmiştir (Akpınar ve ark. 2009).

Aynı yem kullanılarak yetiştirilen üç farklı alabalık türünün (*S. alpinus*, *S. t. fario*, *O. mykiss*) yağ asidi içeriği incelenmiş, n-3/n-6 oranı bakımından *O. mykiss*'in en yüksek (1.58) *S. t. fario*'nun ise en düşük (0.95) değere sahip olduğu belirlenmiştir (Haliloğlu ve ark. 2002).

Çoruh Havzası Kazandere Çayı'nda yaşayan olgun yabancı alabalık *S. t. labrax*'ın n-3/n-6 oranı kasta 6.27, karaciğerde 7.76, gonatta ise 5.23 olarak tespit edilmiştir (Aras ve ark. 2003a).

N-3/n-6 oranının mevsimsel değişimlerden etkilendiği ve bu oranın soğuk dönemlerde arttığı belirlenmiştir. Özellikle soğuk ve derin deniz balıklarında n-3 yağ asitlerinin fazlaca bulunması, n-3 yağ asitlerinin n-6 yağ asitlerine oranla erime sıcaklıklarının daha düşük olması ve bu bileşenlerin balıkların membran yapısına daha fazla katılmalarından kaynaklandığı öne sürülmüştür. Ilıman ve sıcak bölgelerde yaşayan tatlısu balıklarında ise erime sıcaklığı daha yüksek olan n-6 yağ asitlerinin daha fazla olduğu belirlenmiştir (Kayam 1977).

Beyşehir Gölü'nde yaşayan *S. lucioperca*'nın kas dokusu n-3/n-6 oranı ilkbahar (1.49), sonbahar (1.45), kış (1.22) ve yaz (0.72) mevsimlerinde incelenmiş, analiz sonucunda n-3/n-6 oranının mevsim ve üreme döneminden etkilendiği belirtilmiştir (Güler ve ark. 2007).

Dokulardaki n-3/n-6 oranı lipit sınıfları arasında büyük farklılık göstermektedir. Genel olarak n-3/n-6 oranının PL fraksiyonunda, TAG fraksiyonuna oranla oldukça yüksek olduğu bilinmektedir.

Dişi *S. t. caspius*, *S. t. labrax* ve *S. t. macrostigma*'nın NL ve PL fraksiyonu yağ asidi içeriği incelenmiştir. Nötral lipit fraksiyonundaki n-3/n-6 oranının yaz mevsiminde sırasıyla %0.51, %1.03, %0.47; kış mevsiminde %0.98, %1.16, %0.70, PL fraksiyonunda ise yaz mevsiminde %3.07, %1.45, %1.56; kış mevsiminde %2.41, %1.61, %1.92 olarak tespit edilmiştir. İncelenen her üç balık türünde de her mevsimde PL fraksiyonundaki n-3/n-6 oranının nötral lipit fraksiyonuna göre yüksek olduğu belirlenmiştir (Bayır ve ark. 2010).

C. carpio'nun kas dokusu n-3/n-6 oranının, PL'lerde (1.6-1.7) TAG'dakinden (0.47-0.65) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Mráz ve Pickova 2009). Doğal ve yetiştirilen *Pagrus pagrus*'un kas dokusuna ait TL, PL ve TAG fraksiyonlarının yağ asidi içeriği incelenmiş, TL ve PL fraksiyonlarında n-3/n-6 oranının kültür balıklarında (4.2 ve 6.6) doğal olanlardan (2.5 ve 4.2) daha yüksek olduğu TAG fraksiyonu bakımından ise doğal balıkların n-3/n-6 oranının (4.4), kültür balıklarından (2.1) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Rueda ve ark. 1997).

Kültür Japon Kedi balığı *S. asotus*'un kas karaciğer ve gonat dokusu fosfatidilinositol fraksiyonu n-3/n-6 oranı kışın fazla bulunmuş ve dokular arasında n-3/n-6 oranı bakımından farklılık olmakla birlikte bu oranın kas dokusunda karaciğer ve gonat dokularından daha fazla olduğu belirlenmiştir (Shirai ve ark. 2001). Bazı araştırmacılar TAG fraksiyonu bakımından tatlısu balıklarının n-3/n-6 oranının deniz balıklarına oranla daha fazla olduğu ve bu değerın 1 ile 3 arasında değişebileceğini bildirmişlerdir (Steffens ve Wirth 2005).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'un kas dokusu n-3/n-6, oranı PL fraksiyonunda 1.32-3.10, 2.05-2.94, 1.86-2.55; TAG fraksiyonunda ise 0.87-2.85, 2.06-4.63, 1.37-2.43 olarak belirlenmiştir (Kaçar 2010).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. *Salmo trutta macrostigma* (DUMERİL; 1858)'nın Biyolojisi

Salmo trutta macrostigma'nın sistematığı aşağıdaki gibi verilmektedir.

Alem: Animalia

Şube: Chordata

Sınıf: Actinopterygii

Takım: Salmoniformes

Familya: Salmonidae

Cins: *Salmo*

Tür: *Salmo trutta*

Altür: *Salmo trutta macrostigma*

Salmonidae familyası oldukça geniş bir balık grubunu kapsamaktadır. Bu balıklar; *Coregonus*, *Hucho*, *Oncorhynchus*, *Prosofium*, *Salmo*, *Salvelinus*, *Stenodus* ve *Thymallus* olmak üzere sekiz genusa ayrılırlar. *Salmo* genusu türleri, *S. salar*, *S. ischchan*, *S. letnica*, *S. penshinensis*, *S. platycephalus* ve *S. trutta* (kahverengi alabalık)'dır (URL. 2 2011).

Çeşitli araştırmacılar tarafından *S. trutta*'nın ülkemiz sularında yaşayan beş farklı ekotipinin bulunduğu belirtilmiştir (Geldiay 1968, Geldiay ve Balık 1996). Bu ekotiplerden biri bazı bölgelerde Akdeniz alabalığı, Dağ alabalığı, Anadolu alabalığı, Mercan alabalığı ve Kırmızı benekli alabalık olarak ta bilinen *S. t. macrostigma*'dır.



Şekil 3.1. *Salmo trutta macrostigma*'nin genel görünüşü

Kırmızı benekli alabalık (*S. t. macrostigma*, Dumeril;1858) ülkemizde denizden yüksekliği 100–150m ile 2300m arasında değişen ve yaz döneminde su sıcaklığının 20°C ye kadar yükselebildiği habitatlarda dağılım gösterir. Nehirlerin tabanı çakıllı, akış hızı yüksek, suları serin (12-19°C), oksijeni bol olan alabalık zonunu ve suyun kaynağına yakın alanlarını tercih ederler (Balık 1988, Geldiay ve Balık 1996, Aras ve ark. 1997, Teufel ve ark. 2002). Yumurtlama dönemleri aralık-şubat dönemleridir. Bu periyotlarda daima akarsuların sığ olan yukarı havzalarına tırmanır, özellikle çakıllı zeminlere yumurta bırakırlar. Maksimum 35-40cm boya ve 3 kg ağırlığa kadar büyülebildikleri bildirilmiştir (Geldiay ve Balık 1996). Vücudunda, yanal çizgi boyunca alt ve üstte düzensiz dağılmış, yuvarlak kırmızı benekler bulunur. Operkulum üzerinde gözün hemen arkasında büyük siyah bir benek bulunur. Bu benekten dolayı büyük lekeli alabalık olarak ta bilinir (Aras ve ark. 1997). Omur sayısı 56-57 dir. Vücut mekik şekilli, yanlardan hafif basık, cycloid pullarla kaplı, ağız terminal, ağız içinde çene ve damaklarda dişler bulunur. Bu alabalığın diğer ekotiplerinden en belirgin özelliği, yanak kısmındaki beneğin büyük ve belirgin olması, omur sayısının diğer alt türlerden daha az olması ve çevresi beyaz harelerle çevrili kırmızı beneklerin bulunmasıdır (Tortonese 1954, Aras 1976).

Bu balıklar karnivor olup, besinlerini daha çok akuatik böcekler oluşturur. Ceyhan Nehri Fırınz Çayı'ndaki *S. t. macrostigma*'nin bazı populasyon özellikleri

incelenmiştir. İncelenen alabalıkların diyetlerinde toplam 15 besin çeşidi tespit edilmiş ve bunların en çok Coleoptera, Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Malacostraca, Diptera, Acarii, Heteroptera, balık, balık yumurtası ve bitki tohumu gruplarına ait olduğu belirlenmiştir (Alp ve ark. 2005).

S. t. macrostigma Kuzey Afrika, Güney Avrupa, Batı Asya ve Anadolu'da dağılım göstermektedir. Türkiye'de Çoruh Nehri'nde (Tortonese 1954, Aras 1976), Dicle Nehri Çatak Çayı'nda (Tortonese 1954, Çetinkaya 1996), Kaz Dağları'nda, Handere, Çelebiçay, Işıklıpınar, Ayazmadere, Kırsealanı, Sütüvençay Çayları'nda (Geldiay 1968), Fırat Nehri'nde Pülümür, Munzur, Haydarhacı ve Tohma Çay'ında (Kuru 1975, Bardakçı ve ark. 1994), Erzurum'da; Kekik, Tortum, Tekederesi Çayları'nda ve Tortum Göl'ünde (Kuru 1975, Yüksel ve Kocaman 1996), Seyhan Nehri'nde, Ecemiş Çay'ında (Ekingen 1976), Aras Nehri'nde (Aras 1976), Trakya Bölgesi'nde Kazan, Aksicim, Papuç, Palabıyık, Değirmen, Sivrilere, Kozlu, Rezve, Velika ve Çilingöz Çayları'nda (Balık 1984), Antalya'da Manavgat, Alara, Aykırıçay Çay'larında, Isparta'da Beşkonak ve Zindan Çayları'nda (Balık 1988), Ceyhan Nehri'nde Akdere ve Fırnız Çayları'nda bulunur (Bardakçı ve ark. 1994, Alp ve ark. 2002).

Munzur Nehri'nde yaşayan alabalık, Ovacık'ın doğusunda Munzur Gözeleri'nin 1-2 km güneyinden başlayarak, başta Munzur Suyu ve Mercan Deresi olmak üzere Tunceli'ye kadar 80 km lik alana yayılmış bulunmaktadır. Bu tür yöreye özgü bir tür olup, lezzetiyle ekonomik bir değer oluşturmanın yanısıra turizm için de önemli bir potansiyel yaratmaktadır.

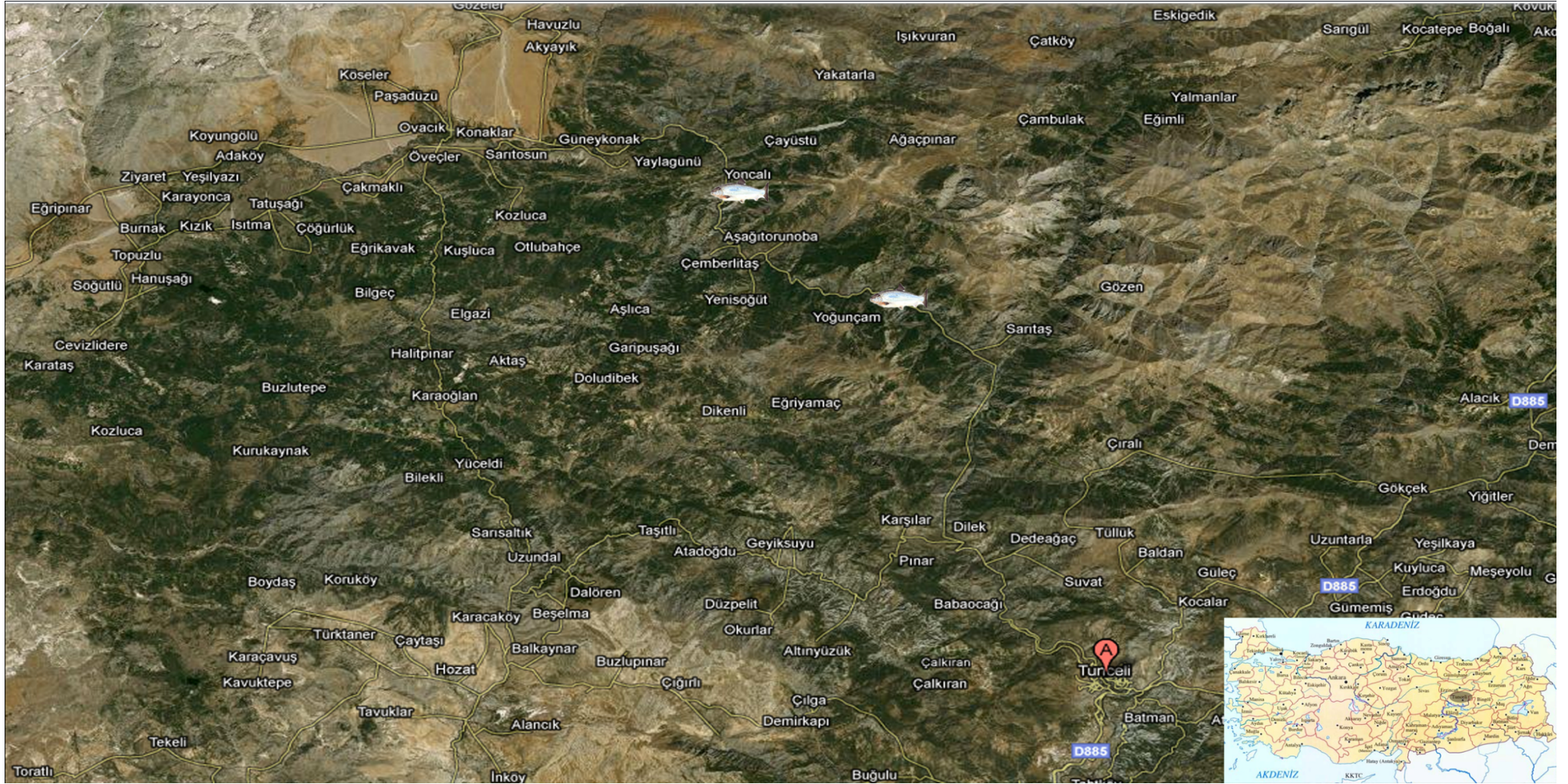
İç sularımızın en önemli gen kaynaklarını oluşturan alabalıklar, illegal avlama yöntemleri, insan baskısı, yaşadıkları suların kirletilmesi sonucu yumurta bırakmalarındaki düşüş, yumurtlama alanlarının tahrib edilmesi, nehirlere yapılan barajlar ve sulara bırakılan Gökkuşluğu alabalıklarından dolayı türler arası rekabetin artması, Türkiye'deki doğal alabalık populasyonlarının ekolojik ortamlarının değişmesine neden olmaktadır. Yeni oluşan ekolojik şartlara uyum göstermeyen balıklar buraları terk etmekte veya yok olmaktadır (Alp ve ark. 2005).

3.2. Balık Örneklerinin Toplanması

Bu çalışmada, kullanılan *S. t. macrostigma*'ya ait örnekler, Munzur Nehri'nden kasım 2009 ile eylül 2010 arasında iki ayda bir olmak üzere her ayın ortalarında 1 yıllık sürede toplanması hedeflenmiştir. Ancak uygun olmayan hava koşulları ve bölgenin coğrafik yapısından kaynaklanan sorunlar nedeniyle mart, mayıs ve eylülde toplanması planlanan örnekler bir ay gecikmeli olarak nisan, haziran ve ekim aylarında ağlar kullanılarak yakalanmıştır. Avlanma yeri olarak, Ovacık ilçesi seçilmiştir.

Yakalanan balık örnekleri, aynı gün, içinde buz bulunan ısı yalıtımlı koruyucu kaplara konularak laboratuvara getirilmiştir. Örneklerin, boy ve ağırlık ölçümleri alınmıştır. Ağırlık ölçümleri gram cinsinden, boy ölçümleri ise balığın çatal boyu kullanılarak cm cinsinden alınmıştır. Balık örneklerinin karınları açılarak büyük çoğunluğunun eşeyleri makroskobik, küçük bireylerin eşeyleri ise stereoskopik binoküler mikroskop altında saptanmıştır. Karaciğer ve gonatları çıkarıldıktan sonra, eşeysel olgunluğa erişmiş üç erkek ve üç dişi balığın, sırt yüzgeçleri ile yan hat (linea lateral) arasındaki bölgeden deri yüzüldükten sonra yeterli miktarda (5gr) kas örnekleri alınmıştır. Alınan kas, karaciğer ve gonat örneklerinin yaş ağırlıkları saptandıktan sonra tüplere konularak analiz edilinceye kadar -80°C 'de kloroform-metanol (2:1v/v) karışımında muhafaza edilmiştir.

Dişi bireylerde kasım, erkeklerde ise kasım ve ocak aylarında alınan balıkların gonat dokuları çok küçük olduğundan analizleri yapılamamıştır. Bu durumun, üreme dönemi olması nedeniyle gonatların içeriğinin tamamen boşalmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Gonat dokusu total yağ asidi bileşimi ile ilgili analiz ve değerlendirmelerimiz, dişilerde üreme dönemi olan ocak ile ekim, erkeklerde ise üremeden hemen sonraki dönem olan nisan ve ekim dönemlerini kapsamaktadır.



Şekil 3.2. Munzur Nehri'nde örnek toplanan istasyonlar

3.3. Lipit Ekstraksiyonu ve Yağ Asitlerinin Metil Esterlerine Dönüştürülmesi

Total lipit ekstraksiyonu için 1 gr karaciğer ve gonat dokuları ile 2 gr kas dokusu kullanılmıştır. Alınan kas, karaciğer ve gonatlar; kloroform-metanol (2:1 v/v) karışımında yüksek devirli IKA marka homojenizatörde homojenize edilmiştir (Folch 1957). Homojenat, Whatman No: 1 süzgeç kağıdı ile süzülmüştür. Çoklu doymamış yağ asitlerinin otooksidasyonunu önlemek için ekstraksiyon sistemine, kloroformda %2 oranında hazırlanan bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) maddesinden 50 µl ilave edilmiştir. Sulu fazın ayrılması için, süzüntü, bir ayırma hunisine alınmıştır. Süzüntüye total hacminin 1/4 'i kadar %0.88'lik KCl çözeltisi ilave edildikten sonra iyice çalkalanarak karışması sağlanmıştır. Berrak iki faz oluşuncaya kadar beklenmiştir. Faz ayırımından sonra alt tabakadaki kloroform fazı ikinci bir ayırma hunisine alınarak hacminin 1/4'i kadar metanol-su ile (1:1 v/v) yıkanmış ve faz ayırımı için tekrar bekletilmiştir. İkinci faz ayırımından sonra alttaki kloroform tabakası temiz bir erlen içine alınarak susuz sodyum sülfat (Na_2SO_4) ile muamele edilerek, kloroform içinde bulunan eser miktardaki su uzaklaştırılmıştır. Saf lipit bileşenlerinden oluşan kloroform fazı, darası alınmış bir tartı kabı içerisine Whatman No: 1 süzgeç kağıdı ile süzülmüştür. Tartı kabı içerisindeki ekstraktın çözücüsü, evaporatörde tamamen uçurulmuştur. Daha sonra hassas terazide tartılarak total lipit miktarı gr olarak bulunarak % lipit miktarı hesaplanmıştır. Örneklerdeki total lipitlerin fraksiyonlanmasında ince tabaka kromatografi tekniği kullanılmıştır. Bunun için 30 gr silica gel ile 50 ml saf su karıştırılarak hamur haline getirildikten sonra, 20 cm X 20 cm ebatındaki pleytlere ince bir tabaka halinde sürülüp etüvde 100°C'de bir saat boyunca kurutulmuş, bu süre sonunda etüvden çıkarılan pleytlar havada soğumaya bırakılmıştır. Örneklerin total lipit ekstraktları, pleytların üzerine tek sıra halinde spotlanmıştır. Total lipitler; petrol eteri - dietil eter - asetik asit (80:20:1) karışımında yürütülmüştür. Pleytlar havada kurutulduktan sonra, 2'7' dikloroflorosein püskürtülerek, lipit fraksiyonları UV lambası altında görülür hale getirilmiştir. Standartlar yardımıyla saptanan fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonuna ait bantlar kazılarak reaksiyon tüplerine aktarılmıştır. Her fraksiyona, ayrı ayrı 3 ml metanol ve 3-5 damla sülfürik asit damlatılarak 2 saat süreyle geri soğutucu altında 85°C'de ısıtılmıştır. Böylece yağ asitlerinin, yağ asiti metil esterlerine dönüşümü sağlanmıştır. Çözelti soğuduktan sonra, hekzan kullanılarak metil esterleri ekstrakte edilmiştir. Yağ asiti metil esterlerinin analizi için FID dedektörüne sahip gaz kromatografi cihazı kullanılmıştır.

3.4. Gaz Kromatografi Koşulları

Metil esterlerine dönüştürülen yağ örneklerinin yağ asitleri analizleri HP 6890 model Gaz Kromatografisi (GC) cihazında, alev iyonizasyon dedektörü (FID) ve SGE BPX 70 (%70 Cyanopropyl polysiphonilene-siloxane) kapiler kolon (30m x 320µm x 0.25µm film kalınlığı) kullanılarak yapılmıştır. Dedektör sıcaklığı: 280°C; enjektör sıcaklığı: 270°C; enjeksiyon: Split–model 1/20. Gaz akış hızları: helyum, 1.0 ml/dk; (sabit akış modeli); hidrojen: 30 ml/dk; hava: 300 ml /dk. Kolon (fırın) sıcaklığı: 130°C da, bekleme süresi, 1 dakika; 170°C'ye 6.5°C/dakika; 215°C'ye 2.75°C/dakika, bekleme süresi 12 dakika; 230°C'ye 40°C/dakika, bekleme süresi 3 dakika; toplam analiz süresi: 38.8 dakika. Örnek, alete 1 mikrolitre enjekte edilmiştir. Yağ asitlerinin teşhisinde, standart olarak yağ asitlerinin metil esterleri karışımı (Sigma-Aldrich Chemicals) kullanılmıştır. Yağ asitleri metil esterlerinin kromatogramları ve toplam yağ asitleri miktarları bilgisayarda HP 3365 Chem Station bilgisayar programı ile elde edilmiştir. Analiz edilen örneklerin kromatogramındaki pikler, standarttaki bütün yağ asitlerinin metil esterlerinin alıkonma zamanları ile karşılaştırılarak teşhis edilmiştir (Çizelge 3.1).

3.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Yağ asitleri yüzdelerinin karşılaştırılmasında SPSS 12 bilgisayar programı uygulanmıştır. Çalışmamızdan elde edilen bütün veriler üç tekrarın ortalamasından elde edilmiştir. Yağ asidi metil esterlerinin gaz kromatografik analizlerinde, her döneme ait üçer numune ayrı ayrı enjekte edilerek aynı yağ asidine ait üç değer ortalaması alınmıştır. Yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması, tek yönlü varyans analizi (Anova) ile yapılmıştır. Farklılıklar TUKEY HSD testi ile belirlenmiştir. Yapılan istatistikler sonucu, veriler $p < 0.05$ düzeyinde olduğu zaman farkların önemli olduğu kabul edilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

Çizelge 3.1. 30m'lik kapiller kolonda yağ asitlerinin çıkış zamanları (dk).

| Yağ asitleri metil esteri | Çıkış zamanı (30 m) |
|----------------------------------|----------------------------|
| Hekzan (Çözücü) | 1.852 |
| 10:0 (Kaprik Asit) | 3.564 |
| 12:0 (Laurik Asit) | 4.292 |
| 13:0 (Tridekanoik Asit) | 5.107 |
| 14:0 (Miristik Asit) | 5.926 |
| 15:0 (Pentadekanoik Asit) | 6.946 |
| 16:0 (Palmitik Asit) | 7.853 |
| 16:1n-7 (Palmitoleik Asit) | 8.425 |
| 17:0 (Heptadekanoik Asit) | 9.103 |
| 18:0 (Stearik Asit) | 10.238 |
| 18:1n-9 (Oleik Asit) | 10.678 |
| 18:2n-6 (Linoleik Asit) | 11.530 |
| 18:3n-3 (Linolenik Asit) | 12.631 |
| 20:1n-9 (Eikosenoik Asit) | 13.511 |
| 20:2n-6 (Eikosadienoik Asit) | 14.513 |
| 20:3n-6 (Eikosatrienoik Asit) | 15.225 |
| 20:4n-6 (Arakidonik Asit) | 15.587 |
| 20:5n-3 (Eikosapentaenoik Asit) | 16.901 |
| 22:5n-3 (Dokosapentaenoik Asit) | 20.644 |
| 22:6n-3 (Dokosaheksaenoik Asit) | 21.145 |

Çizelge 3.2. Bazı doymuş yağ asitleri (DYA)

| Genel adı | Sistematik adı | Karbon sayısı |
|------------------|-----------------------|----------------------|
| Propiyonik | Propiyonik Asit | C3:0 |
| Bütirik | Bütanik Asit | C4:0 |
| Valerik | Pentanoik Asit | C5:0 |
| Kaproik | Heksanoik Asit | C6:0 |
| Kaprilik | Oktanoik Asit | C8:0 |
| Pelargonik | Nonanoik Asit | C9:0 |
| Kaprik | Dekanoik Asit | C10:0 |
| Laurik | Dodekanoik Asit | C12:0 |
| – | Tridekanoik Asit | C13:0 |
| Miristik | Tetradekanoik Asit | C14:0 |
| – | Pentadekanoik Asit | C15:0 |
| Palmitik | Heksadekanoik Asit | C16:0 |
| Margarik | Heptadekanoik Asit | C17:0 |
| Stearik | Oktadekanoik Asit | C18:0 |
| Arakidik | Eikosanoik Asit | C20:0 |
| – | Henikosanoik Asit | C21:0 |
| Behenik | Dokosanoik Asit | C22:0 |
| – | Trikosanoik Asit | C23:0 |
| Lignoserik | Tetrakosanoik Asit | C24:0 |
| – | Pentakosanoik Asit | C25:0 |
| Serotik | Hekzakosanoik Asit | C26:0 |
| Karboserik | Heptakosanoik Asit | C27:0 |
| Montanoik | Oktakosanoik Asit | C28:0 |
| Melisik | Triakontasanoik Asit | C30:0 |

Çizelge 3.3. Bazı tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri (TDYA VE ÇDYA)

| Genel adı | Sistemantik adı | Karbon ve çift bağ sayısı | Omega ailesi |
|--------------------|---------------------------------------|---------------------------|--------------|
| Obtusilik | 4-dekenoik Asit | C10:1 | ω6 |
| Linderik | 4-dodekenoik Asit | C12:1 | ω8 |
| Fiseterik | 5-tetradekenoik Asit | C14:1 | ω9 |
| Palmitoleik | 9-heksadekenoik Asit | C16:1 | ω7 |
| – | 9-heptadekenoik Asit | C17:1 | ω8 |
| Oleik | 9-oktadekenoik Asit | C18:1 | ω9 |
| Vakkenik | 11-oktadekenoik Asit | C18:1 | ω7 |
| Gadoleik | 9-eikosenoik Asit | C20:1 | ω11 |
| Gadoleik | 11-eikosenoik Asit | C20:1 | ω9 |
| Ketoleik | 11-dokosaenoik Asit | C22:1 | ω11 |
| Eruşik | 13-dokosaenoik Asit | C22:1 | ω9 |
| Nervonik | 15-tetrakosaenoik Asit | C24:1 | ω9 |
| Linoleik | 9,12-oktadekadienoik Asit | C18:2 | ω6 |
| α-Linolenik | 9,12,15-oktadekatrienoik Asit | C18:3 | ω3 |
| δ -Linolenik | 6,9,12-oktadekatrienoik Asit | C18:3 | ω6 |
| Stearidonik | 6,9,12,15-oktadekatetraenoik Asit | C18:4 | ω3 |
| – | 11,14-eikosadienoik Asit | C20:2 | ω6 |
| Dihomo-δ-Linolenik | 8,11,14-eikosatrienoik Asit | C20:3 | ω6 |
| – | 11,14, 17-eikosatrienoik Asit | C20:3 | ω3 |
| Arakidonik | 5,8,11,14-eikosatetraenoik Asit | C20:4 | ω6 |
| EPA | 5,8,11,14,17-eikosapentaenoik Asit | C20:5 | ω3 |
| – | 13,16-dokosadienoik Asit | C22:2 | ω6 |
| Adrenik | 7,10,13,16-dokosatetraenoik Asit | C22:4 | ω6 |
| – | 7,10,13,16,19-dokosapentaenoik Asit | C22:5 | ω3 |
| DPA | 4,7,10,13,16-dokosapentaenoik Asit | C22:5 | ω6 |
| DHA | 4,7,10,13,16,19-dokosaheksaenoik Asit | C22:6 | ω3 |

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. *Salmo trutta macrostigma*'nın Total Lipit Miktarı

4.1.1. Dişi ve Erkek Bireylerin Kas Total Lipit Miktarları

Analizi yapılan dişi ve erkek *S. t. macrostigma*'nın ortalama boy, ağırlık ve incelenen dokulardaki total lipit miktarları Çizelge 4.1. ve 4.2.'de verilmektedir.

Çalışmada kullanılan dişi ve erkek alabalıkların yıl içerisinde ortalama boy ve ağırlıkları arasında farklılıklar olmakla birlikte, genel olarak her dönemde dişi bireylerin erkek bireylere oranla daha büyük olduğu, bireylerin boy ve ağırlıkları arasındaki farkın ocak ayında en fazla, temmuz ayında ise en az olduğu tespit edilmiştir. Çalışılan alabalıkların kas total lipit miktarları aylara göre değişiklik göstermekle birlikte dişilerde %1.44 (kasım) ile %1.90 (nisan ve ekim); erkeklerde ise %1.07 (ocak) ile %2.45 (ekim) arasında bulunmuştur. Daha önce aralarında Kırmızı benekli alabalığın da bulunduğu çeşitli alabalıkların incelendiği çalışmalarda benzer veriler elde edilmiştir. (Ertan ve Bilgin, 1999, Kaya ve Erdem 2009, Bayır ve ark. 2010). Kasım (%1.44 ♀, 1.21 ♂), nisan (1.90 ♀, 1.91 ♂) ve haziran (%1.70 ♀, 1.73 ♂) aylarında her iki eşeye ait bireylerin kas total lipit miktarları birbirine oldukça benzer, ocak (%1.79 ♀, 1.07 ♂), temmuz (%1.60 ♀, 2.10 ♂) ve ekim (%1.90 ♀, 2.45 ♂) aylarında ise erkek bireylerin dişilere oranla daha fazla lipit içerdiği tespit edilmiştir. Kas total lipit miktarı, yıl içerisinde hem dişi ve hem erkek bireylerde düzensiz artış ve azalışlar göstermiştir. Her iki eşeyde de üreme dönemi öncesi dönem olan kasım ayında kas total lipit miktarında düşüş olduğu ve erkeklerde yumurtlama dönemi olan ocak ayında kas total lipit miktarı minimum seviyede bulunmuştur. Bu durumun üreme dönemi olması nedeniyle kaslardaki yağların enerji sağlamak amacıyla gonatlara taşınmış olabileceği ve bu dönemde düşen su sıcaklığına bağlı olarak besin miktarında azalma ve balıklardaki iştah kaybından kaynaklandığı düşünülmektedir. *S. t. f. fario* üzerine yapılan çalışmada da benzer veriler rapor edilmiştir (Kaya ve Erdem, 2009). Bilindiği gibi balıklarda depo lipitleri besin varlığından önemli derecede etkilenir. Eğer balıkların yaşadıkları çevrede besin yetersiz ise varyasyon düşük, besin bol ise varyasyon yıl içerisinde daha yüksek olmaktadır (Kluytmans ve Zandee 1973, Ackman ve Eaton 1976, Kinsella ve ark. 1977, Mute ve ark. 1989). İncelediğimiz alabalıkların her iki eşeyinde de düşük oranda lipit bulunmasının nedeni, bu balıkların doğal olmalarından kaynaklanabilir. Zira, doğal alabalıklar, kültürlere oranla daha az lipit içerirler. Balıklar enerji kaynağı olarak

karbonhidratlardan ziyade yağları tercih ederler (Cho ve ark. 1985). Bu nedenle eşeyssel olgunlaşma sırasında lipitlere önemli derecede ihtiyaç duyarlar. Daha önce yapılan bazı çalışmalarda alabalıkların eşeyssel olgunlaşması ile lipit metabolizmasındaki değişimlerin aynı periyoda rastladığı, buna göre yumurtlama öncesi dönemde alınan besinde bir azalma olduğu, depo lipitlerinin yumurta ve sperm olgunlaşması için kullanıldığı ve yumurta bırakma periyodu sonrasında vücut ağırlığının hissedilir derecede düşüş gösterdiği saptanmıştır (Danneving ve Norum 1982).

Yurdumuzda ve Dünya'nın değişik yerlerinde başta alabalık olmak üzere çeşitli tatlısu balıklarının lipit miktarları incelenmiştir. Buna göre tatlısu balıklarının total lipit miktarının %0.6-30 arasında değiştiği (Atchison 1975, Dave ve ark. 1976, Farkas ve Csengeri 1976, Farkas ve ark. 1978), doğal alabalıklarda ise lipit miktarının %1.0 ile % 4.5 arasında olduğu bildirilmiştir (Blanchet ve ark. 2005, Kaushik ve ark. 2006). Analiz sonuçlarımız bu yönüyle daha önceki çalışmalarla uygunluk içerisindedir.

Yaptığımız çalışma sonucunda, Kırmızı benekli alabalığın kas total lipit miktarının yıl içerisinde aylara, mevsime ve üreme dönemine bağlı olarak değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Daha önce çeşitli tatlısu balıkları üzerine yapılan çalışmalarda da benzer veriler elde edilmiştir (Konar ve ark. 1999, Uysal ve Aksoylar 2005, Kandemir ve Polat 2007, Kaçar 2010).

Bazı araştırmacılar, balık büyüklüğünün yağ asidi miktarını etkilediğini belirtmişlerdir (Tidwell ve Robinette 1990). Ancak; yaptığımız çalışmada hem dişi hem erkek *S. t. macrostigma*'ya ait bireylerin kas total lipit miktarı ile balığın boy ve ağırlığı arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Çalışmada kullanılan üç dişi *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'ya ait ortalama boy (cm), ağırlık (gr) ve yaşları (yıl) ile yaş ağırlığına göre kas, ovaryum ve karaciğerdeki total lipit yüzdesinin aylara göre değişimi

| | Kasım(2009) | Ocak(2010) | Nisan(2008) | Haziran(2010) | Temmuz(2010) | Ekim(2010) |
|--|-------------|------------|-------------|---------------|--------------|-------------|
| Boy (cm) (ORT±S.H) | 25±0.14a | 37±0.13b | 28±0.08ac | 30±0.21c | 19.4±0.11d | 26.3±0.16ac |
| Ağırlık (gr) (ORT±S.H) | 179±0.44a | 578±1.00b | 222±0.65c | 308±0.55d | 97.5±0.16e | 198±0.41a |
| Yaş ağırlığına göre kastaki total lipit % (ORT±S.H) | 1.44±0.44a | 1,79±0.41b | 1.90±0.35b | 1.70±0.29b | 1.60±0.24ab | 1.90±0.54b |
| Yaş ağırlığına göre karaciğerdeki total lipit % (ORT±S.H) | 2.62±0.72a | 3.02±0.85b | 3.48±1.22c | 5.60±0.79d | 5.60±0.63d | 3.85±1.26c |
| Yaş ağırlığına göre ovaryumdaki total lipit % (ORT±S.H) | - | 4.0±0.36a | 3.60±0.45a | 5.31±0.40b | 4.70±0.25c | 2.90±0.16d |

Aynı satırda aynı harfle belirtilen veriler birbirinden farklı değildir (P>0.05) SH: Standart Hata

Çizelge 4.2. Çalışmada kullanılan üç erkek *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858) ya ait ortalama boy (cm), ağırlık (gr) ve yaşları (yıl) ile yaş ağırlığına göre kas, ovaryum ve karaciğerdeki total lipit yüzdesinin aylara göre değişimi

| | Kasım(2009) | Ocak(2010) | Nisan(2008) | Haziran(2010) | Temmuz(2010) | Ekim(2010) |
|--|-------------|------------|-------------|---------------|--------------|-------------|
| Boy (cm) (ORT±S.H) | 23±20.02a | 24±15.13a | 27±17.08b | 22,13±14.21a | 18,35±19.34c | 23,1±22.26a |
| Ağırlık (gr) (ORT±S.H) | 115±67.44a | 155±32.30b | 191±24.65c | 131±20.15ab | 88±28.38d | 144±34.41ab |
| Yaş ağırlığına göre kastaki total lipit % (ORT±S.H) | 1.21±0.45a | 1.07±0.09a | 1.91±0.45b | 1.73±0.62ab | 2.10±0.43c | 2.45±0.53c |
| Yaş ağırlığına göre karaciğerdeki total lipit % (ORT±S.H) | 3.02±0.79a | 4.40±0.83b | 3.98±0.77c | 4.64±0.63b | 3.00±0.30a | 4.06±0.58c |
| Yaş ağırlığına göre ovaryumdaki total lipit % (ORT±S.H) | - | - | 3.70±0.20a | 4.12±0.60b | 2.88±0.59c | 2.95±0.25c |

Aynı satırda aynı harfle belirtilen veriler birbirinden farklı değildir (P>0.05) SH: Standart Hata

4.1.2. Dişi ve Erkek Bireylerin Karaciğer Total Lipit Miktarları

Analizi yapılan dişi ve erkek *S. t. macrostigma*'nın karaciğer total lipit miktarları Çizelge 4.1. ve 4.2.'de verilmektedir.

Alabalıkların karaciğer total lipit miktarı dişilerde %2.62 (kasım)-%5.60 (haziran ve temmuz), erkeklerde %3.0 (temmuz)-%4.64 (haziran) olarak belirlenmiştir. Kasım (%2.62 ♀, 3.02 ♂), ocak (%3.02 ♀, 4.40 ♂), nisan (%3.48 ♀, 3.98 ♂) ve ekim (%3.85 ♀, 4.06 ♂) aylarında erkek karaciğerlerindeki total lipit miktarı dişilerdekinden fazla bulunmuş ve aradaki farkın en fazla ocak, en az ise ekim ayında olduğu, haziran (%5.60 ♀, 4.64 ♂) ve temmuz (%5.60 ♀, 3.00 ♂) aylarında ise dişi bireylerin total lipit miktarının birbirine eşit ve erkek bireylere oranla daha fazla olduğu belirlenmiştir. Haziran ayında her iki eşeye ait karaciğer total lipit miktarının maksimum seviyede olduğu belirlenmiştir.

Dişi bireylerde yıl içerisinde kasımdan hazirana kadar lipit miktarında düzenli bir artış gözlenmiştir. Haziran ve temmuz aylarında eşit ve maksimum seviyede olan lipit miktarı ekim ayında düşüş göstererek üreme dönemi öncesi olan kasım ayında minimum seviyeye gerilemiş ve yumurtlama dönemi olan ocak ayında da diğer dönemlere oranla düşük seviyede bulunmuştur. Üreme döneminde lipit miktarında gözlenen bu düşüşün üreme dönemi öncesinde gonatların gelişmeye başlamasıyla birlikte karaciğer ve diğer organlardaki depo lipitlerinin gonatlara mobilize olmalarından kaynaklanmaktadır (Uysal 2000). Daha önce yapılan çeşitli çalışmalarda karaciğer ve diğer balık dokularının lipit içeriğinin yumurtlama periyodundan etkilendiği belirtilmiştir (Akpınar 1987a,b, Uysal ve ark. 2006, Metin ve Akpınar 2000, Kaçar 2010). Erkek bireylerde karaciğer total lipit miktarının dişilere oranla üreme döneminden pek etkilenmediği ve lipit miktarındaki değişimlerin yıl içerisinde düzensiz artış ve azalışlar gösterdiği belirlenmiştir. Ancak erkeklerde de dişilerde olduğu gibi üreme dönemi öncesi olan kasım ayında lipit miktarında düşüş olmakla birlikte ocak ayı için böyle bir durum gözlenmemiştir. Yapılan çalışmalarda oogenez esnasında dişilerin karaciğer lipit rezervine erkeklerden daha çok ihtiyaç duydukları belirlenmiştir (Luzzana ve ark. 1996). Bundan dolayı dişilerde lipit miktarının bu şekilde değişiklik göstermesi doğaldır.

4.1.3. Dişi ve Erkek Bireylerin Gonat Total Lipit Miktarları

Analizi yapılan dişi ve erkek *S. t. macrostigma*'nın gonat total lipit miktarları Çizelge 4.1. ve 4.2.' de verilmektedir.

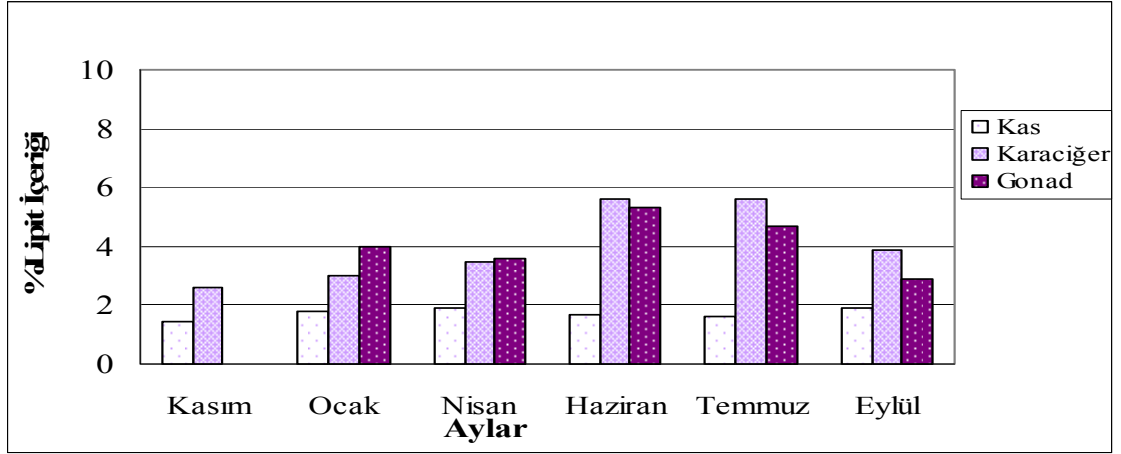
Dişilerde kasım, erkeklerde ise kasım ve ocak ayında toplanan bireylerin gonat dokuları küçük olduğundan dolayı total lipit miktarı belirlenememiştir. Bu dönemde gonatların küçük olmasının her iki eşeye ait bireylerin yumurta ve spermlerini bırakmış olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir (Uysal 2000).

Çalışılan balıkların yıl içerisinde gonat total lipit miktarı dişilerde %2.90 (ekim)-%5.31 (haziran), erkeklerde ise %2.88 (temmuz)-%4.12 (haziran) olarak tespit edilmiştir. Gonat total lipit miktarı bakımından nisan (% 3.60♀, 3.70♂) ve ekim (% 2.90♀, 2.95♂) aylarında dişi ve erkek bireyler arasında önemli farklılığın olmadığı, ancak; haziran (5.31♀, 4.12♂) ve temmuz (4.70♀, 2.88♂) aylarında eşeyler arasında ciddi farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Bu dönemlerde dişi bireylerin lipit miktarının erkeklerinkine oranla fazla olduğu ve lipit miktarları arasındaki farkın temmuz ayında maksimum seviyede olduğu tespit edilmiştir. Bazı araştırmacılar tarafından daha önce yapılan çalışmalarda dişilerin gonat total lipit miktarının erkeklerinkine oranla yüksek olduğu tespit edilmiştir (Kozlova 1998, Metin ve Akpınar 2000, Uysal 2004). Dişilerde total lipit miktarının erkeklerden fazla olması dişi balıkların gonat gelişimi ve yumurta oluşturmak için erkeklerden daha fazla lipite gerek duyduklarını göstermektedir. Ovaryumda lipit miktarının yüksek olması, lipitlerin yumurtaların embriyonik gelişiminde gerek yapısal gerekse enerji açısından önemli rol oynamalarından kaynaklanmaktadır (Jangaard ve ark. 1967, Akpınar 1987b).

Gonatlar, eşey hormonlarının sentezledikleri yerler olmaları dolayısıyla lipit içeriklerinin balığın cinsiyeti ve eşeyssel özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterdiği bilinmektedir (Newsome ve Leduc 1975, Nefedova ve Lizenko 1978, Vuorela ve ark. 1979). Çalışmamızda, hem dişi hem erkek bireylerde gonat total lipit miktarlarının yıl içerisinde düzensiz artış ve azalışlar gösterdiği belirlenmiştir. Ovaryumların total lipit miktarları testislere oranla daha fazla değişim göstermiştir. Bu bulgu, ovaryumdaki total lipitlerin, yıl içindeki değişimlerden daha fazla etkilendiğini göstermektedir. Gonat total lipit miktarının dişi bireylerde üreme döneminden sonra düzenli bir şekilde artarak yaz aylarında maksimum seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir. Bu durum gonat total lipit miktarının, üreme döneminden etkilendiğinin kanıtıdır. Daha önce çeşitli araştırmacılar

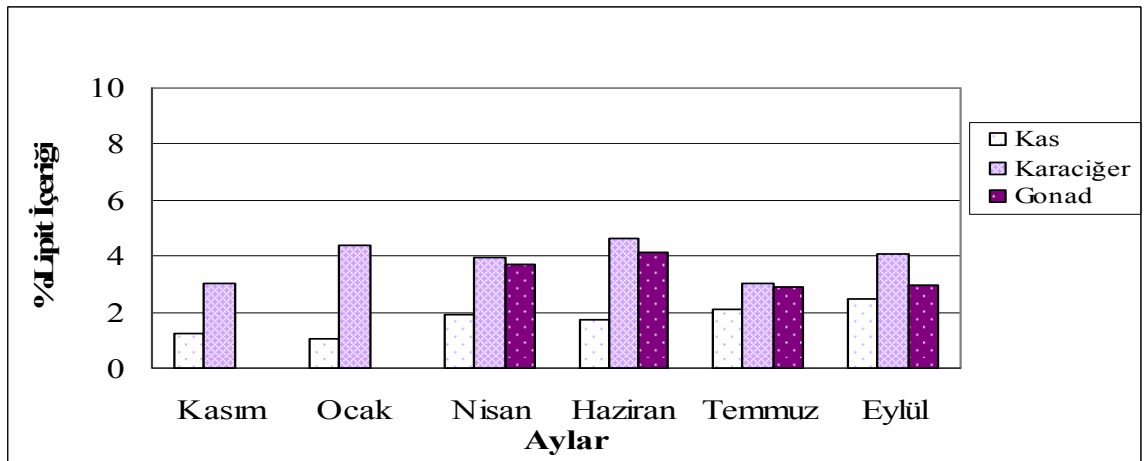
tarafından *S. t. macrostigma*'nın kas ve karaciğer gibi çeşitli dokularının total lipit ve yağ asidi analizi yapılmış, ancak gonat dokusu küçük olduğundan dolayı bu balıkların gonat total lipit miktarına ilişkin herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla birlikte, farklı balık türleri üzerine yapılan çalışmalarda gonat total lipit miktarının üreme döneminden etkilendiğine dair veriler elde edilmiştir (Kara ve Çelik 2000, Shirai ve ark. 2001, Uysal 2004, Kaçar 2010). Ayrıca her iki eşeye ait bireylerde de haziran ayında lipit oranının maksimum seviyede olması bu dönemde lipit miktarındaki artışın uygun su sıcaklığına bağlı olarak artan besin miktarındaki artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.1.4. Balıkların Kas, Karaciğer ve Gonat Total Lipit Miktarlarının Karşılaştırılması



Şekil 4.1. Dişi bireylerin kas, karaciğer ve gonat dokularına ait total lipit miktarının mevsimsel değişimi (%)

Şekil 4.1.'de görüldüğü gibi, çalışmada kullanılan dişi bireylerin kas total lipit miktarı yıl içerisinde fazla değişiklik göstermemiş, her dönemde karaciğer ve gonat total lipit miktarından oldukça düşük bulunmuştur. Karaciğer ve gonat total lipit miktarı bakımından dönemler arasında önemli farklılık gözlenmiş ve yaz aylarında her iki dokudaki total lipit miktarı maksimum seviyede bulunmuştur. Burada dikkate değer bulgu, üreme dönemi olan kasım ve ocak aylarında, beklendiği gibi karaciğer ve kas lipit miktarlarının önemli ölçüde azaldığıdır. Ayrıca yıl içerisinde karaciğerin en yağlı kasın ise en yağsız kısımlar olduğu görülmüştür.



Şekil 4.2. Erkek bireylerin kas, karaciğer ve gonat dokularına ait total lipit miktarının mevsimsel değişimi (%)

Şekil 4.2.'de görüldüğü gibi, kas dokusu total lipit miktarı üreme döneminde beklendiği şekilde azalma göstermiş, su sıcaklığının arttığı yaz aylarında ise artmıştır.

Ancak karaciğer total lipit miktarı bakımından böyle bir durum gözlenmemiştir. Karaciğer total lipit miktarı yıl içerisinde varyasyonlar göstermekle birlikte her dönemde kas ve gonat dokularına oranla daha yağlı bulunmuştur. İncelenen dönemler içerisinde gonatların, kas dokudan daha yağlı, karaciğerden ise daha yağsız olduğu saptanmıştır.

Balıklar lipitleri depo etme durumuna göre; yağlı, yarı yağlı ve yağsız balıklar olarak sınıflandırılır. Yağlı balıklar lipitleri kas dokularında depo ederken, yağsız balıklar lipitlerin çoğunluğunu karaciğer veya karın bölgesinde depo ederler. (Huss 1988). Analizi yapılan balıkların kas dokusu lipit miktarına bakarak *S. t. macrostigma*'nın yağsız balıklar sınıfına dahil edilebileceği (%2-4 yağ içeren) (Ackman, 1989) ve bu nedenle bu balıkların karaciğerinin diğer organlara oranla daha fazla lipit depoladığı söylenebilir. Karaciğerin fazla lipit depolaması, karaciğerin özellikle yağların dönüşümünde ve depolanmasında önemli rol oynadığı (Halver 1988), ve bir çok balık türünde lipit depo edilen temel organ olduğunu göstermektedir (Kozlova 1998).

Dişilerde üreme döneminde kas ve karaciğer total lipit miktarında düşüş olması yağların balıklarda sadece büyümek için kullanılan metabolik enerji kaynağı olmadığını aynı zamanda üreme için de metabolik enerji kaynağı olarak kullanıldığının göstergesidir (Tocher 2003). Bu durumun, incelenen balık dokularında gonat total lipit miktarının kaslardakinden fazla olmasında etkili olduğu düşünülebilir.

4.2. Balıkların Total Lipitlerinin Yağ Asidi Bileşimi

4.2.1. Dişi ve Erkek Bireylerin Kas Total Lipitlerinin Yağ Asidi İçeriği

Munzur Nehri'nde yaşayan *S. t. macrostigma*'nın kas dokusu total lipitinde bulunan yağ asitlerinin karbon sayılarının 12-22 arasında değiştiği ve toplamda 18 değişik yağ asidinin bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3. ve 4.4.).

Balıkların kas total lipitindeki doymuş, tekli ve çoklu doymamış yağ asidi yüzdeleri toplamının sezona bağlı olarak değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Bunlar içerisinde en büyük yüzdeye sahip yağ asitleri, SFA'lar içinde 16:0 ve 18:0, MUFA'lar içinde 18:1n-9 ve 16:1n-7, PUFA'lar içinde ise 22:6n-3 ve 20:5n-3 yağ asitleridir. Bu bulgu, daha önce değişik su kaynaklarından toplanan *S. t. macrostigma* ve diğer tatlısu türlerinden elde edilen verilerle uygunluk göstermektedir (Aras ve ark. 2003a,b Akpınar ve ark. 2009, Cengiz ve ark. 2010, Kaçar 2010).

Alabalıkların Σ SFA değerleri dişilerde %29.26-35.75, erkeklerde ise %31.19-33.72 arasında bulunmuştur. Her iki eşeye ait Σ SFA miktarında yıl içerisinde düzensiz artış ve azalışlar olmakla birlikte, Σ SFA miktarının yıl içinde önemli değişiklik göstermediği, Σ MUFA ve Σ PUFA'ya oranla daha kararlı olduğu ve miktarının aynı zamanda üreme öncesi dönem olan ve su sıcaklığının düşük olduğu kasım ayında en yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir. Σ SFA miktarı ve Σ SFA'ların büyük çoğunluğunu oluşturan 16:0 ve 18:0 asitleri miktarının üreme dönemi ve su sıcaklığından önemli derecede etkilenmediği tespit edilmiştir.

Σ SFA'ların büyük çoğunluğunu 16:0 (%19.85-24.99 ♀, 21.98-24.19 ♂) yağ asidi oluşturmakta ve Σ SFA miktarının 16:0 miktarındaki değişimlerden önemli ölçüde etkilendiği görülmektedir. Dişi ve erkek bireylerde 16:0 miktarında, sezona bağlı önemli farklılıklar olmadığı gözlenmiştir. Buda 16:0 yağ asidinin balıklarda anahtar metabolit olduğunu ve miktarının besinden etkilenmediğini gösterir (Ackman ve ark. 1975). SFA'lar içerisinde 16:0'dan sonra en fazla bulunan yağ asidi 18:0 (%4.95-5.78 ♀; %4.45-6.32 ♂) olup, miktarının yıl içerisinde önemli varyasyonlar göstermediği belirlenmiştir.

Alabalıkların Σ MUFA miktarı dişilerde %22.17 (nisan)-%37.48 (haziran), erkeklerde ise %22.01 (nisan)-%35.30 (ocak) olarak tespit edilmiştir. Her iki eşeye ait bireylerde 18:1n-9 ve buna bağlı olarak en düşük Σ MUFA miktarı nisan ayında, en yüksek Σ MUFA miktarı dişilerde haziran, erkeklerde ise ocak ayında bulunmuştur. Her iki eşeyde MUFA'lar içerisinde en yüksek yüzdeye sahip yağ asitleri 18:1n-9 ve 16:1n-7 yağ asitleridir. Dişilerde haziran ayında Σ MUFA miktarındaki aşırı artış 18:1n-9 ve 20:1n-9, erkek bireylerde ocak ayındaki aşırı artış ise 16:1n-7 ve 18:1n-9 asitlerindeki artıştan kaynaklanmaktadır. Gökkuşluğu alabalığı üzerine yapılan çalışmalarda da benzer veriler elde edilmiştir (Haliloğlu ve ark. 2004, Görgün ve Akpınar 2007).

Alabalıkların Σ PUFA miktarı dişilerde %31.36 (haziran)-%47.23 (nisan), erkeklerde ise %33.35 (ocak)-%46.52 (nisan) arasında olduğu belirlenmiştir. Nisan ayında her iki eşeye ait 22:6n-3 ve 20:5n-3 ve buna bağlı olarak Σ PUFA miktarı en yüksek seviyede bulunmuştur. n-6 yağ asitlerinden 18:2n-6 ve 20:4n-6 ile n-3 yağ asitlerinden 18:3n-3, 20:5n-3, 22:5n-3, ve 22:6n-3 asitlerinin hem dişi hemde erkek bireylerde Σ PUFA'ların büyük çoğunluğunu oluşturmakla birlikte yıl içerisinde dalgalanmalar gösterdiği belirlenmiştir. Diğer alabalıklarda yapılan çalışmalarda da

saptandığı gibi n-6 yağ asitleri içinde en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi 18:2n-6'dır (Aras ve ark. 2003a,b, Akpınar ve ark. 2009; Kalyoncu ve ark. 2010). Bu bileşen her iki bireyde sonbahar döneminde artmıştır. Bu artış dişi bireylerde daha anlamlı bulunmuştur.

Erkek ve dişi kaslarında en fazla bulunan n-3 yağ asidi DHA'dır. DHA miktarının erkek ve dişi bireylerde yıl içerisinde varyasyonlar gösterdiği ve miktarının dişilerde ekim, erkeklerde ocak ayında en düşük seviyede olduğu, nisan ayında ise her iki eşyede de en yüksek seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca erkek ve dişi bireylerde her dönemde DHA miktarının EPA miktarından fazla olduğu belirlenmiştir. EPA (20:5n-3), ve DHA (22:6n-3) miktarı dişilerde %6.41-9.70, %7.27-22.55 erkeklerde ise %7.16-9.75, %7.63-22.00 arasında bulunmuştur. Bu verilerden yararlanarak *S. t. macrostigma*'nın EPA ve DHA gibi n-3 yağ asitlerinin önemli bir kaynağı olduğu ve insan beslenmesinde önemli bir yeri olduğu söylenebilir. Daha önce aralarında *S. t. macrostigma*'nın bulunduğu çeşitli alabalık türü incelenmiş ve PUFA'lar içinde en fazla bulunan n-3 yağ asitlerinin DHA ve EPA olduğu belirlenmiştir (Haliloğlu ve ark. 2002, Aras ve ark. 2003a, b, Görgün ve Akpınar 2007, Kaya ve Erdem 2009, Kalyoncu ve ark. 2010).

Üreme dönemi olan ocak ayında erkek bireylerde α -Linolenik asit (18:3n-3) miktarı diğer aylara oranla oldukça yüksek, DHA (22:6n-3) miktarı ise önemli ölçüde düşük bulunmuştur. Bu durumun gonat olgunlaşmasının başlamasıyla kaslardaki DHA'nın gonatlara taşınmış olabileceğinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Jeong ve ark. 2002).

Hem erkek hem dişi bireylerde her sezonda toplam doymamış yağ asitleri yüzdesi toplam doymuş yağ asitleri yüzdesinden yüksek bulunmuştur. Akpınar (1987a) balıklarda hiçbir zaman toplam doymuş yağ asitleri yüzdesinin, toplam doymamış yağ asitleri yüzdesini geçemeyeceğini ve bu durumun balıkların poikloterm oluşlarından kaynaklandığını bildirmiştir. *S. t. macrostigma* ve diğer alabalık türleri üzerine daha önce yapılan çalışmalarda benzer veriler elde edilmiştir (Akpınar ve ark. 2009, Kalyoncu ve ark. 2010, Yaman 2010).

Bazı araştırmacılar yaş ve balık büyüklüğünün, balıkların DHA içeriği üzerine olumsuz etkilerinin olduğunu belirtmişlerdir (Tinsley ve ark. 1973). Ancak, yaptığımız çalışmada böyle bir durum gözlenmemiştir. Ocak ayında toplanan dişi ve erkek bireylerin Σ MUFA ve Σ PUFA değerleriyle, bireysel yağ asitlerinden 18:3n-3 ve

22:6n-3 bakımından büyük farklar saptanmıştır. Bunun nedeninin analizlenen balıkların büyüklüğünden ileri geldiği düşünülmektedir. Zira, bu dönemde analizlenen dişi balıklar ortalama 578 gr, erkek balıklar ise ortalama 155 gr ağırlığında bulunmuşlardır.

Dişi ve erkek bireylerin kas total yağ asidi bileşiminde yıl içerisinde n-3 yağ asitlerinin n-6 yağ asitlerinden daha fazla değişime uğradığı ve her dönemde n-3 PUFA miktarının n-6 PUFA'lardan yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum n-3/n-6 oranlarının belirlenmesinde etkili olmuştur. N-3/n-6 oranı erkek bireylerde 4.07 (temmuz) - 5.79 (haziran), dişilerde ise 2.79 (ekim) - 5.34 (nisan) olarak belirlenmiştir.

Analiz sonucunda dişi ve erkek *S. t. macrostigma*'nın kas dokusuna ait n-3/n-6 oranının analizi yapılan birçok tatlısu balığına oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Haliloğlu ve ark. 2002, Çelik ve Gökçe 2003, Güler ve ark. 2007). Yüksek çıkan n-3/n-6 oranı, Munzur Nehri'nden yakalanan alabalıkların yüksek rakım ve uzun süren kış şartlarına adaptasyonda rol oynayan n-3PUFA içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak; yüksek rakımda yakalanan bu balıklarda yağ asidi profillerinin etkilenmiş olabileceği ve EPA ve DHA gibi n-3 yağ asitleri ile linoleik asit gibi n-6 yağ asitleri yönünden ve n-3/n-6 oranı bakımından zengin olan bu balığın besinsel olarak zengin bir potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir. Zira, balık lipitlerinin yağ asitlerindeki n-3/n-6 oranı balık etinin besinsel kalitesinin belirlenmesinde kullanılan bir parametredir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çizelge 4.3. Dişi *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nin kasında bulunan total yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

| Yağ asidi | Kasım(2009) (ORT±S.H)* | Ocak(2010) (ORT±S.H)* | Nisan(2010) (ORT±S.H)* | Haziran(2010) (ORT±S.H)* | Temmuz(2010) (ORT±S.H)* | Ekim(2010) (ORT±S.H)* |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 12:0 [§] | 0.62±0.008a | 0.16±0.02b | 0.21±0.03b | 0.26±0.01b | 0.49±0.023c | - |
| 13:0 | - | - | - | 0.89±0.03d | - | - |
| 14:0 | 2.97±0.21a | 1.45±0.27b | 1.61±0.26b | 3.50±0.21c | 3.15±0.21ac | 2.24±0.11a |
| 15:0 | 1.03±0.04a | 0.46±0.05b | 0.36±0.06b | 0.16±0.10c | 0.19±0.04c | 0.28±0.07bc |
| 16:0 | 24.70±0.27a | 24.80±0.42a | 22.08±0.25b | 19.85±0.13b | 24.99±0.64a | 21.16±0.58ab |
| 17:0 | 1.06±0.05a | 0.52±0.06b | 0.49±0.08b | 0.90±0.05a | 0.90±0.05a | 0.63±0.08ab |
| 18:0 | 5.37±0.25a | 5.51±0.29a | 5.78±0.35b | 5.29±0.21a | 5.19±0.32a | 4.95±0.31c |
| ∑S.F.A | 35.75±0.82a | 32.90±0.63b | 30.53±0.70c | 30.85±0.92c | 34.91±0.98ab | 29.26±0.66d |
| 16:1n-7 | 6.90±0.22a | 3.43±0.12b | 4.68±0.17c | 8.47±0.31d | 8.30±0.43d | 8.85±0.29d |
| 18:1n-9 | 21.75±0.12a | 19.43±0.20b | 16.47±0.35c | 24.13±0.53d | 19.33±0.54b | 23.71±0.87d |
| 20:1n-9 | 0.75±0.02a | 0.33±0.01b | 1.02±0.03a | 4.88±0.09c | 2.84±0.13d | 1.54±0.16ad |
| ∑M.U.F.A. | 29.40±0.62a | 23.19±0.48b | 22.17±0.43b | 37.48±0.87c | 30.47±0.65d | 34.10±0.98cd |
| 18:2n-6 | 6.03±0.23a | 4.71±0.17b | 4.33±0.20b | 4.46±0.12b | 3.97±0.30c | 6.90±0.35a |
| 18:3n-3 | 6.25±0.10a | 3.55±0.15b | 3.87±0.11b | 6.68±0.12a | 6.33±0.22a | 9.80±0.18c |
| 20:2n-6 | 0.35±0.06a | 0.34±0.02a | 0.32±0.06a | 0.26±0.03b | 0.23±0.05b | 0.48±0.13d |
| 20:3n-6 | 0.43±0.11a | 0.47±0.02a | 0.42±0.02a | 0.22±0.12b | 0.34±0.03ab | 0.26±0.04b |
| 20:4n-6 | 1.43±0.24a | 2.42±0.09b | 2.37±0.15b | 1.38±0.06a | 1.85±0.09ab | 1.71±0.15ab |
| 20:5n-3 | 7.10±0.13a | 7.76±0.19a | 9.70±0.42b | 6.41±0.25c | 8.29±0.27ab | 6.73±0.17c |
| 22:5n-3 | 2.50±0.08a | 3.31±0.06b | 3.67±0.19b | 2.33±0.08a | 2.65±0.12a | 2.34±0.11a |
| 22:6n-3 | 10.56±0.36a | 21.27±0.32b | 22.55±0.44b | 9.62±0.91a | 10.84±0.39a | 7.27±0.33c |
| ∑P.U.F.A | 34.65±0.95a | 43.83±1.00b | 47.23±0.96c | 31.36±1.03d | 34.50±0.97a | 35.49±1.10a |
| ω3 | 26.41±0.40a | 35.89±0.67b | 39.79±0.58c | 25.04±0.83a | 28.11±0.62d | 26.14±0.68a |
| ω6 | 8.24±0.16a | 7.94±0.19a | 7.44±0.42a | 6.32±0.39b | 6.39±0.26b | 9.35±0.52c |
| ω3/ω6 | 3.20 | 4.52 | 5.34 | 3.96 | 4.39 | 2.79 |

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

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

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

Çizelge 4.4. Erkek *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nin kasında bulunan total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

| Yağ asidi | Kasım(2009) (ORT±S.H)* | Ocak(2010) (ORT±S.H)* | Nisan(2010) (ORT±S.H)* | Haziran(2010) (ORT±S.H)* | Temmuz(2010) (ORT±S.H)* | Ekim(2010) (ORT±S.H)* |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 12:0 [§] | 0.64±0.01a | 0.78±0.03b | - | 0.30±0.01c | 0.36±0.01c | - |
| 13:0 | - | 0.02±0.05a | - | 0.62±0.07b | - | 1.06±0.01b |
| 14:0 | 2.04±0.23a | 2.54±0.26b | 1.68±0.21a | 2.34±0.11ab | 1.90±0.10a | 1.79±0.21a |
| 15:0 | 0.34±0.07a | 0.26±0.01b | 0.33±0.05a | 0.17±0.05c | 0.22±0.04bc | 0.28±0.06b |
| 16:0 | 23.80±0.98a | 21.98±0.76b | 23.18±0.56a | 23.49±0.68a | 24.19±0.84c | 23.08±0.53a |
| 17:0 | 0.58±0.12a | 1.17±0.04b | 0.46±0.06a | 0.53±0.05b | 0.80±0.07ab | 0.65±0.06ab |
| 18:0 | 6.32±0.53a | 4.45±0.41b | 5.54±0.38ab | 5.68±0.51ab | 5.39±0.49ab | 4.69±0.31b |
| ΣS.F.A | 33.72±1.01a | 31.20±0.96b | 31.19±0.86b | 33.13±0.87a | 32.86±0.72ab | 31.55±0.67b |
| 16:1n-7 | 3.28±0.28a | 11.70±0.81b | 4.63±0.46a | 6.04±0.28c | 7.43±0.63bc | 7.90±0.72bc |
| 18:1n-9 | 20.79±0.91a | 21.19±0.75a | 16.17±0.56b | 18.90±0.48c | 19.80±0.59ac | 18.28±0.92c |
| 20:1n-9 | 0.72±0.03a | 2.41±0.16b | 1.21±0.08c | 2.97±0.07b | 2.98±0.13b | 1.27±0.06c |
| ΣM.U.F.A | 24.79±0.68a | 35.30±1.06b | 22.01±0.59c | 27.91±0.72d | 30.21±0.84bd | 27.45±0.67d |
| 18:2n-6 | 4.62±0.44a | 4.05±0.31b | 3.90±0.25b | 3.63±0.32b | 4.54±0.38a | 4.81±0.34a |
| 18:3n-3 | 5.18±0.30a | 11.08±0.17b | 4.20±0.21c | 5.92±0.92a | 6.98±0.24d | 9.90±0.36db |
| 20:2n-6 | 0.28±0.06a | 0.13±0.01b | 0.39±0.03c | 0.12±0.03b | 0.41±0.04c | 0.26±0.07a |
| 20:3n-6 | 0.47±0.09a | 0.27±0.06b | 0.33±0.02ab | 0.28±0.24b | 0.31±0.11ab | 0.46±0.07a |
| 20:4n-6 | 2.02±0.15a | 0.80±0.08b | 2.45±0.36c | 1.68±0.62ab | 1.99±0.29ab | 1.12±0.36ab |
| 20:5n-3 | 7.53±0.23a | 7.16±0.12a | 9.66±0.32b | 8.52±0.45ab | 9.11±0.37b | 9.75±0.42b |
| 22:5n-3 | 2.90±0.08a | 2.23±0.12a | 3.59±0.19b | 3.03±0.22ab | 2.68±0.17a | 2.86±0.11a |
| 22:6n-3 | 18.50±0.57a | 7.63±0.51b | 22.00±0.64c | 15.64±0.73d | 10.77±0.56bd | 13.46±0.38db |
| ΣP.U.F.A | 41.50±1.03a | 33.35±0.96b | 46.52±1.13c | 38.82±0.92ab | 36.79±0.76ab | 42.62±1.04a |
| ω3 | 34.11±0.98a | 28.10±0.68b | 39.45±1.02c | 33.11±0.89a | 29.54±0.68b | 35.97±1.01a |
| ω6 | 7.39±0.56a | 5.25±0.43b | 7.07±0.49c | 5.71±0.53b | 7.25±0.66a | 6.65±.61ab |
| ω3/ω6 | 4.61 | 5.35 | 5.57 | 5.79 | 4.07 | 5.40 |

[§]Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

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

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

4.2.2. Dişi ve Erkek Bireylerin Karaciğer Total Lipitlerinin Yağ Asidi İçeriği

Dişi ve erkek *S. t. macrostigma*'nın karaciğer total yağ asidi bileşiminin aylara göre değişimi Çizelge 4.5. ve 4.6.'da verilmektedir.

Çalışılan alabalıkların karaciğer Σ SFA miktarı dişilerde %26.23 (haziran)-34.40 (kasım) erkeklerde ise %29.41 (nisan)-33.64 (ocak) olarak belirlenmiştir. Her iki eşeye ait karaciğer Σ SFA miktarı yıl içerisinde dalgalanmalar göstermiş ve miktarı dişilerde kasım ve nisan, erkeklerde ise ocak ayında diğer aylara oranla yüksek bulunmuştur. Σ SFA miktarı bakımından yıl içerisinde erkek bireylerin dişilere oranla daha az değişiklik gösterdiği ve kısmen daha kararlı olduğu belirlenmiştir. SFA'lar içinde en fazla bulunan yağ asitleri 16:0 ve 18:0 asitleridir. 16:0 asiti miktarının doğrudan Σ SFA miktarına etki ettiği saptanmıştır. Öyleki; dişilerde kasım erkeklerde ise ocak ayında 16:0 asit seviyesinin en yüksek seviyede olduğu ve bu bulgunun Σ SFA miktarını doğrudan etkilediği belirlenmiştir. Başta alabalıklar olmak üzere incelenen bir çok balık türünde kaslarda olduğu gibi karaciğerde de 16:0'ın SFA'lar içinde en fazla bulunan bileşen olduğu belirlenmiştir (Haliloğlu ve ark. 2002, Aras ve ark. 2003a, b, Akpınar ve ark. 2009, Kaçar ve ark. 2010).

Alabalıkların Σ MUFA miktarı dişilerde %19.33 (ekim)-31.53 (haziran), erkeklerde ise %17.42 (ekim)-29.48 (ocak) olarak bulunmuştur. Her iki eşeye ait en düşük Σ MUFA miktarı ekim, en yüksek Σ MUFA miktarı dişilerde haziran, erkeklerde ise ocak ayında bulunmuştur. Σ MUFA miktarının da tıpkı Σ SFA'lar gibi yıl içerisinde dalgalanmalar gösterdiği ve miktarının erkek bireylerde üreme döneminde diğer dönemlere oranla yüksek olduğu, dişilerde ise miktarının üreme döneminden önemli ölçüde etkilenmediği belirlenmiştir. Her iki eşeyin karaciğer Σ MUFA'larında en yüksek yüzdeye sahip yağ asitleri 18:1n-9 ve 16:1n-7 asitleridir. Dişi bireylerde haziran ayında Σ MUFA miktarındaki artış 18:1n-9, erkek bireylerde ise ocak ayındaki artış 16:1n-7 asit miktarındaki artıştan kaynaklanmaktadır. Hem erkek hem dişi bireylerde ekim ayında Σ MUFA miktarının en düşük seviyede olması bu dönemde minimum seviyede olan 18:1n-9 asitten kaynaklanmaktadır. 18:1n-9 ve 16:1n-7 asitler tatlısu balıkları için karakteristik bileşenlerdir (Ackman 1967, Osman ve ark. 2001).

Balıkların karaciğer Σ PUFA miktarı dişilerde %42.1 (haziran)-51.13 (ekim), erkeklerde %36.83 (ocak)-52.34 (ekim) olarak belirlenmiştir. Her iki eşeyde en yüksek

Σ PUFA miktarı ekim, en düşük Σ PUFA miktarı dişilerde haziran, erkeklerde ise üreme dönemi olan ocak ayında tespit edilmiştir. Erkek ve dişilerdeki Σ PUFA miktarının yıl içerisinde düzensiz artış azalışlar gösterdiği saptanmıştır. Erkek bireylerde tıpkı kas dokuda olduğu karaciğerde de Σ PUFA miktarının üreme döneminden etkilendiği ve bu dönemde miktarının azaldığı, üremeden sonraki dönem olan nisan ayında ise arttığı tespit edilmiştir. Tıpkı kaslarda olduğu gibi balıkların karaciğer Σ PUFA'lar içinde en fazla bulunan n-3 yağ asitleri 20:5n-3 ve 22:6n-3 yağ asitleridir. Σ PUFA miktarının 20:5n-3 ve 22:6n-3 asitleri miktarındaki değişimlerden önemli ölçüde etkilendiği saptanmıştır. Örneğin; dişilerde haziran ayında bu yağ asitleri minimum seviyede olduğundan Σ PUFA miktarı da minimum seviyede bulunmuş, aynı şekilde her iki eşeyde de ekim ayında diğer dönemlere oranla PUFA'ların fazla olmasının nedeni bu dönemde 22:6n-3 oranının artmasından ileri gelmektedir. Σ PUFA'lardan fazla bulunan n-6 yağ asitleri ise 18:2n-6 ve 20:4n-6 asitleridir.

Hücrelerin yapı ve fonksiyonları için oldukça önemli olan DHA (22:6n-3) ve biyolojik olarak aktif maddeler olan eikosanoidlerin öncül maddesi olan AA (20:4n-6) bakımından yıl içerisinde dişilerde önemli bir farklılık gözlenmezken, erkek bireylerde ocak ayında ciddi bir düşüş göstererek hem DHA (%10.32) hemde AA (%2.26) miktarının yıl içerisinde gözlenen en düşük seviyeye gerilediği görülmektedir.

Erkek ve dişi bireylerde her dönemde karaciğer Σ PUFA miktarının Σ MUFA ve Σ SFA miktarından fazla olduğu belirlenmiştir. Analiz sonuçlarımız daha önce aralarında *S. t. macrostigma*'nın da bulunduğu çeşitli tatlısu balıkların incelendiği çalışmalarda elde edilen sonuçlarla uygunluk göstermektedir (Akpınar ve ark. 2009, Aras ve ark. 2003b, Görgün ve Akpınar 2007, Agren ve ark. 1987). Kimi çalışmalarda ise karaciğer Σ SFA miktarının Σ MUFA ve Σ PUFA miktarından fazla olduğu tespit edilmiştir (Uysal ve ark. 2006, Aras ve ark. 2003a, Bayır ve ark. 2010). Bu farklılığın balık türüne, balığın yaşadığı bölgeye, avlandığı suyun sıcaklığına, mevsime, besin zincirindeki farklılığa ve balığın yıl içindeki gonat gelişimi ve üreme gibi fizyolojik durumundan kaynaklandığı düşünülmektedir (Ackman 1967).

Çalışmamızda uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine nazaran daha fazla değişime uğradığı tespit edilmiştir. Bu değişimlerde, gonat gelişimi ve üreme periyotlarının doğrudan doğruya etkili olduğu ileri sürülmüştür (Akpınar 1986).

Çalışmamızda her iki eşeyin karaciğer lipitlerinde yüzde dağılımda en çok bulunan bileşenler, Akpınar ve arkadaşlarının (2009), Tohma Nehri'nden, Aras ve arkadaşlarının (2003b) Yukarı Fırat Havzası Yeşildere Çayı'ndan topladıkları aynı tür üzerinde elde ettikleri verilere uygunluk göstermektedir.

Karaciğer total lipitlerindeki n-3 yağ asitleri miktarının kas dokuda olduğu her dönemde n-6 yağ asitleri miktarından oldukça fazla olduğu ve miktarının ekim ayında her iki eşeyde maksimum seviyede ulaştığı saptanmıştır. N-3 miktarındaki artışa bağlı olarak her iki eşeyde bu dönemde n-3/n-6 oranının da en yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir. N-3/n-6 oranı dişi 3.21-4.79, erkeklerde ise 2.73-4.82 arasında bulunmuştur. Akpınar ve arkadaşları (2009), eylül ayında analizledikleri *S. t. macrostigma* karaciğer n-3/n-6 oranını dişilerde 1.97, erkeklerde ise 2.89 olarak bulmuşlardır. Bu değerler çalışmamızda elde ettiğimiz verilerden daha düşüktür.

Kaçar (2010), karaciğer total lipitlerindeki n-3/n-6 oranının hem türler arasında hemde aynı türün eşeylerinde farklı olabileceğini ileri sürmüştür.

Çizelge 4.5. Dişi *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nın karaciğerinde bulunan total yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

| Yağ asidi | Kasım(2009) (ORT±S.H)* | Ocak(2010) (ORT±S.H)* | Nisan(2010) (ORT±S.H)* | Haziran(2010) (ORT±S.H)* | Temmuz(2010) (ORT±S.H)* | Ekim(2010) (ORT±S.H)* |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 12:0 [§] | 0.23±0.12a | 0.05±0.00b | 0.18±0.03a | 0.09±0.05b | 0.15±0.04a | - |
| 13:0 | 0.23±0.08a | - | - | - | - | 0.30±0.10a |
| 14:0 | 1.88±0.31a | 1.66±0.22b | 1.88±0.18a | 1.45±0.24c | 1.99±0.21a | 0.99±0.13d |
| 15:0 | 0.45±0.16a | 0.35±0.09a | 0.34±0.11a | 0.16±0.06b | 0.18±0.05b | 0.23±0.07ab |
| 16:0 | 23.52±0.34a | 18.33±0.30b | 22.35±0.22a | 17.25±0.44b | 19.04±0.32b | 21.54±0.45ab |
| 17:0 | 0.57±0.12a | 0.49±0.19a | 0.55±0.21a | 0.34±0.15b | 0.52±0.15a | 0.26±0.07c |
| 18:0 | 7.52±0.28a | 5.50±0.42b | 7.09±0.31a | 6.94±0.42ab | 5.65±0.30b | 6.22±0.44ab |
| ΣS.F.A | 34.40±0.80a | 26.38±0.52b | 32.39±0.61c | 26.23±0.54b | 27.53±0.66d | 29.54±0.54cd |
| 16:1n-7 | 4.09±0.12a | 3.82±0.23a | 4.38±0.29a | 5.23±0.33c | 5.41±0.31b | 3.89±0.25a |
| 18:1n-9 | 15.47±0.24a | 17.91±0.31b | 17.87±0.29b | 25.30±0.32c | 19.09±0.28d | 14.82±0.35a |
| 20:1n-9 | 0.51±0.11a | 0.74±0.09b | 0.67±0.18ab | 1.00±0.13c | 1.49±0.22c | 0.62±0.21ab |
| ΣM.U.F.A. | 20.07±0.56a | 22.47±0.61b | 22.92±0.49b | 31.53±0.54c | 25.99±0.46d | 19.33±0.25a |
| 18:2n-6 | 3.42±0.48a | 3.52±0.27a | 3.87±0.33b | 3.21±0.36c | 3.02±0.23d | 3.27±0.26c |
| 18:3n-3 | 4.09±0.15a | 2.15±0.13b | 2.34±0.20b | 2.72±0.34c | 3.44±0.27ac | 4.80±0.20d |
| 20:2n-6 | 0.46±0.04a | 0.49±0.12a | 0.48±0.09a | 0.87±0.0b | 0.43±0.05a | 0.25±0.10c |
| 20:3n-6 | 0.69±0.12a | 0.90±0.17b | 0.45±0.06c | 0.60±0.12a | 0.41±0.08c | 0.16±0.05d |
| 20:4n-6 | 3.50±0.13a | 4.98±0.35b | 4.79±0.23b | 5.30±0.27c | 4.70±0.17b | 5.14±0.22c |
| 20:5n-3 | 10.99±0.44a | 13.08±0.45b | 11.06±0.33c | 8.15±0.34d | 12.16±0.23bc | 11.78±0.41c |
| 22:5n-3 | 2.88±0.23a | 3.86±0.20b | 3.00±0.14a | 3.58±0.21b | 3.56±0.12b | 3.52±0.13b |
| 22:6n-3 | 19.75±0.44a | 22.03±0.57b | 18.68±0.37c | 17.68±0.51d | 18.68±0.42c | 22.21±0.29b |
| ΣP.U.F.A | 45.78±0.48ac | 51.01±1.071d | 44.67±1.01a | 42.11±1.14b | 46.40±0.96c | 51.13±1.05d |
| ω3 | 37.71±0.69a | 41.12±0.62b | 35.08±0.49c | 32.13±0.41d | 37.84±0.39a | 42.31±0.62b |
| ω6 | 8.07±0.30a | 9.89±0.27b | 9.59±0.41b | 9.98±0.55b | 8.56±0.38a | 8.82±0.40a |
| ω3/ω6 | 4.67 | 4.15 | 3.65 | 3.21 | 4.42 | 4.79 |

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

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

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çizelge 4.6. Erkek *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nin karaciğerinde bulunan total yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değişimi

| Yağ asidi | Kasım(2009) (ORT±S.H) [*] | Ocak(2010) (ORT±S.H) [*] | Nisan(2010) (ORT±S.H) [*] | Haziran(2010) (ORT±S.H) [*] | Temmuz(2010) (ORT±S.H) [*] | Ekim(2010) (ORT±S.H) [*] |
|-------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---|--|--------------------------------------|
| 12:0 [§] | 0.10±0.02a | 0.41±0.11b | - | - | - | - |
| 13:0 | - | - | - | - | - | 0.03±0.01c |
| 14:0 | 2.11±0.23a | 2.57±0.13a | 1.59±0.30b | 1.26±0.24c | 1.89±0.21b | 1.09±0.24c |
| 15:0 | 0.49±0.16a | 0.46±0.20a | 0.29±0.14b | 0.19±0.07b | 0.25±0.11b | 0.14±0.05c |
| 16:0 | 20.88±0.44a | 23.02±0.34b | 20.20±0.38a | 21.01±0.34c | 21.33±0.52c | 21.94±0.45c |
| 17:0 | 0.61±0.13a | 0.78±0.18b | 0.50±0.12a | 0.35±0.08c | 0.23±0.11c | 0.39±0.17c |
| 18:0 | 6.78±0.19a | 6.40±0.33a | 6.83±0.35a | 8.09±0.41b | 7.54±0.42ab | 6.50±0.41a |
| ΣS.F.A | 30.97±1.03a | 33.64±0.65b | 29.41±0.54a | 30.90±0.73a | 31.24±0.65ab | 30.09±1.01a |
| 16:1n-7 | 3.08±0.05a | 8.08±0.10b | 3.56±0.29c | 3.28±0.63a | 3.46±0.24ac | 3.14±0.18a |
| 18:1n-9 | 20.88±0.52a | 19.98±0.47b | 14.54±0.53c | 19.65±0.61b | 18.45±0.51ab | 13.87±0.48c |
| 20:1n-9 | 0.37±0.11a | 1.42±0.10b | 0.54±0.21c | 0.83±0.20d | 0.88±0.22d | 0.41±0.30a |
| ΣM.U.F.A. | 24.33±0.95a | 29.48±0.76b | 18.64±0.65c | 23.76±0.68a | 22.79±0.44d | 17.42±0.25c |
| 18:2n-6 | 6.19±0.21a | 4.21±0.33b | 2.66±0.12bc | 3.73±0.34c | 3.11±0.30c | 3.74±0.51c |
| 18:3n-3 | 2.82±0.10a | 6.18±0.12b | 2.38±0.20a | 3.39±0.33c | 2.76±0.21a | 3.62±0.19c |
| 20:2n-6 | 0.50±0.14a | 0.30±0.06ab | 0.38±0.06ab | 0.41±0.03b | 0.27±0.03c | 0.27±0.12c |
| 20:3n-6 | 0.41±0.02a | 0.27±0.13b | 0.28±0.01b | 0.39±0.02c | 0.28±0.06b | 0.40±0.05a |
| 20:4n-6 | 4.85±0.11a | 2.42±0.15b | 5.79±0.33c | 5.83±0.20c | 5.21±0.21ac | 4.57±0.22a |
| 20:5n-3 | 8.42±0.45a | 10.87±0.54ab | 11.85±0.23b | 10.00±0.34ab | 11.91±0.10b | 12.43±0.31c |
| 22:5n-3 | 2.27±0.11a | 2.26±0.12a | 4.24±0.15b | 3.28±0.23ab | 2.66±0.10a | 2.96±0.11a |
| 22:6n-3 | 19.17±0.10a | 10.32±0.19b | 24.18±0.38c | 18.15±0.71d | 19.70±0.41a | 24.35±0.19c |
| ΣP.U.F.A | 44.63±1.01a | 36.83±1.18b | 51.76±1.13c | 45.18±1.24a | 45.90±1.08a | 52.34±1.05c |
| ω3 | 32.68±0.99a | 29.63±0.99b | 42.65±0.99c | 34.82±1.05a | 37.03±0.99d | 43.36±0.71c |
| ω6 | 11.95±0.90a | 7.20±0.65b | 9.11±0.91c | 10.36±0.65a | 8.87±0.65b | 8.98±0.90b |
| ω3/ω6 | 2.73 | 4.11 | 4.68 | 3.36 | 4.17 | 4.82 |

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

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

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

4.2.3. Dişi ve Erkek Bireylerin Gonat Total Lipitlerinin Yağ Asidi İçeriği

Munzur Nehri'nde yaşayan dişi ve erkek *S. t. macrostigma*'nın gonat dokusu total yağ asidi bileşiminin aylara göre değişimi Çizelge 4.7. ve 4.8.'de verilmektedir.

Dişi bireylerde kasım, erkeklerde ise kasım ve ocak aylarında alınan balıkların gonat dokuları analize yetecek büyüklükte olmadığı için, bu dönemlerde gonat total lipitlerin yağ asidi analizleri yapılamamıştır. Bu durumun, üreme dönemi olması nedeniyle gonatların içeriğinin tamamen boşalmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Analizi yapılan alabalıkların gonat dokusu Σ SFA miktarı dişilerde %27.39 (ekim)-38.30 (ocak), erkeklerde %32.99 (nisan)-44.13 (temmuz) arasında bulunmuştur. Dişilerde en yüksek Σ SFA miktarının ocak ayında olduğu ve bu dönemden itibaren azalarak ekim ayında en düşük seviyeye gerilediği gözlenmiştir. Erkeklerde ise Σ SFA miktarı nisan ayında en düşük, yaz dönemi olan haziran ve temmuz ayında ise 16:0'dan dolayı Σ SFA miktarı analizlenen diğer dönemlere oranla yüksek bulunmuştur. Her iki eşeyde SFA'lar içinde en fazla bulunan yağ asitleri diğer dokularda olduğu gibi 16:0 ve 18:0 asitleridir. *S. t. macrostigma* üzerine daha önce yapılan çalışmada benzer veriler elde edilmiştir (Aras ve ark. 2003b). Dişi bireylerde üreme dönemi olan ocak ayında 16:0 miktarı ve buna bağlı olarak Σ SFA miktarının önceki dönemlere oranla arttığı gözlenmiştir. Birçok çalışmaya göre, 16:0 asit, dişi balıklarda yumurtaların oluşum safhasında temel metabolik enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Üreme periyodundaki herhangi bir yağ asidindeki azalmanın, gonat gelişimi ve gamet oluşumunda kullanılmaları nedeniyle olduğu belirtilmiştir (Huynh ve ark. 2007, Kaçar 2010).

İncelenen alabalıkların gonat Σ MUFA miktarı dişilerde %21.54 (ekim)-37.03 (haziran), erkeklerde %24.40 (nisan)-31.75 (temmuz) olarak tespit edilmiştir. Her iki eşeyde Σ SFA'larda olduğu gibi Σ MUFA miktarı yaz dönemi olan haziran ve temmuz aylarında diğer dönemlere oranla artmıştır. Her iki bireyde de ekim ayında 18:1n-9 ve buna bağlı olarak Σ MUFA oranı düşmüştür. Dişi ve erkek bireylerde MUFA içinde en fazla bulunan yağ asitleri 16:1n-7 ve 18:1n-9 olduğu ve Σ MUFA miktarındaki artışın bu yağ asitleri miktarındaki artıştan kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Σ PUFA miktarı dişilerde %32.43 (ocak)-51.00 (ekim); erkeklerde %23.98 (temmuz)-42.52 (nisan) arasında bulunmuştur. Her iki eşeyde ekim ayında Σ PUFA

miktarındaki çoklu artışın doğrudan DHA miktarındaki artıştan kaynaklandığı saptanmıştır. Hücrelerin yaşamsal fonksiyonlarının yerine getirilmesinde önemli bir yağ asidi olan 22:6n-3 asitin, balıklarda hem membran akışkanlığının kontrolünde hemde sıcaklık adaptasyon süreçlerinde önemli rol oynadığı ve (Farkas ve ark. 1980) düşük sıcaklıklarda, doymamış yağ asitleri miktarında belirgin bir artışın olduğu bilinmektedir (Kayama ve ark. 1963). Dişilerde ocak ayında su sıcaklığı düşük olduğu halde Σ PUFA miktarının beklenenin aksine düşük olması çoklu doymamış yağ asitleri miktarında sıcaklık dışında besin, üreme gibi faktörlerinde önemli olabileceğini göstermektedir. Yapılan çalışmalarla balıklarda üreme hücrelerinin oluşturulmasında temel ve çoklu doymamış yağ asitlerine büyük gereksinim olduğu ve bunların miktarının yetersiz olması durumunda kısırılığa neden olabileceğini belirtilmiştir (Billard ve ark. 1982, Manning ve Kime 1984). Diğer dokularda olduğu gibi gonatlarda da PUFA'lar içinde en fazla bulunan yağ asitleri n-6'larda linoleik asit (18:2n-6) ve arakidonik asit (20:4n-6), n-3 yağ asitlerinden ise eikosapentaenoik asit(20:5n-3) ve dokosaheksaenoik asit (22:6n-3) olduğu belirlenmiştir. *S. t. macrostigma*'nın her iki bireyinde gonatlarda eikosanoidlerin öncül maddelerinden olan 20:4n-6 asit oranı kaslardan daha yüksek bulunmuştur. Benzer bulgu; *C. carpio* ve *T. grypus*'un her iki eşeyi ile *S. triostegus* erkek bireylerinde de bulunmuştur (Kaçar 2010).

Arakidonik asidin kaslara oranla gonatlarda fazla bulunmasının nedeni, bu bileşenin üremede aktif rol oynamasından kaynaklanabilir. Bu bileşenden sentezlenen PGE₂, ovaryum ve testiküler steroidogenezi uyarırlar (Kellner ve Van Der Kraak 1992, Wade ve Van Der Kraak 1993). Diğer çalışmalara göre (Mustafa ve Srivastava 1989, Sorbera ve ark. 1998) eikosanoidler, ovulasyon kontrolünde önemlidir.

S. t. macrostigma'nın gonatları oldukça küçük olduğundan total yağ asidi analizi ile ilgili sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Ancak farklı tatlısu balıklarının gonat dokularının analizlerinin yapıldığı pek çok çalışmanın sonuçları bulgularımızla örtüşmektedir (Aras ve ark. 2003a,b, Haliloğlu ve ark. 2004, Uysal 2004, Kaçar ve 2010).

Analizini yaptığımız alabalıkların n-3 yağ asitleri dişilerde %22.77 (nisan)-41.44 (ekim), erkeklerde ise %16.67 (temmuz)-32.89 (nisan) arasında bulunmuştur. n-3 yağ asidi miktarının su sıcaklığından etkilendiği, su sıcaklığının arttığı haziran ve temmuz aylarında miktarında azalma olduğu saptanmıştır. Genel olarak dişilerdeki n-3 yağ

asitleri miktarının erkeklerdekinden fazla olduğu (nisan ayında erkeklerde fazla) belirlenmiştir. N-3 yağ asitleri miktarındaki değişim n-3/n-6 oranını etkilemiştir. N-3/n-6 oranı dişilerde 1.95-4.33, erkeklerde 1.86-3.41 değerleri arasında bulunmuştur. Nisan ayında n-3/n-6 oranının dişilerde en dūřuk, erkeklerde ise en yūksek değerde olduğu tespit edilmiştir. Diřilerde özellikle ekim ayında diğer dönemlere oranla n-3 yağ asitleri oldukça yūksek bulunmuştur. Bu değer n-3/n-6 oranını da etkilemiştir. Bu dönemde n-3/n-6 oranı 4.33 gibi yūksek bir değerde bulunmuştur.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çizelge 4.7. Dişi *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nin gonadında bulunan total yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değişimi

| Yağ asidi | Kasım(2009) (ORT±S.H)* | Ocak(2010) (ORT±S.H)* | Nisan(2010) (ORT±S.H)* | Haziran(2010) (ORT±S.H)* | Temmuz(2010) (ORT±S.H)* | Ekim(2010) (ORT±S.H)* |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 12:0 [§] | - | - | 0.22±0.03a | 0.22±0.02a | 0.32±0.03a | - |
| 13:0 | - | - | - | - | - | 0.27±0.01a |
| 14:0 | - | 3.23±0.14a | 1.74±0.23b | 2.88±0.28ab | 2.77±0.31ab | 0.77±0.22c |
| 15:0 | - | 0.89±0.08a | 0.24±0.08b | 0.26±0.05b | 0.10±0.01c | 0.22±0.04b |
| 16:0 | - | 31.48±0.34a | 24.83±0.32b | 22.25±0.44c | 23.24±0.31bc | 22.31±0.24c |
| 17:0 | - | 0.12±0.08a | 0.41±0.20b | 0.32±0.11b | 0.80±0.16c | 0.41±0.17b |
| 18:0 | - | 2.58±0.11a | 5.68±0.38b | 4.49±0.40c | 4.44±0.34c | 3.41±0.28ac |
| ΣS.F.A | - | 38.3±0.82a | 33.12±1.04b | 30.42±0.90c | 31.67±0.58bc | 27.39±0.96d |
| 16:1n-7 | - | 8.30±0.22a | 4.81±0.49b | 8.33±0.33a | 6.59±0.45c | 4.76±0.28b |
| 18:1n-9 | - | 19.96±0.47a | 26.80±0.38b | 25.71±0.42b | 25.27±0.51b | 16.32±0.48c |
| 20:1n-9 | - | 0.89±0.10a | 0.71±0.20a | 2.99±0.15b | 2.30±0.12b | 0.46±0.05c |
| ΣM.U.F.A. | - | 29.15±0.71a | 32.32±0.59b | 37.03±0.43c | 34.16±1.46b | 21.54±1.75a |
| 18:2n-6 | - | 4.72±0.19a | 7.23±0.61b | 4.12±0.34a | 4.64±0.30a | 3.24±0.51c |
| 18:3n-3 | - | 3.31±0.15a | 3.23±0.20a | 4.97±0.33b | 5.21±0.21c | 3.68±0.19a |
| 20:2n-6 | - | - | 0.32±0.01a | 0.30±0.03a | 0.45±0.04b | 0.34±0.12a |
| 20:3n-6 | - | - | 0.58±0.09a | 0.40±0.12a | 0.25±0.06a | 0.52±0.15a |
| 20:4n-6 | - | 2.71±0.13a | 3.49±0.32b | 2.92±0.22a | 2.68±0.20a | 5.46±0.41c |
| 20:5n-3 | - | 7.43±0.24ab | 7.23±0.28ab | 6.65±0.35a | 8.47±0.36b | 11.33±0.34c |
| 22:5n-3 | - | 1.41±0.05ac | 1.56±0.13a | 2.07±0.21b | 1.83±0.12c | 2.99±0.12b |
| 22:6n-3 | - | 12.88±0.34a | 10.75±0.38b | 11.01±0.42ab | 10.54±0.31b | 23.44±0.49c |
| ΣP.U.F.A | - | 32.43±1.03a | 34.39±1.03b | 32.44±1.00a | 34.07±1.08b | 51.00±1.05c |
| ω3 | - | 25.0±0.54bc | 22.77±0.35a | 24.70±0.53b | 26.05±0.62c | 41.44±0.41d |
| ω6 | - | 7.43±0.43a | 11.62±0.48b | 7.74±0.52a | 8.02±0.46ac | 9.56±0.30c |
| ω3/ω6 | - | 3.36 | 1.95 | 3.19 | 3.24 | 4.33 |

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

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

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

Çizelge 4.8. Erkek *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nin gonadında bulunan total yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değişimi

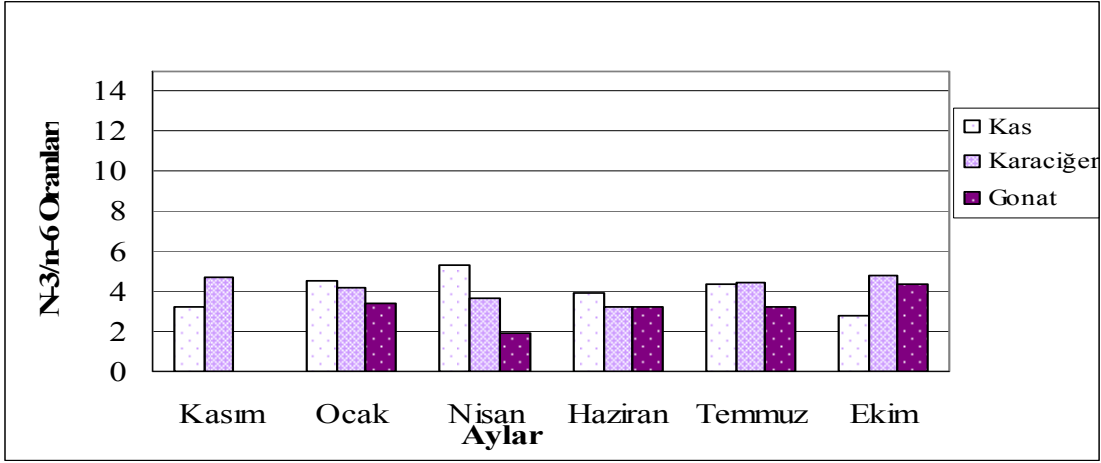
| Yağ asidi | Kasım(2009) (ORT±S.H)* | Ocak(2010) (ORT±S.H)* | Nisan(2010) (ORT±S.H)* | Haziran(2010) (ORT±S.H)* | Temmuz(2010) (ORT±S.H)* | Ekim(2010) (ORT±S.H)* |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 12:0 [§] | - | - | 0.28±0.03a | - | 0.16±0.02b | - |
| 13:0 | - | - | - | - | - | 0.47±0.04a |
| 14:0 | - | - | 1.90±0.23a | 2.25±0.28b | 2.51±0.21b | 1.57±0.23c |
| 15:0 | - | - | 0.49±0.05a | 0.76±0.07b | 0.29±0.10c | 0.51±0.15a |
| 16:0 | - | - | 23.89±0.96a | 31.86±0.65b | 33.13±0.22c | 23.43±1.15a |
| 17:0 | - | - | 0.46±0.11a | 0.49±0.10a | 0.58±0.65a | 0.50±0.12a |
| 18:0 | - | - | 5.97±0.35a | 7.50±0.41b | 7.46±0.28a | 6.80±0.40ab |
| ∑S.F.A | - | - | 32.99±0.38a | 42.86±1.05b | 44.13±1.02b | 33.28±0.76a |
| 16:1n-7 | - | - | 3.26±0.29a | 1.93±0.43b | 4.98±0.33c | 3.14±0.28a |
| 18:1n-9 | - | - | 20.46±0.39a | 25.85±0.42b | 26.08±0.48b | 21.14±0.68a |
| 20:1n-9 | - | - | 0.68±0.10a | 0.88±0.14a | 0.69±0.21a | 0.43±0.24b |
| ∑M.U.F.A. | - | - | 24.40±0.59a | 28.66±0.46b | 31.75±0.48c | 24.71±0.65a |
| 18:2n-6 | - | - | 2.90±0.38a | 6.34±0.40b | 4.54±0.31c | 7.71±0.52d |
| 18:3n-3 | - | - | 1.97±0.32a | 3.16±0.34b | 2.75±0.28ab | 2.81±0.29ab |
| 20:2n-6 | - | - | - | 0.20±0.04a | 0.11±0.02a | 0.43±0.12b |
| 20:3n-6 | - | - | 0.26±0.13a | 0.26±0.09a | 0.14±0.06a | 0.49±0.15b |
| 20:4n-6 | - | - | 5.89±0.33a | 3.09±0.32b | 2.52±0.20c | 4.75±0.44ab |
| 20:5n-3 | - | - | 11.16±0.41a | 5.06±0.34b | 5.80±0.43b | 8.32±0.51c |
| 22:5n-3 | - | - | 2.78±0.25a | 1.62±0.43b | 1.69±0.18b | 2.34±0.21ab |
| 22:6n-3 | - | - | 16.98±0.38a | 8.62±0.41b | 6.43±0.32c | 15.03±0.39a |
| ∑P.U.F.A | - | - | 42.52±0.43a | 28.35±0.48b | 23.98±0.54c | 41.88±0.45a |
| ω3 | - | - | 32.89±0.43a | 18.46±0.32b | 16.67±0.44c | 28.50±0.41d |
| ω6 | - | - | 9.63±0.30a | 9.89±0.41a | 7.31±0.35b | 13.38±0.35c |
| ω3/ω6 | - | - | 3.41 | 1.86 | 2.28 | 2.13 |

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

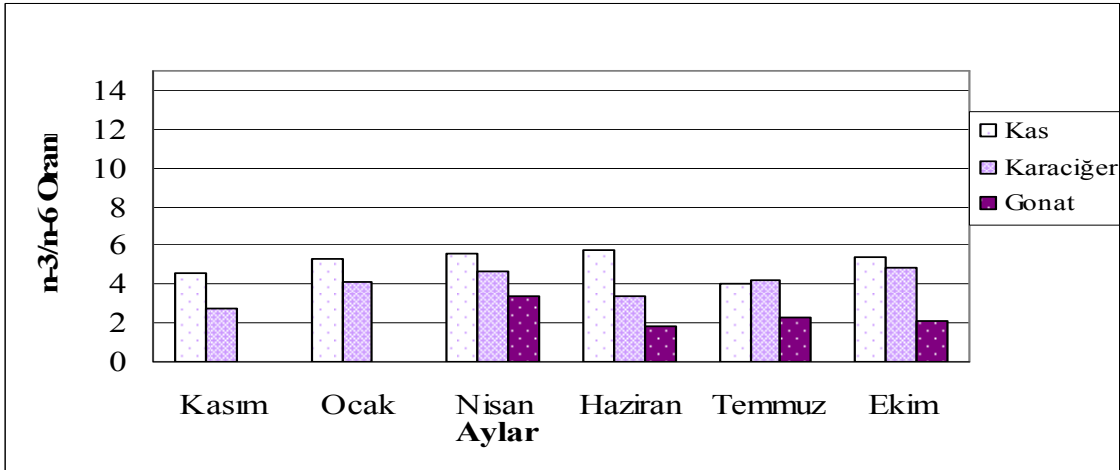
§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

4.2.4. Dişi ve Erkek Alabalıkların Kas, Karaciğer ve Gonat Total Lipitlerindeki n-3/n-6 Oranının Karşılaştırılması



Şekil 4.3. Dişi bireylerin kas, karaciğer ve gonat dokularına ait n-3/n-6 oranları



Şekil 4.4. Erkek bireylerin kas, karaciğer ve gonat dokularına ait n-3/n-6 oranları

Dişi ve erkek alabalıkların dokularına ait n-3/n-6 oranları yıl içerisinde değişiklik göstermiştir. Dişilerde ocak, nisan ve haziran aylarında kas dokusunda, kasım ve temmuz aylarında ise karaciğerde n-3/n-6 oranı diğer dokulara oranla yüksek bulunmuştur. Erkeklerde dişilerden farklı olarak neredeyse her dönemde kas n-3/n-6 oranı, karaciğer ve gonatlardakinden yüksek bulunmuş, temmuz ayında ise karaciğerde bu oran fazla bulunmuştur. Analizi yapılan dönemler içerisinde en düşük n-3/n-6 oranı gonatlarda bulunmuştur. Bunun nedeninin n-3 yağ asitlerinin balığın üreme faaliyetlerinde kullanılmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.3. Balık Lipitlerinin Triaçilgliserol ve Fosfolipit Yağ Asidi İçeriği

4.3.1. Dişi ve Erkek Bireylerin Kas Lipitlerinin Triaçilgliserol ve Fosfolipit Yağ Asidi İçeriği

Munzur Nehri'nde yaşayan dişi ve erkek *S. t. macrostigma*'nın kas TAG ve PL fraksiyonları yağ asidi bileşiminin aylara göre değişimi Çizelge 4.9., 4.10., 4.11. ve 4.12.'de verilmektedir.

Çalışmada kullanılan alabalıkların PL fraksiyonuna ait Σ SFA miktarı dişilerde %32.46 (ekim)-42.21 (haziran), erkeklerde %31.33 (ekim)-46.66 (haziran) arasında bulunmuştur. Σ SFA miktarının en düşük (ekim) ve en yüksek (haziran) olduğu dönemler her iki eşeyde de aynıdır. PL fraksiyonu olmasına rağmen Σ SFA oranları ve SFA'lar içinde en yüksek yüzdeye sahip 16:0 asit miktarı hem erkek hemde dişi bireylerde oldukça yüksek değerlerde (%25.50-33.65) bulunmuştur. Benzer bulgu, çalışma materyalimiz olan *S. t. macrostigma*'nın da dahil olduğu üç alabalık türünde de belirlenmiştir (Bayır ve ark. 2010). Bayır ve arkadaşları (2010), fosfolipitlerdeki yüksek 16:0 asit oranının yazın artan su sıcaklığından, sonbaharda ise üreme aktivitesinden kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir.

PL fraksiyonunda Σ MUFA miktarı dişilerde %11.49 (ekim)-16.55 (haziran), erkeklerde %10.76 (ocak)-16.21 (haziran) arasında bulunmuştur. Tıpkı Σ SFA'larda olduğu gibi her iki eşeyde en yüksek Σ MUFA miktarı haziran ayında bulunmuştur. En düşük Σ MUFA miktarı ise dişilerde ekim, erkeklerde ocak ayında bulunmuştur. Σ PUFA ve Σ SFA'ya oranla çok daha düşük miktarda bulunan Σ MUFA'lar ile 18:1n-9 ve 16:1n-7 asitleri yıl içerisinde pek fazla değişikliğe uğramamıştır.

PL fraksiyonunda Σ PUFA miktarı dişilerde %40.80 (haziran)-55.96 (ekim), erkeklerde %36.98 (haziran)-55.48 (ocak) olarak bulunmuştur. Her iki eşeyde Σ PUFA'lar içinde en fazla bulunan bileşenler 20:5n-3 ve 22:6n-3 asitleridir. Bu bileşenlerin miktarındaki düşüşe bağlı olarak Σ PUFA miktarı da hava sıcaklığının yüksek olduğu haziran ayında diğer dönemlere oranla düşük bulunmuştur.

Her iki eşeyin kas lipitlerindeki PL fraksiyonunda; Σ SFA, Σ MUFA ve Σ PUFA arasında; haziran ayı hariç analizlenen tüm dönemlerde en fazla Σ PUFA, daha sonra Σ SFA bulunmuştur. En az olarak ta Σ MUFA saptanmıştır. Diğer bazı tatlısu balıklarının incelendiği çalışmalarda da benzer bulgular elde edilmiştir (Kaçar 2010, Ackman ve

ark. 2002). Bir diğ er ilginç bulgu ise, 18:2n-6 asidi miktarının her iki bireyde özellikle de erkek bireylerde ekim ayında diğ er dönemlere oranla oldukça fazla bulunmasıdır.

Bayır ve ark. (2010), *S. t. caspius*'un NL ve PL fraksiyonunu analiz etmiş, ΣMUFA'ların NL fraksiyonunda fazla bulunduğ unu tespit etmişlerdir. Ancak aynı araştırmacılar PL fraksiyonunda ΣSFA miktarını ΣPUFA miktarından fazla bulmuşlardır. Bu farklılığ ın; balıkların farklı su kaynaklarından avlanmaları ve buna bağı lı olarak yaşadıkları ortamın sıcaklık değ erleri ile besinlerini oluşturan canlıların yağ asidi içeriğ inden kaynaklandığı düşünölmektedir. Yaptığımız çalışmada ΣPUFA miktarının yüksek olmasının, balıkların yakalandıkları su kaynağı olan Munzur Nehri'nin su sıcaklığ ının daha düşük olmasından kaynaklandığı düşünölmektedir. Özellikle soğ uk ortamlarda yaşayan balıklarda doymamış yağ asitleri oranının arttığı bilinmektedir. Çünkü, hücreler kendi zarlarının lipit bileşimini, değı şen sıcaklığ a uyum sağı lamak üzere değı ştirebilmektedirler. Örneğ in, soğ uk ortamda yaşayan balıklar, hücre zarlarının kış mevsiminde katılaş masını önleyici bir adaptasyon olarak fosfolipitlerindeki doymamış yağ asitlerini arttırmırlar. Böylece yağ asitlerinin doymamışlık derecesi artınca erime noktası azalır (Çelik ve ark. 2008). PL fraksiyonundaki n-3 yağ asitleri miktarı her dönemde n-6 yağ asitleri miktarından oldukça fazla bulunmuş ve miktarının diş ilerde su sıcaklığ ının düşük olduğı kasım, erkeklerde ise ocak ayında en yüksek seviyede olduğı tespit edilmiştir. N-3/n-6 oranı diş ilerde 5.19 (ocak)-11.9 (kasım), erkeklerde ise 1.65 (ekim)-13.77 (ocak) arasında bulunmuştur. Erkek bireylerde ekim ayında n-3/n-6 oranının düşük oranda (1.65) bulunmasının nedeni; bu dönemde n-6 yağ asitlerinden 18:2n-6 asidinin oldukça yüksek miktarda (%18.65) bulunmasıdır. Erkek bireylerde ocak ayında n-3/n-6 miktarındaki artış 20:5n-3 ve 22:6n-3 asitleri miktarındaki artıştan kaynaklanmaktadır.

İncelenen alabalıkların TAG fraksiyonunda ΣSFA miktarı diş ilerde %30.03 (ekim)-37.90 (ocak), erkeklerde %27.75 (ekim)-45.30 (kasım) olarak bulunmuştur. Her iki eşeyde de PL fraksiyonunda olduğı gibi TAG fraksiyonunda da en düşük ΣSFA miktarı ekim ayında bulunmuştur. En yüksek ΣSFA miktarı ise erkeklerde kasım, diş ilerde ocak ayında tespit edilmiştir. TAG'larda en yüksek ΣSFA miktarının her iki eşeyde de yumurtlama dönemi olan ve su sıcaklığ ının önceki dönemlere oranla düşük olduğı kasım ve ocak ayında bulunmuştur. Bu durum TAG'lardaki ΣSFA miktarının yumurtlama döneminden ve su sıcaklığ ından önemli derecede etkilenmediğ ini göstermektedir. TAG fraksiyonunda kasım ayında erkek bireylerde ΣSFA miktarındaki

artışın dişi bireylerden ve erkek bireylerde diğer dönemlerden farklı olarak 16:0 asit miktarından değil, 14:0, 15:0, 17:0 ve 18:0 miktarındaki artıştan kaynaklandığı belirlenmiştir.

Çalışılan alabalıkların kas dokusu TAG'larında Σ MUFA miktarı dişilerde %33.93 (ocak)-41.73 (haziran), erkeklerde ise %24.26 (kasım)-43.86 (haziran) olarak tespit edilmiştir. Her iki eşeyde 18:1n-9 asit ve buna bağlı olarak Σ MUFA miktarı haziran ayında en yüksek seviyede bulunmuştur. En düşük Σ MUFA miktarı ise dişilerde ocak, erkeklerde kasım ayında bulunmuştur. Σ MUFA'lar içerisinde en yüksek yüzdeye sahip olan 18:1n-9 asidi miktarı dişilerde yıl içerisinde önemli değişiklik göstermezken, erkek bireylerde düzensiz artış ve azalışlar göstermiştir.

S. t. macrostigma'nın TAG fraksiyonu Σ PUFA miktarı dişilerde %23.72 (haziran)-32.23 (ekim), erkeklerde ise %17.02 (haziran)-39.87 (ekim) olarak bulunmuştur. Her iki eşeyde de Σ PUFA'ların azaldığı ve arttığı dönemler aynıdır. Ekim ayında Σ PUFA'ların artmasının en önemli nedeni, bu dönemde özellikle erkek bireylerde PL'de olduğu gibi 18:2n-6 asidinin oldukça yüksek miktarda bulunmasıdır. Bu temel yağ asidindeki değişimin besinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. TAG fraksiyonunda analizlenen birçok dönemde Σ SFA ve Σ MUFA miktarları Σ PUFA' lardan daha yüksek bulunmuştur. Bu durum; balıkların, daha çok doymuş ve tekli doymamış yağ asitlerini depo olarak kullanmalarından ileri gelmektedir (Gunstone ve ark. 1978, Kozlova ve Khotimchenko 2000).

S. t. macrostigma'nın kas lipitlerinin PL ve TAG fraksiyonlarının karşılaştırılmasında; bir doymuş yağ asidi olmasına rağmen 16:0 asit miktarı, PL fraksiyonunda TAG'dan oldukça fazla bulunmuştur. Bu bulgu; Bayır ve arkadaşlarının (2010), yaptığı ve aralarında *S. t. macrostigma*'nın da olduğu üç alabalık türünde de saptanmıştır. Bu sonuçlardan yola çıkarak; Palmitik asidin (16:0) PL fraksiyonundaki miktarının TAG'dan yüksek olmasının alabalıklar için karakteristik olduğunu söyleyebiliriz. Tatlısu balıklarında ise bu bileşen TAG fraksiyonunda daha fazla miktarda bulunmaktadır (Ackman ve ark. 2002, Kaçar 2010). PL'de TAG'a oranla daha fazla bulunan diğer yağ asitleri n-3 PUFA'lardan 20:5n-3, 22:5n-3 ve 22:6n-3 asitleridir. TAG fraksiyonunda ise MUFA'lardan 16:1n-7, 18:1n-9 ile PUFA'lardan 18:2n-6 ve 18:3 n-3 asitleridir. Besinsel lipitlerin vücut lipitlerinin yağ asidi bileşimine etkisi, triaçilgliserol ve fosfolipitler arasında farklılık göstermektedir. Yapılan

çalışmalarla fosfolipitlerin yağ asit bileşiminin triaçilgliserollerden daha fazla etkilendiği belirlenmiştir. Tatlısu balıklarında besinle alınan linoleik asit ve linolenik asit, zincir uzamasına uğratarak doymamışlık dereceleri arttırılır. Bu şekilde bu yağ asitleri, arakidonik asit, dokosapentaenoik, dokosaheksaenoik asitlere dönüştürülerek fosfolipitlerin yapısına girdiği ve besinlerle alınan bu bileşenlerin ise triaçilgliserollerde değişime uğramadan depolandığı belirlenmiştir (Farkas ve ark. 1978), Akpınar ve Metin 1999). Benzer veriler daha önce değişik alabalık türleri ile tatlısu balıkları için rapor edilmiştir (Aras ve ark. 2003a, b, Almeida ve Franco 2007, Bayır ve ark. 2010, Kaçar 2010). Düşük su sıcaklıklarında membran fosfolipitlerinin, esnekliğinin ve geçirgenliğinin sürdürülebilmesi için gerekli olan n-3 yapısı, doymamışlık derecesinin artmasını sağlar (Lovell 1991). Bu nedenle n-3 yağ asitlerinin PL fraksiyonunda fazla olması doğaldır.

TAG'daki n-3 yağ asitleri dışıerde ocak ayında neredeyse n-6 yağ asitleri kadar, erkeklerde ise kasım ayında oldukça yüksek olan 18:2n-6 miktarı ve buna bağlı olarak n-6 yağ asitleri miktarı oldukça fazla bulunmuştur. Bu durum, kas dokusu TAG fraksiyonunun n-3/n-6 oranını etkilemiş ve bu dönemlerde n-3/n-6 oranı 1'den düşük bulunmuştur. Kas dokusu TAG fraksiyonunda n-3/n-6 oranı dışıerde 2.62 (haziran ve temmuz)-1.09 (ocak), erkeklerde ise 0.95 (ekim)-3.39 (ocak) değerleri arasında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9. Dişi *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nın kasında bulunan fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

| Yağ asidi | Kasım(2009) (ORT±S.H)* | Ocak(2010) (ORT±S.H)* | Nisan(2010) (ORT±S.H)* | Haziran(2010) (ORT±S.H)* | Temmuz(2010) (ORT±S.H)* | Ekim(2010) (ORT±S.H)* |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 14:0 [§] | 0.70±0.12a | 0.89±0.180a | 0.84±0.27a | 1.58±0.23b | 1.19±0.27ab | 0.58±0.14a |
| 15:0 | 0.12±0.01a | 0.84±0.15b | 0.14±0.21a | 0.24±0.07a | 0.11±0.05a | 0.30±0.05a |
| 16:0 | 30.10±1.01a | 29.97±0.71a | 26.78±0.73b | 33.65±0.95c | 30.67±0.53a | 26.68±0.62b |
| 17:0 | 0.45±0.23a | 0.17±0.18b | 0.45±0.11a | 0.32±0.12a | 0.12±0.11b | 0.35±0.07a |
| 18:0 | 5.62±0.10a | 7.43±0.51b | 6.37±0.56ab | 6.42±0.42ab | 6.09±0.30ab | 4.55±0.34c |
| ∑S.F.A | 36.99±1.20a | 39.30±0.74b | 34.58±0.54c | 42.21±1.01d | 38.18±0.59ad | 32.46±0.31c |
| 16:1n-7 | 1.58±0.25a | 1.95±0.22ab | 2.11±0.19b | 1.78±0.33a | 1.55±0.99a | 1.26±0.18c |
| 18:1n-9 | 9.58±1.24a | 13.47±0.48b | 10.83±0.39ab | 13.53±0.21b | 12.68±0.48b | 10.00±0.51a |
| 20:1n-9 | 0.41±0.11a | 0.62±0.10a | 0.45±0.21a | 1.24±0.10b | 0.86±0.22ab | 0.23±0.09a |
| ∑M.U.F.A. | 11.57±0.76a | 16.04±0.76b | 13.39±0.46ab | 16.55±0.25b | 15.09±0.46d | 11.49±1.75a |
| 18:2n-6 | 1.73±0.51a | 3.70±0.43b | 1.86±0.51a | 1.86±0.34a | 2.95±0.32ab | 5.94±0.41c |
| 18:3n-3 | 3.86±0.60a | 2.90±0.28b | 2.60±0.20b | 3.02±0.30b | 3.22±0.21ab | 3.94±0.24a |
| 20:2n-6 | 0.11±0.04a | 0.57±0.08b | 0.36±0.21ab | 0.68±0.13b | 0.12±0.05a | 0.28±0.14ab |
| 20:3n-6 | 0.15±0.13a | 0.17±0.03a | 0.45±0.21b | 0.47±0.22b | 0.15±0.07a | 0.41±0.07b |
| 20:4n-6 | 1.98±0.31a | 2.76±0.15b | 2.64±0.33b | 2.38±0.27ab | 2.92±0.21b | 2.23±0.22ab |
| 20:5n-3 | 13.66±0.66a | 8.96±0.54b | 11.05±0.36ab | 8.32±0.44b | 12.61±0.32ab | 11.86±0.44ab |
| 22:5n-3 | 4.09±0.21a | 2.85±0.12b | 4.18±0.55a | 3.00±0.23ab | 3.48±0.17ab | 4.34±0.31b |
| 22:6n-3 | 25.79±0.80a | 22.68±0.39b | 28.78±0.68c | 21.07±0.41b | 21.18±0.43b | 26.96±0.19ac |
| ∑P.U.F.A | 51.37±1.20a | 44.59±0.80b | 51.92±1.03a | 40.80±0.68c | 46.63±0.82ab | 55.96±1.03d |
| ω3 | 47.40±0.99a | 37.39±0.99b | 46.61±0.89a | 35.41±0.45b | 40.49±0.99ab | 47.10±0.71a |
| ω6 | 3.97±0.42a | 7.20±0.65b | 5.31±0.52ab | 5.39±0.35ab | 6.14±0.55ad | 8.86±0.50c |
| ω3/ω6 | 11.9 | 5.19 | 8.77 | 6.56 | 6.59 | 5.31 |

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

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

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çizelge 4.10. Erkek *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nın kasında bulunan fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

| Yağ asidi | Kasım(2009) (ORT±S.H)* | Ocak(2010) (ORT±S.H)* | Nisan(2010) (ORT±S.H)* | Haziran(2010) (ORT±S.H)* | Temmuz(2010) (ORT±S.H)* | Ekim(2010) (ORT±S.H)* |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 14:0 [§] | 1.15±0.22a | 0.67±0.13b | 0.91±0.34ab | 1.08±0.24a | 1.01±0.21a | 0.82±0.21ab |
| 15:0 | 0.36±0.16a | 0.18±0.10b | 0.26±0.22ab | 0.21±0.07ab | 0.10±0.01c | 0.21±0.15ab |
| 16:0 | 32.81±0.52a | 27.58±0.65b | 25.50±0.44c | 36.07±0.49d | 27.41±0.32b | 26.40±0.35bc |
| 17:0 | 0.56±0.13a | 0.43±0.28b | 0.52±0.41a | 0.39±0.17b | 0.24±0.14c | 0.26±0.12bc |
| 18:0 | 6.68±0.42a | 4.83±0.51b | 6.75±0.38a | 8.91±0.42c | 5.43±0.28ab | 3.64±0.44d |
| ΣS.F.A | 41.56±1.02a | 33.69±0.76b | 33.94±0.54b | 46.66±1.24c | 34.19±0.92b | 31.33±0.64d |
| 16:1n-7 | 1.74±0.52a | 1.66±0.31a | 2.25±0.10b | 1.29±0.33c | 1.50±0.21ac | 1.39±0.41c |
| 18:1n-9 | 12.65±0.36a | 8.44±0.55b | 11.52±0.45a | 14.16±0.47c | 13.50±0.56ac | 12.67±0.48a |
| 20:1n-9 | 0.46±0.12a | 0.66±0.24b | 0.53±0.21a | 0.76±0.20b | 0.95±0.22c | 0.34±0.30d |
| ΣM.U.F.A. | 14.85±0.39a | 10.76±0.42b | 14.30±0.48a | 16.21±0.28c | 15.95±0.5ac | 14.40±0.67a |
| 18:2n-6 | 2.43±0.41a | 1.39±0.23b | 2.67±0.21a | 2.44±0.34a | 2.86±0.36c | 18.65±0.61d |
| 18:3n-3 | 4.08±0.25a | 4.48±0.32a | 2.74±0.29b | 3.32±0.33ab | 3.79±0.22ab | 3.07±0.19ab |
| 20:2n-6 | - | 0.16±0.06a | 0.30±0.04b | 0.25±0.10ab | 0.37±0.13b | 0.16±0.08a |
| 20:3n-6 | 2.51±0.12a | 0.23±0.06b | 0.35±0.11c | 0.35±0.02c | 0.40±0.05c | 0.18±0.07b |
| 20:4n-6 | - | 1.98±0.15a | 2.94±0.32b | 2.15±0.24ab | 2.82±0.27b | 1.46±0.22c |
| 20:5n-3 | 9.60±0.42a | 15.01±0.51b | 10.93±0.33a | 7.96±0.44c | 13.28±0.23ab | 8.97±0.35c |
| 22:5n-3 | 2.80±0.13a | 4.65±0.18b | 4.31±0.15b | 2.89±0.22a | 4.06±0.16b | 2.65±0.12a |
| 22:6n-3 | 22.09±0.54a | 27.58±0.39b | 27.27±0.48b | 17.62±0.51c | 22.27±0.44a | 19.07±0.49d |
| ΣP.U.F.A | 43.51±0.84a | 55.48±1.18b | 51.51±1.03c | 36.98±0.71d | 49.85±0.65c | 54.21±1.05b |
| ω3 | 38.57±0.68a | 51.78±0.97b | 45.25±0.59ab | 31.79±0.53c | 43.40±0.49ab | 33.76±0.70a |
| ω6 | 4.94±0.61a | 3.76±0.56b | 6.26±0.73c | 5.19±0.55ac | 6.45±0.46c | 20.45±0.31d |
| ω3/ω6 | 7.80 | 13.77 | 7.22 | 6.12 | 6.72 | 1.65 |

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

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

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

Çizelge 4.11. Dişi *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nin kasında bulunan triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

| Yağ asidi | Kasım(2009) (ORT±S.H)* | Ocak(2010) (ORT±S.H)* | Nisan(2010) (ORT±S.H)* | Haziran(2010) (ORT±S.H)* | Temmuz(2010) (ORT±S.H)* | Ekim(2010) (ORT±S.H)* |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 10:0 ⁸ | - | - | - | 0.24±0.08a - | - | - |
| 12:0 | 0.91±0.25a | - | 0.54±0.14b | 0.88±0.33a - | 0.84±0.13a | - |
| 13:0 | - | - | 0.31±0.12a | - | - | 1.81±0.43b |
| 14:0 | 3.56±0.38a | 2.96±0.21b | 3.99±0.23a | 4.90±0.44c | 4.53±0.31c | 2.53±0.24b |
| 15:0 | 0.48±0.46a | 1.32±0.20b | 1.20±0.25b | 0.44±0.17a | 0.37±0.11a | 0.21±0.05c |
| 16:0 | 23.75±0.76a | 25.22±0.52b | 20.14±0.61c | 22.09±0.45ac | 22.55±0.53ac | 20.41±0.72c |
| 17:0 | 0.54±0.17a | 0.84±0.28b | 1.86±0.41c | 0.81±0.21b | 1.32±0.15bc | 0.74±0.08ab |
| 18:0 | 4.99±0.32a | 7.56±0.51b | 5.84±0.50c | 5.06±0.43a | 4.34±0.31d | 4.33±0.24d |
| ΣS.F.A | 34.23±0.86a | 37.90±0.65b | 33.88±0.54a | 34.42±0.64a | 33.95±0.58a | 30.03±0.62c |
| 16:1n-7 | 11.86±0.55a | 6.02±0.34b | 11.30±0.59a | 8.52±0.33c | 11.67±0.52a | 10.04±0.48ac |
| 18:1n-9 | 25.44±0.51a | 27.30±0.38b | 26.64±0.49ab | 28.29±0.62c | 25.10±0.56a | 25.91±0.46a |
| 20:1n-9 | 1.03±0.21a | 0.61±0.30b | 1.26±0.23ad | 4.92±0.40c | 4.29±0.32c | 1.62±0.33d |
| ΣM.U.F.A. | 38.33±0.56a | 33.93±0.71b | 39.20±0.49c | 41.73±0.72d | 41.06±1.12d | 37.57±0.75ac |
| 18:2n-6 | 6.38±0.61a | 8.98±0.43b | 6.49±0.32a | 4.91±0.24c | 5.53±0.33ac | 8.73±0.41b |
| 18:3n-3 | 8.87±0.22a | 2.88±0.24b | 4.14±0.30c | 6.48±0.23ac | 8.46±0.28a | 11.00±0.49d |
| 20:2n-6 | 0.36±0.04a | 0.46±0.16b | 0.65±0.22c | 0.23±0.13d | 0.21±0.09d | 0.48±0.12b |
| 20:3n-6 | 0.63±0.14a | 0.39±0.21b | 0.33±0.18b | 0.33±0.15b | 0.21±0.13c | 0.53±0.14ab |
| 20:4n-6 | 0.75±0.13a | 3.53±0.35b | 1.37±0.33c | 1.08±0.24c | 0.91±0.21a | 0.62±0.22a |
| 20:5n-3 | 4.78±0.44a | 4.15±0.49a | 6.74±0.33b | 5.23±0.34ab | 5.30±0.63ab | 5.08±0.51ab |
| 22:5n-3 | 2.00±0.23a | 2.18±0.13a | 2.07±0.38a | 1.55±0.27b | 1.42±0.14b | 2.07±0.26a |
| 22:6n-3 | 3.55±0.44a | 5.48±0.29b | 5.88±0.34b | 3.91±0.61a | 2.81±0.38c | 3.72±0.39a |
| ΣP.U.F.A | 27.32±0.96a | 28.05±0.73a | 27.67±0.29a | 23.72±0.52b | 24.85±0.48b | 32.23±0.76c |
| ω3 | 19.20±0.93a | 14.69±0.69b | 18.83±0.82c | 17.17±0.41ac | 17.99±0.46ac | 21.87±0.63d |
| ω6 | 8.12±0.74a | 13.36±0.65b | 8.84±0.53a | 6.55±0.35c | 6.86±0.48c | 10.36±0.34ab |
| ω3/ω6 | 2.36 | 1.09 | 2.13 | 2.62 | 2.62 | 2.11 |

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

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

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çizelge 4.12. Erkek *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nın kasında bulunan triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

| Yağ asidi | Kasım(2009) (ORT±S.H)* | Ocak(2010) (ORT±S.H)* | Nisan(2010) (ORT±S.H)* | Haziran(2010) (ORT±S.H)* | Temmuz(2010) (ORT±S.H)* | Ekim(2010) (ORT±S.H)* |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 10:0 ^s | - | - | - | 0.06±0.01a | - | - |
| 12:0 | 1.36±0.23a | 0.79±0.31b | 0.92±0.40c | 0.65±0.28d | 0.77±0.29b | - |
| 13:0 | 1.84±0.34a | - | 0.43±0.17b | - | 0.21±0.14c | 1.49±0.25d |
| 14:0 | 5.18±0.28a | 3.03±0.19b | 3.29±0.41b | 4.49±0.35ab | 4.01±0.38ab | 2.22±0.33c |
| 15:0 | 4.60±0.27a | 0.39±0.21b | 0.99±0.32c | 0.34±0.13b | 0.27±0.09d | 0.26±0.12d |
| 16:0 | 16.49±0.69a | 22.77±0.41b | 25.84±0.61c | 26.59±0.55c | 23.89±0.52bc | 19.70±44d |
| 17:0 | 6.63±0.53a | 1.34±0.18b | 0.98±0.25c | 0.57±0.21d | 0.38±0.14d | 0.79±0.18dc |
| 18:0 | 9.20±0.56a | 4.36±0.62b | 7.32±0.39c | 6.21±0.38c | 3.69±0.33b | 3.29±0.23b |
| ΣS.F.A | 45.30±0.71a | 32.68±0.55b | 39.77±0.63c | 38.91±0.42c | 33.22±0.42b | 27.75±0.63d |
| 16:1n-7 | 4.31±0.34a | 13.64±0.63b | 6.24±0.69c | 7.85±0.43d | 10.68±0.52db | 9.25±0.32db |
| 18:1n-9 | 19.16±0.24a | 24.30±0.044b | 18.76±0.29a | 33.70±081c | 23.94±0.62b | 21.54±0.62ab |
| 20:1n-9 | 0.79±0.53a | 2.10±0.47b | 1.45±0.42c | 2.31±0.35b | 3.94±0.42d | 1.45±0.26c |
| ΣM.U.F.A. | 24.26±0.43a | 40.04±1.21b | 26.45±0.41a | 43.86±0.31c | 38.56±0.74b | 32.24±0.048ab |
| 18:2n-6 | 11.57±0.73a | 4.86±0.73b | 4.51±0.52b | 5.46±0.93c | 5.94±0.87c | 19.11±0.72d |
| 18:3n-3 | 5.00±0.39a | 11.80±0.36b | 4.59±0.25a | 5.34±0.49a | 8.35±0.38c | 10.94±0.54b |
| 20:2n-6 | 3.82±0.32a | 0.24±0.14b | 0.54±0.24b | 0.25±0.15b | 0.16±0.06b | 0.33±0.13b |
| 20:3n-6 | - | 0.24±0.11a | 0.59±0.23b | 0.28±0.11a | 0.32±0.04ab | 0.34±0.14ab |
| 20:4n-6 | - | 0.73±0.23a | 2.05±0.31b | 0.58±0.18a | 1.05±0.35c | 0.63±0.29a |
| 20:5n-3 | 3.80±0.33a | 4.92±0.46b | 8.53±0.22c | 2.77±0.43d | 6.56±0.34bc | 4.20±0.25b |
| 22:5n-3 | 1.51±0.23a | 1.42±0.17a | 2.32±0.36b | 0.73±0.13c | 1.45±0.27a | 1.53±0.21a |
| 22:6n-3 | 4.66±0.34a | 2.44±0.22b | 10.60±0.55c | 1.61±0.25d | 3.72±0.33ab | 2.79±0.24b |
| ΣP.U.F.A | 30.36±0.41a | 26.65±0.58b | 33.73±0.65a | 17.02±0.41c | 27.55±0.28b | 39.87±0.43d |
| ω3 | 14.97±0.72a | 20.58±0.83b | 26.04±0.68c | 10.45±0.05d | 20.08±1.05b | 19.46±1.06b |
| ω6 | 15.39±0.90a | 6.07±0.91b | 7.69±0.96b | 6.57±1.48b | 7.47±0.46b | 20.41±0.63c |
| ω3/ω6 | 0.97 | 3.39 | 3.38 | 1.59 | 2.68 | 0.95 |

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

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

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

4.3.2. Dişi ve Erkek Bireylerin Karaciğer Lipitlerinin Triaçilgliserol ve Fosfolipit Yağ Asidi İçeriği

Çalışmada kullanılan dişi ve erkek *S. t. macrostigma*'nın karaciğer PL ve TAG fraksiyonları yağ asidi bileşiminin aylara göre değişimi Çizelge 4.13., 4.14., 4.15. ve 4.16.'da verilmektedir.

İncelenen alabalıkların karaciğer PL fraksiyonunda dişilerde Σ SFA miktarları (%31.21-36.29) ve 16:0 asit oranı (%20.76-26.60) dönemler arasında pek fazla değişiklik göstermemiştir. Erkeklerde ise Σ SFA oranı sıcaklığın nisbeten yüksek olduğu nisan (%42.71), haziran (%38.71) ve temmuz (%41.33) dönemlerinde artış göstermiştir. Her iki eşeyde de ortak olan bulgu en yüksek Σ SFA miktarının nisan ayında olmasıdır. Her iki eşeyin karaciğer PL'lerinde kas dokuda olduğu gibi SFA'lar içerisinde en fazla bulunan yağ asitleri 16:0 ve 18:0 asitleridir. Yıl içerisinde Σ SFA miktarındaki değişim, bu yağ asitleri miktarındaki değişimlerden doğrudan etkilenmiştir.

Σ MUFA miktarları dişilerde %16.66 (ekim)-31.50 (haziran), erkeklerde %16.87 (ekim)-25.42 (temmuz) arasında bulunmuştur. Her iki eşeyde de en yüksek 18:1n-9 asit ve Σ MUFA miktarları haziran, en düşük 18:1n-9 asit ve Σ MUFA miktarı ise ekim ayında bulunmuştur.

Σ PUFA miktarı dişilerde %37.20 (haziran)-48.00 (ekim), erkeklerde %32.85 (nisan)-51.05 (ekim) olarak belirlenmiştir. En yüksek Σ PUFA miktarı her iki eşeyde ekim ayında, en düşük Σ PUFA miktarı ise dişilerde haziran, erkeklerde nisan ayında bulunmuştur. Dişi ve erkek bireylerde PUFA'lar içinde en fazla bulunan yağ asitleri tıpkı kas dokuda olduğu gibi PL'de 20:5n-3 (%6.63-12.97) ve 22:6n-3 (%11.95- 22.17) asitleri olmuştur. Erkek bireylerde diğer dönemlere oranla daha sıcak olan nisan, haziran ve temmuz aylarında EPA, DHA ve Σ PUFA miktarı azalmış, sıcaklığın düşmeye başladığı ve üreme öncesi dönemler olan ekim ve kasım aylarında ise bu bileşenlerin miktarı artmıştır. Sıcaklık ve Σ PUFA miktarı arasındaki ilişki dişi bireylerde de görülmüştür. Zira, hava sıcaklığının yüksek olduğu haziran ve temmuz dönemlerinde erkeklerdeki gibi DHA ve Σ PUFA miktarı azalmış, sıcaklığın düşmeye başladığı ekim ayından itibaren ise yükselmeye başlamıştır. Sıcaklık değişimi ve Σ PUFA miktarı arasında böyle bir ilişkinin olması doğaldır. Farkas ve Csenger (1976), balık karaciğerinin, yağ asidi biyosentezini çok hızlı bir şekilde uygun sıcaklığa ayarlayabilme özelliğine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Daha önce çeşitli tatlısu

balıkları üzerine yapılan çalışmalarda karaciğer PL ve TAG fraksiyonlarındaki Σ PUFA miktarının sıcaklık değişimlerinden etkilendiği ve sıcaklığın azalmasıyla arttığı bildirilmiştir (Hazel 1979, Bayır ve ark. 2010, Kaçar 2010). Kas PL fraksiyonunda olduğu gibi karaciğer PL fraksiyonunda da her iki eşeyde özellikle de erkek bireylerde ekim ayında n-6 yağ asitlerinden 18:2n-6 asit oranı diğer dönemlere oranla oldukça yüksek bulunmuştur. Bu artışın balıkların bu dönemde beslendikleri sucul organizmaların yağ asidi içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira, 18:2n-6 asidi diğer birçok omurgasızlar ve balıklar dahil omurgalılarda temel olan ve dışarıdan besinlerle hazır alınmak zorunda olunan bir bileşendir.

PL fraksiyonunda, dişilerde analiz edilen her dönemde, erkeklerde ise kasım, ocak ve ekim dönemlerinde Σ PUFA oranları Σ SFA ve Σ MUFA'ya oranla oldukça yüksek oranlarda bulunmuş, Σ MUFA oranı ise her iki eşeyde Σ PUFA ve Σ SFA'ya oranla daha düşük bulunmuştur.

N-3/n-6 oranı dişi bireylerde 3.42 (haziran)-5.37 (kasım), erkeklerde 2.25 (ekim)-4.75 (kasım) arasında bulunmuştur. Ortak olan bulgu, her iki bireyde de kasım ayında bu oranın en yüksek değerinde olmasıdır. Özellikle erkek bireylerde ekim ayında n-3/n-6 oranının azalması, bu dönemde n-6 yağ asitlerinden olan 18:2n-6 asit miktarının oldukça yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Karaciğer PL fraksiyonunda elde ettiğimiz n-3/n-6 oranı incelenen diğer tatlısu balıklarından yüksek bulunmuştur (Kaçar 2010).

Çalışılan alabalıkların karaciğer TAG fraksiyonunda Σ SFA miktarı her iki eşeyde 16:0 asidi miktarındaki artışa bağlı olarak dönemler arasında farklılık göstermiş ve dişilerde %30.79 (ekim)-44.52 (nisan), erkeklerde %28.94 (ekim)-54.65 (kasım) arasında bulunmuştur. En düşük Σ SFA miktarı her iki eşeyde de ekim ayında, en yüksek Σ SFA miktarı dişilerde nisan, erkeklerde ise yumurtlama dönemi öncesi olan kasım ayında tespit edilmiştir. Yıl içerisinde her iki eşeyde Σ SFA miktarının 16:0 asit miktarındaki artıştan kaynaklandığı, ancak erkek bireylerde kasım ayında Σ SFA miktarındaki aşırı artışın 16:0 asit miktarından ziyade 14:0 asit miktarındaki aşırı artıştan (%14.38) kaynaklandığı belirlenmiştir.

Σ MUFA miktarları dişilerde %30.03 (ekim)-44.55 (temmuz), erkeklerde %14.64 (kasım)-34.82 (temmuz) arasında bulunmuştur. Her iki bireyde ortak olan bulgu; 18:1n-9 asit ve Σ MUFA'ların sonbahar mevsimi olan ekim ve kasım ayında azalmış,

özellikle erkek bireylerde kasım ayında MUFA'lar içinde yüzde dağılımda en fazla bulunan bileşen olan 18:1n-9 asit oranı diğer dönemlere oranla yarı yarıya azalma göstermiştir. Bir diğer MUFA bileşeni olan 16:1n-7 asit oranı da bu dönemde diğer dönemlere oranla önemli derecede azalma göstermiştir. MUFA fraksiyonu bakımından her iki bireyde ortak olan bulgu; bu yağ asitlerinin temmuz ayında artmasıdır.

Σ PUFA miktarı dişilerde %21.21 (temmuz)-38.85 (ekim), erkeklerde %25.75 (ocak)-45.99 (ekim) olarak tespit edilmiştir. En yüksek Σ PUFA miktarı PL fraksiyonunda olduğu gibi her iki eşeyde de ekim ayında bulunmuştur. PUFA'lar içerisinde en fazla bulunan yağ asitleri 18:2n-6, 18:3n-3, 20:5n-3 ve 22:6n-3 asitleri olmuştur. Bunlar dışındaki yağ asitleri PUFA'ların az bir kısmını oluşturmuştur. PL'de olduğu gibi TAG fraksiyonunda da her iki bireyde özellikle erkek bireylerde ekim ayında 18:2n-6 asit oranı diğer dönemlere oranla oldukça fazla bulunmuştur. Hazel (1979), Gökkuşığı alabalığı'nın karaciğer triaçilgliserolünde n-3 ve n-6 PUFA'yı oluşturan yağ asitlerinin, sıcaklığın azalmasıyla arttığını belirtmiştir. Ancak, çalışmamızda PUFA'ların önemli bileşeni olan n-6 yağ asitlerinden 18:2n-6 asit yüzdesi ekim ayında özellikle erkek bireylerde çok yüksek olduğu için PUFA'lar sıcaklığın en düşük olduğu ocak ayında değil, bu dönemde yüksek bulunmuştur.

TAG fraksiyonundaki n-3/n-6 oranı dişilerde 1.69 (ekim)-2.32 (temmuz), erkeklerde 0.49 (ekim)-2.98 (temmuz) olarak belirlenmiştir. Hem erkek hemde diş bireylerde en düşük n-3/n-6 oranı ekim ayında bulunmuştur. Her iki eşeyde özellikle de erkek bireylerde bu dönemde bir n-6 yağ asidi olan 18:2n-6 asit yüzdesinin bu dönemde diğer dönemlere oranla fazla olmasından dolayı n-3/n-6 oranının yıl içerisinde gözlenen en düşük değerinde olduğu tespit edilmiştir.

Σ SFA yüzdelerinin PL'ye oranla TAG fraksiyonunda daha fazla olması beklenir. Ancak, Kırmızı benekli alabalığın PL fraksiyonunda SFA'ların en önemli bileşeni olan 16:0 asitin beklenen aksine yüksek çıkması nedeniyle her iki fraksiyondaki Σ SFA oranları birbirine yakın bulunmuştur.

Σ MUFA miktarı ile Σ MUFA'yı oluşturan yağ asitlerinden 16:1n-7 ve 18:1n-9 asitleri PL fraksiyonuna oranla TAG fraksiyonunda daha yüksek yüzdede bulunmuştur. Σ PUFA miktarı ile Σ PUFA'yı oluşturan n-3 yağ asitlerinden 20:5n-3 ve 22:6n-3 asit oranları PL fraksiyonunda daha fazla bulunmuştur. Bu bileşenlerin oranlarının artması PL'deki n-3/n-6 oranının artmasına neden olmuştur.

Diğer önemli PUFA'lardan 18:2n-6 ile 18:3n-3 asit oranları PL'ye oranla TAG fraksiyonunda daha fazla yüzdede bulunmuşlardır.

Fosfolipit ve TAG fraksiyonunu karşılaştırdığımızda, tıpkı kas dokusunda olduğu gibi karaciğerde de ΣSFA'ların önemli bileşeni olan 16:0 asit miktarının diğer tatlısu balıklarından farklı olarak PL fraksiyonunda oldukça yüksek olduğu ve bazı dönemlerde TAG'larda olduğundan daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ackman ve ark. (2002), ise TAG fraksiyonunda genellikle SFA'ların dominant olduğunu bunu da monoenler ile polienlerin izlediğini öne sürmüşlerdir.

Değişik tatlısu balık türlerinde daha önce yapılan çalışmalarda TAG fraksiyonunda en çok ΣMUFA, daha sonra ΣSFA, en az ise ΣPUFA'lar, PL fraksiyonunda ise en çok ΣPUFA'lar bulunmuştur (Kozlova ve Khotimchenko 2000, Ackman ve ark. 2002, Kaçar 2010, Kaçar ve ark. 2010a,b).

S. t macrostigma'nın karaciğer dokusu PL ve TAG fraksiyonu diğer birçok tatlısu balığına oranla yüksek n-3/n-6 oranına sahiptir. Örneğin, Kaçar (2010), Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan üç tatlısu balığının karaciğer n-3/n-6 oranını TAG'da *C. carpio*'da 1.33-2.06, *T. grypus*'ta 1.88-2.85, *S. triostegus*'ta 1.32-2.01, PL'de *C. carpio*'da 1.03-1.94, *T. grypus*'ta 1.18-2.91, *S. triostegus*'ta 1.75-2.97 olarak saptanmıştır. Alabalıkların yüksek n-3/n-6 oranlarına sahip olmaları, bu balıkların yüksek rakımlarda bulunan soğuk sularda yaşamalarından ve karnivor olarak beslenmelerinden kaynaklanabilir.

Çizelge 4.13. Dişi *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nin karaciğerinde bulunan fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

| Yağ asidi | Kasım(2009) (ORT±S.H)* | Ocak(2010) (ORT±S.H)* | Nisan(2010) (ORT±S.H)* | Haziran(2010) (ORT±S.H)* | Temmuz(2010) (ORT±S.H)* | Ekim(2010) (ORT±S.H)* |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 14:0 [§] | 1.54±0.31a | 1.66±0.23a | 1.24±0.30b | 0.93±0.27c | 1.23±0.22b | 0.87±0.24c |
| 15:0 | 0.46±0.06a | 0.49±0.10a | 0.34±0.25b | 0.14±0.07c | 0.08±0.11d | 0.37±0.05b |
| 16:0 | 23.67±0.54ab | 22.36±0.46a | 25.20±0.62b | 20.76±0.53c | 21.06±0.46ac | 26.60±0.65b |
| 17:0 | 0.47±0.03a | 0.53±0.18ab | 0.64±0.13b | 0.30±0.10a | 0.53±0.14ab | 0.61±0.27b |
| 18:0 | 7.25±0.13a | 7.23±0.51a | 8.87±0.43ab | 9.08±0.42b | 11.42±0.37c | 6.78±0.34d |
| ∑S.F.A | 33.39±0.99ab | 32.27±0.76ab | 36.29±0.65c | 31.21±0.59a | 34.32±0.87b | 35.23±0.85b |
| 16:1n-7 | 3.52±0.35ab | 2.92±0.30a | 4.26±0.29b | 3.83±0.33ab | 1.91±0.49c | 2.23±.38a |
| 18:1n-9 | 16.71±0.46a | 17.20±0.48a | 18.53±0.65a | 27.28±0.55b | 22.25±0.52c | 14.17±0.48a |
| 20:1n-9 | 0.33±0.08a | 0.29±0.10b | 0.32±0.11a | 0.39±0.12c | 0.21±0.05d | 0.26±0.04b |
| ∑M.U.F.A. | 20.56±0.56a | 20.41±0.53a | 23.11±0.49ab | 31.50±0.44c | 24.37±0.43b | 16.66±0.25d |
| 18:2n-6 | 3.15±0.41a | 2.62±0.23ab | 2.63±0.31ab | 1.93±0.34b | 2.67±0.31ab | 5.11±0.41c |
| 18:3n-3 | 3.45±0.15a | 2.02±0.222ab | 1.82±0.20b | 1.36±0.31b | 1.27±0.21b | 2.85±0.18ab |
| 20:2n-6 | 0.27±0.04a | 0.49±0.12b | 0.43±0.03b | 0.62±0.13c | 0.41±0.06b | 0.32±0.07a |
| 20:3n-6 | 0.30±0.05a | 0.35±0.11a | 0.38±0.04a | 0.58±0.12b | 0.47±0.16c | 0.40±0.08ac |
| 20:4n-6 | 3.49±0.11a | 5.87±0.13b | 5.16±0.33b | 5.27±0.20b | 5.46±0.21b | 4.20±0.27ab |
| 20:5n-3 | 10.86±0.45ab | 12.97±0.51a | 8.77±0.23b | 6.63±0.32c | 10.70±0.26ab | 9.94±0.34b |
| 22:5n-3 | 3.59±0.11a | 3.05±0.14a | 2.91±0.25b | 3.84±0.23a | 2.94±0.10b | 3.01±0.11a |
| 22:6n-3 | 20.83±0.60a | 19.18±0.49aba | 18.34±0.38b | 16.97±0.73c | 17.29±0.31b | 22.17±0.39d |
| ∑P.U.F.A | 45.94±1.01a | 46.55±1.14a | 40.44±1.03b | 37.20±1.24bc | 41.21±1.08c | 48.00±1.05d |
| ω3 | 38.73±0.99a | 37.22±0.65a | 31.84±0.49b | 28.80±0.71c | 32.20±0.59b | 37.97±0.63a |
| ω6 | 7.21±0.40a | 9.33±0.55b | 8.60±0.61ab | 8.40±0.63ab | 9.01±0.45b | 10.03±0.33c |
| ω3/ω6 | 5.37 | 3.98 | 3.70 | 3.42 | 3.57 | 3.78 |

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

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

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çizelge 4.14. Erkek *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nın karaciğerinde bulunan fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

| Yağ asidi | Kasım(2009) (ORT±S.H)* | Ocak(2010) (ORT±S.H)* | Nisan(2010) (ORT±S.H)* | Haziran(2010) (ORT±S.H)* | Temmuz(2010) (ORT±S.H)* | Ekim(2010) (ORT±S.H)* |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 14:0 [§] | 1.38±0.32a | 1.77±0.21b | 1.71±0.30b | 1.39±0.27a | 1.98±0.24c | 0.68±0.14d |
| 15:0 | 0.41±0.06a | 1.07±0.13b | 0.40±0.21a | 0.25±0.17c | 0.32±0.08ac | 0.24±0.03c |
| 16:0 | 21.37±0.96a | 22.08±0.51a | 29.06±1.04b | 26.26±0.76c | 30.07±1.11b | 24.11±0.65a |
| 17:0 | 0.65±0.23a | 0.26±0.09b | 0.82±0.14c | 0.50±0.11d | 0.48±0.15d | 0.49±0.06d |
| 18:0 | 7.46±0.32a | 8.59±0.41b | 10.72±0.53c | 10.31±0.37c | 8.48±0.42b | 6.41±0.44ab |
| ∑S.F.A | 31.27±1.20a | 33.77±0.98b | 42.71±1.14c | 38.71±1.24d | 41.33±1.28c | 31.93±1.20a |
| 16:1n-7 | 2.03±0.255a | 4.17±0.31b | 2.80±0.39a | 2.31±0.23a | 3.75±0.29ab | 1.93±0.19a |
| 18:1n-9 | 15.43±0.33a | 17.63±0.51b | 21.16±0.69c | 22.17±0.76c | 21.44±0.66c | 14.66±0.65a |
| 20:1n-9 | 0.30±0.07a | 0.68±0.12b | 0.35±0.06a | 0.55±0.13b | 0.23±0.03c | 0.28±0.09ac |
| ∑M.U.F.A | 17.76±0.96a | 22.48±1.03b | 24.31±1.09c | 25.03±0.45d | 25.42±0.54d | 16.87±0.67a |
| 18:2n-6 | 2.68±0.51a | 6.28±0.43b | 3.43±0.33c | 3.58±0.34c | 1.82±0.29a | 11.17±0.63d |
| 18:3n-3 | 2.31±0.10a | 2.64±0.16b | 1.91±0.21a | 2.47±0.34ab | 1.10±0.20c | 2.50±0.19ab |
| 20:2n-6 | 0.41±0.14a | 0.37±0.06ab | 0.42±0.12a | 0.34±0.05b | 0.36±0.06ab | 0.25±0.11c |
| 20:3n-6 | 0.25±0.10a | 0.32±0.06a | 0.41±0.11b | 0.42±0.05b | 0.57±0.06c | 0.50±0.07c |
| 20:4n-6 | 5.51±0.16a | 3.67±0.15b | 4.82±0.33ab | 4.83±0.20ab | 3.53±0.21b | 3.78±0.26b |
| 20:5n-3 | 10.43±0.45a | 10.60±0.52a | 7.45±0.32b | 7.63±0.33b | 7.49±0.43b | 9.60±0.41a |
| 22:5n-3 | 3.06±0.13a | 3.28±0.12a | 2.46±0.15b | 3.23±0.23a | 3.25±0.10a | 2.72±0.14b |
| 22:6n-3 | 26.24±0.64a | 16.45±0.49b | 11.95±0.38c | 13.68±0.71c | 15.02±0.44b | 20.53±0.49d |
| ∑P.U.F.A | 50.89±1.23a | 43.61±1.18b | 32.85±0.98c | 36.18±0.68d | 33.14±0.54c | 51.05±1.05a |
| ω3 | 42.04±0.99a | 32.97±0.42b | 23.77±0.38c | 27.01±0.65bc | 26.86±0.72bc | 35.35±0.59d |
| ω6 | 8.85±0.40a | 10.64±0.63b | 9.08±0.41ab | 9.17±0.64ab | 6.28±0.49c | 15.70±0.93d |
| ω3/ω6 | 4.75 | 3.09 | 2.61 | 2.94 | 4.27 | 2.25 |

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

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

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

Çizelge 4.15. Dişi *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nin karaciğerinde bulunan triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

| Yağ asidi | Kasım(2009) (ORT±S.H)* | Ocak(2010) (ORT±S.H)* | Nisan(2010) (ORT±S.H)* | Haziran(2010) (ORT±S.H)* | Temmuz(2010) (ORT±S.H)* | Ekim(2010) (ORT±S.H)* |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 10:0 ^s | - | - | - | 0.30±0.05a | - | - |
| 12:0 | 0.46±0.12a | 0.29±0.04b | 0.89±0.13c | 0.57±0.15d | 0.73±0.13cd | - |
| 13:0 | - | - | 0.59±0.09a | - | - | 0.92±0.10b |
| 14:0 | 2.94±0.12a | 3.10±0.28ab | 4.48±0.31b | 2.53±0.28a | 3.31±0.26ab | 2.17±0.25a |
| 15:0 | 1.46±0.16ad | 1.82±0.40a | 2.10±0.25b | 0.28±0.07c | 1.13±0.12d | 0.30±0.05c |
| 16:0 | 22.16±0.59a | 21.87±0.44a | 26.09±0.52b | 19.28±0.49c | 20.47±0.51ac | 22.12±0.46a |
| 17:0 | 0.94±0.18a | 2.57±0.23b | 2.37±0.20b | 0.31±0.05c | 0.66±0.14a | 0.35±0.011c |
| 18:0 | 5.91±0.10a | 6.05±0.31a | 8.00±0.20b | 7.78±0.22b | 7.86±0.35b | 4.93±0.42c |
| ΣS.F.A | 33.87±1.10dc | 35.70±1.08a | 44.52±1.24b | 31.05±0.96c | 34.16±0.78d | 30.79±0.73c |
| 16:1n-7 | 9.62±0.42bc | 6.57±0.55a | 8.14±0.29b | 5.42±0.60a | 10.73±0.59c | 7.42±0.48b |
| 18:1n-9 | 24.50±0.64a | 26.26±1.10a | 24.15±0.53a | 36.42±0.62b | 33.51±1.01c | 21.54±0.16d |
| 20:1n-9 | 1.05±0.09a | 0.88±0.10a | 0.78±0.21a | 1.55±0.20b | 0.31±0.21c | 1.07±0.30a |
| ΣM.U.F.A. | 35.17±0.56a | 33.71±1.03b | 33.07±1.19b | 43.39±0.54c | 44.55±0.63c | 30.03±0.25d |
| 18:2n-6 | 7.67±0.70a | 7.24±0.42a | 6.34±0.34ab | 5.61±0.28b | 3.40±0.36c | 11.60±0.51d |
| 18:3n-3 | 7.70±0.31a | 4.35±0.13b | 2.24±0.28c | 4.24±0.32b | 1.36±0.24d | 7.46±0.29a |
| 20:2n-6 | 0.66±0.14a | 0.57±0.20a | 0.60±0.11a | 0.49±0.13b | 0.31±0.05c | 0.45±0.16b |
| 20:3n-6 | 0.64±0.12a | 0.47±0.23b | 0.30±0.08c | 0.58±0.12ab | 0.18±0.02d | 0.32±0.13c |
| 20:4n-6 | 1.81±0.14a | 2.33±0.09b | 1.23±0.30a | 2.58±0.26b | 2.49±0.24b | 2.02±0.32b |
| 20:5n-3 | 4.97±0.44a | 5.42±0.52b | 4.93±0.25a | 4.87±0.32a | 5.54±0.33b | 7.78±0.51c |
| 22:5n-3 | 1.88±0.31ac | 1.62±0.22a | 1.33±0.15b | 1.60±0.25a | 1.57±0.18a | 2.17±0.13c |
| 22:6n-3 | 5.31±0.40a | 8.52±0.39b | 6.20±0.48c | 5.49±0.31a | 6.36±0.43c | 7.05±0.29bc |
| ΣP.U.F.A | 30.64±1.01a | 30.52±1.18a | 23.17±0.58bc | 25.46±1.04b | 21.21±0.68c | 38.85±0.59d |
| ω3 | 19.86±0.49a | 19.91±0.52a | 14.70±0.43b | 16.20±0.47c | 14.83±0.38b | 24.46±0.51d |
| ω6 | 10.78±0.60a | 10.61±0.55a | 8.47±0.46b | 9.26±0.65ab | 6.38±0.52c | 14.39±0.91d |
| ω3/ω6 | 1.84 | 1.87 | 1.73 | 1.74 | 2.32 | 1.69 |

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

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

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çizelge 4.16. Erkek *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nin 'nın karaciğerinde bulunan triağıgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

| Yağ asidi | Kasım(2009) (ORT±S.H)* | Ocak(2010) (ORT±S.H)* | Nisan(2010) (ORT±S.H)* | Haziran(2010) (ORT±S.H)* | Temmuz(2010) (ORT±S.H)* | Ekim(2010) (ORT±S.H)* |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 10:0 ⁸ | - | - | - | 0.38±0.05a | - | - |
| 12:0 | - | 0.43±0.12a | 1.44±0.18b | 0.41±0.15a | - | - |
| 13:0 | - | 0.36±0.12a | 0.63±0.10b | - | - | 0.77±0.08b |
| 14:0 | 14.38±0.34a | 4.78±0.42b | 4.37±0.31b | 2.38±0.25c | 3.06±0.42bc | 1.39±0.24d |
| 15:0 | 2.48±0.26a | 2.23±0.17a | 1.05±0.35c | 0.71±0.17c | 1.05±0.11c | 0.21±0.04d |
| 16:0 | 29.61±0.85a | 24.40±0.25bc | 24.80±0.36bc | 26.77±0.42b | 22.27±0.54c | 21.80±0.42c |
| 17:0 | 1.68±0.23a | 0.87±0.17b | 1.10±0.21c | 0.57±0.20d | 0.52±0.14d | 0.41±0.07d |
| 18:0 | 6.50±0.12a | 7.47±0.31ab | 6.00±0.43a | 8.63±0.45b | 5.37±0.30c | 4.36±0.34c |
| ∑S.F.A | 54.65±1.20a | 40.54±1.02b | 39.39±1.05b | 39.85±0.84b | 32.27±0.68c | 28.94±0.55d |
| 16:1n-7 | 2.38±0.34a | 9.61±0.75b | 8.15±0.49c | 4.11±0.63d | 8.20±0.54c | 4.29±0.24d |
| 18:1n-9 | 11.46±0.51a | 22.49±0.43b | 24.28±0.39bc | 26.27±0.45c | 24.98±0.61bc | 20.21±0.48b |
| 20:1n-9 | 0.80±0.10a | 1.49±0.21bc | 1.77±0.23b | 1.11±0.08c | 1.64±0.12b | 0.61±0.33a |
| ∑M.U.F.A. | 14.64±0.56a | 33.59±0.46bc | 34.20±0.49b | 31.49±0.65c | 34.82±0.54b | 25.11±0.57d |
| 18:2n-6 | 4.95±0.48a | 5.49±0.40b | 4.93±0.31a | 6.73±0.34c | 5.10±0.30b | 29.10±0.51d |
| 18:3n-3 | 3.19±0.20a | 7.38±0.32c | 4.71±0.14b | 4.37±0.34b | 3.60±0.32a | 4.51±0.29b |
| 20:2n-6 | 0.72±0.14a | 0.20±0.06b | 0.34±0.04bc | 0.41±0.05c | 0.17±0.03b | 0.28±0.12bc |
| 20:3n-6 | 2.25±0.22a | 0.46±0.13b | 0.24±0.07c | 0.38±0.02bc | 0.20±0.03c | 0.23±0.05c |
| 20:4n-6 | 6.61±0.21a | 0.99±0.25b | 2.16±0.30c | 2.69±0.24c | 2.72±0.23c | 1.25±0.12d |
| 20:5n-3 | 4.06±0.35a | 6.05±0.50ab | 7.31±0.22b | 5.92±0.33ab | 9.45±0.28c | 4.48±0.36a |
| 22:5n-3 | 1.16±0.12a | 1.60±0.10bc | 1.50±0.25b | 1.64±0.14bc | 1.77±0.10c | 1.24±0.13a |
| 22:6n-3 | 7.04±0.25ab | 3.58±0.11d | 5.15±0.35c | 6.36±0.41a | 9.74±0.46b | 4.90±0.29c |
| ∑P.U.F.A | 29.98±0.68a | 25.75±0.57b | 26.34±0.73b | 28.50±0.52a | 32.75±1.02c | 45.99±1.05d |
| ω3 | 15.45±0.39a | 18.61±0.65b | 18.67±0.71b | 18.29±0.49b | 24.56±0.84c | 15.13±0.51a |
| ω6 | 14.53±0.50a | 7.14±0.35b | 7.67±0.43b | 10.21±0.35c | 8.19±0.45b | 30.86±0.40d |
| ω3/ω6 | 1.06 | 2.60 | 2.43 | 1.79 | 2.98 | 0.49 |

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

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

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

4.3.3. Dişi ve Erkek Bireylerin Gonat Lipitlerinin Triaçilgliserol ve Fosfolipit Yağ Asidi İçeriği

Munzur Nehri'nde yaşayan *S. t. macrostigma*'nın dişi ve erkek bireyelerine ait gonat triaçilgliserol (TAG) ve fosfolipit (PL) fraksiyonu yağ asidi bileşimindeki değişimler Çizelge 4.17., 4.18., 4.19. ve 4.20.'de verilmektedir.

Çalışmada kullanılan *S. t. macrostigma*'ya ait bireylerin gonat dokusu çok küçük olduğundan dişilerde ocak, haziran ve ekim aylarında, erkeklerde ise, haziran ve temmuz aylarında PL ve TAG analizi yapılabilmektedir. Bunun dışındaki dönemlerde gonatlar analiz yapılabilecek büyüklükte olmadığı için PL ve TAG analizleri yapılamamıştır. Bilindiği gibi yağ asidi analizinin yapılabilmesi için dokuların belli büyüklükte olmaları gerekmektedir. Daha önce *S. t. macrostigma*'nın çeşitli dokularına ait PL ve TAG yağ asidi analizi yapılmış (Bayır ve ark. 2010), ancak gonat dokusu PL ve TAG analizinin yapıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bunun muhtemelen *S. t. macrostigma*'ya ait bireylerin gonat dokusunun küçüklüğünden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Dişi bireylerde analizi yapılan dönemlere ait en yüksek 16:0 asit ve Σ SFA miktarı her iki fraksiyonda haziran, en düşük 16:0 asit ve Σ SFA miktarı ise TAG'da üreme dönemi olan ocak, PL'de ise ekim ayında tespit edilmiştir. En yüksek 16:1n-7 asit ve Σ MUFA miktarı her iki fraksiyonda haziran en düşük ise ekim ayında, en yüksek Σ PUFA miktarı TAG'da ocak, PL'de ise ekim ayında bulunmuştur. En düşük Σ PUFA miktarı her iki fraksiyonda da su sıcaklığının arttığı haziran ayında bulunmuştur.

Erkek bireylerde haziran ayında Σ SFA, Σ MUFA ve Σ PUFA oranları bakımından PL ve TAG fraksiyonları arasında büyük benzerlik olduğu tespit edilmiştir. Haziran ayında her iki fraksiyonda en çok Σ SFA daha sonra Σ MUFA saptanmıştır. En az olarakta Σ PUFA belirlenmiştir. Temmuz ayında erkeklerin TAG fraksiyonunda Σ SFA, Σ MUFA ve Σ PUFA oranları birbirine oldukça yakın bulunmuştur. Temmuz ayında erkek bireylerin PL fraksiyonunda ise en çok Σ PUFA, en az ise Σ MUFA bulunmuştur.

Dişi bireylerin gonatlarında PL fraksiyonundaki 16:0 asit oranı TAG fraksiyonundan daha yüksek bulunmuştur. *S. t. macrostigma*'da PL fraksiyonundaki 16:0 asit miktarının yüksek olması, analizlenen tüm dokularda (kas, karaciğer ve gonat)

belirlenen ortak bulgudur. Diğer dokularda da olduğu gibi MUFA'larda da en yüksek dağılıma sahip yağ asidi 18:1n-9 asit olmuştur. Bu bileşenin miktarındaki artış ve azalışlar doğrudan Σ MUFA oranını etkilemiştir.

Ocak ayında dişi bireylerin TAG fraksiyonunda beklenenin aksine 20:5n-3 ve 22:6n-3 asitleri miktarı PL fraksiyonundakinden yüksek bulunmuştur. Dişi bireylerde her iki fraksiyonda ekim ayında tıpkı kas ve karaciğerde olduğu gibi 18:2n-6 asit miktarı oldukça yüksek bulunmuştur. Bundan dolayı bu dönemde total PUFA miktarı maksimum seviyede bulunmuştur. Dişi TAG fraksiyonunda 18:2n-6 asit ekim ayında diğer dönemlere oranla yaklaşık 6 kat artış göstermiştir. Her iki eşeyde de PL fraksiyonunda sıcaklığın yüksek olduğu haziran ayında DHA miktarı oldukça düşük bulunmuştur.

Çizelge 4.17. Dişi *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nin gonadında bulunan fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

| Yağ asidi | Kasım(2009) (ORT±S.H)* | Ocak(2010) (ORT±S.H)* | Nisan(2010) (ORT±S.H)* | Haziran(2010) (ORT±S.H)* | Temmuz(2010) (ORT±S.H)* | Ekim(2010) (ORT±S.H)* |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 14:0 [§] | - | 1.46±0.31a | - | 1.70±0.24a | - | 0.90±0.13b |
| 15:0 | - | 0.68±0.12a | - | 0.27±0.07b | - | 0.53±0.15a |
| 16:0 | - | 33.94±0.96a | - | 33.95±0.87a | - | 26.53±0.44b |
| 17:0 | - | 0.71±0.08a | - | 0.36±0.09b | - | 0.65±0.07a |
| 18:0 | - | 4.63±0.38a | - | 7.46±0.42b | - | 5.47±0.35c |
| ∑S.F.A | - | 41.42±1.05a | - | 43.74±1.14b | - | 34.08±0.91c |
| 16:1n-7 | - | 2.57±0.34a | - | 3.42±0.33b | - | 3.50±0.47b |
| 18:1n-9 | - | 22.30±0.10a | - | 26.45±1.21b | - | 17.78±1.28c |
| 20:1n-9 | - | 0.09±0.31a | - | 0.28±0.24b | - | - |
| ∑M.U.F.A. | - | 24.96±0.52a | - | 30.15±0.45b | - | 21.28±0.75c |
| 18:2n-6 | - | 2.03±0.43a | - | 2.28±0.34b | - | 6.33±0.51c |
| 18:3n-3 | - | 1.14±0.12a | - | 2.02±0.31b | - | 2.23±0.19b |
| 20:2n-6 | - | - | - | 0.61±0.20a | - | 0.37±0.12b |
| 20:3n-6 | - | 0.16±0.04a | - | 0.40±0.02b | - | 0.42±0.05b |
| 20:4n-6 | - | 4.79±0.21a | - | 4.74±0.25a | - | 5.52±0.23b |
| 20:5n-3 | - | 7.17±0.43a | - | 5.34±0.33b | - | 9.13±0.48c |
| 22:5n-3 | - | 2.09±0.22a | - | 1.59±0.21a | - | 2.36±0.20a |
| 22:6n-3 | - | 16.30±0.39a | - | 8.99±0.52b | - | 18.22±0.59c |
| ∑P.U.F.A | - | 33.68±1.08a | - | 25.97±0.25b | - | 44.58±1.01c |
| ω3 | - | 26.70±0.62a | - | 17.94±0.58b | - | 31.94±0.48c |
| ω6 | - | 6.98±0.35a | - | 8.03±0.42b | - | 12.64±0.50c |
| ω3/ω6 | - | 3.82 | - | 2.23 | - | 2.52 |

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

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

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çizelge 4.18. Erkek *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nin gonadında bulunan fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

| Yağ asidi | Kasım(2009) (ORT±S.H)* | Ocak(2010) (ORT±S.H)* | Nisan(2010) (ORT±S.H)* | Haziran(2010) (ORT±S.H)* | Temmuz(2010) (ORT±S.H)* | Ekim(2010) (ORT±S.H)* |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 14:0 [§] | - | - | - | 2.46±0.24a | 1.71±0.22a | - |
| 15:0 | - | - | - | 0.18±0.07a | 0.25±0.11b | - |
| 16:0 | - | - | - | 41.90±0.69a | 28.42±0.55b | - |
| 17:0 | - | - | - | 0.45±0.12a | 0.46±0.15a | - |
| 18:0 | - | - | - | 7.58±0.42a | 5.84±0.40b | - |
| ΣS.F.A | - | - | - | 52.57±1.24a | 36.68±0.73b | - |
| 16:1n-7 | - | - | - | 0.87±0.23a | 2.19±0.39b | - |
| 18:1n-9 | - | - | - | 25.69±0.45a | 18.82±0.48b | - |
| 20:1n-9 | - | - | - | 0.52±0.18a | 0.33±0.21b | - |
| ΣM.U.F.A. | - | - | - | 27.08±0.54a | 21.34±0.46b | - |
| 18:2n-6 | - | - | - | 1.69±0.14a | 2.33±0.30b | - |
| 18:3n-3 | - | - | - | 0.88±0.32a | 1.69±0.23b | - |
| 20:2n-6 | - | - | - | 0.68±0.08a | 0.25±0.05b | - |
| 20:3n-6 | - | - | - | 0.51±0.10a | 0.27±0.06b | - |
| 20:4n-6 | - | - | - | 3.03±0.20a | 4.42±0.21b | - |
| 20:5n-3 | - | - | - | 4.82±0.34a | 11.80±0.53b | - |
| 22:5n-3 | - | - | - | 1.36±0.22a | 3.08±0.31b | - |
| 22:6n-3 | - | - | - | 7.29±0.71a | 17.89±0.68b | - |
| ΣP.U.F.A | - | - | - | 20.26±1.04a | 41.73±1.08b | - |
| ω3 | - | - | - | 14.35±0.65a | 34.46±0.49b | - |
| ω6 | - | - | - | 5.91±0.64a | 7.27±0.51b | - |
| ω3/ω6 | - | - | - | 2.42 | 4.74 | - |

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

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

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

Çizelge 4.19. Dişi *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nin gonadında bulunan triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

| Yağ asidi | Kasım(2009) (ORT±S.H)* | Ocak(2010) (ORT±S.H)* | Nisan(2010) (ORT±S.H)* | Haziran(2010) (ORT±S.H)* | Temmuz(2010) (ORT±S.H)* | Ekim(2010) (ORT±S.H)* |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 10:0 [§] | - | - | - | 0.30±0.05a | - | - |
| 12:0 | - | 0.05±0.01a | - | 0.79±0.05b | - | - |
| 13:0 | - | - | - | 0.46±0.06a | - | 0.59±0.10b |
| 14:0 | - | 1.50±0.21a | - | 3.76±0.24b | - | 1.52±0.14a |
| 15:0 | - | 0.39±0.10a | - | 0.68±0.17b | - | 0.67±0.15b |
| 16:0 | - | 21.26±0.42a | - | 24.15±0.38b | - | 22.25±0.65a |
| 17:0 | - | 0.27±0.08a | - | 0.27±0.10a | - | 0.70±0.07b |
| 18:0 | - | 2.12±0.51a | - | 4.54±0.42b | - | 3.56±0.44ab |
| ΣS.F.A | - | 25.49±0.45a | - | 34.95±0.62b | - | 29.29±0.53c |
| 16:1n-7 | - | 6.99±0.32a | - | 8.45±0.43b | - | 6.01±0.38a |
| 18:1n-9 | - | 19.67±0.57a | - | 31.27±0.42b | - | 20.42±0.48a |
| 20:1n-9 | - | 0.98±0.13a | - | 2.06±0.24b | - | 0.46±0.13c |
| ΣM.U.F.A. | - | 27.64±0.68a | - | 41.78±1.05b | - | 26.89±0.55c |
| 18:2n-6 | - | 3.95±0.33a | - | 4.89±0.31b | - | 24.77±0.55c |
| 18:3n-3 | - | 3.98±0.14a | - | 3.77±0.38a | - | 3.68±0.29a |
| 20:2n-6 | - | 0.29±0.06a | - | 0.47±0.13b | - | 0.33±0.08a |
| 20:3n-6 | - | 0.61±0.05a | - | 0.30±0.06b | - | 0.35±0.08b |
| 20:4n-6 | - | 2.72±0.15a | - | 1.57±0.20b | - | 1.58±0.12b |
| 20:5n-3 | - | 10.19±0.34a | - | 4.67±0.23b | - | 4.85±0.31b |
| 22:5n-3 | - | 2.56±0.11a | - | 1.16±0.23b | - | 1.42±0.11b |
| 22:6n-3 | - | 22.38±0.99a | - | 6.29±0.41b | - | 6.77±0.39b |
| ΣP.U.F.A | - | 46.68±1.18a | - | 23.12±1.04b | - | 43.75±1.02c |
| ω3 | - | 39.11±0.66a | - | 15.89±0.57b | - | 16.72±0.63b |
| ω6 | - | 7.57±0.45a | - | 7.23±0.60a | - | 27.03±0.72b |
| ω3/ω6 | - | 5.16 | - | 2.19 | - | 0.61 |

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

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

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çizelge 4.20. Erkek *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nin gonadında bulunan triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

| Yağ asidi | Kasım(2009) (ORT±S.H)* | Ocak(2010) (ORT±S.H)* | Nisan(2010) (ORT±S.H)* | Haziran(2010) (ORT±S.H)* | Temmuz(2010) (ORT±S.H)* | Ekim(2010) (ORT±S.H)* |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 12:0 [§] | - | - | - | - | 0.45±0.07a | - |
| 13:0 | - | - | - | 0.70±0.14a | 0.19±0.04b | - |
| 14:0 | - | - | - | 4.35±0.24a | 2.37±0.13b | - |
| 15:0 | - | - | - | 1.85±0.07a | 0.57±0.11b | - |
| 16:0 | - | - | - | 40.66±1.04a | 22.88±0.56b | - |
| 17:0 | - | - | - | 1.08±0.13a | 0.50±0.16b | - |
| 18:0 | - | - | - | 8.96±0.42a | 7.08±0.34b | - |
| ∑S.F.A | - | - | - | 57.60±1.04a | 34.04±0.48b | - |
| 16:1n-7 | - | - | - | 2.87±0.33a | 6.90±0.49b | - |
| 18:1n-9 | - | - | - | 20.66±0.48a | 24.13±0.52b | - |
| 20:1n-9 | - | - | - | 0.72±0.21a | 1.35±0.14b | - |
| ∑M.U.F.A. | - | - | - | 24.25±0.45a | 32.38±0.64b | - |
| 18:2n-6 | - | - | - | 11.62±0.44a | 7.18±0.23b | - |
| 18:3n-3 | - | - | - | 1.46±0.30a | 3.77±0.15b | - |
| 20:2n-6 | - | - | - | 0.44±0.06a | 0.26±0.03b | - |
| 20:3n-6 | - | - | - | 0.39±0.03a | 0.37±0.01a | - |
| 20:4n-6 | - | - | - | 1.25±0.12a | 3.02±0.21b | - |
| 20:5n-3 | - | - | - | 1.00±0.34a | 9.05±0.23a | - |
| 22:5n-3 | - | - | - | 0.08±0.01a | 1.90±0.11b | - |
| 22:6n-3 | - | - | - | 1.53±0.23a | 7.90±0.46b | - |
| ∑P.U.F.A | - | - | - | 17.77±0.35a | 33.45±0.85b | - |
| ω3 | - | - | - | 4.07±0.25a | 22.62±0.46b | - |
| ω6 | - | - | - | 13.70±0.51a | 10.83±0.63b | - |
| ω3/ω6 | - | - | - | 0.29 | 2.08 | - |

[†]Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

[§] her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Lipitler biyotik ve abiyotik faktörler karşısında en fazla değişime uğrayan ve balıkların metabolizmasında oldukça önemli olan biyokimyasal bileşiklerdir. Bu çalışma; Munzur Nehri'nde yaşayan *S. t. macrostigma*'nın kas, karaciğer ve gonatlarının total lipit miktarı ile total lipit, fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi bileşiminin, eşeye ve mevsime bağlı değişimlerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada, elde edilen sonuçlara göre;

1. *S. t. macrostigma*'nın her iki eşeyinde bir yıl boyunca yaş ağırlığa bağlı olarak total lipit miktarı (gr/100gr), kasta 1.07-2.45, karaciğerde 2.62-5.60, gonatta 2.88-5.31 olarak saptanmış ve total lipit miktarının hem eşeyler arasında hemde dokular arasında farklı olduğu tespit edilmiştir.
2. Çalışmada elde ettiğimiz bulgular, *S. t. macrostigma*'nın kas dokusunda yağ oranının her dönemde karaciğer ve gonat dokusundan önemli ölçüde düşük olduğunu ve bir çok tatlisu balıklarında olduğu gibi yağsız balıklar sınıfına dahil edilebileceğini göstermiştir.
3. Yapılan çalışmada; Kırmızı benekli alabalık *S. t. macrostigma*'nın, insan sağlığı üzerine sayısız faydaları bulunan n-3 ve n-6 çoklu doymamış yağ asitleri ve buna bağlı olarak n-3/n-6 oranı bakımından diğer birçok tatlisu balıklarına oranla zengin bir kaynak olduğu ve bu balıkların besin olarak tüketilmesinin insan sağlığı açısından önemli etkileri olacağı söylenebilir.
4. İncelenen balık dokularındaki total lipit miktarı ile yağ asidi içeriklerinin mevsime, üreme periyoduna, sıcaklığa ve eşeye bağlı olarak değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir.
5. Dişi ve erkek bireylerin her üç dokusunda da PL ve TAG fraksiyonlarında en fazla bulunan yağ asitleri SFA'lar içinde 16:0, MUFA'lar içinde 18:1n-9, PUFA'lar içinde ise 18:2n-6, 20:5n-3 ve 22:6n-3 asitleri olmuştur. Kantitatif yağ asidi içeriği bakımından PL ve TAG fraksiyonunda bazı farklıklar saptanmıştır. Genel olarak 16:0, 18:0, 20:4n-6, 20:5n-3 ve 22:6n-3 yağ asitleri PL fraksiyonunda; 16:1n-7, 18:1n-9, 18:2n-6 ve 18:3n-3 yağ asitleri ise TAG fraksiyonunda daha fazla bulunmuştur. Dokuların TAG fraksiyonunda SFA ve MUFA'lar, PL fraksiyonunda ise PUFA'lar fazla bulunmuştur. Dokuların TAG

ve PL yağ asidi içeriklerinin de mevsime, üreme periyoduna, sıcaklığa ve eşeye bağlı olarak değişiklik gösterdiği belirlenmiştir.

6. Alabalıklar üzerine daha önce yapılan çalışmalarda da PL fraksiyonunda doymuş bir yağ asidi olan 16:0 asit oranı diğer tatlısu balıklarından farklı olarak her üç dokuda da yüksek miktarda bulunmuştur. Bu bulgu, alabalıklar için karakteristiktir.
7. İncelenen dişi ve erkek alabalıkların PL ve TAG fraksiyonunda ekim ayında 18:2n-6 asit oranının diğer dönemlere oranla önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir. Bu bileşenin, balıkların bu dönemde beslendikleri sucul organizmalardan sağlandığı düşüncesindeyiz. Zira, 18:2n-6 bir çok omurgasızlar ve balıklar dahil omurgalılarda temel olan ve dışarıdan besinle alınmak zorunda olunan bir bileşendir.

Daha önce Munzur Nehri'nde yaşayan *S. t. macrostigma*'nın yağ asidi analizi ile ilgili olarak herhangi bir çalışmanın olmaması, bu çalışma ile bir yıl boyunca Kırmızı benekli alabalığın dokularındaki total lipit ile yağ asidi içeriklerinin belirlenmesi; balığın lipit biyokimyasına katkıda bulunmuş ve elde edilen veriler diğer alabalık ve tatlısu balıkları ile karşılaştırılarak bu konudaki eksikliğin giderilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmayla; daha sonraki dönemlerde aynı balığın çevresel faktörlerden önemli derecede etkilenen fosfolipit alt sınıflarının yağ asidi içeriklerinin belirlenmesi, protein ve kolesterol içeriklerini araştırılması ve besinin yağ asidi dağılımına etkisinin belirlenmesi için mide içeriğindeki organizmaların yağ asidi analizlerinin yapılması gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Ackman, R. G., Eaton, C. A. 1966. Some commercial Atlantic herring oils: Fatty acid composition. *J.Fish. Res. Bd. Can.*, 23: 911–917.
- Ackman, R.G. 1967. Characteristics of the fatty acid composition and biochemistry of some freshwater fish oils and lipids in comparison with marine oils and lipids. *Comp. Biochem. Physiol.*, 22: 907-922.
- Ackman, R.G., Eaton, C.A., Linne, B.A. 1975. Differentiation of freshwater characteristics of fatty acids in marine specimens of the Atlantic Sturgeon (*Acipenser oxyrinchus*). *Fish. Bull.*, 73: 83
- Ackman, R.G., Eaton, C.A. 1976. Fatty acid composition of the decapod shrimp, *pandulus borealis*, in relation to that of the Euphasiid, *Meganctiphanes noruegica*. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 33: 1634-1638.
- Ackman, R.G. 1988. Concerns for utilization of marine lipids and oils. *Food Tech.*, 42 (5): 151-155.
- Ackman, R.G. 1989. Nutritional composition of fats in seafoods. *Prog. Food Nutr. Sci.*, vol. 13, 160-241.
- Ackman, R.G., Mcleod, C., Rakshit, S., Misra, K.K. 2002. Lipids and fatty acids of five freshwater food fishes of India. *J. Food Lipids.*, 9 (2): 127-145.
- Adam, B. 2000. Temel Biyokimya, Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti., 16-18, Yayın No: 150, Ankara.
- Aggelousis, G., Lazos, E.S. 1991. Fatty acid composition of the lipids from eight freshwater fish species from Greece. *J. Food Comp. Anal.*, 4: 68-76.
- Agren, J., Mute, P., Hanninen, O., Herranen, J., Penttila, I. 1987. Seasonal variation of lipid fatty acids of Boreal freshwater fish species. *Comp. Biochem. Physiol.*, 88: 905-909.
- Ahlgren, G., Carlstein, M. Gustafsson, I.B. 1999. Effects of natural and commercial diets on the fatty acid content of European grayling, *J. Fish Biol.*, 55: 1142-1155
- Akpınar, M.A. 1986. *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)'nın karaciğer ve kasındaki total lipid ve total yağ asidinin mevsimsel değişimi. *C.Ü. Fen Ede. Fak. Fen Bil. Derg.*, 4: 33-42.
- Akpınar, M.A. 1987a. *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)'nın kas dokusu yağ asitlerinin mevsimsel değişimi. *Doğa TU Biyol.*, 11(1): 1-9.
- Akpınar, M.A. 1987b. Ergin olmayan ve ergin sazanların (*Cyprinus carpio* L.) gonatlarında total lipid değişimi. *C.Ü. Fen- Ede. Fak. Fen Bil. Derg.*, 5: 173-190.
- Akpınar, M.A. ve Metin, K. 1999. Aç bırakılan ve beslenen *Oncorhynchus mykiss*'in karaciğer ve kas dokusu glikojen miktarı. *Tr. J. of Biol.*, 23: 107-113.
- Akpınar, M.A., Görgün, S., 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 Chem.*, 112: 6-8.
- Alasalvar, C., Taylor, K.D.A., Zubcov, E., Shahidi, F., Alexis, M. 2002. Differentiation of cultured and wild Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*): Total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. *Food Chem.*, 79 (2):145-150.
- Almeida, N. M., Franco, M. R. B. 2007. Fatty acid composition of total lipids, neutral lipids and phospholipids in wild and farmed matrinxa (*Brycon caphalus*) in the Brazilian Amazon area. *J. Sci. Food. Agric.*, 87: 2596–2603

Alp, A., Kara, C., Büyükçapar, H.M., Bülbül, O. 2002. Tekir ve Fırınz Çayları'nda (Kahramanmaraş) yaşayan balık populasyonları ve biyolojik özellikleri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Araştırma Fonu Proje Sonu Raporu. Proje No: 1999/7-1/1: 94

Alp, A., Kara, C. ve Büyükçapar, H., M. 2005. Age, growth and diet composition of the resident Brown trout, *S.t.macrostigma* Dumeril 1858, in Fırınz stream of the river Ceyhan, Turk. J. Vet. Anim. Sci., 29: 285–295.

Aras, M.,S. 1976. Çoruh ve Aras Havzası alabalıkları üzerine biyoekolojik araştırmalar, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 7: 1-16

Aras, M.,S., Çetinkaya, O. ve Karataş, M. 1997. Anadolu Alabalığı (*Salmo trutta macrostigma*, Dumeril., 1858)'in Türkiye'de bugünkü durumu. Akdeniz Balıkçılık Kong., Nisan, İzmir.

Aras, N.M., Haliloğlu, H.I., Ayık, Ö., Yetim, H. 2003a. Comparison of fatty acid profiles of different tissues of mature Trout (*Salmo trutta labrax*, Pallas, 1811) caught from Kazandere Creek in the Çoruh Region, Erzurum, Turkey. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 27: 311-316.

Aras, N.M., Haliloğlu, H.İ., Bayır, A., Atamanalp, M., Sirkecioğlu, A.N. 2003b. Karasu Havzası Yeşildere Çayı Olgun Dere Alabalıkları (*Salmo trutta macrostigma*, Dumeril, 1858)'nda farklı dokuların yağ asidi kompozisyonlarının karşılaştırılması. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 27: 887-892.

Arts, M.T., Ackman, R.G., Holub, B.J. 2001. Essential fatty acids in aquatic ecosystems: A crucial link between diet and human health and evolution. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 58:122-137.

Atchison, G.J. 1975. Fatty acid levels in developing Brook Trout (*Salvenus fontinalis*) eggs and fry. J. Fish. Res. Bd. Can., 32: 2513-2515.

Bakır, H.M, Melton S.L., Wilson J.L. 1993. Fatty acid composition, lipids and sensory characteristics of white amur (*Ctenopharyngodon idella*) fed different diets. J. Food Sci. 58: -95.

Balık, S. 1984. Trakya Bölgesi Tatlısu balıklarının bugünkü durumu ve taksonomik revizyonu. TÜBİTAK Temel Bilimler Araştırma Grubu, Proje No: TBAG-526: 73.

Balık, S. 1988. Systematic and zoogeographic investigations on inland water fishes of the Mediterranean Region of Turkey. Turk. J. Zool., 12: 156-179.

Bardakçı, F., Tanyolaç, J., Akpınar, M.A. 1994. Sivas iç sularında yakalanan alabalık (*Salmo trutta* L., 1766) populasyonlarının morfolojik karşılaştırılması. Turk. J. Zool. 18: 1-6.

Bayır, A., Haliloğlu, H.İ., Sirkecioğlu, A.N., Aras, N.M. 2006. Fatty acid composition in some selected marine fish species living in Turkish Waters. J. Sci. Food Agr., 86:163-168.

Bayır, A., Sirkecioğlu, A.N., Aras, N.M., Aksakal, E., Haliloglu, H.I., Bayır, M. 2010. Fatty acids of neutral and phospholipids of three endangered trout: *Salmo trutta caspius* Kessler, *Salmo trutta labrax* Pallas and *Salmo trutta macrostigma* Dumeril. Food Chem., 119: 1050-1056.

Bell, M.V., Dick, J.R. 1990. Molecular species composition of phosphatidylinositol from brain, retina, liver, and muscle of Cod (*Gadus morhua*). Lipids. 25(11): 691–694.

Bell, J.G, Tocher, D.R., MacDonald, F.M., Sargent, J.R. 1994. Effects of diets rich in linoleic (18:2n-6) acid and α -linolenic (18:3n-3) acids on the growth, lipid class and fatty acid compositions and eicosanoid production in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). Fish Physiol. Biochem. 13: 105-118.

Bell, J.G, Tocher D.R., Henderson R.J., Dick J.R., Crampton V.O. 2003. Altered fatty acid composition in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets containing linseed and rapeseed oils can be partially restored by a subsequent fish oil finishing diet. J. Nutr. 133:2793–801.

- Berg, O.K., Bremset, G. 1998. Seasonal changes in the body composition young riverine Atlantik Salmon and Brown Trout. *J. of Fish Bio.*, 52: 1272-1288.
- Billard, R., Fostier, A., Well, C., Breton, B. 1982. Endocrine control of spermatogenesis in teleost fish. *Can.J. Fish. Aqu. Sci.* 39: 65-79.
- Blanchet, C., Lucas, M., Julien, P., Morin, R., Gingras, S., Dewailly, E. 2005. Fatty acid composition of wild and farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Lipids*, 40: 529–531.
- Boggio SM, Hardy RW, Babbitt JK, Brannon EL. 1985. The influence of dietary lipid source and alpha-tocopheryl acetate level on product quality of rainbowtrout (*Salvo gairdned*). *Aquaculture* 51:13–24.
- Borlongan, I.G, Benitez, L.V. 1992. Lipid and fatty acid composition of Milkfish (*Chanos chanos*) grown in freshwater and seawater. *Aquaculture*. 104 (1-2): 79-89.
- Brenner, R.R. 1989. Factors influencing fatty acid chain elongation and desaturation. In *The Role of Fats in Human Nutrition* (Vergroesen. A. J., Crawford, M., eds), 45-79. London: Academic Press.
- Breslow, J.L. 2006. n-3 fatty acids and cardiovascular disease. *Am. J. Clin. Nutr.*, 83(6): 1477-1482.
- Broughton, K.S., Johnson, C.S., Pace, B.K., Liebman, M., Kleppingerat, K.M. 1997. Reduced asthma symptoms with n-3 fatty acid ingestion are related to 5-series leukotrience production. *Am. J. Clin. Nutr.*, 65: 1011-1017.
- Brown, A.J., Roberts, D.C.K., Truswell, A.S. 1989. Fatty acid composition of Australian marine finfish: A review. *Food Aust.*, 41(3): 655–666.
- Buzzi, M., Henderson, R.J., Sargent, J.R. 1997. Biosynthesis of docosahexaenoic acid in trout hepatocytes proceeds via 24-carbon intermediates. *Comp. Biochem. Physiol.*, 116 (2):263-267.
- Candela, M., Astiasaran, I., Bello, J. 1997. Effects of frying and warmholding on fatty acids and cholesterol of sole (*Solea solea*), codfish (*Gadus morrhua*) and hake (*Merluccius merluccius*). *Food Chem.*, 58(3), 227–231.
- Caponio, F., Lestingi, A., Summo, C., Bilancia, M.T., Laudadio, V. 2004. Chemical characteristics and lipid fraction quality of sardines (*Sardina pilchardus* W.): Influence of sex and length. *J. Appl Ichthyol* 20:530- 535.
- Carnielli, V.P., Verlato, G., Pederzini, F., Luijendijk, I., Boerlage, A., Pedrotti, D., Sauer, P.J.J. 1998. Intestinal absorption of long-chain polyunsaturated fatty acids in preterm infants fed breast milk or formula. *Am. J. Clin. Nutr.* 67: 97–103.
- Castell, J.D. 1979. Review of lipid requirements of finfish. In: J.E. Halver and K. Tiews (Editors), *Finfish Nutr. Fishfeed Tech.* Vol. 1, Heinemann, Berlin. 59-84.
- Cejas, J.R., Almansa, E., Villamandos, J.E., Badia, P., Bolanos, A., 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 (1-4): 299–313.
- Cejas, J.R., Almansa, E., Jerez, S., Bolanos, A., Samper, M., Lorenzo, A. 2004. Lipid and fatty acid composition of muscle and liver from wild and captive mature female broodstocks of White Seabream, *Diplodus sargus*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 138: 91–102
- Cengiz, E.İ., Ünlü, E., Başhan, M. 2010. Fatty acid composition of total lipids in muscle tissues of nine freshwater fish from the River Tigris (Turkey). *Turk. J. Biol.* 34: 433-438.
- Chanmugam, P., Boudreau, M., Hwanmg, D.H. 1986. Differences in the n-3 fatty acid contents in pond-reared and wild fish and shellfish. *J. Food Sci.* 51 (6): 1556-1557.

- Chen, I.C., Chapman, F.A., Wei, C.I., Portier, K.M., O'Keefe, S.F.J. 1995. Differentiaion of cultured and wild Sturgeon (*Acipencer oxyrinchus desotoi*) based on fatty acid composition. Food. Sci., 60 (3): 631-635.
- Chetty, N., Reavis, S.C., Immelman, A.R., Atkinson, P.M., van As, J.G. 1989. Fatty acid composition of some South African fresh-water fish. S. Afr. Med. J., 76 (7):368-370
- Cho, C.Y., Cowey, C.B., Watanabe, T. 1985. Finfish nutrition in Asia. Methodological approaches to reseach and development. Int. Devolop. Res. Cent., 1:26-33.
- Christiansen, J. S., Ringo, E., Farkas, T. 1989. Effect of sustained exercise on growth and body composition of first feeding fry of arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L). Aquaculture, 79: 329-335.
- Conquer, J. A. 2000. Fatty acid analysis of blood plazma of patient with Alzheimer's disease, other type of dementia, and cognitive impairment, Lipids, vol. 35:1305-1311.
- Cossins, A.R. 1994, "Homeoviscous adaptation of biological membranes and its functional significance", In: Cossins, A.R. (Ed), Temperature Adaptation of Biological Membranes. Portland Pres, London, 63-76.
- Cowey, C.B. 1988. The nutrition of fish: The developing scene. Nutr. Res. Rev. 1: 255-280.
- Cowey CB. 1993. Some effects of nutrition on flesh quality of cultured fish. In: Kaushik SJ, Luquet P, editors. Fish nut. Prac. Paris: INRA. 227-36.
- Crawford, M., Marsh, D. 1989. The drivinng force. London:Heineman.
- Crowford, R.H., Cusack, R.R., Parle, T. R. 1986. Lipid content and energy expenditure in spawning migration of Alewife (*Alosa pseedoharengus*) and Bulebase Herring (*Alosa aestivalis*). Can. J. Zool. 64: 1902-1907.
- Czesny, S., Kokovski, S., Dabrowski, K., Culver, D. 1999. Growth, survival and quality of juvenile walleye *Stizostedion vitreum* as influenced by n-3 HUFA enriched *Artemia nauplii*, Aquaculture, 178: 103-115.
- Çelik, M., Gökçe, M.A. 2003. Çukurova (Adana) Bölgesinden beş ayrı *Tilapia* türünün yağ asidi içeriklerinin tespiti. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 27(1): 75-79.
- Çelik, M., Gökçe, M.A., Başusta, N., Küçükgülmez, A., Taşbozan, O., Tabakoğlu, Ş.S. 2008. Nutritional quality of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) caught from the Atatürk Dam Lake in Turkey. J. Muscle Foods. 19 (1): 50-61.
- Çetinkaya, O. 1996. Çatak Çayı (Dicle Nehri) dağ alabalıklarının (*Salmo trutta macrostigma*, Dumeril, 1858) bazı biyolojik özelliklerinin incelenmesi. İstanbul Unv. Su Ürün. Derg., 9-13: 111- 122.
- Danneving, B.H., Norum, K.R. 1982. Cholesterol esterification and lipids in blood plasma of the char (*Salmo albinus* L.) during sexual maturation. Comp. Biochem. Physiol. 73, (4), 771-777.
- Dave, G., Johanson-Sjöbeek M.L., Larsson, A., Lewander, K., Lidman, U. 1976. Metabolic and hemetological effects of starvation in the European eel. *Anguilla anguilla* L.-III. Fatty acid composition. Comp. Biochem. Physiol., 53: 509-515
- Deng, J.C., Orthoefer, F.T., Dennison, R.A., Watson, M. 1976. Lipids and fatty acids in Mullet (*Mugil cephalus*): Seasonal and locational variations. J. Food Sci., 41(6): 1479-1483.
- Deniz, E., Uzunhasanoğlu, H. 1991. Türkiye'nin iki alt tür alabalığı (*S. Trutta macrostigma*, *S trutta labrax*) üzerinde morfoloji ve gıda yönünden (Et Verimi) araştırmalar. A. Ü. Veteriner Fak. Anatomi ve Besin Kontrolü-Hijyen Kürsüleri, Ankara, 48-67

Dikel, S. 1999. Tatlısu ve Denizde Yetiştirilen Gökkuşığı Alabalıkları'nın (*Oncorhynchus mykiss* w.) Karkas Kompozisyonlarının ve Besin İçeriklerinin Karşılaştırılması. 10. Ulusal Su Ürün. Semp.. 22- 24 Eylül Adana. Sayfa 97-112.

Dutta, H., Das, A., Das, A.B., Farkas, T. 1985. Role of environmental temperature in seasonal changes of fatty acid composition of hepatic lipid in an air-breathing Indian teleost, *Channa punctatus* (Blonch), Comp. Biochem. Physiol. 81 (2): 341-347.

Ekingen, G. 1976. Morphological characters of some Turkish trouts. Fırat Üniv. Vet. Fak. Derg., 3: 98-104.

Erdem, M.E. 2006. Doğu Karadeniz Bölgesinde doğadan avlanan ve yetiştiriciliği yapılan dere alabalığının (*Salmo trutta forma fario* Linnaeus, 1758) et kalitesinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Ondokuz Mayıs Üniv. Fen Bil. Enst., Doktora Tezi, Samsun

Ertan, Ö.S., Bilgin, S. 1999. *Salmo trutta macrostigma*, Dumeril, 1858 ve *Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792'in bazı kimyasal bileşenleri. S.D.Ü. Eğirdir Su Ürün. Fak. Derg., 6: 195-206.

Farkas, T., Csengeri, I. 1976. Biosynthesis of fatty acids by the Carp, *Cyprinus carpio* L., in relation to environmental temperature. Lipids. 11: 401-407.

Farkas, T., Csengeri, I., Majoros, F., Olah, J. 1978. Metabolism of fatty acids in fish. II. Biosynthesis of fatty acids in relation to diet in the carp. (*Cyprinus carpio* L.) Aquaculture, 14: 57-65.

Farkas, T., Csenger, I., Majoros, F., Olah, J. 1980. Metabolism of fatty acids in fish III. Combined effect of environmental temperature and diet on formation and deposition of fatty acids in the Carp, *Cyprinus carpio* Linnaeus 1758. Aquaculture. 20: 29-40.

Forss, D.A. 1967. Role of lipids of flavors. J. Agr. Food Chem., 17:681.

Folch, J., Lees, M., Stanley, A. 1957. Simple Method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem. 226:497-509.

Galli, C., Butrum, R. 1990. Dietary omega-3 fatty acids and cancer. World Rev. Nutr. Diet., 66: 446-461.

Geldiay, R. 1968. Kazdağı Silsilesi Dereleri'nde yaşayan alabalık (*Salmo trutta* L.) populasyonları hakkında, VI. Milli Türk Bio. Kong. Tebliğler, 65-77.

Geldiay, R., Balık, S. 1996. Türkiye tatlı su balıkları, Ege Üniv. Su Ürün. Fak. Yayın No: 46. Ders Kitabı. Dizin No: 16, Ege Üniv. Basımevi, Bornova, İzmir.

Ghosh, M. 1997. Principal fatty acids of phospholipid classes of an Indian fresh water Fish (*C. pabda*). J. Food Lipids. 4: 189-197.

Gorga, C. 1998. A new selected comments on lipids, Qual. Assur. Seafood Appendix 1, 245

Görgün, S., Akpınar, M.A. 2007. Liver and muscle fatty acid composition of mature and immature Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed two different diets. J. Muscle Food, 62 (3): 351-355.

Gruger, E. H., Nelson, R. W., Standsby, M. E. 1964. Fatty acid composition of oils from 21 species of marine, freshwater fish and shellfish. J. Am. Oil Chem. Soc., 41:662-667.

Guillou A, Soucy P, Khalil M, Adambounou L. 1995. Effects of dietary vegetable and marine lipid on growth, muscle fatty acid composition and organoleptic quality of flesh of brook charr (*Salvelinus fontinalis*). Aquaculture 136:351-62.

- Gunasekera, R. M., Silva, S. S. D., 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*, Aquat. Living Resour., 12(3), 219-227.
- Gunstone, F. D., Wijesundera, R. C., Scrimgeour, C. M. 1978. Component acids of lipids from marine and freshwater species with special reference to furan-containing acids. J.Sci. Food Agr. 29: 539-550.
- Gunstone, F. 1996. Fatty Acid and Lipid Chemistry. Blackie Acad. Prof. London, U.K.
- Gutierrez, L. da Silva, R.C.M. 1993. Fatty acid composition of commercially important fish from Brazil. Sci. Agric. 50(3): 478-483.
- Güler, G.O., Aktümsek, A., Çitil, O.B., Arslan, A., Torlak, E. 2007. Seasonal variations on total fatty acid composition of fillets of Zander (*Sander lucioperca*) in Beyşehir Lake (Turkey). Food Chem., 103: 1241-1246.
- Haard, N.F. 1992. Control of chemical composition and food quality attributes of cultured fish. Food Res. Int. 25: 289-307.
- Haliloğlu, H.I. 2001. Farklı işletmelerde yetiştirilen Gökkuşluğu alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) adipoz, gonad, karaciğer, kas dokuları yağ asidi profillerinin belirlenmesi, Doktora Tezi, Atatürk Üniv., Fen Bil. Ens. Su ürün. A.B.D, Erzurum.
- Haliloğlu, H.I., Aras, N.M., Yetim, H. 2002. Comparison of muscle fatty acids of three trout species (*Salvelinus alpinus*, *Salmo trutta fario*, *Oncorhynchus mykiss*) raised under the same conditions. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 26: 1097-1102.
- Haliloğlu, H.I., Bayır, A., Sirkecioğlu, A.N., Aras, N.M., Atamanalp, M. 2004. Comparison of fatty acid composition in some tissues of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater. Food Chem., 86: 55-59.
- Halver, J.E. 1988. Fish Nutrition. Aced. Press Inc. California 92101. pp. 186-187.
- Halver, J.E. 1989. Fish Nutrition. Academic Press Inc., San Diego, 186-187.
- Hazel, J.R., Prosser, C. L. 1974. Molecular mechanisms of temperature compensation in poikilotherms. Physiol. Rev. 54 (3): 620-677.
- Hazel, J.R. 1979. Influence of thermal acclimation on membrane lipid composition of rainbow trout liver. Am. J. Physiol. 236: 91-101.
- Henderson, R.J., Tocher, D.R. 1987. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. Prog. Lipid Res., 26: 281-347.
- Higgs D.A., Dong F.M. 2000. Lipids and fatty acids. In: Encyclo. Aquac. (ed. by R.R. Stickney), 476-496.
- Hodge, L. 1996. Consumption of oily fish and childhood asthma risk, Med. J. Aust., vol. 164, 137-140.
- Huss, H. 1988. Fresh fish quality and quality changes. Ministry of Fish. Tech. Univ. Press, Copenhagen, Denmark.
- Huss, H. 1995. quality and quality Changes in Fresh Fish, FAO Fish. Tech. 348, Rome.
- Huynh, M.D., Kitts, D.D., Hu, C., Trites A.W. 2007. Comparison of fatty acid profiles of spawning and non-spawning Pacific herring, *Clupea harengus pallasii*. Comp. Biochem. Physiol., 146: 504-511.
- Ikezawa, H. 1991. Phosphatidylinositol as a membrane-protein anchor. Takkaj., 36: 596-607.
- Jangaard, P.M., Ackman, R.G. Sipos, J.C. 1967. Seasonal changes in fatty acid composition of cod liver, flesh, roe and milt lipids. J. Fish. Res. Bd. Can. 24 (3): 613-627.

- Jayasinghe, C., Gotoh, N., Wada, S. 2003. Variation in lipid classes and fatty acid composition of Salmon Shark (*Lamna ditropis*) liver with season and gender. *Comp. Biochem. Physiol.*, 134: 287–295.
- Jeong, B.Y., Moon, S.K., Jeong, W.G., Ohshima, T. 2000. Lipid classes and fatty acid compositions of wild and cultured Sweet Smelt *Plecoglossus altivelis* muscle and eggs in Korea. *Fish.Sci.* 66: 716- 724.
- Jeong, B.Y., Jeong, W.G., Moon, S.K., Ohshima, T. 2002. Preferential accumulation of fatty acids in the testis and ovary of cultured and wild Sweet Smelt *Plecoglossus altivelis*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 131: 251–259.
- Jobling, M., Bendiksen E.A. 2003. Dietary lipids and temperature interact to influence tissue fatty acid compositions of Atlantic Salmon, *Salmo salar* L. parr. *Aquac. Res.* 34: 1423-1441.
- Jump, D.B. 2002. The biochemistry of n-3 polyunsaturated fatty acids. *J. Biol. Chem.*, 277: 8755-8758.
- Justi, K. C., Hayashi, C., Visentainer, J. V., de Souza, N. E. ve Matusushita. M. 2003. The Influence of Feed Supply Time on The Fatty Acid Profile of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fed on A Diet Enriched With n-3 Fatty Acids, *Food Chem.* 80: 489-493.
- Kaçar, S.. 2010. Atatürk Baraj Gölü’ndeki bazı tatlısu balıklarının total lipit ve yağ asitlerinin mevsimsel değişimi. *Dicle Üniv. Fen Bil. Enst., Doktora Tezi, Diyarbakır.*
- Kaçar, S., Başhan, M., Oymak, S.A. 2010a. *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) (Osteichthyes: Cyprinidae)’nın kas ve karaciğer yağ asitlerinin içeriği. 20. Ulusal Biy. Kong. Pamukkale/Denizli.
- Kaçar, S., Başhan, M., Oymak, S.A. 2010b. Dişi *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) (Osteichthyes: Cyprinidae)’un kas ve gonat dokusu yağ asitlerinin içeriği 20. Ulusal Biy. Kong.. Pamukkale/Denizli.
- Kaitaranta, J.K., Ackman, R.G. 1981. Total lipids and lipid classes of fish roe. *Comp. Biochem. Physiol.*, 69: 725-729.
- Kalyoncu, L., Yaman, Y., Aktumsek, A. 2010. Determination of the seasonal changes on the total fatty acid composition of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* in Ivriz Dam Lake, Turkey. *Afr. J. Biotech.* 9(30): 4783-4787,
- Kanazawa, A., Teshima, S.I., Ono, K. 1979. Relationship between essential fatty acid requirements of aquatic animals and the capacity for bioconversion of linolenic acid to highly unsaturated fatty acids. *Comp. Biochem. Physiol.* 63: 295–298.
- Kandemir, Ş., Polat, N. 2007. Seasonal variation of total lipid and total fatty acid in muscle and liver of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* W. 1792) reared in Derbent Dam Lake. *Turk J. Fish Aquat. Sci.*, 7: 27-33.
- Kanders, B., Kowalchuk, M. 1990. Omega-3 Fatty acids and cancer metastasis in humans. *World Rev. Nutr. Diet.*, 66: 477-487.
- Kara, C., Çelik, M. 2000. Fatty acid composition of gonad tissue in female and male *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) Living in Ceyhan River, Kahramanmaraş-Turkey. *Fen ve Müh. Derg.* 3: 160-166.
- Kara, C. 2001. Sır Baraj Gölü (Kahramanmaraş)’nde yaşayan *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)’un dişi ve erkek bireylerinin kas dokusu yağ asitlerinin değişimi. *Fen ve Müh. Derg.*, 4: 74-78.
- Kaushik, S. J., Corraze, G., Radunz-Neto, J., Larroquet, L., Dumas, J. 2006. Fatty acid profiles of wild brown trout and Atlantic salmon juveniles in the Nivelle basin. *J. Fish Biol.* 68: 1376-1387.

- Kaya, Y., Duyar, H.A., Erdem, M.E. 2004. Balık yağ asitlerinin insan sağlığı için önemi. Ege Üniv. Su Ürün. Derg., 21(3-4), 365-370.
- Kaya, Y., Erdem, M.E. 2009. Seasonal comparison of wild and farmed Brown Trout (*Salmo trutta forma fario* L.,1758): Crude lipid, gonadosomatic index and fatty acids international J. Food Sci. Nutr., 60: 413-423.
- Kayam, M. 1977. Feed Oil Abst. Bull. 6: 6-10.
- Kayama, M., Tsuchiya, Y., Mead, J.F. 1963. A model experiment of aquatic food chain whit special significance in fatty acid conversion. B. Jpn. Soc. Sci. Fish., 29: 452-458.
- Kellner, R.G., Van Der Kraak, G., 1992. Multifactorial regulation of prostaglandin synthesis in preovulatory goldfish ovarian follicles. Biol. Reprod., 46: 630–635.
- Khris-Etherton, P.M., William, Harris, W.S., Appel, L. J. 2002. Fish Consumption, Fish oil, Omega-3 Fatty Acids, and Cardiovascular Disease. J. Am. Heart Assoc., 106(21): 2747-2757.
- Kiessling A., Kiessling K.-H., Storebakken T., Asgard T. 1991. Changes in the structure and function of the epaxial muscle of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age. III: chemical composition. Aquac. 93: 373–387.
- Kiessling, A., Pickova, J., Johansson, L., Asgard, T., Storebakken, T., Kiessling, K.H. 2001. Changes in fatty acid composition in muscle and adipose tissue of farmed Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age. Food Chem., 73: 271-284.
- Kinsella, J.E., Shimp, J.L., Mai, J., Weihrauch, J. 1977. Fatty acid content and composition of freshwater fin fish. Jaocs., 54: 424-429
- Kinsella, J.E. 1987. Seafoods and fish oils in human health and disease , Pub. Marcel Dekker, New York. Inc. 234.
- Kluytmans, J.H.F.M., Zandee, D.I. 1973. Lipid metabolism in the Northern Pike (*Exos lucius* L.) I. The fatty compositions of the northern pike. Comp. Biochem. Physiol., 44: 451-458
- Kminkova, M., Winterova, R., Kucera, J. 2001. Fatty acids in lipids of Carp (*Cyprinus carpio*) tissues. Czech. J. Food Sci., 19: 177-181.
- Kolakowska, A., Szczygielski, M., Bienkiewicz, G., Zienkiewicz, L. 2000. Some of fish species as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids. Acta Ichtyol. Pisc., 30:59–70.
- Kolanowski, W., F. Swiderski, S. Berger. 1999. Possibilities of fish oil application for food products enrichment with omega-3 PUFA. Int. J. Food Sci. Nut. 50:39-49.
- Konar, V., Canpolat, A., Yılmaz, Ö. 1999. *Capoeta trutta* ve *Barbus rajanorum mystaceus*'un kas dokularındaki total lipid ve yağ asidi miktar ve bileşimlerinin üreme periyodu süresince değişimi. Tr. J. Biol., 23: 319–330.
- Kozlova T.A. 1998. Lipid class composition of benthic-pelagic fishes (Cottocomephorus, Cottoidei) from Lake Baikal. Fish Physiol. Biochem. 19: 211–216
- Kozlova, T.A., Khotimchenko, S.V. 2000. Lipids and fatty acids of two pelagic cottoid fishes (*Comephorus* spp) endemic to Lake Baikal. Comp. Biochem. Physiol. 126: 477–485.
- Kreps, E. M. 1981. Lipids of cell membranes. Nauka, Leningrad (Russian).
- Kuru, M. 1975. Dicle-Fırat, Kura-Aras, Van Gölü ve Karadeniz Havzası tatlı sularında yaşayan (Pisces) balıkların sistematik ve zoocoğrafik yönden incelenmesi. (Doçentlik Tezi) Atatürk Üniv. Fen Fak. Zoo. Böl.

- Lambertesen, G. 1978. Fatty acids composition on fish fats. Comparisons based on eight fatty acids Fisk. Dir. Skr., ernaering, 1(4): 105-116
- Lee, T. H., R. L. Hoover, J. D. Williams, R. J. Sperling, J. Ravalese, B. W. Spur, D. R. Robinson, W. Corey, R. A. Lewis, K. F. Austen. 1985. Effect of dietary enrichment with Eicosapentaenoic Acids on in vitro neutrophil and monocyte leukotrine generation and function. New. Eng. J. Med. 312-1217:24.
- Lemaitre-Delaunay, D., Pachiaudi, C., Laville, M., Pousin, J., Armstrong, M., Lagarde, M., 1999. Blood compartmental metabolism of docosahexaenoic acid (DHA) in humans after ingestion of a single dose of [¹³C]-DHA in phosphatidylcholine. J. Lipid Res. 40:1867-1874.
- Linko, R.R., M. Rajasilta, R. Hiltunen.1992. Comparison of lipid and fatty acid composition in vendace (*Coregonus albuba* L.) and available plankton feed. Comp. Biochem. Physiol., 103: 205-212
- Lizenko, E.I. 1980. Lipid composition of gonads of large whitefish of Lakes of Karelia (Lake Onezhskoye basin). In Biochem. Fresh. Fish. Karelia. pp. 15–21. Edited by V.S. Sidorov and E.I. Lizenko. Petrozavodsk: Karelski filial AN SSSR.
- Love, R.M., 1970. The Chemical Biology of Fishes. Vol.2. Academic Press. London and New York.
- Lovell, R. T. 1991. Nutrition of aquaculture species. J. An. Sci., 69(10): 4193-4200.
- Luzzana, U., Şerrini, G., Moretti, U. M., Grimaldi, P., Porleari, M. A., Valtre, F. 1996. Seasonal variations in fat content and fatty acid compositions in fat content and fatty acid composition at male and female coregonid "bondella" from Lake Maggiore and landlocked shad from Lake Como (Northern Italy), J. Fish Biol., 48: 352-366.
- Manning, N.J., Kime, D.E. 1984, Temperature regulation of ovarian steroid production in the common carp, *Cyprinus carpio* L. in vivo and in vitro. Gen.Comp. Endocrinol, 56: 376-388.
- Metin, K. 1992. Topardıç Deresindeki (Kangal – Sivas) *Cyprinion macrostomus* Hekel, 1948 (*Osteichthyes: Cyprinidae*)'ların gonadal total lipid, yağ asidi ve glikojen içeriğinin mevsimsel değişimi. Cumhuriyet Üniv. Fen Bil. Enst. Biyoloji A.B.D., Yüksek Lisans Tezi, 65, Sivas.
- Metin, K., Akpınar, M.A. 2000. The seasonal variation in total lipid and fatty acid contents of the gonads of *Cyprinion macrostomus* (Heckel, 1843). Turk. J. Biol., 24: 627-634.
- Montano N, Gavina G, Gavino V.C. 2001. Polyunsaturated fatty acids contents of some traditional fish and shrimp paste condiments of the Philippines. Food Chem., 75:611-614.
- Moreira, A.B., Visentainer, J.V., de Souza, N.E., Matsushita, M. 2001. Fatty acids profile and cholesterol contents of three Brazilian Brycon freshwater fishes. J. Food Compos. Anal., 14: 565-574.
- Mourente G, Megina C, Diaz-Salvago E. 2002. Lipid in female northern bluefin tuna (*Thunnus thynnus thynnus* L.) during sexual maturation. Fish Physiol Biochem., 24:351-363.
- Mráz, J., Pickova, J. 2009. Differences between lipid content and composition of different parts of fillets from crossbred farmed Carp (*Cyprinus carpio*). Fish Physiol. Biochem., 35:615-23.
- Mukhopadhyay, T., Ghosh, S. 2003. Lipid profile and fatty acid composition in eggs of Common carp (*Cyprinus carpio*). J.Oleo Sci. 52 (8): 439-442.
- Mustafa, T., Srivastava, K.C. 1989. Prostaglandins (eicosanoids) and their role in ectothermic organisms. Adv. Comp. Environ. Physiol., 5: 157-207.

- Mute, P., Agren, J.J., Lindovist, O.V., Hanninen, O. 1989. Fatty acid composition of vendace (*Coregonus albula* L.) muscle and its plankton feed. *Comp. Biochem. Physiol.* 92: 75-79.
- Nakamura, M.T., Nara, T.Y. 2004. Sctructure, function, and dietary regulation of delta-6, delta-5, and delta-9 desaturases. *Annu. Rev. Nutr.* 24: 345-376.
- Nefedova Z.A., Lizenko E.I. 1978. The lipid composition of gonads of some fish species. *In Biochem. Fresh. Fish. Karelia.19-23.* Edited by V.S. Sidorov. Petrozavodsk: Kerelski filial, AN SSSR.
- Nettleton J.A., Exler, J. 1992. Nutrients in wild and farmed shellfish. *J. Food Sci.*, 57: 257-260
- Newsome G.E., Leduc G. 1975. Seasonal changes of fat content in the yellow perch (*Perca flavescens*) of two Laurentian Lakes. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 32: 2214-2221.
- Oğuz, A. 2000. Plazma Lipoproteins and Their Mesurement Methods, Hiperlipidemia and Aterosklerosis (in Turkish), 30-31.
- Osaka, K., Yamaguchi, A., Kurokawa, T., Kuwahara, K., Saito, H., Nozaki, Y. 2002. Chemical components and body color of horse mackerel caught in different areas. *Fish Sci* 68:587-594.
- Osman, H., Suriah, A.R., Law, E.C. 2001. Fatty acid composition and cholesterol content of selected marine fish in Malaysian waters. *Food Chem.* 73: 55-60.
- Öz, M. 2009. Pozantı’ da yetiştirilen ve Körkün çayından avlanan Gökkuşığı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) vücut kompozisyonları ve yağ asidi profillerinin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Su Ürün. A.B.D., Adana.
- Özoğul, Y., Özoğul, F., Alagoz, S. 2007. Fatty acid profiles and fat contents of commercially important seawater and freshwater fish species of Turkey: A comparative study. *Food Chem.*, 103: 217-223.
- Peng, J., Y. Larondelle, D. Pham, R.G. Ackman, X., Rollin. 2003. Polyunsaturated fatty acid profiles of whole body phospholipids and triacylglycerols in anadromous and landlocked Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fry. *Comp. Biochem. Physiol.*, 134: 335-348.
- Perretti, G., Motori, E., Bravi, F., Favati, L., Montanari, P.Fantozzi. 2007. Supercritical carbon dioxide fractionation of fish fatty acid ethyl esters. *J. Supercritical Fluids*, 40 (3); 349-353
- Piggott, G. M., Tucker, B. W. 1990. Effects of technology on nutrition. New york:Marcel Dekker.Simopoulos, A.P. (1999): Evolutionary aspects of omega-3 fatty acids in the food supply. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids.* 60: 421-429.
- Pike, H. I. 1999. Health benefits from feeding fish oil and fish meal. UK: International Fish. Oil Manufac.Assoc.
- Pinela, S., Quintella, B.R., de Almeida, P.R., Lança, M.J. 2009. Comparison of the fatty acid profile of muscle neutral lipids and phospholipids of up-river anadromous Sea Lamprey (*Petromyzon marinus* L.) from three Portuguese River Basins. *Sci. Mar.*, 73: 785-795.
- Rahman, S. A., Huah, T. S., Hassan, O., Daud, N. M. 1995. Fatty acid composition of some Malaysian freshwater fish. *Food Chem.*, 54: 45-49.
- Rincon-Sanchez, A.R., Hernandez, A., Lopez, M.L., Mendoza-Figueroa, T. 1992. Synthesis and secretion of lipids by long-term cultures of female rat hepatocytes. *Biol. Cell.*, 76: 131-138.
- Rodriguez, C., Acosta, C., Badia, P., Cejas, J. R., Santamaria, F. J., Lorenzo, A. 2004. Assessment of lipid and essential fatty acids requirements of black seabream (*Spondyliosoma*

cantharus) by comparison of lipid composition in muscle and liver of wild and captive adult fish. *Comp. Biochem. Physiol.*, 139: 619–629.

Rueda, F.M., Lopez, J.A., Martinez, F.J., Zamora, S., Divanach, P., Kentouri, M. 1997. Fatty acids in muscle of wild and farmed Red Porgy, *Pagrus pagrus*. *Aquac. Nutr.*, 3: 161–165.

Santos, J., Burkow, I.C., Jobling, M. 1993. Patterns of growth and lipid deposition in cod (*Gadus morhua* L.) fed natural prey and fish based feeds. *Aquac.*, 110: 73-189.

Sargent, J.R., Henderson R.J. Tocher, D.R. 1989. The lipids. In: J. E. Halver (ed.), *Fish Nutrition* 2nd ed., 153-217. San Diego, California: Academic Press, Inc, USA.

Sargent, J.R., 1995. Origins and function of lipids in eggs. In: Bromage, N.R., Roberts, R.J. (Eds.), *Broodstock Management and Egg and Larval Quality*, Blackwell, Oxford, 353-372.

Sargent, J.R., Henderson, R.J. 1995. Marine n-3 polyunsaturated fatty acids. In: Hamilton, R.J.-Eds., *Developments in Oils and Fats*. Blackie Acad. Prof., London, 32–65.

Sargent, J., Bell, G., McEvoy, L., Tocher, D., Estevez, A. 1999. Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. *Aquac.*, 177: 191-199.

Sargent, J.R., Henderson, R.J., Tocher, D.R., 2002. The Lipids. In: Halver, J., Hardy, E. (Eds.), *Fish Nutrition*. Academic Press, Elsevier, San Diego, California, USA, 181–257.

Sheikheldin, M., DeSilva, S.S., Anderson, T.A., Gooley, G. 1996. Comparison of fatty acid composition of muscle, liver, mature oocytes, and diets of wild and captive Macquarie perch (*Macquaria australasica*) broodfish. *Aquac.*, 144: 201-216.

Shirai, N., Wada, S. 2001. Seasonal variation of fatty acid composition of phosphatidylinositol in the dorsal meat, liver and ovary of cultured Japanese Catfish *Silurus asotus*. *Fish. Sci.*, 67: 386–388.

Shirai, N., Suzuki, H., Toukairin, S., Wada, S. 2001. Spawning and season affect lipid content and fatty acid composition of ovary and liver in Japanese Catfish (*Silurus asotus*). *Comp. Biochem. Physiol.*, 129: 185-195.

Shirai, N., Terayama, M., Takeda, H. 2002. Effect of season on the fatty acid composition and free amino acid content of the sardine *Sardinops melanostictus*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 131, 387–393.

Simonetti, M.S., Blasi, F., Bosi, A., Maurizi, A., Cossignani, L., Damiani, P. 2008. Stereospecific analysis of triacylglycerol and phospholipid fractions of four freshwater fish species: *Salmo trutta*, *Ictalurus punctatus*, *Ictalurus melas* and *Micropterus salmoides*. *Food Chem.*, 110 (1):199-206.

Simopoulos, A.P. 1991. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *Am. J. Clin. Nutr.*, 54: 438–463.

Simopolous, A.P. 1999. Essential fatty acids in health and chronic disease. *Am. J. Clin. Nutr.*, 70, 3, 560-569.

Soivio, A., Niemistö, M., Backsröm, M. 1989. Fatty acid composition of *Coregonus muksun* Pallas: Changes during incubation, hatching, feeding and starvation. *Aquac.*, 79: 163-168.

Sorbera, L.A., Zanuy, S., Carrielo, M. 1998. A role for polyunsaturated fatty acids and prostaglandins in oocyte maturation in the sea bass (*Dicentrarchus labrax*). In: Vandry, H., Tonon, M.C., Roubos, E.W., Loof, A. (Eds.), *Trends in Comparative Endocrinology and Neurobiology: From Molecular to Integrative Biology*. Ann. N.Y. Acad. Sci., vol. 839. New York Academy of Sciences, New York, 535-537.

Standby, M. M. (1967). Fatty acid patterns in marine, freshwater and anadromous fish. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 44: 64–74.

Steffens, W. 1997. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. *Aquac.*, 151: 97-119.

Steffens, W., Wirth, M. 2005. Freshwater fish- an important source of n-3 polyunsaturated fatty acids. *Arch. Pol. Fish.*, 13 (1): 5-16.

Stone, J. N., 1996. Fish consumption, fish oil, lipids and coronary heart disease, *Am. Heart Assoc.*, 94: 2337-2340.

Sushchik, N.N., M.I. Gladyshev, G.S. Kalachova, 2007. Seasonal dynamics of fatty acid content of a common food fish from the Yenisei river, Siberian grayling, *Thymallus arcticus*. *Food Chem.*, 104 (4): 1353-1358

Takeuchi, T., Kang, S., J., Watanabe, T. 1989. Effects of environmental salinity on lipid classes in and fatty acid composition in gills of Atlantic salmon. *Nippon Suisan Gakkaishi* 55: 1395-1405.

Tanscanen, A., 2001, "Fish consumption, depression, and suicidality in a general population", *Archives of General Psych.*, 58: 512-513.

Teufel, J., Pätzold, F., Potthof, C. 2002. Scientific research on transgenic fish with special focus on the biology of trout and salmon, Research Report, 360, 05, 023, Fed. Env. Ag. (Umweltbundesamt), Berlin, 175

Tortonese, E. 1954. The Trouts of Asiatic Turkey, İstanbul Üni. Fen Fak. Hidrobiologi Ens. Derg., 2, 1, 1-26.

Tidwell, J.H., Robinette, H.R. 1990. Changes in proximate and fatty acid composition of filets from channel catfish during a two-year growth period. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 119, 31-34.

Tinsley, I.J., Krueger, H.M., Saddler, J.B. 1973. Fatty acid content of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch* statistical approach to changes produced by diet. *J. Fish. Res. Board Can.* 30: 1661-1666.

Tocher, D.R., Sargent, J.R. 1984. Analyses of lipids and fatty acids in ripe roes of some Northwest European marine fish. *Lipids*, 19 (7): 492-499.

Tocher, D. R. 2003. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. *Rev. Fish. Sci.*, 11(2), 107-184.

URL1. Fatty Acid and Triglyceride Metabolism. Erişim: [<http://themedicalbiochemistrypage.org/lipids.html/fattyacids>]. Erişim Tarihi: 05.05.2011

URL2. Classification/Salmo trutta (Brown trout) .Erişim <http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/classification/Salmonidae.html/Salmonidae> . Erişim Tarihi: 25.04.2011

Uysal, K. 2000. Eğirdir Gölü Sudak (*Stizostedion lucioperca* Lin., 1758) balıklarının total lipid, total yağ asidi ve yağ asidi bileşiminin mevsimsel incelenmesi. *Fen Bil. Enst. Su Ürünleri Temel Bilimleri A.B.D.*, Doktora Tezi, 66. Eğirdir – Isparta

Uysal, K. 2004. Gonad olgunlaşması esnasında Sudak (*Sander lucioperca*) balığının ovaryum ve testislerinin yağ asidi bileşimindeki değişimler. *DPÜ Fen Bil. Enst.*, 7.

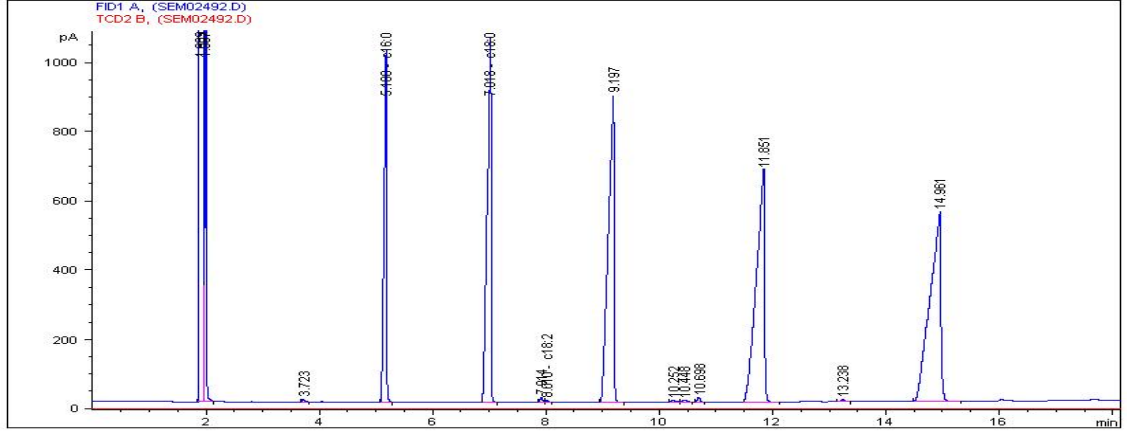
Uysal, K., Aksoylar, M.Y. 2005. Seasonal variations in fatty acid composition and the n-6/n-3 fatty acid ratio of Pikeperch (*Sander lucioperca*) muscle lipids. *Ecol. Food Nutr.*, 44: 23-35.

Uysal, K., Yerlikaya, A., Aksoylar, M.Y., Yöntem, M., Ulupinar, M. 2006. Variations in fatty acids composition of Pikeperch (*Sander lucioperca*) liver with respect to gonad maturation. *Ecol. Freshwat. Fish.*, 15: 441-445.

- Van Vliet, T., Katan, M.B. 1990. Lower ratio of n-3 to n-6 fatty acids in cultured than in wild fish. *Am. J. Clin. Nutr.*, 51: 1-2.
- Varlık, C., Erkan, N., Baygar, T. 2004. Su Ürünleri Besin Bileşimi: In. Varlık ed. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Yayın no: 4465, Su Ürün. Fak., İstanbul. 7: 1-45.
- Vlieg, P., Body, D.R. 1988. Lipid contents and fatty acid composition of some New Zealand Freshwater Finsfish and Marine Finfish, Shellfish and Roes. *N.Z. J. Mar. Fresh. Res.*, 22: 151-162.
- Vuorela, R., Kaitaranta, J., Linko, R.R. 1979. Proximate composition of fish roe in relation to maturity. *Can. Inst. Food Sci. Tech. J.*, 12: 186-188.
- Wade, M.G., Van Der Kraak, G. 1993. Regulation of prostaglandins E and F production in the goldfish testes. *J. Exp. Zool.*, 266: 108-115.
- Wang, Y.J., Miller, L.A., Perren, M., Addis, P.B. 1990. Omega-3 fatty acids in Lake Superior Fish. *J. Food Sci.*, 55: 71-73.
- Watanabe T. 1982. Lipid nutrition in fish. *Comp. Biochem. Physiol.*, 73:3-15.
- Weatherley, A.H., Gill, H.S. 1989. *The Biology of Fish Growth*, Academic Press, London, 442.
- Williams, E. E. Hazel, J. R. 1992. The role of docosahexaenoic acid-containing molecular species of phospholipids in the thermal adaptation of biological membranes. In essential fatty acids and eicosanoids, 128-133. Edited by A. Sinclair and R. Gibson. *Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, Illinois.
- Yaman, Y. 2010. İvriz Barajı'ndaki *cyprinus carpio* (L., 1758) (sazan) ve *salmo trutta* (L., 1758) (alabalık)'nın total yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişiminin belirlenmesi. *Selçuk Üniv. Fen Bil. Enst., Yüksek Lisans Tezi*, Samsun
- Yılmaz, Ö., Konar, V., Çelik S. 1996. Elazığ Hazar Gölü'nde yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın (Siraz) total lipit ve yağ asiti miktarının aylara ve mevsimlere göre değişimi. *Tr. J. Biology.*, 20: 245-257.
- Yücecan, S., Baykan, S. 1981. *Food Chemistry, Food control and Analyses (in Turkish)*, M.E.B. Temel Ders Kitabı, Yayın 5: 51-53, İstanbul.
- Yüksel, A.Y., Kocaman, E.M. 1996. Tekederesi (Erzurum) suyunda yaşayan dağ alabalıkları (*Salmo trutta macrostigma*, Dumeril, 1858)'nın bazı büyüme özellikleri. III. Doğu Anadolu Su Ürün. Semp., Erzurum. 361-372.
- Zatsick, N.M., Mayket, P. 2007. Fish Oil: Getting to the Heart of It. *J. Nurse Pract.*, 3(2): 104-109.
- Zenebe, T., Ahlgren, G., Boberg, M. 1998. Fatty acid content of some freshwater fish of commercial importance from tropical lakes in the Ethiopian Rift Valley. *J. Fish Biology.*, 53: 987-1005.
- Zengin,H., Akpınar M.A., Vural N. 2003. *Oncorhynchus mykiss* Walbaum,1792'in gelişimi sırasında yağ asit kompozisyonunda meydana gelen değişimler. Süleyman Demirel Üniv. Eğirdir Su Ürün. Fak. Derg.,10(2) 64-71.
- Zino, M., Boccignone, M., Forneris, G., Leuzzi, U., Palmegiano, G.B., Saitta, M., Salvo, F. 1991. Natural food and chemical composition of salmonids from west alps river. *Aquac. Env.*, 14: 327-328.
- Ziboh, V.A. 1990. Omega3 Polyunsaturated Fatty Acid Constituents of Fish Oil and the Management of Skin Inflammatory and Scaly Disorders. *World Rev. Nut. Diet.*, 66: 425-435.

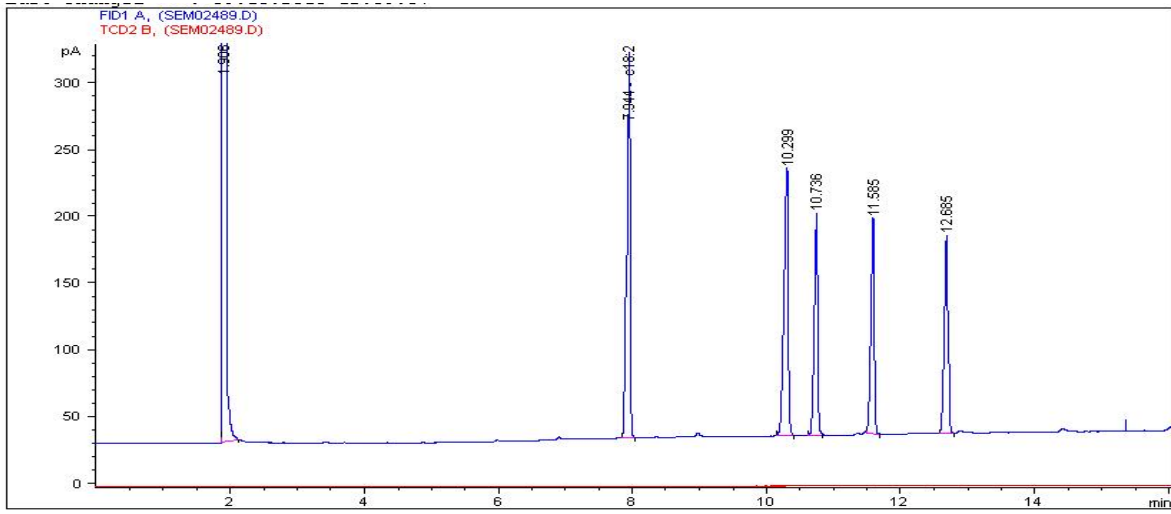
EKLER

EK 1: Yağ Asidi Standart Kromatogramı (13:0, 15:0, 17:0,19:0, 21:0)



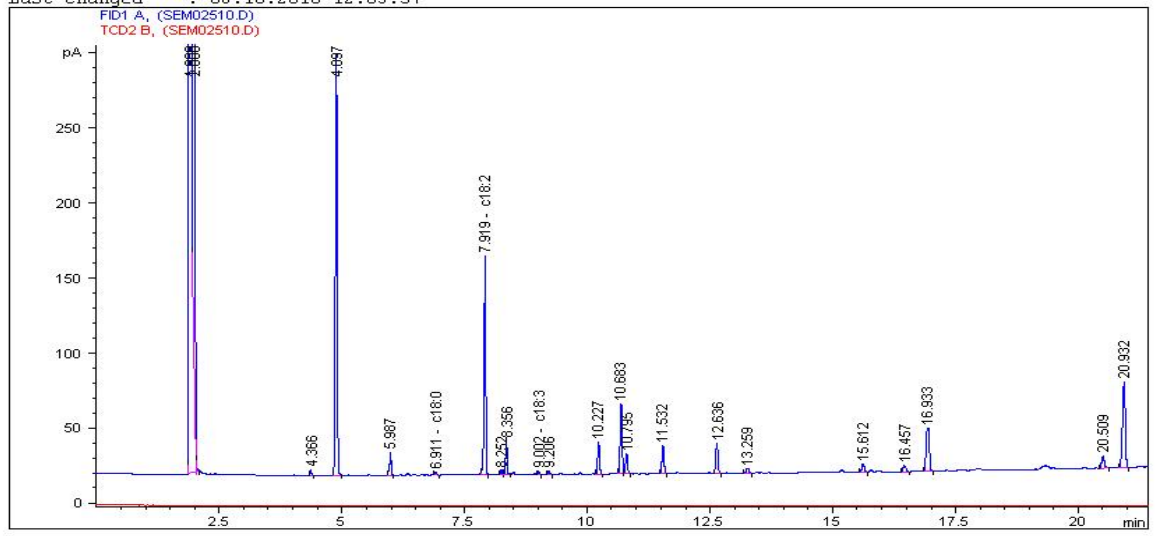
| Alıkonma zamanı (dk) | Yağ asiti |
|----------------------|-----------|
| 5.180 | 13:0 |
| 7.01 | 15:0 |
| 9.197 | 17:0 |
| 11.851 | 19:0 |
| 14.961 | 21:0 |

EK 2: Yağ Asidi Standart Kromatogramı (16:0, 18:0, 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3)



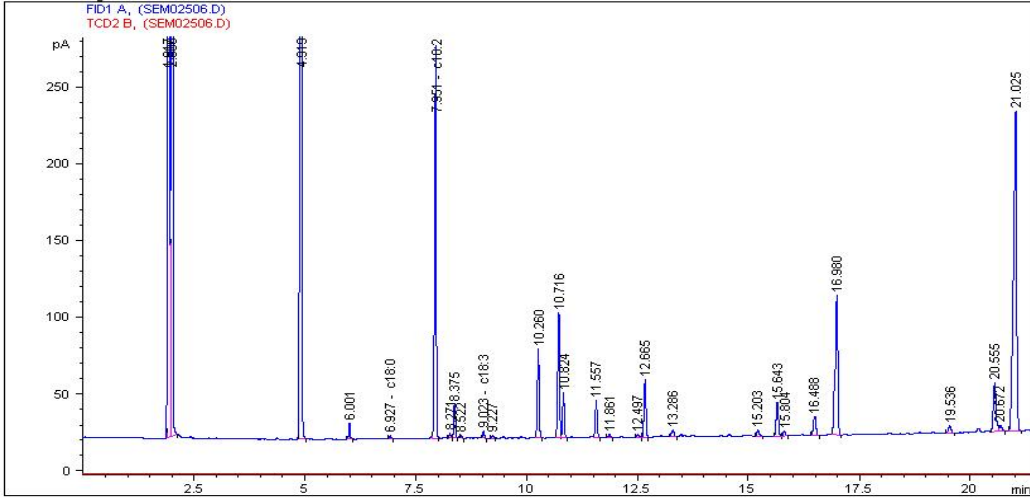
| Alıkonma zamanı (dk) | Yağ asiti |
|----------------------|-----------|
| 1.906 | Heksan |
| 7.944 | 16:0 |
| 10.299 | 18:0 |
| 10.736 | 18:1n-9 |
| 11.585 | 18:2n-6 |
| 12.685 | 18:3n-3 |

EK 3: Kas Tiaçilgiserol Yağ Asidi Kromatogramı



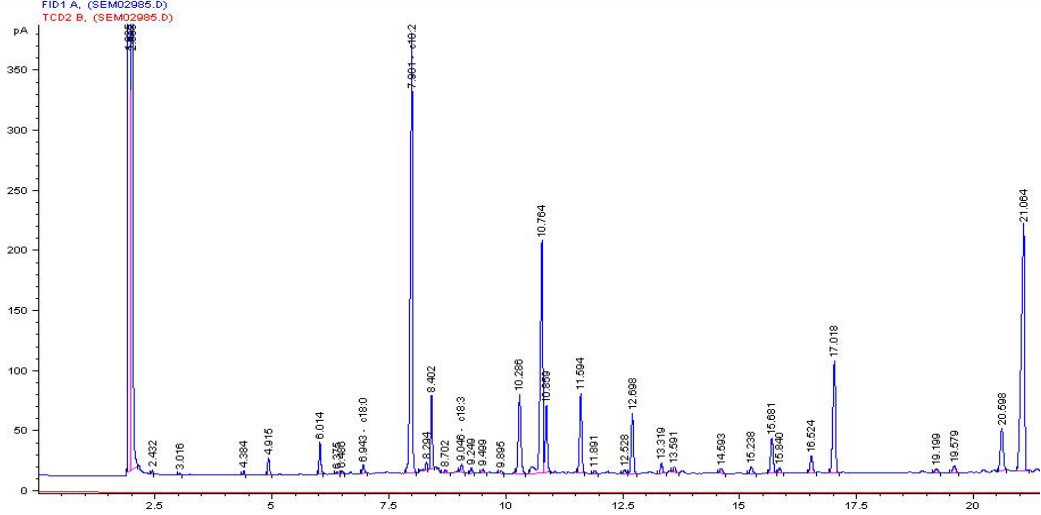
| Alıkonma zamanı (dk) | Yağ asiti |
|----------------------|-----------|
| 5.987 | 14:0 |
| 6.911 | 15:0 |
| 7.919 | 16:0 |
| 8.356 | 16:1n-7 |
| 9.002 | 17:0 |
| 10.227 | 18:0 |
| 10.683 | 18:1n-9 |
| 11.532 | 18:2n-6 |
| 12.636 | 18:3n-3 |
| 13.259 | 20:1n-9 |
| 15.612 | 20:3n-6 |
| 16.933 | 20:5n-3 |
| 20.509 | 22:5n-3 |
| 20.932 | 22:6n-3 |

EK 4: Kas Fosfolipit Yağ Asidi Kromatogramı



| Alıkonma zamanı (dk) | Yağ asiti |
|----------------------|-----------|
| 6.001 | 14:0 |
| 6.927 | 15:0 |
| 7.951 | 16:0 |
| 8.375 | 16:1n-7 |
| 9.023 | 17:0 |
| 10.260 | 18:0 |
| 10.716 | 18:1n-9 |
| 11.557 | 18:2n-6 |
| 12.665 | 18:3n-3 |
| 13.286 | 20:1n-9 |
| 15.203 | 20:3n-6 |
| 15.643 | 20:4n-6 |
| 16.980 | 20:5n-3 |
| 20.672 | 22:5n-3 |
| 21.025 | 22:6n-3 |

EK 5: Kas Total Yağ Asidi Kromatogramı



| Alıkonma zamanı (dk) | Yağ asiti |
|----------------------|-----------|
| 4.915 | 12:07 |
| 6.014 | 14:0 |
| 6.943 | 15:0 |
| 7.901 | 16:0 |
| 8.402 | 16:1n-7 |
| 9.046 | 17:0 |
| 10.286 | 18:0 |
| 10.764 | 18:1n-9 |
| 11.594 | 18:2n-6 |
| 12.698 | 18:3n-3 |
| 13.319 | 20:1n-9 |
| 13.561 | 20:2n-6 |
| 15.238 | 20:3n-6 |
| 15.681 | 20:4n-6 |
| 17.018 | 20:5n-3 |
| 20.598 | 22:5n-3 |
| 21.064 | 22:6n-3 |

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı : Hacer KAYHAN

Doğum Yeri :Diyarbakır

Doğum Tarihi :02.09.1984

Medeni Hali :Bekar

Yabancı Dili :İngilizce

EĞİTİM DURUMU (KURUM VE YIL)

Lise :Atatürk Lisesi, 1999-2002

Lisans :Dicle Üniversitesi, 2004-2008(Biyoloji)

Lisans :Dicle Üniversitesi, 2006-2011(Kimya, Çift Anadal Programı)

Yüksek Lisans :Dicle Üniversitesi, F.B.E., 2009-2011

YAYINLARI (SCI VE DİĞER) Kayhan, H., Başhan, M., Kaçar, S., Ünlü, E. 2010. Munzur Nehri'nden toplanan Kırmızı Benekli alabalık *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858) (**Osteichthyes: Salmonidae**)' nın farklı dokularındaki (kas, karaciğer ve gonat) yağ asidi kompozisyonlarının karşılaştırılması. 20. Ulusal Biy. Kong. 726-727. Pamukkale/Denizli.