

**T.C.**

**DİCLE ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ATATÜRK BARAJ GÖLÜ'NDEKİ BAZI TATLISU**

**BALIKLARININ TOTAL LİPİT VE YAĞ ASİTLERİNİN**

**MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ**

**Semra KAÇAR**

**DOKTORA TEZİ**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**DİYARBAKIR**

**ARALIK 2010**

T.C  
DİCLE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ  
DİYARBAKIR

Semra KAÇAR tarafından yapılan "Atatürk Baraj Gölü'ndeki Bazı Tatlısu Balıklarının Total Lipit ve Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi" konulu bu çalışma, jürimiz tarafından Biyoloji Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyesinin

Ünvanı Adı Soyadı

Başkan : Prof. Dr. Erhan ÜNLÜ

Üye(Danışman) : Prof. Dr. Mehmet BAŞHAN

Üye : Doç. Dr. Ahmet OYMAK

Üye : Doç. Dr. Elif İpek SATAR

Üye : Yrd. Doç. Dr. Özlem ÇAKMAK

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 22/12/2010

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

22/12/2010

Prof. Dr. Hamdi TEMEL

ENSTİTÜ MÜDÜRÜ

## **TEŞEKKÜR**

Tez konusunun belirlenmesinde, yürütülmesinde ve yazımında bilgi ve yardımını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet BAŞHAN'a en içten teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Yorum, öneri ve bilgi desteğiyle çalışmaya katkıda bulunan Prof. Dr. Erhan ÜNLÜ'ye, çalışmamızda kullanılan balıkların sağlanması, yaşlarının ve cinsiyetlerinin belirlenmesinde emeği geçen Doç. Dr. Ahmet OYMAK'a, tez düzeltmelerinde bana yardımcı olan Veysi KIZMAZ'a ve DÜBAP 08-FF-07 no'lu proje ile maddi katkı sağlayan Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

<b>TEŞEKKÜR</b> .....	i
<b>ÖZET</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>KISALTMALAR VE SİMGELER</b> .....	xii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
1.1. Yağ Asitlerinin Yapısı .....	2
1.2. Esansiyel (Temel) Yağ Asitlerinin Sentezi .....	3
1.3. Balıklarda Yağ Asitlerinin Fonksiyonu .....	4
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	9
2.1. Kas Total Lipit İçeriği ile İlgili Çalışmalar .....	9
2.2. Kas Total Lipit İçeriğine Etki Eden Faktörler .....	12
2.2.1. Kas Total Lipit İçeriğine Üremenin Etkisi .....	12
2.2.2. Doğal ve Kültür Balıklarında Kas Total Lipit İçeriği .....	13
2.2.3. Kas Total Lipit İçeriğine Mevsimlerin Etkisi .....	13
2.2.4. Kas Total Lipit İçeriğine Coğrafik Bölge ve Lokalitenin Etkisi .....	16
2.3. Karaciğer Total Lipit İçeriği ile İlgili Çalışmalar .....	16
2.4. Karaciğer Total Lipit İçeriğine Etki Eden Faktörler .....	17
2.4.1. Karaciğer Total Lipit İçeriğine Mevsimin Etkisi .....	17
2.4.2. Karaciğer Total Lipit İçeriğine Üremenin Etkisi .....	18
2.5. Karaciğer ve Kas Total Lipit İçeriğinin Karşılaştırılması .....	18
2.6. Dişi ve Erkek Bireylerde Karaciğer Total Lipit İçeriğinin Karşılaştırılması .....	19
2.7. Doğal ve Kültür Balıklarının Karaciğer Total Lipit Miktarı .....	19
2.8. Gonat Total Lipit İçeriği ile İlgili Çalışmalar .....	19
2.9. Gonat Total Lipit İçeriğine Etki Eden Faktörler .....	20
2.10. Ovaryum ve Testislerdeki Total Lipitlerin Karşılaştırılması .....	22
2.11. Kas Total Yağ Asidi Analizi .....	23
2.12. Kas Total Yağ Asidi İçeriğine Etki Eden Faktörler .....	31
2.12.1. Kas Total Yağ Asidi İçeriğine Mevsimin Etkisi .....	31
2.12.2. Kas Total Yağ Asidi İçeriğine Üremenin Etkisi .....	34
2.12.3. Deniz ve Tatlısu Balıklarının Kas Total Yağ Asitlerinin Karşılaştırılması .....	36

2.12.4. Kas Total Yağ Asidi İçeriğine Besinin Etkisi.....	38
2.12.5. Kas Total Yağ Asidi İçeriğine Eşeyin Etkisi.....	42
2.12.6. Kas Total Yağ Asidi İçeriğine Sıcaklığın Etkisi.....	43
2.12.7. Kas Total Yağ Asidi İçeriğine Coğrafik Bölge ve Lokalitenin Etkisi.....	45
2.12.8. Kas Total Yağ Asidi İçeriğine Yaşın Etkisi .....	46
2.13. Kültür ve Doğal Balıklarının Kas Total Yağ Asidi Analizi .....	46
2.14. Kas Lipitlerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Yağ Asidi Analizi .....	46
2.14.1. Kas Lipitlerinin Fosfolipit Yağ Asidi Analizi .....	46
2.14.2. Kas Lipitlerinin Triaçilgliserol Yağ Asidi Analizi .....	47
2.15. Kas Lipitlerindeki Triaçilgliserol ve Fosfolipit Yağ Asidi İçeriğine Etki Eden Faktörler .....	49
2.15.1. Kas Lipitlerinin Triaçilgliserol ve Fosfolipit Yağ Asidi İçeriğine Besinin Etkisi .....	50
2.15.2. Kas Lipitlerinin Triaçilgliserol ve Fosfolipit Yağ Asidi İçeriğine Sıcaklığın Etkisi .....	51
2.16. Kas Lipitlerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonlarındaki Yağ Asidi İçeriğinin Karşılaştırılması .....	51
2.17. Fosfolipit Alt Sınıflarının Yağ Asidi İçeriği .....	53
2.18. Karaciğer Total Yağ Asidi Analizi.....	54
2.19. Karaciğer Lipitlerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Yağ Asidi Analizi.....	58
2.20. Gonat Gelişiminde Yağ Asitlerinin Rolü .....	59
2.21. Gonat Total Yağ Asidi Analizi.....	61
2.22. Testis ve Ovaryumdaki Yağ Asidi İçeriğinin Karşılaştırılması .....	62
2.23. Gonat Lipitlerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Yağ Asidi İçeriği .....	64
2.24. Balık Kas Total Lipitlerinde n-3/n-6 Oranı .....	65
2.25. N-3/n-6 Oranına Etki Eden Faktörler .....	68
2.25.1. Deniz ve Tatlısu Balıklarında N-3/n-6 Oranı .....	68
2.25.2. N-3/n-6 Oranına Mevsimin Etkisi .....	69
2.25.3. N-3/n-6 Oranına Besinin Etkisi .....	71
2.25.4. Kültür ve Doğal Balıklarda N-3/n-6 Oranı .....	71
2.25.5. Balık Büyüklüğünün N-3/n-6 Oranına Etkisi .....	71
2.26. Balık Yağının İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri.....	71
2.27. Bireysel Yağ Asitlerinin Fonksiyonu .....	72

2.28. İncelenen Balık Türlerinin Bazı Biyolojik Özellikleri .....	73
2.28.1. <i>Silurus triostegus</i> (Heckel, 1843) .....	73
2.28.2. <i>Tor grypus</i> (Heckel, 1843) .....	74
2.28.3. <i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758) .....	75
2.29. Atatürk Baraj Gölü ve Balıkçılık .....	76
<b>3. MATERYAL VE METOT .....</b>	<b>79</b>
3.1. Balık Örneklerinin Toplanması: .....	79
3.2. Yaş Tayini .....	79
3.3. Lipit Ekstraksiyonu ve Yağ Asitlerinin Metil Esterlerine Dönüştürülmesi .....	80
3.4. Gaz Kromatografi Koşulları .....	81
3.5. Verilerin değerlendirilmesi .....	81
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>85</b>
4.1. Kas Total Lipit Miktarı .....	85
4.1.1. <i>C. carpio</i> bireylerinin kas total lipit miktarı .....	85
4.1.2. <i>T. grypus</i> bireylerinin kas total lipit miktarı .....	85
4.1.3. <i>S. triostegus</i> bireylerinin kas total lipit miktarı .....	85
4.2. Kas Total Lipit Miktarına Etki Eden Faktörler .....	90
4.2.1. Kas Total Lipit Miktarına Üremenin Etkisi .....	90
4.2.2. Kas Total Lipit Miktarına Mevsimin Etkisi .....	91
4.2.3. Kas Total Lipit Miktarına Eşeyin Etkisi .....	92
4.3. Karaciğer Total Lipit Miktarı .....	93
4.3.1. <i>C. carpio</i> bireylerinin karaciğer total lipit miktarı .....	93
4.3.2. <i>T. grypus</i> bireylerinin karaciğer total lipit miktarı .....	93
4.3.3. <i>S. triostegus</i> bireylerinin karaciğer total lipit miktarı .....	94
4.4. Karaciğer Total Lipit Miktarına Etki Eden Faktörler .....	94
4.4.1. Karaciğer Total Lipit Miktarına Mevsimin Etkisi .....	94
4.4.2. Karaciğer Total Lipit Miktarına Üremenin Etkisi .....	95
4.5. Karaciğer ve Kas Total Lipit Miktarının Karşılaştırılması .....	95
4.6. Dişi ve Erkek Karaciğer Total Lipit Miktarının Karşılaştırılması .....	96
4.7. Gonat Total Lipit Miktarı .....	96
4.7.1. <i>C. carpio</i> bireylerinin gonat total lipit miktarı .....	96
4.7.2. <i>T. grypus</i> bireylerinin gonat total lipit miktarı .....	96

4.7.3. <i>S. triostegus</i> bireylerinin gonat total lipit miktarı .....	96
4.8. Gonat Total Lipit Miktarına Etki Eden Faktörler .....	98
4.8.1. Gonat Total Lipit Miktarına Üremenin Etkisi .....	98
4.8.2. Gonat Total Lipit Miktarına Eşeyin Etkisi .....	98
4.9. Kas Total Lipidindeki Yağ Asidi İçeriği .....	99
4.9.1. <i>C. carpio</i> bireylerinin kas total lipidindeki yağ asidi içeriği .....	99
4.9.2. <i>T. grypus</i> bireylerinin kas total lipidindeki yağ asidi içeriği .....	103
4.9.3. <i>S. triostegus</i> bireylerinin kas total lipidindeki yağ asidi içeriği .....	106
4.10. Kas Total Lipitlerindeki Yağ Asidi İçeriğine Etki Eden Faktörler .....	118
4.10.1. <i>C. carpio</i> bireylerinin kas total lipitlerindeki yağ asidi içeriğine üreme periyodunun etkisi .....	118
4.10.2. <i>T. grypus</i> bireylerinin kas total lipitlerindeki yağ asidi içeriğine üreme periyodunun etkisi .....	118
4.10.3. <i>S. triostegus</i> bireylerinin kas total lipitlerindeki yağ asidi içeriğine üreme periyodunun etkisi .....	119
4.10.4. <i>C. carpio</i> bireylerinin kas total lipitlerindeki yağ asidi içeriğine mevsimin etkisi .....	121
4.10.5. <i>T. grypus</i> bireylerinin kas total lipitlerindeki yağ asidi içeriğine mevsimin etkisi .....	121
4.10.6. <i>S. triostegus</i> bireylerinin kas total lipitlerindeki yağ asidi içeriğine mevsimin etkisi .....	122
4.10.7. <i>C. carpio</i> bireylerinin kasındaki total lipidin yağ asidi içeriğine sıcaklığın etkisi .....	124
4.10.8. <i>T. grypus</i> 'ta bireylerinin kasındaki total lipidin yağ asidi içeriğine sıcaklığın etkisi .....	125
4.10.9. <i>S. triostegus</i> bireylerinin kasındaki total lipidin yağ asidi içeriğine sıcaklığın etkisi .....	125
4.10.10. <i>C. carpio</i> kasındaki total lipidin yağ asidi içeriğine eşeyin etkisi .....	127
4.10.11. <i>T. grypus</i> kasındaki total lipidin yağ asidi içeriğine eşeyin etkisi .....	127
4.10.12. <i>S. triostegus</i> kasındaki total lipidin yağ asidi içeriğine eşeyin etkisi .....	127
4.11. <i>C. carpio</i> , <i>T. grypus</i> ve <i>S. triostegus</i> Kas Total Lipitlerinde N-3/n-6 Oranı	128
4.12. Tropikal Balıklarda N-3/n-6 Oranı .....	130
4.13. Cyprinidlerde N-3/n-6 Oranı .....	130
4.14. Deniz ve Tatlısu Balıklarında N-3/n-6 Oranı .....	131

4.15. N-3/n-6 Oranına Mevsimin Etkisi .....	132
4.16. N-3/n-6 Oranına Besinin Etkisi .....	133
4.17. <i>C. carpio</i> , <i>T. grypus</i> ve <i>S. triostegus</i> 'un Kas Lipitlerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Yağ Asidi İçeriği.....	134
4.17.1. <i>C. carpio</i> bireyelerinin kas lipitlerinin fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi içeriği .....	134
4.17.2. <i>T. grypus</i> bireyelerinin kas lipitlerinin fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi içeriği .....	141
4.17.3. <i>S. triostegus</i> bireyelerinin kas lipitlerinin fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi içeriği.....	147
4.18. Kas Lipitlerinin Fosfolipit Yağ Asidi Analizi .....	154
4.19. Kas Lipitlerinin Triaçilgliserol Yağ Asidi Analizi .....	155
4.20. Triaçilgliserol ve Fosfolipit Fraksiyonundaki Yağ Asidi İçeriğine Etki Eden Faktörler .....	157
4.20.1. Triaçilgliserol ve Fosfolipit Fraksiyonundaki Yağ Asidi İçeriğine Besinin Etkisi .....	157
4.20.2. Triaçilgliserol ve Fosfolipit Fraksiyonundaki Yağ Asidi İçeriğine Sıcaklığın Etkisi.....	158
4.21. Kas Lipitlerinin Triaçilgliserol ve Fosfolipit Fraksiyonundaki Yağ Asidi İçeriklerinin Karşılaştırılması .....	160
4.22. Karaciğer Total Lipidindeki Yağ Asidi İçeriği .....	162
4.22.1. <i>C. carpio</i> bireyelerinin karaciğer total lipidindeki yağ asidi içeriği.....	162
4.22.2. <i>T. grypus</i> bireyelerinin karaciğerindeki total lipidin yağ asidi içeriği.....	166
4.22.3. <i>S. triostegus</i> bireyelerinin karaciğerindeki total lipidin yağ asidi içeriği ...	169
4.23. Karaciğer Total Yağ Asitlerinde N-3/n-6 Oranı.....	173
4.24. Karaciğer Total Yağ Asidi İçeriğine Mevsim ve Eşeyin Etkisi .....	174
4.25. <i>C. carpio</i> , <i>T. grypus</i> ve <i>S. triostegus</i> 'un Karaciğer Lipitlerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Yağ Asidi İçeriği.....	175
4.25.1. <i>C. carpio</i> bireyelerinin karaciğer lipidindeki fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi içeriği.....	175
4.25.2. <i>T. grypus</i> bireyelerinin karaciğer lipidindeki fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi içeriği.....	182
4.25.3. <i>S. triostegus</i> bireyelerinin karaciğer lipidindeki fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi içeriği.....	188
4.26. Karaciğer Lipitlerindeki Triaçilgliserol Yağ Asidi Analizleri .....	194



4.27. Karaciğer Lipitlerindeki Fosfolipit Yağ Asidi Analizleri .....	195
4.28. Karaciğer Lipitlerindeki Fosfolipit ve Triaçilgliserol Yağ Asidi İçeriğini Etkileyen Faktörler: Mevsim ve Üreme Zamanı .....	195
4.29. Gonat Total Lipidindeki Yağ Asidi İçeriği .....	196
4.29.1. <i>C. carpio</i> bireylerinin gonat total lipidindeki yağ asidi içeriği.....	196
4.29.2. <i>T. grypus</i> bireylerinin gonat total lipidindeki yağ asidi içeriği.....	199
4.29.3. <i>S. triostegus</i> bireylerinin gonat total lipidindeki yağ asidi içeriği .....	202
4.30. Gonat Gelişiminde Yağ Asitlerinin Rolü .....	205
4.31. Gonat Yağ Asidi Analizleri .....	206
4.32. Gonatlardaki Yağ Asidi Değişiminin Nedenleri .....	207
4.33. Gonat Yağ Asidi Analizini Etkileyen Faktörler .....	207
4.33.1. Gonat Yağ Asidi İçeriğine Mevsimin ve Üreme Döneminin Etkisi.....	208
4.34. Balık Testis ve Ovaryumdaki Yağ Asidi İçeriğinin Karşılaştırması .....	209
4.35. <i>C. carpio</i> , <i>T. grypus</i> ve <i>S. triostegus</i> 'un Gonat Lipitlerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Yağ Asidi İçeriği.....	209
4.35.1. <i>C. carpio</i> bireylerinin gonat lipidindeki fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi içeriği .....	210
4.35.2. <i>T. grypus</i> bireylerinin gonat lipidindeki fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi içeriği .....	216
4.35.3. <i>S. triostegus</i> bireylerinin gonat lipidindeki fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi içeriği.....	222
4.36. Gonat Lipidindeki Triaçilgliserol ve Fosfolipit Yağ Asidi İçeriği.....	228
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>230</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>232</b>
<b>EKLER:.....</b>	<b>256</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>262</b>

## ÖZET

Bu çalışmada, *Cyprinus carpio*, *Tor grypus* ve *Silurus triostegus*'un kas, karaciğer ve gonatlarının total lipidi ile fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi bileşiminin, eşeye ve mevsime bağlı değişimleri araştırılmıştır. Balık örnekleri Atatürk Baraj Gölü'nden Mayıs 2008-Mart 2009 tarihlerinde ikişer aylık periyotlarla alınmıştır.

*C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'un total lipit içeriği yıl içinde dişilerin kas dokusunda % 0.53-4.88, erkeklerin kas dokusunda % 0.41-5.31, dişilerin gonatlarında % 0.54-5.04, erkeklerin gonatlarında % 0.97-4.62, dişilerin karaciğerinde % 0.74-4.84, erkeklerin karaciğerinde % 0.50-3.71 aralığında değişmiştir. *T. grypus* kaslarının, *S. triostegus* ve *C. carpio*'ya oranla daha fazla total lipit içerdiği saptanmıştır. Üç balık türünün dokularındaki total lipit miktarı; üreme zamanı ve mevsime bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Örneğin, *C. carpio* ve *S. triostegus* dişi bireylerinin kaslarında total lipit içeriği, yumurtlamadan sonra haziran ayında azalmıştır. Üç balık türünün karaciğerindeki total lipit miktarı, ocak ve eylül aylarında azalmıştır. *S. triostegus*'un karaciğer total lipit miktarı, aynı türün kas dokusundan daha fazla; *T. grypus* karaciğer total lipit miktarı ise aynı türün kas dokusundan daha az lipit içermiştir. *C. carpio* ve *T. grypus*'un her iki eşeyinde gonat total lipit miktarı eylül ayında artmıştır.

Balıkların; kas, gonat ve karaciğerlerindeki total lipit ile fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi içerikleri; yağ asidi standartları kullanılarak, gaz kromatografi ile belirlenmiştir. Bu çalışmada,  $\Sigma$ SFA (Saturated Fatty Acids: Doymuş Yağ Asitleri),  $\Sigma$ MUFA (Monounsaturated Fatty Acids: Tekli Doymamış Yağ Asitleri) ve  $\Sigma$ PUFA (Polyunsaturated Fatty Acids: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri) düzeylerinin, balık türleri ve aynı balığın dokuları arasında değiştiği belirlenmiştir. Üç balık türünün dokularından ekstrakte edilen total lipitlerinde SFA oranı % 24.02-46.06, MUFA % 12.08-46.83 arasında değişmiştir. Dokuların total lipidinde PUFA yüzdesi, % 21.55-60.94 arasında bulunmuştur.

Üç balık türünün karaciğerindeki total lipidin  $\Sigma$ PUFA yüzdeleri, aynı balıkların kaslarından daha yüksek bulunmuştur. Tüm mevsimlerde, *C. carpio*, *S. triostegus* ve *T. grypus*'un doku lipitlerindeki total lipit, fosfolipit (PL) ve triaçilgliserol (TAG) fraksiyonlarındaki SFA, MUFA ve PUFA dağılımları farklı bulunmuştur. Triaçilgliserol, fosfolipide oranla daha az oranda PUFA, daha fazla oranda MUFA ve SFA; TAG ile karşılaştırıldığında PL daha fazla oranda PUFA ve daha az oranda MUFA ve SFA içermiştir.

Gaz kromatografi sonuçlarına göre; balıkların kas, gonat ve karaciğer gibi dokularında doymuş yağ asitlerinden lavrik asit (12:0), tridekanoik asit (13:0), miristik asit (14:0), pentadekanoik asit (15:0), palmitik asit (16:0), heptadekanoik asit (17:0) ve stearik asit (18:0); tekli doymamış yağ asitlerinden palmitoleik asit (16:1n-7), oleik asit (18:1n-9) ve eikosenoik

asit (20:1n-9); aşırı doymamış yağ asitlerinden linoleik asit (18:2n-6), linolenik asit (18:3n-3), eikosatrienoik asit (20:3n-6), arakidonik asit (20:4n-6), eikosapentaenoik asit (20:5n-3), dokosapentaenoik asit (22:5n-3) ve dokosaheksaenoik asitler (22:6n-3) tespit edilmiştir. Tüm mevsimlerde üç balık türünün dokularındaki total lipitlerde SFA içinde temel bileşen 16:0 (% 15.61-31.83), tekli doymamış yağ asitleri içinde 18:1n-9 (% 8.83-33.64), PUFA içinde 22:6n-3 (% 4.42-27.08) ve 20:5n-3 (% 1.74-9.21)'tir.

*C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'un dokularında yüzde dağılımda en fazla bulunan yağ asitlerinin oranları; üreme zamanı, sıcaklık ve mevsime bağlı olarak değişmiştir. Üç balık türünün her iki eşeyinin kas total lipidindeki 16:0 yüzdesinin, diğer aylarla karşılaştırıldığında haziran ve eylül aylarında daha yüksek olduğu; buna karşılık 22:6n-3 yüzdesinin, diğer aylarla karşılaştırıldığında mayıs ayında düşük olduğu bulunmuştur.

*C. carpio* ve *T. grypus*'un kas lipitlerinin PL fraksiyonunda  $\Sigma$ SFA ve 16:0'm oranının yumurtlama öncesi dönem olan mart ayında düştüğü, buna karşılık üç balık türünde  $\Sigma$ SFA ve 16:0 oranının yumurtlama sonrası eylül ve kasım aylarında yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çalışılan türlerin her iki eşeyinin total lipitlerinde n-3/n-6 oranı; kasta 1.15-4.05, karaciğerde 1.30-3.50, gonatlarda 1.22-3.79 aralığında tespit edilmiştir. *C. carpio* ve *S. triostegus* ile karşılaştırıldığında, *T. grypus*'un kaslarında n-3/n-6 oranının daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Üç balık türünün dokularındaki TAG ve PL yağ asidi kompozisyonları farklı bulunmuştur. Triaçilgliseroller; yüksek oranda MUFA, 16:0, 16:1n-7, 18:2n-6 ve 18:3n-3; fosfolipitler ise yüksek miktarda PUFA, 20:3n-6, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:5n-3, 22:6n-3 ve SFA'ler içinde 18:0 içermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Atatürk Baraj Gölü, *C. carpio*, *T. grypus*, *S. triostegus*, Mevsimsel Yağ, Asidi İçeriği.

## ABSTRACT

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 *C. carpio*, *T. grypus* and *S. triostegus* were investigated. Fish samples have been obtained from Atatürk Dam Lake in two-month periods between May 2008 and March 2009. The total lipid content varied seasonally from 0.53 % to 4.88 % in female muscles, 0.41 % to 5.31 % in male muscles, 0.54 % to 5.04 % in female gonads, 0.97 % to 4.62 % in male gonads, 0.74 % to 4.84 % in female livers, 0.50 % to 3.71 % in male livers of wet weight for *C. carpio*, *T. grypus* and *S. triostegus*. It was determined that muscles of *T. grypus* contained higher percentages of total lipid than *S. triostegus* and *C. carpio*.

The total lipid amount in tissues of three fish species was influenced by reproduction period and season. For example, the total lipid content in muscles of female *C. carpio* and *S. triostegus* decreased to minimum in July after spawning. The amount of total lipid in livers of three fish species decreased in January and September. Total lipid content of liver was found higher than muscle in *S. triostegus* while total lipid content of liver was found lower than muscle in *T. grypus*. Total lipid content of gonads in both sexes of *C. carpio* and *T. grypus* increased in September.

Fatty acid compositions of total lipid, PL and TAG fractions have been determined in muscle, gonad and liver tissues of fishes by gas chromatography using a mixture of fatty acid standards. The present study revealed that  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA, and  $\Sigma$ PUFA levels varied among fish species and tissues of the same fish species. The  $\Sigma$ SFA and  $\Sigma$ MUFA percentages of the total lipid extracted from tissues of the three fish species ranged from 24.02 % to 46.06 % and from 12.08 % to 46.83 %, respectively. The  $\Sigma$ PUFA percentages of the total lipid in tissues was found from 21.55 % to 60.94 %. Generally,  $\Sigma$ PUFA percentages of the total lipid in liver of three fish species were found higher than muscles of same fish species. The distributions of SFA, MUFA and PUFA proportions were found different among total lipid, PL and TAG fractions from lipids in tissues of *C. carpio*, *S. triostegus* and *T. grypus* in all seasons. Triacylglycerol contained a lower proportion of PUFA and a higher proportion of MUFA and SFA than PL while PL contained higher proportion of PUFA than proportion of MUFA and SFA compared to TAG.

According to the gas chromatography results, following saturated fatty acids: lauric acid (12:0), tridecanoic acid (13:0), myristic acid (14:0), pentadecanoic acid (15:0) palmitic acid (16:0), heptadecanoic acid (17:0) and stearic acid (18:0) monounsaturated fatty acids, palmitoleic acid (16:1n-7), oleic acid (18:1n-9) and eicosenoic acid (20:1n-9); and polyunsaturated fatty acids: linoleic acid (18:2n-6), linolenic acid (18:3n-3), eicosatrienoic acid

(20:3n-3), arachidonic acid (20:4n-6), eicosapentaenoic acid (20:5n-3), docosapentaenoic acid (22:5n-3) and docosahexaenoic acid (22:6n-3) were determined in three tissues such as muscle, gonad and liver of fishes.

The main constituents were 16:0 (15.61-31.83 % among SFA, and 18:1n-9 (8.83-33.64 %) among MUFA, 22:6n-3 (4.42-27.08 %) and 20:5n-3 (1.74-9.21 %) among PUFA in the total lipid extracted from tissues of three fish species in all seasons.

The proportions of major fatty acids in tissues of *C. carpio*, *T. grypus* and *S. triostegus* varied to depending on reproduction period, temperature and season.

It was found that the percentage of 16:0 in the total lipid extracted from muscles of both sexes of three fish species was higher in july and september than to other months while percentage of 22:6n-3 was found lower in may than to other months.

The proportion of  $\Sigma$ SFA and 16:0 in PL fractions of muscle lipids of *C. carpio* and *T. grypus* was found to be low in march in prespawning period whereas the proportion of  $\Sigma$ SFA and 16:0 in three fish species found to be high september and november in postspawning.

In this study, the n-3/n-6 ratio was determined to range from 1.15 to 4.05 for dorsal muscle, 1.30 to 3.50 for liver and 1.22 to 3.79 for gonads in total lipids in both sexes of all studied species. The higher n-3/n-6 ratio was found in muscle of *T. grypus* compared with *C. carpio* and *S. triostegus*.

Triacylglycerol and PL fatty acid compositions in tissues of three fish species were found different. Triacylglycerols were characterized by a high content of MUFA, 16:0, 16:1n-7, 18:2n-6 and 18:3n-3; whereas phospholipids contained a large quantity of PUFA, mainly, 20:3n-6, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:5n-3, 22:6n-3 and 18:0 among SFAs.

**Key words:** Atatürk Dam Lake, *C. carpio*, *T. grypus*, *S. triostegus*, Seasonal Fatty Acid Composition.

## **KISALTMALAR VE SİMGELER**

SFA: Saturated Fatty Acids: Doymuş yağ asitleri

MUFA: Monounsaturated Fatty Acids: Tekli doymamış yağ asitleri

PUFA: Polyunsaturated Fatty Acids: Aşırı doymamış yağ asitleri

HUFA: Highly Unsaturated Fatty Acids: Çoklu doymamış yağ asitleri

UFA: Unsaturated Fatty Acids: Doymamış yağ asitleri

AA: Arakidonik asit: C20:4n-6

EPA: Eikosapentaenoik asit: C20:5n-3

DHA: Dokosaheksaenoik asit: C22:6n-3

ALA: Alfa Linolenik asit: C18:3n-3

LA: Linoleik asit: C18:2n-6

PL: Fosfolipit

TAG: Triaçilgliserol

PI: Fosfatidilinositol

PC: Fosfatidilkolin

PE: Fosfatidiletanolamin

PG: Fosfatidilgliserol

C20 PUFA: Yirmi karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri

C18 PUFA: On sekiz karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri

$\omega$ -3: Omega-3

$\omega$ -6: Omega-6

## 1. GİRİŞ

Sucul omurgalıların en büyük ve en geniş grubundan olan balıklar, omurgalıların yaklaşık olarak yarısını oluştururlar. Balık türlerinin % 39'u tatlısu balıklarıdır. Yaşam alanı geniş olan tatlısu balıklarının büyük kısmı tropik ve subtropik olup kutup bölgelerinde az bulunurlar (Henderson ve Tocher 1987).

Balık eti insan gıdasının önemli bir kısmını oluşturur. Balık etinin kalitesini belirleyen esas bileşenler proteinler ve lipitlerdir. Balığın canlı ağırlığının % 70-80'nini su, % 17-20 protein, % 2-10 oranını da yağlar oluşturmaktadır (Dönmez ve Tatar 2001). Kalsiyum, fosfor, demir, A, D ve B vitamini komplekslerini de içeren balıklar, insanların gereksinim duyduğu proteinlerin % 75'ini sağlayabilirler. Ancak bu bileşenler, türler arasında, aynı türün bireyleri arasında hatta aynı bireyin organları arasında farklılıklar gösterebilmektedir (Forss 1969).

Balıklar, lipitleri yağ dokusunda depo eden memelilerin aksine, daha çok iskelet kası ve karaciğer dokusunda depo ederler (Neuhaus ve Halver 1969). Balıklarda depolanan bu lipitlerin bir kısmı hayvanın fizyolojik durumu ve çevre koşullarında meydana gelen değişmelere göre gereksinim duyulan kısımlara nakledilir (Johansson ve ark. 2000). Lipitlerin balıklar tarafından tamamıyla sindirildiği ve enerji kaynağı olarak karbonhidratlara tercih edildiği ifade edilmiştir (Cho ve ark. 1985). Bu yağ asitlerinin başlıca kaynakları sudaki besin zincirinin ilk halkasını oluşturan planktonik organizmalardır.

Kimyasal yapısı itibariyle, balık eti mükemmel bir gıdadır. Esansiyel amino asitlerini dengeli bir şekilde bulundurması, vitamin ve mineral bakımından zengin olması, kolesterol içeriğinin düşük olması, balık etinin önemini artırmaktadır. Bununla birlikte beslenme açısından balık etinin önemini artıran en önemli özellik; balık yağının yağ asidi içeriği özellikle de omega-3'ten kaynaklanmaktadır (Ackman ve Ratnayake 1989). Balık yağlarında bulunan omega-3 serisi yağ asitlerinin, kalp ve damar, depresyon, hipertansiyon, mafsalsal iltihabı ve kanser gibi bazı önemli rahatsızlıklarda faydalı olduğunun anlaşılmasından sonra balıkların yağ asitleri kompozisyonuna olan ilgi son yıllarda giderek artmıştır. Doymamış yağ asitleri içerisinde çoklu doymamış yağ asitleri olarak bilinen HUFA (EPA: Eikosapentaenoik asit ve DHA: Dokosaheksaenoik asit)'in en iyi kaynağı balıklardır. Bu bileşenler; özellikle miyokard, retina, beyin ve spermatozoada bol miktarda bulunurlar, bu dokuların gelişmesi, doğru

ve tam çalışması ve düzenleyicisi oldukları birçok fizyolojik sürecin işlemesi için gereklidirler. Genel olarak  $\omega 3$  yağ asitlerinin (ALA, EPA ve DHA) özellikle büyüme, gelişme, kan lipitleri ve lipoprotein seviyeleri üzerine yararlı etkileri olduğu (Siscovick ve ark. 1995, İmre ve Sağlık 1998, Tanakol ve ark. 1999); eksikliğinde ise cilt hastalıkları, anemi, görme bozuklukları, enfeksiyona yatkınlık gibi rahatsızlıkların ortaya çıktığı bilinmektedir. Siscovick ve ark. (1995)'nin  $\omega 3$  serisi yağ asitlerinin kalp hastalıklarına etkileri üzerine yaptığı bir çalışmada ayda 5.5 gr EPA ve DHA içeren diyetle beslenenlerin, EPA ve DHA içermeyen diyetle beslenenlere göre kalp krizi geçirme riskinin % 50 daha düşük olduğunu saptamışlardır. 1970'lerde Dyerberg ve Bang, Gröland Eskimolarının kalp enfarktüsünden ölüm oranının Danimarka ve Kuzey Amerikalılardan 1/10 daha az olduğunu, bunun da besinsel farklılıklardan ileri geldiğini keşfetmişlerdir. Araştırmacılar Eskimoların besinlerinin esasını deniz ayıları ve balinalar gibi  $\omega 3$  yağ asitlerince zengin deniz canlıları oluşturduğunu, bu yağ asitlerinin de kalp-damar hastalıklarını önlediğini bildirmişlerdir (Dyerberg 1990, Sinclair ve O'dea 1990).

### 1.1. Yağ Asitlerinin Yapısı

Katı ve sıvı yağlar, yağ asidi zincirlerinden oluşur. Zincirin bir ucunda COOH (karboksil) grubu, diğer ucunda CH<sub>3</sub> (metil) grubu, ortada ise değişik uzunlukta hidrokarbon bulunmaktadır. Karboksil grubu bir no'lu karbon atomu, ona komşu olan  $\alpha$ , diğer karbon atomuna  $\beta$ , sondaki CH<sub>3</sub> grubuna  $\omega$  karbon atomu adı verilir. Zincir yapıdaki yağ molekülleri farklı uzunluk, farklı sayı ve farklı bağ yapıları içerirler. Çift bağ içermeyen yağ asitleri, doymuş yağ asitleri olarak bilinir. Bitki ve hayvanlarda C atom sayısı 10-20 arasında değişen bu yağ asitlerinin en önemli bileşeni, 16:0 (palmitik asit)'tir. Bunlardan bir çift bağı olanlar tekli doymamış yağ asitleri olarak bilinir. En önemlileri 16:1n-7 ve 18:1n-9'tir. Birden çok çift bağ içerenler, çoklu doymamış yağ asitleri olarak adlandırılırlar. Bunların molekül dizilişlerinde karbon atomu sayısı 18-20 arasında ve 2-4 adet çift bağa sahip olduklarından bu yağ asitlerine PUFA, 20'den fazla karbon atomu ve 4'ten fazla sayıda çift bağ içeren yağ asitlerine ise HUFA (highly unsaturated fatty acids, çoklu doymamış yağ asitleri) adı verilmektedir. Zincir uzunluğu, sayısı ve çift bağın pozisyonu yağın biyolojik özelliklerini belirlemektedir (Burr ve Burr 1929, Halver 1972, Voet ve Voet 1990, Sarı ve Çakmak 1996, Lovell 1998, Hoşsu ve ark. 2001).



Doymamış yağ asitlerinin belirtilmesinde isimlerin yanında özel nümerik sistemler de kullanılmaktadır. Örneğin; 18:3n-3 şeklinde gösterilen linolenik asidin, 3 adet çift bağ içeren 18 karbon atomundan oluştuğu, n-3 veya omega-3 ifadesi ise ilk çift bağın 3. karbon atomu ile 4. karbon atomu arasında olduğunu belirtmekte ve formül uçta bir metil grubu (CH<sub>3</sub>) bulundurmaktadır (Voet ve Voet 1990, Lovell 1998, Hoşsu ve ark. 2001). Altıncı ve yedinci karbon atomları arasında çift bağ içerenler ise Omega-6 ya da n-6 yağ asitleri olarak adlandırılır (Halver 1972, Gurr ve Harwood 1991, Akyurt 1993, Şener 2001, Bilgüven 2002) (Şekil 1).

Balık yağları % 20-30 oranında doymuş yağ asitlerini, % 70-80 oranında da doymamış yağ asitlerini içerir. Balık yağlarındaki PUFA miktarı % 25-30'dur. Su ürünlerinin yağlarındaki PUFA'ler genellikle ω-3 şeklindedir. Omega-6 yağ asitleri ise toplam yağ asitleri oranının % 1-3'ünü oluşturmaktadır (Ackman 1988). Balık yağlarının en karakteristik özelliği uzun zincirli çok çift bağlı yağ asitlerine sahip olmalarıdır. Balık yağlarındaki aşırı doymamış yağ asitlerinin zincir uzunlukları genelde 18 karbonun üzerindedir. Bitkisel ve hayvansal yağlarda zincir uzunluğu 18 karbonu geçen yağ asitleri miktarı % 1-5 arasında iken balık yağında % 25-33'tür ve bu oran % 50'ye kadar varabilir. Balık yağları 4, 5, 6 çift bağ içeren aşırı doymamış yağ asitlerini çoğunlukla içerir. Özellikle ω-3 serisinden EPA ve DHA, balık yağına özgüdür. Balık yağları ω-6'dan ziyade, ω-3 yağ asitlerini içerir. Bu özelliği ile balık yağı hayvansal ve bitkisel kaynaklı katı ve sıvı yağlardan farklı beslenme özelliklerine sahiptir (Göğüş 1988). Bu türlerin başta kas dokuları olmak üzere bütün organlarındaki yağ asidi bileşimi içinde omega-3 olarak bilinen yağ asitlerinin miktarları yüksektir. Bu yağ asitlerinin başlıca kaynakları sudaki besin zincirinin ilk halkasını oluşturan planktonik organizmalardır (Canpolat ve ark. 1999).

## **1.2. Esansiyel (Temel) Yağ Asitlerinin Sentezi**

Omurgasızların çoğu ve omurgalılarda  $\Delta^{12}$  ve  $\Delta^{15}$  desaturaz enzimleri bulunmadığı için, 18:2n-6 ve 18:3n-3 asitleri vücutta sentezlenemezler. Temel (esansiyel) olan bu yağ asitleri, mutlaka besinlerle dışarıdan alınmalıdır. Belirli yağ asitlerinin vücut için esansiyel olduğu fikri, ilk olarak Evans ve Burr (1929) tarafından ortaya atılmıştır. Yağsız diyetle beslenen fareler üzerinde yapılan araştırmada; büyümenin gecikmesi, böbrek fonksiyon bozuklukları, cilt sorunları, üreme fonksiyon bozuklukları gibi rahatsızlıklar bulunmuştur. Ancak söz konusu araştırma, sorunun yağ

asidi eksikliğinden değil, linoleik asit adlı yağ asidi eksikliğinden kaynaklandığını göstermiştir. Vücudun üretilmediği ve mutlaka besinler yoluyla alınması gereken bu yağ asidi çeşidi o yıllarda esansiyel yağ asidi olarak adlandırılmıştır. Araştırmalar devam ettikçe, linolenik asidin de vücut için esansiyel olduğu saptanmıştır ve bugün yapılan birçok araştırma, omega-3 ve omega-6 yağ asitlerinin dengeli alınmasının sayısız faydalar getirdiğini göstermektedir (Burr ve Fehily 1990). Hücre membranının fleksibilitesi, akışkanlığı esansiyel yağ asitlerinin membrandaki miktarına bağlıdır. Esansiyel yağ asitleri enerji sağlar, vücut ısısının korunmasına yardımcı olur. Fizyolojik olarak aktif, yirmi karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinin oksijenli metaboliti olan eikosanoidlerin öncül bileşenleri olan 20:3n-6, 20:4n-6 (AA) ve 20:5n-3, temel yağ asitleri olan 18:2n-6 ve 18:3n-3'ten sentezlenirler.

Esansiyel yağ asitleri vücut tarafından üretilemezler ve dışarıdan besinlerle alınmaları gereklidir. Balıklar, besinle aldıkları bu bileşenlerden,  $\Delta^4$ ,  $\Delta^5$  ve  $\Delta^6$  desaturaz enzimleri ile fizyolojik öneme sahip yirmi karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinden 20:3n-6, 20:5n-3, 22:5n-3 ve 22:6n-3 gibi yağ asitlerini sentezlerler (Tocher ve Sargent 1984, Henderson 1996) (Şekil 2).

Birçok deniz balığı,  $\Delta^5$  desaturaz enzimine sahip olmadığı için, besinsel olarak 20:5n-3 ve 22:6n-3'e ihtiyaç duyarlar (Bell ve ark. 1993). Tatlısu balıkları, böyle bir sentezleme yetenekleri ile deniz balıklarından üstündürler. Bu nedenle, deniz balıklarının rasyonlarında AA, EPA ve DHA gibi yağ asitleri normal gelişimin ve büyümenin sağlanabilmesi için esansiyel durumdadırlar (Buzzi ve ark. 1997a).

### **1.3. Balıklarda Yağ Asitlerinin Fonksiyonu**

Balıklar, lipitleri yağ dokusunda depo eden memelilerin aksine, daha çok iskelet kası ve karaciğer dokusunda depo ederler (Watanabe 1982). Bu lipitlerin büyük bir kısmı değişik fizyolojik olaylarda kullanılmak üzere vücudun değişik yerlerine mobilize olmakta, önemli bir kısmı da enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır.

Lipitlerin temel bileşenini oluşturan yağ asitlerinin eksik olduğu besinlerle beslenen balıklarda, büyümenin yavaşladığı, kuyruk yüzgecinde aşınma olduğu, pigmentasyonun yeterli olmadığı, yağ asidi kompozisyonu ve lipit metabolizmasının yetersiz olduğu gibi fizyolojik semptomların olduğu belirlenmiştir (Castell ve ark. 1972a, 1972b).

Balıklar; normal gelişme, büyüme ve üreme için EPA, DHA ve AA'ye ihtiyaç duyarlar (Rodriguez ve ark. 2004). Depo lipitlerinin yumurta ve sperm olgunlaşması için kullanıldığı ve yumurta bırakma periyodu sonrasında vücut ağırlığının hissedilir derecede düşüş gösterdiği saptanmıştır (Danneving ve Norum 1982).

Karasal memelilerde olduğu gibi, balıklarda da, karbon sayısı ve doymamışlığı yüksek olan DHA, EPA ve AA gibi bileşenler, hücre ve organel zarlarının akışkanlığını, yapı ve bütünlüğünün korunmasını sağlar. Fakat karasal memelilerin aksine balıklarda AA değil, DHA ve EPA, hücre membranlarının başlıca PUFA'leridir. Bu bileşenlerin bir diğer fonksiyonu da eikosanoidler olarak bilinen yüksek derecede biyolojik olarak aktif parakrin hormon gruplarının öncül maddeleri olmalarıdır (Sargent ve ark. 1999) (Şekil 3).

Büyüme ve gelişme için gerekli olan arakidonik asit, balık hücrelerinde, birçok fizyolojik işlevin düzenlenmesini sağlayan eikosanoidlerin öncül maddesidir (Bell ve ark. 1994). Kemikli balıkların gonatlarında AA'ten türetilen PGE<sub>2</sub>, ovaryum ve testiküler steroidogenezisi uyarır (Wade ve Van Der Kraak 1993). Eikosanoidler, ovulasyon kontrolünde ve embriyonik gelişimde immun sistem üzerine, yumurtadan çıkma ve erken larval dönemde fonksiyon görürler. Fosfatidilinositolun (PI) ana bileşeni olan AA (Bell ve Dick 1990), sinaptik taşımada ikinci haberci olarak da görev yaparlar. Fosfatidilinositol bakımından zengin olan solungaç dokusunda, yüksek oranda prostaglandin sentezi gerçekleşir. Bu bileşen, balıklarda osmoregülasyon ve solunumu kontrol eder (Sargent ve ark. 1989, Bell ve ark. 1994).

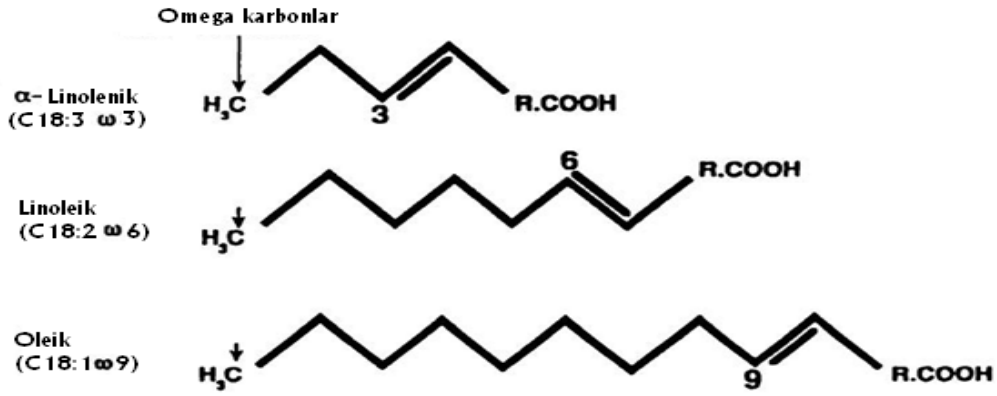
Balıklarda membran akışkanlığının kontrolünde ve sıcaklık adaptasyon süreçlerinde rol oynayan DHA (Farkas ve ark. 1980), membranın dış kısmındaki fotoreseptörün de temel bileşeni olup, rodopsindeki konformasyonel değişimlerin hızlı bir şekilde gerçekleşmesi için gerekli olan akışkanlığı sağlar (Kurlak ve Stephenson 1999).

İnsan sağlığı açısından, oldukça önemli olan balıkların değişik dokularındaki yağ asitleri değişimlerinin ortaya konulması son derece önemlidir. Balıklarda farklı organların yağ asidi içeriğinin belirlenmesi özellikle yetiştiricilikte avantaj sağlayacaktır. Örneğin, gonatların yağ asidi profilinin belirlenmesi, damızlıkların diyetlerinde bulunacak yağ asidi kompozisyonu hakkında bilgi vereceği gibi, bu doğrultuda hazırlanan diyetlerde beslenen damızlıkların yumurta kalitesi üzerine

etkileri belirlenebilecektir. Kas dokusu yağ asidi profili ise balık etinin  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 yağ asitleri bakımından zenginliğini göstereceğinden tercih sebebi olacaktır. Karaciğer ve adipoz dokusu özellikle yağların dönüşümünde ve depolanmasında önemli rol oynar (Halver 1989).

Balık yağı ve yağ asidi bileşimi, ekolojik faktörler ve balığın fizyolojik durumuna göre en fazla değişime uğrayan biyokimyasal bileşiklerdir. Balıklarda toplam yağ oranı ve yağ asidi bileşimleri türlere, cinsiyete, mevsime, beslenme ortamına, besin faklılığına, su sıcaklığına, su kirliliğine ve türün kültür ya da doğal formda olmasına bağlı olarak değişmektedir. Farklı balık türlerinde yağ ve yağ asitleri yapısal farklılık gösterir. Aynı türe ait balıklar farklı coğrafik bölgede yaşıyorlarsa yine yağ asidi çeşitliliği yönünden farklılık gösterebilir. Bu farklılık aynı zamanda balığın değişik organlarında da görülmektedir (Crowford ve ark. 1986, Suzuki ve ark. 1986, Yılmaz ve ark. 1995). Üreme, adaptasyon, büyüme ve gelişme gibi besleme ve balık biyolojisi ile ilgili konular üzerine çalışırken de balığın yağ asidi bileşimini bilmek oldukça önemlidir.

Bu çalışmada Mayıs 2008–Mart 2009 tarihleri arasında iki ayda bir olmak üzere Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'un kas, gonat ve karaciğerindeki total lipit ile fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asitlerinin mevsimsel içeriğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Balıklarda total lipit ve yağ asidi içeriği aylara, türlere ve farklı besin kaynaklarına göre farklılık göstereceğinden dolayı, üç farklı balık türünün farklı aylardaki bu bileşenler açısından incelenmesi hedeflenmiştir.



Şekil: 1. Omega yağ asitlerinin yapısal formülleri (Simopoulos 1991)

### Linoleat serisi

C18:2n-6 Linoleik asit

↓  $\Delta^6$  desaturaz

C18:3n-6 Gamma-linolenik asit

↓

C20:3n-6 Dihomo-gamma-linolenik asit

↓  $\Delta^5$  desaturaz

C20:4n-6 Arakidonik asit

↓

C22:4n-6

↓  $\Delta^4$  desaturaz

C22:5n-6 Dokosapentaenoik asit

### Linolenat serisi

C18:3n-3 Alfa-linolenik asit

↓  $\Delta^6$  desaturaz

C18:4n-3

↓

C20:4n-3

↓  $\Delta^5$  desaturaz

C20:5n-3 Eikosapentaenoik asit

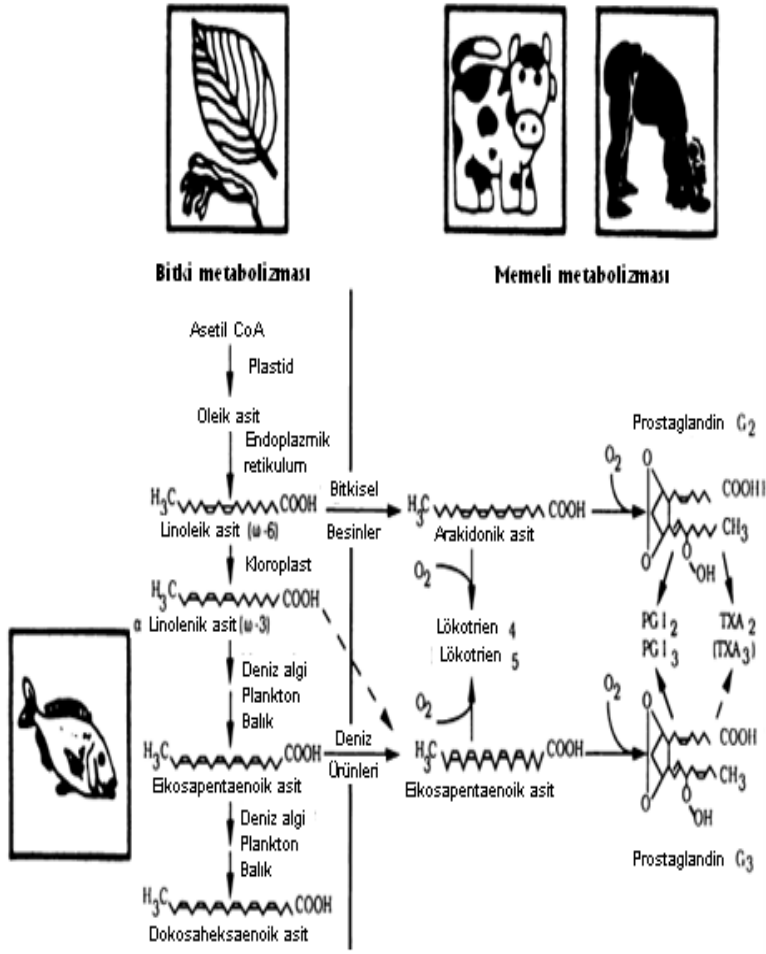
↓

C22:5n-3 Dokosapentaenoik asit

↓  $\Delta^4$  desaturaz

C22:6n-3 Dokosaheksaenoik asit

Şekil: 2. Temel yağ asitlerinin metabolizması (Simopoulos 1991)



Şekil : 3. Omega 3 ve omega 6 yağ asitlerinin kökeni ve arakidonik asit (20:4n-6) ile eikosapentaenoik asitten (20:5n-3) eikosanoitlerin biyosentezi (Simopoulos 1991)

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Kas Total Lipit İçeriği ile İlgili Çalışmalar

Balıklar genellikle yağ içeriklerine göre; yağsız, orta yağlı ve yağlı balıklar olarak sınıflandırılırlar. Yağ içeriği % 5'ten az olanlar yağsız, % 5-10 aralığında olanlar orta yağlı, % 10'dan fazla olanlar yağlı balık olarak kabul edilmektedir (Ackman ve ark. 1989, Ackman 1990, Dean 1990). Tatlısu balıklarının çoğu, % 5'ten daha az lipit içerdikleri için yağsızdırlar. Feeley ve ark. (1972), düşük yağ içeren balıkların daha fazla su içerdiğini ve etlerinin de daha beyaz olduğunu belirtmişlerdir. Alabalık dışındaki balıklar, özellikle yağsız olanlar, genellikle lipitleri kas ve karaciğerde depo ederler. Oysa memeliler ve alabalıklar, lipitleri yağ dokuda depolarlar. Kas dokusu yağsızdır (Huss 1988). Yağın depolandığı dokular; balık türüne göre değişiklik gösterir. Aktif balıklar, lipitleri kasta depolarken, suyun dibinde yaşayan hareketsiz balıklar, lipidi karaciğerlerinde depolarlar (Castell ve ark. 1972a).

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 elli altı tatlısu balığı ile yapılan çalışmaları derlemişler ve balık kaslarının total lipit içeriklerinin % 0.7 ile % 25.8 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Bu araştırmacıların bildirdiklerine göre, *Lota lota*, *Abramis brama*, *Ambloplites rupestris*, *Pomoxis annularis*, *Pomoxis nigromaculatus*, *Perca flavescens*, *Esox lucius*, *Stizostedion vitreum*, *Lucioperca lucioperca*, *Rutilus rutilus*, *Catostomus sp.*, *Lepanis gibbosus*, *Channa argus* ve *Coregonus albula*'da kas lipit içeriği, yaş ağırlığın % 2'sinden daha az bulunmuştur. *Morone chrysops*, *Anneiurus melas*, *Ictalurus nebulosus*, *Aplodinotus grunniens*, *Leucichthys artedi*, *Morone americanus*, *Salvelinus fontinalis*, *Poecilia reticulata*, *Tilapia nilotica*, *Osmerus mordax*, *Hypomesus japonicus*, *Plecoglossus altivelis*, *Carassius carassius*, *Oncorhynchus kisutch*'un kas lipit içeriği % 0.7-5.0 arasında tespit edilmiştir. Aynı araştırmacılar, *Capoeta* türü ve benzeri tatlısu balıkları için toplam yağ oranını % 1-4 civarında vermişlerdir.

*Perca fluviatilis*'in mart ayındaki kas total lipit içeriği % 0.8, *C. albula*'da % 0.5, *Salmo gairdneri*'de % 6.8 olarak tespit edilmiştir (Agren ve ark. 1987).

*Blicca bjoerkna*'nın (sazangiller) kas lipit içeriğinin, yumurtlama döngüsünden etkilendiği ve kastaki total lipidin % 3.9-7.3 arasında değiştiği saptanmıştır (Luzia ve ark. 2003). *Coregonus zenithicus*, *Coregonus artedii*, *Catostomus commerconii*, *O. mordax*, *Coregonus clupeaformis*, *L. lota*, *Salvelinus namaycush namaycush*, *Salvelinus namaycush siscowet*'ta total lipit içeriği % 1.0-25.7 arasında değişmiştir (Wang ve ark. 1990). Yunanistan'da sekiz tatlısu balıklarının total lipit içeriği incelenmiştir. *A. brama*'da % 1.0, *C. carpio*'da % 1.4, *Leuciscus cephalus*'da % 1.3, *C. carassius*'da % 1.5, *Leuciscus idus*'ta % 1.6, *Chondrostoma nasus*'ta % 1.3, *L. lucioperca*'da % 0.6, *Silurus glanis*'te % 3.5 olarak bulunmuştur. Bu balıkların total lipit içeriği % 0.6 ile % 3.5 arasında değişmektedir (Aggelousis ve Lazos 1991). Rahman ve ark. (1995), Malezya'da yirmi tatlısu balık türünün, total lipit içeriğini incelemiştir. Birçok balık türünün ağırlıklarının % 20'den daha azı kadar lipit içerdiği (% 1.17-34.0) saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, *Trichogaster pectoralis*'te % 1.17, *Labeo rohita*'da % 1.25, *Aristichthys nobilis*'te % 1.75, *C. carpio*'da % 1.92, *Catla catla*'da % 1.92, *Oreochromis mossambicus*'da % 2.75, *Channa striatus*'ta % 3.25, *Clarias macrocephalus*'ta % 4.25, *Trichogaster trichopterus*'ta % 4.5, *Puntius gonionotus*'ta % 5.17, *Pangasius pangasius*'ta % 5.67, *Monopterus albus*'ta % 6.25, *Lates sp*'de. % 6.5, *Hypophthalmichthys molitrix*'de % 7.08, *Leptobarbus hoeveni*'de % 7.92, *Anguilla mauritiana*'ta % 10.67, *Mystus nemurus*'ta % 18.83, *Clarias gariepinus*'ta % 20, *Piaractus brachyponus*'ta % 34 oranda lipit içerdiği saptanmıştır.

Etiyopya'da farklı göllerde yaşayan sekizi tropikal olmak toplam elli tatlısu balığının total lipit miktarı, % 1.72-20.8 arasında değişiklik göstermiştir. Otuz altı türün yağ içeriği düşük (% 5), dokuz tanesi orta yağlı (% 6'dan fazla), beş tanesinde ise yağ içeriği yüksek (% 10'dan fazla) bulunmuştur. Lipit ve yağ asitlerindeki varyasyonlar; omnivor (*Barbus sp.*) veya karnivor (*C. gariepinus*)'dan daha ziyade, herbivorda (*Oreochromis niloticus*) görülmüştür. *Barbus sp.*, *C. gariepinus*, *O. niloticus* balık türlerinin altı farklı göldeki total lipit miktarlarının farklı olduğu saptanmıştır. Bazı göllerde yaşayan balıklarda lipit miktarı yüksekken bazı göllerde yaşayan aynı balık türünde lipit miktarı azdır. Haiq Gölü'nde yaşayan, *O. niloticus*'ta total lipit miktarı % 20.8 iken Langeno Gölü'ndeki aynı türde ise % 1.72 olarak tespit edilmiştir (Zenebe ve ark. 1998).



Baykal Gölü'nde *Cottocomephorus growingki* dişilerinde kas total lipit miktarı % 1.4, erkek bireylerde % 1.6, *Cottocomephorus inermis* dişilerinde % 1.5, erkeklerinde % 1.4 olarak bulunmuştur. Bu göldeki *C. growingki* ve *C. inermis*, orta yağlı balıklardır ve lipit içerikleri % 2-8 arasında değişiklik göstermiştir (Kozlova 1998). Aynı gölden toplanan ergin dişi *Comephorus dybowskii*'de kas total lipit miktarı % 2.6 olarak bulunmuştur (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Hindistan'da incelenen beş sazan türünün dördünde kastaki lipit yüzdesi yaklaşık olarak % 1, *Labeo bata*'da ise % 2.5 olarak bulunmuştur (Ackman ve ark. 2002). Madagascara'da çalışılan *C. carpio*'da total lipit miktarı % 2'den düşük bulunmuştur (Rasoarahona ve ark. 2004).

Adana Seyhan Baraj Gölü'nden toplanan tatlısu balık örneklerinden *C. gariepinus*'ta kas total lipit miktarı % 3.21, *C. carpio*'da % 0.88, *S. glanis*'te % 0.54, *Tinca tinca*'da % 0.61, *Rutilus frisii*'de % 1.52, *Sander lucioperca*'da % 0.39 olarak bulunmuştur (Özoğul ve ark. 2007).

Simonetti ve ark. (2008), *Salmo trutta*'da kas total lipit miktarı % 3.0, *Ictalurus punctatus* (Kanal Kedi balığı)'ta % 4.6, *Ictalurus melas* (İtalyan Kedi balığı)'ta % 3.3 *Micropterus salmoides*'te % 3.7 olarak saptamışlardır. Jankowska ve ark. (2003), *S. lucioperca* kasında yağ içeriğini % 0.96, Uysal ve Aksoylar (2005) ise % 0.39-0.77 aralığında olduğunu belirtmişlerdir.

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan ve yurdumuzda bol olarak bulunan *Oncorhynchus mykiss*'in yağ içeriği; % 4.43 bulunmuştur (Çelik ve ark. 2008). Aynı gölden toplanan Cyprinid türlerinden dişi *Capoeta trutta*'nın kas total lipit miktarı % 2.51 (Kaçar ve ark. 2010a), *Chondrostoma regium*'da ise % 0.92 olarak saptanmıştır (Kaçar ve ark. 2010b).

Balıklardaki total lipit miktarına etki eden başlıca faktörler; balığın doğal veya çiftlik balığı olması (Nettleton ve Exler 1992, George ve Bhopal 1995), iklim şartları (Osaka ve ark. 2002), mevsim (Berg ve ark. 2000), gonat olgunlaşması (Uysal ve Aksoylar 2005), eşey, balığın büyüklüğü (Osibona ve ark. 2009a), yaş ve coğrafik bölgedir (Su ve ark. 2004). Aynı tür içerisinde yaş varyasyonu ve eşeyssel olgunluk da total lipit içeriğine etki edebilir (Piggott ve Tucker 1990).

## 2.2. Kas Total Lipit İçeriğine Etki Eden Faktörler

### 2.2.1. Kas Total Lipit İçeriğine Üremenin Etkisi

Yapılan çalışmalarda balıkların kas ile karaciğer ve gonat gibi dokularındaki total lipitlerin, üreme öncesi durumda arttığı, üreme sonrası dönemde ise azaldığı saptanmıştır. Üreme evresinden önce gonatların gelişimi için protein, karbonhidrat ve lipide olan gereksinim oldukça fazladır. Özellikle üreme periyodu esnasında karaciğer ve kastaki lipitler, gonat gelişimi için gonada nakledilirler (Castell ve ark. 1972b).

Karaciğer, gonat gelişimi ve gamet oluşturulması esnasında kullanılacak lipidin büyük bir kısmını depo eder. Bununla beraber, üreme için gerekli olan enerji daha çok kas lipitlerden sağlanır (Atchison 1975, Akpınar 1987a).

Ackman (1967), aynı gölde yaşayan üç farklı tür üzerinde yaptığı çalışmada, yumurtlama mevsimi öncesinde, kas dokusundaki lipit miktarının arttığı ve üreme mevsimi sonunda da azaldığını belirtmiştir. Aynı fizyolojik olay *C. albula*'nın kas dokusunda Mute ve ark. (1989) tarafından da gözlenmiştir.

Jangaard ve ark. (1967), üreme mevsiminde lipitlerin azaldığını; Newsome ve Leduc (1975), üreme dönemi boyunca balıkların gerekli olan enerji ihtiyaçlarını kas dokusundaki lipitlerden sağladıklarını ifade etmişlerdir.

Sazanda en düşük yağ içeriği (% 0.91), yumurtlama periyodu olan sıcak mevsimde bulunmuştur (Kiener 1963). Bu periyot esnasında, besinsel ve yeni sentezlenen lipitler, önemli miktarda yağ asidine ihtiyaç duyan yumurtaların olgunlaşması için kullanılırlar (Mukhopadhyay ve Ghosh 2003).

Üreme periyodu esnasında hem karaciğer hem de kas dokusunda, yağ asidi ve total lipidin azalması durumu Kandemir ve Polat'ın (2007) çalışmasında da gözlenmiştir. Balıklar yeterli besini bulduğu zaman, üremelerini ve lipit depolama periyodunu kontrol edebilirler. Lipit depolama döngüsü, besinin bolluğuyla doğrudan ilgilidir. Eğer çevrelerinde besin az ise lipit varyasyonu düşük, eğer besin bol ise lipit varyasyonu yıl boyunca yüksektir (Ackman ve Eaton 1976, Kinsella ve ark. 1977, Mute ve ark. 1989).

*Capoeta capoeta umbla* dişi ve erkek bireylerin kas, karaciğer ve gonatlarındaki total lipit içeriği üreme mevsimi öncesinde, üreme mevsimi sonrasına göre yüksek bulunmuştur. Dişi *C. c. umbla*'nın üreme dönemi öncesi kas total lipit miktarı % 1.78, üreme dönemi sonrası % 1.32, erkek *C. c. umbla*'nın üreme dönemi öncesi kas total

lipit miktarı % 2.29, üreme dönemi sonrası % 1.60 olarak saptanmıştır. Her iki eşeyde de kas total lipit miktarı üreme dönemi sonrasında, üreme dönemi öncesine göre belirgin bir şekilde düşük bulunmuştur (Yılmaz ve ark. 1995).

Madagaskar'da yaşayan *Arius madagascariensis*'te diğer tatlısu balıkları gibi, yumurtlama öncesi periyotta, lipit içeriği artış göstermiştir (Rasoarahona ve ark. 2008).

Afrika Kedi balığı (*C. gariepinus*) kaslarındaki total lipit miktarı, yumurtlama aktivitesi esnasında yağ rezervlerinin kullanılmasından dolayı azalmıştır (Osibona ve ark. 2009a).

### **2.2.2. Doğal ve Kültür Balıklarında Kas Total Lipit İçeriği**

Balıkların total lipit miktarına etki eden etmenlerden biri de balığın doğal veya kültür olmasıdır. Çiftlik balıkları, fazla miktarda yağ içeren ticari besinlerle beslendikleri için, total yağ içerikleri doğal olanlara oranla daha yüksek orandadır. Örneğin, bir deniz balığı olan *Pagrus pagrus*'un kültür olanında lipit miktarı % 3.03 iken doğal olanında ise % 0.65 olarak bulunmuştur (Rueda ve ark. 1997).

Çiftlikte yetiştirilen *L. rohita* (Cyprinid)'nin kas total lipit miktarı % 4.33, doğal balıkta % 1.60 olarak tespit edilmiştir (Sharma ve ark. 2009). Kültür Yılan balıklarının (*Anguilla japonica*) kas lipit miktarı % 12.6-13.8 aralığında iken doğal Yılan balıklarında % 8.1-13.5 aralığında bulunmuştur (Oku ve ark. 2009).

### **2.2.3. Kas Total Lipit İçeriğine Mevsimlerin Etkisi**

Mevsimsel varyasyonda önemli olan balığın beslenmesinin aktif olduğu dönemler ve yumurtlama zamanıdır. Balıklarda lipit düzeyindeki mevsimsel varyasyonlar esas olarak üreme döngüsüyle ilgilidir. Balıklar gonat gelişiminden önce fazla miktarda lipit rezervlerini depolarlar ve çoğu çalışmalara göre, iç kısımdaki lipit içeriği gonadosomatik indeks ile ters ilişkilidir (Henderson ve Tocher 1987). Balıklarda genelde, total lipit içeriği yazın ilk dönemlerinde (mayıs-haziran) artar fakat kışın azalma gösterir (Osaka ve ark. 2002).

Deng ve ark. (1976), *Mugil cephalus*'ta, total lipit miktarının eylül ve kasım ayında en yüksek düzeyde olduklarını tespit etmişlerdir. Rasoarahona ve ark. (2004), *C. carpio*'da lipit seviyesinin sıcak mevsimlerde en düşük (% 0.91), kış mevsiminde ise en yüksek seviyede (% 1.73) olduğunu belirttiler.

Mogan Gölü'ndeki *C. carpio*'nun her iki eşeyinin kasındaki total lipit miktarı erkeklerde en düşük mart ayında (% 1.08), dişilerde kasım ayında (% 0.90)

saptanmıştır. Bu değerler mart ayından itibaren artarak yumurtlama periyodu başlangıcında (mayıs) en yüksek değere ulaşmıştır. Mayıs ayında erkeklerde total lipit miktarı % 2.53, dişilerde % 2.21 olarak saptanmıştır. Erkek bireylerdeki kas total lipit miktarının, dişilerden daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Akpinar 1986a).

Elazığ Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *C. trutta* ve *Barbus rajanorum mystaceus*'un dişi ve erkek bireylerinin kas dokularında total lipit ve yağ asidi bileşiminin değişimi üreme periyodu boyunca incelenmiştir. Total lipit miktarının, *C. trutta* ve *B. r. mystaceus*'un dişi ve erkek bireylerinin kas dokularında haziran ayında yükseldiği belirlenmiştir. Ağustos ayında ise total lipit ve yağ asidi miktarlarının azaldığı saptanmıştır. Analiz sonuçları; total lipit, yağ asidi miktarı ve bireysel yağ asidi oranlarının değişiminde, üreme periyodundaki faaliyetlerin etkili olduğunu göstermiştir (Konar ve ark. 1999).

Cyprinidae familyasından olan *C. c. umbla*'nın dişi ve erkek bireylerin kas dokularında, total lipit ve yağ asidi ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada, dişi bireylerde mevsimsel farklılıklar görülmediği halde, erkek bireylerde lipit ve yağ asidi miktarlarının sonbahar ve kış mevsimlerinde yüksek olduğu bulunmuştur (Yılmaz ve ark. 1996). Bir başka çalışmada, *Oreochromis spp.* (Tilapia)'in yaz ve kış aylarında total lipit ve yağ asidi kompozisyonu incelenmiştir. Yazın lipit içeriği % 1.92, kışın ise % 1.33 olarak bulunmuştur (Luzia ve ark. 2003). Doğu Akdeniz kıyılarında *Solea solea*'da yapılan çalışmada, balıkta beslenmenin ve büyümenin arttığı ağustos ayında en yüksek lipit seviyesi gözlenmiştir. Yazın lipit seviyesinin artması, yüksek deniz suyu sıcaklığından dolayı beslenme aktivitesinin artmasıyla ve gün uzunluğunun iştahı artırması ile açıklanmıştır (Gökçe ve ark. 2004).

Beyşehir Gölü'ndeki *C. carpio*'nun kas total lipit miktarı ilkbaharda % 2.94, yazın % 1.09, sonbaharda % 1.31, kışın % 4.45 olarak bulunmuştur. Lipit miktarı en fazla kışın en az yazın bulunmuştur (Güler ve ark. 2008). Çek Cumhuriyeti'nde *C. carpio*'nun kasındaki total lipit miktarı ilkbaharda % 2.08, yazın % 5.92, sonbaharda % 5.71, kışın % 5.03 olup lipit miktarı en düşük ilkbaharda tespit edilmiştir (Kminkova ve ark. 2001).

Madagaskar'daki Itasy Gölü ile Sisaony Rezerv havuzunda, 2001 yılında bir yıl boyunca her ay, *C. carpio*'nun lipit içeriği araştırılmıştır. Yaş ağırlığın % 0.91 ile % 1.73 arasında değişen lipit miktarı düşük bulunmuştur. Sıcak mevsimlerde

(ocak-nisan) aylarında lipit içeriği düşük, soğuk mevsimlerde ise (temmuz-ekim) aylarında ise yüksek bulunmuştur (Rasoarahona ve ark. 2004). Diğer tatlısu balıklarıyla karşılaştırıldığında bu değerlerin düşük olduğu görülür. Rahman ve ark. (1995), Malezya balıklarında lipit içeriğini % 1.17-34.0 arasında, sazanda % 1.92; Aggelousis ve Lazos (1991), Yunanistan tatlısu balıklarında total lipit miktarını % 0.6-3.5 aralığında bulmuşlardır. Bu bilgilere göre sazan balığı yağsız bir balıktır.

*S. lucioperca*'da erkek ve dişi bireylerinin kaslarındaki lipit içeriği yaş ağırlığının % 1'inden düşük bulunmuştur. Dişilerin ve erkeklerin lipit içeriğinin mevsimsel olarak değiştiği saptanmıştır. Dişilerde total lipit, sıcaklığın 18 °C olduğu mayıs ayında % 0.39; kasım ayında % 0.77; erkeklerde ise mayısta % 0.42; kasım ayında % 0.77 olarak bulunmuştur. Her iki eşeyin total lipit içeriği mayıs ayında (yumurtlamadan hemen sonra) en düşük bulunmuştur. Bu periyottan sonra (yoğun beslenme döneminde) artmaya başlamıştır. Total lipit içeriği temmuz ile kasımda en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bu periyottan sonra lipit içeriği azalır (Uysal ve Aksoylar 2005). Itasy Gölü'nden (Madagaskar) üç *Tilapia* (*O. niloticus*, *Oreochromis macrochir* ve *Tilapia rendalli*) türünün üç mevsimde de lipitlerinin miktarı yaş ağırlığa göre % 1.4'ten az bulunmuştur. *O. macrochir* (% 1.2-1.4)'de mevsime göre lipit içeriğinde önemli bir fark tespit edilmemiştir. *T. rendalli* ve *O. niloticus*'ta kışın lipit içeriği düşük (% 0.83-0.86) ve *T. rendalli* (% 1.3)'de ilkbaharda yüksek, *O. niloticus* (% 1.1)'da sonbaharda yüksek tespit edilmiştir (Rasoarahona ve ark. 2005).

Derbent Baraj Gölü'nde (Samsun) yetiştirilen *O. mykiss*'in aylara ve mevsime bağlı olarak kas yağ asitlerindeki ve lipit içeriğindeki değişimler araştırılmıştır. Kas total lipit miktarı mevsime bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Kastaki total lipit miktarı sonbaharda maksimum olmuştur (Kandemir ve Polat 2007).

Beyşehir Gölü'nden toplanan *S. lucioperca*'nın kas dokusundaki lipit içeriği, dört mevsim boyunca % 0.58-1.26 aralığında bulunmuştur. Kas total lipit miktarı ilkbaharda % 0.62, yazın % 0.8, sonbaharda % 0.58 ve kışın % 1.26 olarak tespit edilmiştir. Aynı gölden toplanan *C. carpio*'da ise lipit miktarı % 1.09-4.45 aralığında değişmiştir (Güler ve ark. 2008).

Değişik mevsimlerde analizi yapılan alabalık türlerinden, *Salmo trutta caspius*'ta total lipit içeriği % 1.75-3.1, *Salmo trutta labrax*'ta % 1.50-4.67,

*Salmo trutta macrostigma*'da % 2.83-3.22 olarak tespit edilmiştir. Her üç alabalık türünde, en fazla lipit kış, en az lipit sonbaharda saptanmıştır (Bayır ve ark. 2009).

*Salmo trutta forma fario*'nun lipit miktarı mevsime bağlı olarak farklılık göstermiştir. Ocak ayında % 1.85, haziran ayında % 3.75 civarında tespit edilmiştir. Bu alabalık türünde yumurtlama döneminin olması ve düşük su sıcaklığından kaynaklanan iştah kaybı nedeniyle sonbahar ve kış aylarında total lipit miktarı azalmıştır (Kaya ve Erdem 2009).

Tercan Baraj Gölü ile onu besleyen ana kollarından Tuzla Çayı'nda yaşayan *C. c. umbla*'nın dişi bireylerdeki total yağ miktarı erkeklerden daha fazla bulunmuştur. Ayrıca ilkbaharda toplam yağ miktarı populasyonun erkek ve dişi bireylerinde belirgin bir şekilde düşük çıkmıştır (Aras ve ark. 2009).

#### **2.2.4. Kas Total Lipit İçeriğine Coğrafik Bölge ve Lokalitenin Etkisi**

Aynı balık türünün kas total lipit miktarı farklı göllerde değişiklik gösterir. Örneğin, Etiyopya'daki *Barbus* sp., *C. gariepinus*, *O. niloticus* balık türlerinin altı farklı göldeki total lipit miktarlarının farklı olduğu saptanmıştır. Bazı göllerde yaşayan balıklarda lipit miktarı yüksek iken bazı göllerde yaşayan aynı balık türünde lipit miktarı azdır. Haiq Gölü'nde yaşayan, *O. niloticus*'ta total lipit miktarı % 20.8, Langeno Gölü'ndeki aynı türde ise % 1.72 olarak tespit edilmiştir (Zenebe ve ark. 1998).

Eğirdir Gölü ve Seyhan Baraj Gölü'ndeki *S. lucioperca*'nın total lipit içeriği karşılaştırılmıştır. Seyhan Baraj Gölü'ndeki balıklarda lipit içeriği (% 0.12), Eğirdir Gölü'ndekine göre (% 0.10) daha yüksek bulunmuştur (Çelik ve ark. 2005).

#### **2.3. Karaciğer Total Lipit İçeriği ile İlgili Çalışmalar**

Karaciğer lipit metabolizması bakımından önemli bir organdır. Bu organ; aynı zamanda yağ asitlerinin alımı, oksidasyonu ve dönüşümü ile uzun zincirli yüksek derecede doymamış yağ asitlerinin diğer dokulara sağlanması gibi önemli role sahiptir (Rincon-Sanchez ve ark. 1992). Kas ise genellikle insan beslenmesi için kullanılan balığın esas kısmıdır. Kendi doğal ekosistemlerinde yaşayan balıklarda kas ve karaciğer gibi dokularının yağ asidi profilinin analizi; değerli bilgiler vermektedir (Kiessling ve ark. 2001, Rodriguez ve ark. 2004).

Yağsız balıklar; yağlarının % 50-80'nini karaciğerinde TAG formunda depolar ve yağda eriyen vitaminler, özellikle A ve D vitamini için iyi birer kaynağıdır

(Jacquot 1961). Bu balıkların etlerinin renkleri beyazdır (Feeley ve ark. 1972). Yağlı balıklar, yağlarını kaslarında depo ederler (Gurr 1992).

Karaciğerin yağ asitlerini ve lipitleri kasa göre daha fazla depo ettiği gözlemlenmiştir. Balıklar, genellikle lipitleri kas ve karaciğerde depo ederler, fakat depolanacak dokular; balık türüne göre değişiklik gösterir. Aktif balıklar, lipitleri kasta depolarlarken, suyun dibinde yaşayan hareketsiz balıklar, lipidi karaciğerlerinde depolarlar (Castell ve ark. 1972a).

#### **2.4. Karaciğer Total Lipit İçeriğine Etki Eden Faktörler**

Tatlısu balıklarında karaciğerin lipit içeriği mevsime ve beslenme döngüsüne göre değişir. Yağsız balıklarının karaciğerinde kasa göre fazla çeşitte lipit bulunması, karaciğerin lipit sentezi ve depolanması için başlıca organ olduğunu gösterir (Ackman 2002).

Depo lipitler, üreme ve beslenme periyodu esnasında değişiklik gösterirler. Özellikle balıklar yeterli besini bulduğu zaman, üremelerini ve lipit depolama periyodunu kontrol edebilirler. Lipit depolama döngüsü, besinin bolluğuyla doğrudan ilgilidir. Eğer çevrelerinde besin az ise lipit varyasyonu düşük, eğer besin bol ise lipit varyasyonu yıl boyunca yüksektir (Kluytmans ve Zandee 1973, Ackman ve Eaton 1976, Kinsella ve ark. 1977, Mute ve ark. 1989).

##### **2.4.1. Karaciğer Total Lipit İçeriğine Mevsimin Etkisi**

Jangaard ve ark. (1967), karaciğer ve diğer organlarda lipit düzeyinde görülen mevsimsel değişimin, balıkların besininde ve su sıcaklığında meydana gelen düzensiz mevsimsel değişimler sonucunda oluştuğunu belirtmişlerdir.

*C. carpio*'nun karaciğerinde total lipit miktarı 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 (Kminikova ve ark. 2001). *C. carpio*'nun karaciğerinde, yaş ağırlığına bağlı olarak total lipit ve total yağ asidi miktarında mart ayından sonra artış elde edilmiştir (Akpınar 1986a).

*S. lucioperca*'da mart ayında dişi ve erkek balığın karaciğerinde total lipit miktarı % 5; kasım ayında ise % 7 civarında bulunmuştur (Uysal ve ark. 2006).

Kandemir ve Polat (2007), Derbent Baraj Gölü'nde (Samsun) yetiştirilen *O. mykiss*'in aylara ve mevsime bağlı olarak kas ve karaciğer yağ asitlerindeki ve lipit içeriğindeki değişimleri araştırmışlardır. Hem kas hem de karaciğerde total lipit miktarı

ve yağ asitleri aylara ve mevsime bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Kas ve karaciğerin total lipit miktarı sonbaharda maksimum olmuştur. Karaciğer ve kas total yağ asidi miktarı da yazın, sonbahar ve kışın, ilkbahara göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, karaciğerin yağ asidi ve total lipit içeriği kasa oranla daha yüksek olarak saptanmıştır.

#### **2.4.2. Karaciğer Total Lipit İçeriğine Üremenin Etkisi**

Üreme periyodunda balıkların karaciğer ve kaslarındaki total lipit ve total yağ asidi miktarlarında azalma görülmesi, bu periyotlarda gereksinim duydukları enerjiyi lipitlerden sağladıklarını göstermektedir. Üreme periyodu esnasında karaciğer ve kastaki lipitler, gonat gelişimi için gonada mobilize edilirler (Castell ve ark. 1972b).

Yılmaz ve ark. (1995), *C. c. umbla*'nın dişi ve erkek bireylerinin karaciğer, kas ve gonat gibi organlarındaki lipit değişimlerini üreme periyodu süresince incelemişler ve lipit miktarının kas ve karaciğerde, üreme dönemi sonrasında azaldığını belirtmişlerdir. Dişi *C. c. umbla*'nın üreme dönemi öncesi karaciğer total lipit miktarı % 2.29, üreme dönemi sonrası % 1.79 iken; erkek *C. c. umbla*'nın üreme dönemi öncesi karaciğer total lipit miktarı % 1.45, üreme dönemi sonrası ise % 0.9 olarak bulunmuştur.

#### **2.5. Karaciğer ve Kas Total Lipit İçeriğinin Karşılaştırılması**

Karaciğer, hayvanlarda biyosentezin yapıldığı başlıca organdır, bazı balıklarda özellikle suyun dibinde yaşayan hareketsiz balıklarda lipit depo eder (Aktif balıklar, lipitleri kasta depolarlar). Bu nedenle, kaslara oranla daha fazla lipit içerir (Kozlova ve Khotimchenko 2000). Örneğin, *Diplodus sargus* (Deniz balığı) kas total lipit miktarı % 3.97 iken, karaciğerde % 11.36'dır (Cejas ve ark. 2004).

Karaciğerdeki lipit içeriği genellikle kastan yüksektir. Örneğin, Kuzey Turna balığının karaciğer lipit içeriği, kastan fazla bulunmuştur. Ayrıca İskoçya kıyılarında yakalanan Atlantik Somon balığının karaciğeri % 10, kasları ise % 4 oranında lipit içermiştir (Henderson ve Tocher 1987).

Senegal kıyılarındaki *Sardinella maderensis*, *Sardinella aurita* ve *Cephalopholis taeniops*'ta yapılan çalışmada, balıkların kas, karaciğer ve derilerindeki total lipit içeriği saptanmıştır. *C. taeniops*'te lipitler, kas ve deriye göre özellikle karaciğerde yoğun bulunmuştur. Üç balık türünün karaciğerinin total lipit miktarı % 8-12 arasında değişmiştir. *C. taeniops*'un kas ve karaciğer yağ içeriği



karşılaştırıldığında, karaciğerin daha önemli miktarda yağ içerdiği görülmüştür (Njinkoué ve ark. 2002).

Baykal Gölü'ndeki ergin dişi *C. dybowskii*'de total lipit miktarı, karaciğerde % 8.7, kasta % 2.6, ovaryumda ise % 5.6 olarak bulunmuştur (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Hindistan'da beş sazan türü incelenmiş ve karaciğerdeki lipit miktarı (% 5-10) kastan daha yüksek bulunmuştur. *L. bata* karaciğer lipit miktarı % 7.50, *Labeo calbasu*'da % 5.70, *C. catla*'da % 5.40, *Cirrhinus mrigala*'da % 10.20 olarak saptanmıştır (Ackman ve ark. 2002).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan Cyprinid türlerinden olan dişi *C. trutta*'nın karaciğer total lipit miktarı % 3.62, kasta ise % 2.51 olarak bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010a).

## **2.6. Dişi ve Erkek Bireylerde Karaciğer Total Lipit İçeriğinin Karşılaştırılması**

Dişi *C. grewingki*'nin karaciğer total lipit miktarı % 5.6, erkek bireylerde % 6.7, dişi *C. inermis*'in karaciğer total lipit miktarı % 11.7, erkekte ise % 19.5 olarak tespit edilmiştir. *C. grewingki* ve *C. inermis*, oransal olarak büyük karaciğere sahiptir. *C. inermis*'in karaciğer lipit içeriği (dişilerde yaş ağırlığının % 11.7'i ve erkeklerde % 19.5'i) *C. grewingki*'nden 2-3 kat daha fazla bulunmuştur. *C. grewingki*'nin karaciğeri metabolik rol oynar, oysa *C. inermis*'in karaciğeri lipit rezervleri için depo görevi de görür (Kozlova 1998).

## **2.7. Doğal ve Kültür Balıklarının Karaciğer Total Lipit Miktarı**

Karaciğerdeki total lipit miktarına etki eden faktörlerden biri de balığın doğal ya da kültür olmasıdır. Örneğin, doğal Yılan balığının karaciğerinde lipit miktarı % 4.7, kültüre alınanda ise % 7.6 olarak bulunmuştur (Oku ve ark. 2009).

Pakistan'da Karachi sularında, karaciğerleri kas ağrısı ve romatizma için kullanılan iki köpek balığı türü, *Eusphyra blochii* ve *Carcharhinus bleekeri*'nin karaciğer lipit içeriği yüksek bulunmuştur (Saify ve ark. 2003).

## **2.8. Gonat Total Lipit İçeriği ile İlgili Çalışmalar**

Önemli enerji kaynağı olan lipitler; metabolizma, büyüme ve gamet üretimi için kullanılırlar. Eşeyssel olgunluğa erişmiş balıkların üreme periyodunda lipitlere olan gereksinimleri fazladır (Akpınar 1985). Bu periyotta kullanılan enerjiyi daha çok kas

dokusundaki lipitlerden sağlamaktadır (Vlaming ve ark. 1978).

Gonatların gelişimi esnasında oldukça fazla enerjiye ihtiyaç vardır, bu periyot esnasında fazla miktarda besin olmalıdır (Wang ve ark. 1990). Gonat gelişimi ve üreme periyodu esnasında kas ve karaciğerdeki yağ asidi ve total lipit miktarının azalması, bu periyot esnasında balıkların, ihtiyaç duyulan enerjiyi depo lipitlerden sağladığını gösterir (Ackman 1967, Gill ve Weatherley 1984, Akpınar 1987a, Stansby ve ark. 1990, Aggelousis ve Lazos 1991).

Üreme evresinden önce gonatların gelişimi için protein, karbonhidrat ve lipide olan gereksinim oldukça fazladır. Karaciğer, gonat gelişimi ve gamet oluşturulması esnasında kullanılacak lipidin büyük bir kısmını depo eder. Bununla beraber, üreme için gerekli olan enerji daha çok kas lipitlerinden sağlanır (Atchison 1975, Manning ve Kime 1984).

### **2.9. Gonat Total Lipit İçeriğine Etki Eden Faktörler**

Gonatlar, eşeyssel hormonları sentezler. Lipit içeriği, eşeyssel döngünün safhasına ve balığın eşeyine bağlıdır (Newsome ve Leduc 1975, Vuorela ve ark. 1979). Ovaryumlardaki total lipidin miktarı olgunlaşma evresinde artar daha sonra dinlenme evresinde azalır.

Yumurtlama esnasında Kedi balığının ovaryum lipit içeriği yumurtlama sonrasına göre daha yüksek bulunmuştur. Bu da lipit içeriğinin ovaryum olgunlaşmasıyla ilişkili olduğunu gösterir (Shirai ve ark. 2001).

*S. lucioperca*'da ovaryumların toplam lipit içeriğinin her iki ayda da testislerden önemli derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kasım ile mart dönemlerinde testislerin toplam lipit içeriğindeki değişim önemli bulunmazken, ovaryumlardaki değişim önemli bulunmuştur. Bundan dolayı, ovaryum gelişiminin artmasıyla birlikte lipit ihtiyacının da arttığı anlaşılmıştır (Uysal 2004).

Gonatlar, kaslara oranla daha fazla lipit depolarlar. Çünkü bunlarda depo lipitleri olan nötral lipitler daha fazla bulunur.

Yapılan çalışmalar, balık türlerinde total lipitlerin, yumurtlama periyodunun sonunda ve besleme periyodu esnasında maksimum seviyeye ulaştığını, fakat, üreme periyodu esnasında ise azaldığını göstermiştir. En belirgin değişimin üreme evresinde görüldüğü ve gonatların olgunlaşma evresinde kas dokusu lipitlerinde bir azalma olduğu vurgulanmıştır.

Deng ve ark. (1976), *M. cephalus*'da lipit içeriğinin üreme evresinden önce en yüksek düzeye ulaştığını belirtmişlerdir.

Ovaryumda lipit oranının yüksek oluşu, lipitlerin yumurtaların embriyonik gelişiminde gerek yapısal gerekse enerji açısından önemli rol oynaması nedeniyledir (Akpınar 1987a).

Gallagher ve ark. (1991), *Micropogonias undulatus*'ta üreme mevsiminin sonunda total lipitlerde azalma olduğunu belirtmişlerdir. Mısır'da doğal habitatlarında yakalanan *T. nilotica*'nın testisleri mevsime bağlı olarak % 5.4-13.4 lipit içermiştir (Henderson ve Tocher 1987).

*C. carpio*'da total lipit miktarının yumurta bırakımından sonra Haziran (1982) ve Mart (1982) aylarında en düşük düzeyde olduğu ve kışa doğru tekrar arttığı bulunmuştur. Ovaryumda en düşük lipit miktarı % 1.28 ile haziran ayında, en yüksek lipit miktarı % 4.79 ile aralık ayında; erkeklerde ise en yüksek % 6.01 ekim ayında ve en düşük % 3.36 mart ayında tespit edilmiştir. Analizi yapılan eylül, ekim, mart, mayıs, haziran ve temmuz aylarında testislerdeki lipit miktarı, ovaryumdan fazla bulunmuştur (Akpınar 1987a).

Sır Baraj Gölü'nde yaşayan *C. regium* dişi ve erkek bireylerinin üreme öncesi ve sonrasında gonatlarındaki total lipit ve yağ asidi bileşimi tayin edilmiştir. Dişi ve erkek bireylerin gonatlarındaki total lipit miktarı, üreme dönemi öncesinde üreme dönemi sonrasına göre yüksek bulunmuştur. Lipitlerin azalması genellikle dişi gonatlarında görülmüştür. Dişilerde üreme mevsiminde, lipitlerin büyük kısmı embriyo gelişimi için ovaryumlara aktarıldığından miktarı azalma göstermiştir (Kara ve Çelik 2000).

Topardıç Deresi'nde (Kangal-Sivas) yaşayan *Cyprinion macrostomus*'un gonatlarında total lipit ve yağ asidi miktarının mevsimsel değişimi araştırılmıştır. 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. *C. macrostomus*'ta ovaryum yağ ağırlığına göre total lipit yüzdesi % 2.06 ile en düşük Nisan (1992), en yüksek ise % 6.10 ile Ağustos (1991) olarak elde edilmiştir (Metin ve Akpınar 2000).

*C. c. umbla*'nın dişi ve erkek bireyinin gonatlarındaki total lipit içeriği üreme mevsimi öncesinde, üreme mevsimi sonrasında göre yüksek bulunmuştur. Dişi balığın üreme dönemi öncesi gonat total lipit miktarı % 4.79, üreme dönemi sonrasında % 2.22, erkek *C. c. umbla*'nın üreme dönemi öncesi gonat total lipit miktarı % 4.60, üreme dönemi sonrasında % 3.87 olarak bulunmuştur. Her iki bireyde de gonat total lipit miktarı üreme dönemi sonrasında, üreme dönemi öncesine göre belirgin bir şekilde düşük bulunmuştur. Bu azalış en fazla gonatlarda özellikle de dişi bireyin gonatlarında gözlenmiştir. Dişi bireylerde daha fazla azalmanın nedeni, yumurtalarda embriyonun gelişimi için büyük miktarda lipitlerin depolanmasından ileri gelmektedir. Yumurtalar bırakıldıktan sonra gonatlardaki lipit miktarı da azalma gösterecektir (Yılmaz ve ark. 1995).

Genellikle, depo lipit olarak görev gören TAG'nin birikmesiyle, balık vücudundaki lipit içeriği artar (Ando ve ark. 1993). Doğal Kedi balığının TAG içeriği yumurtlama mevsimi esnasında, yumurtlama sonrası mevsimine göre daha yüksek bulunmuştur. Çünkü, ovaryumlardaki TAG ve PL içeriği ve lipit içeriği, yumurtlama mevsimi esnasında daha yüksek olmaktadır (Shirai ve ark. 2001).

Baykal Gölü'ndeki ergin dişi *C. dybowski*'nin karaciğer total lipit içeriği % 8.7, kasta % 2.6, ovaryumda ise % 5.6 olarak bulunmuştur (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan dişi *C. regium*'un gonat total lipit miktarı % 1.77 olarak bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010b).

#### **2.10. Ovaryum ve Testislerdeki Total Lipitlerin Karşılaştırılması**

Genellikle, balık ovaryumları, depo lipitlerini özellikle TAG'leri testislere göre daha fazla biriktirirler, böylece yavrular için gerekli enerji sağlanır. Lipitlerin miktarları; yaşam biçimine, beslenme seviyelerine ve özellikle her türün üreme ekolojilerine bağlıdır. Örneğin, *E. lucius*, *Leuciscus rutilus*, *A. brama* gibi bazı balık türlerinde, ovaryum lipit içeriği yaş ağırlığın % 3-5'i Salmonidlerde ise % 9-10 olarak bulunmuştur (Lizenko 1980). Triaçilgliseroller, ovaryumlarda (% 28), PL'ler ise testislerde (% 38) baskın olarak bulunmuştur (Kozlova 1998).

*C. macrostomus*'un ovaryumlarından elde edilen total lipit ve yağ asidi miktarlarının testislerden elde edilen değerlerden çok yüksek olduğu bulunmuştur. Bu durum dişi balıkların gonat gelişimi ve yumurta oluşturması için erkeklerden daha fazla

lipide gereksinim duyduklarını göstermektedir (Metin ve Akpınar 2000). Gonatların gelişimi için lipit kullanımının erkeklerde daha az olduğu ve üreme faaliyetlerinden dişilere göre daha az etkilendiği tespit edilmiştir. *C. grewingki*'nin ovaryum total lipit miktarı % 6.3, testis total lipit miktarı % 2.6, *C. inermis*'in ovaryum total lipit miktarı % 2.2, testis total lipit miktarı % 2.3 olarak tespit edilmiştir (Kozlova 1998).

Doğal *T. nilotica*'nın ovaryumları lipit bakımında zengin olup yaş ağırlığının % 12-25'ini oluşturmaktadır. Bu balığın testislerin lipit içeriği, ovaryumdan daha az bulunmuştur. Mısır'da doğal habitatlarında yakalanan *T. nilotica*'nın testisleri mevsime bağlı olarak % 5.4-13.4 lipit içermiştir (Henderson ve Tocher 1987).

*C. carpio*'da eylül, ekim, mart mayıs, haziran ve temmuz aylarında testislerdeki lipit miktarı, ovaryumdan fazla bulunmuştur (Akpınar 1987a).

*C. macrostomus*'un ovaryumlarından elde edilen total lipit miktarlarının testislerden elde edilen değerlerden çok yüksek olduğu bulunmuştur. Bu durum dişi balıkların gonat gelişimi ve yumurta oluşturması için erkeklerden daha fazla lipide gerek duyduklarını göstermektedir (Metin ve Akpınar 2000).

Eğirdir Gölü'nde yaşayan sudakların (*S. lucioperca*) gonat gelişimi ile ilgili olarak ovaryum ve testislerinin toplam lipit, toplam yağ asidi ve yağ asidi bileşimlerindeki değişimleri incelenmiştir. Gonatlar, gelişimin başladığı kasım ve gelişimin tamamlandığı mart aylarında çalışılmıştır. Kasım ve mart aylarında toplam lipit içeriğindeki artış testisler için önemsiz, ovaryumlar için ise önemli bulunmuştur. Testisteki lipit miktarı kasım ayında % 3.73, mart ayında % 3.7, ovaryumdaki lipit miktarı kasım ayında % 4.13, mart ayında % 5.1 olarak bulunmuştur. Sudak balığında, ovaryumların toplam lipit içeriğinin her iki ayda da testislerden önemli derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kasım ile mart dönemlerinde testislerin toplam lipit içeriğindeki değişim önemli bulunmazken, ovaryumlardaki değişim önemli bulunmuştur. Bundan dolayı, ovaryum gelişiminin artmasıyla birlikte lipit ihtiyacının da arttığı anlaşılmıştır (Uysal 2004). Eşeyssel olgunlaşma ile lipit metabolizmasındaki değişimlerin aynı periyoda rastladığı ve depo yağlarının yumurta ve sperm oluşumu için harcandığı bildirilmiştir (Soivio ve ark. 1989).

### **2.11. Kas Total Yağ Asidi Analizi**

Balık yağı ve yağ asidi bileşimi ekolojik faktörler ve balığın fizyolojik durumuna göre en fazla değişime uğrayan biyokimyasal bileşiklerdir. Bundan dolayı

üreme, adaptasyon, büyüme ve gelişme gibi besleme ve balık biyolojisi ile ilgili konular üzerine çalışırken, balığın yağ asidi bileşimini ve esansiyel yağ asidi ihtiyacını bilmek önemlidir.

Balık etinin kalitesi ve özellikle lezzetli olması yapısında bulunan yağlardan kaynaklanmaktadır. Bu yağların organizma için önemi yapısında bulunan aşırı doymamış yağ asitlerinden ileri gelmektedir. Balık yağlarında bulunan EPA ve DHA öğrenme yeteneğini arttıran, görmede fonksiyonu olan bileşenlerdir. Arakidonik asit ve EPA; fizyolojik olarak aktif maddeler olan eikosanoidlerin öncül maddeleridir (Whelan ve ark. 1993, Reilly ve ark. 1998). Eikosapentaenoik asit ve DHA'nın; kalp-damar hastalıkları, artrit, nefrit, deri hastalıkları ve kanser gibi hastalıklar üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır (Steffens ve Wirth 2005). Sağlık üzerinde çok sayıda olumlu etkilerinden dolayı balıkların lipit bileşenlerinin değişimi üzerine birçok araştırma yapılmıştır.

Tropikal sularda yaşayan beş tatlısu, üç deniz ve yedi hafif tuzlusu balığında, 16:0 ve 18:0, SFA'ler içinde en çok bulunmuştur. Palmitik asidin miktarı total SFA'lerin % 50-55'i kadardır. Tekli doymamış yağ asitleri arasında da 16:1n-7 ve 18:1n-9, PUFA'lerden de 18:2n-6, 18:3n-3, 20:4n-6, 20:5n-3 ve 22:6n-3 major (yüzde dağılımında en çok bulunan) bileşenlerdir. Yayın balığı 16:1n-7'i fazla miktarda (% 16.52) içermiştir. Analizi yapılan balıklarda 20:4n-6 oranı yüksek saptanmıştır. Hafif tuzlusu balıklarının yağ asidi kompozisyonu farklılık göstermemiştir (Nair ve Gopakumar 1978).

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'in daha düşük miktarlarda bulunduğu, 12:0'in % 2'den az olduğu görülmüştür. Balık total lipitlerinde 13:0, 15:0, 17:0, 19:0 (nonadekanoik asit) gibi tek karbonlu doymuş yağ asitlerinin oranı % 2.4'ten daha az bulunmaktadır. Total lipidin monoen içerikleri Yılan balığı kasında % 51 civarındadır. Monoenlerden 18:1n-9 en çok yüzdede tespit edilmiştir. Bu bileşeni, 16:1n-7 ve daha sonra 20:1n-9 izlemiştir. Aynı derlemeye göre, tatlısu balıklarında bulunan başlıca dienoik yağ asidi 18:2n-6'dır. Tropikal yeşil yılanbaşı balığın visseral lipitlerindeki yağ asitlerinde 18:2n-6, % 18.5'dir. Fakat genellikle diğer balıklarda bu oran düşük bulunmuştur. Eikosadienoik asit (20:2n-6), bazı tropikal türlerde tespit edilmiştir. Trienoik yağ

asitlerinin başlıca bileşeni olan 18:3n-3, total lipidin 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, hem de 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. 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 dağılımda en fazla bulunduğu görülür. Doymuş yağ asitlerinden 14:0 ile 18:0, tekli doymamış yağ asitlerinden 16:1n-7, aşırı 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 1987b, Aggelousis ve Lazos 1991, Konar ve ark. 1999, Kolakowska ve ark. 2000, Kminkova ve ark. 2001, Ackman ve ark. 2002, Haliloğlu ve ark. 2004, Çelik ve ark. 2005, Uysal ve Aksoylar 2005, Güler ve ark. 2007, Akpınar ve ark. 2009, Cengiz ve ark. 2010).

Analizi yapılan sekiz göl balığında, 16:0; total doymuş yağ asitlerinin % 68-79'unu oluşturmuştur. Tekli doymamış yağ asitleri içinde en fazla 18:1n-9; çoklu doymamış yağ asitleri içinde ise en çok 18:2n-6, 18:3n-3, 20:5n-3 ve 22:6n-3 bulunmuştur. Araştırmacılar Baykal Gölü'ndeki bu balıkların önemli bir n-3 yağ asidi kaynağı özellikle EPA ve DHA olduğunu belirtmiştir (Wang ve ark. 1990).

*Mastacembelus armatus*, *Mystus singhala* ve *Labeo calbasuo* tatlısu balıklarında yapılan çalışmada bu üç türün aşırı doymamış yağ asitlerini yüksek oranda içerdikleri, bunlar arasında omega-3 yağ asitleri için en iyi kaynağın *M. armatus* olduğunu saptamışlardır (Gulzar ve Zuber 2000).

Venezuela'da *Tilapia* türlerinin kas dokusunda en yüksek oranda doymuş yağ asitlerinin bulunduğu, çoklu doymamış yağ asitlerinden ise n-3 yağ asitlerinin yoğun olduğu saptanmıştır (Bhujel ve ark. 2001).

*Silurus asotus*, *C. macrocephalus* ve *Clarias galipinus*'ta 16:0, 18:1n-9, 18:2n-6, 20:4n-6 ve 22:6n-3 en çok bulunan bileşenlerdir. *S. asotus*'ta DHA içeriği *C. macrocephalus*'tan daha fazla bulunmuştur (Shirai ve ark. 2002).

Hindistan'da çalışılan beş sazan balığı türünde kırk yedi yağ asidi tespit edilmiştir. Doymuş yağ asitleri, kastaki total lipitlerin yaklaşık olarak % 40-50'sini, tekli doymamış yağ asitleri ise, % 24-39'nu oluşturmuştur. Balıklarda en çok; 14:0, 16:0, 18:0, 16:1n-7, 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3, 20:4n-6, 20:5n-3 ve 22:6n-3 bulunmuştur (Ackman ve ark. 2002).

İncelenen yirmi üç Malezya tatlısu balıklarında; MUFA'ler % 17-53, SFA'ler % 15-45, PUFA'ler ise, % 12-38 aralığında tespit edilmiştir (Rahman ve ark. 1995).

Etiyopya'da göllerde yaşayan sekizi tropikal olmak üzere toplam elli tatlısu balığının; lipit ve yağ asitlerindeki varyasyonlar çalışılmıştır. Başlıca yağ asitleri; 16:0, 18:0, 18:1n-9 ve 22:6n-3 olarak bulunmuştur (Zenebe ve ark. 1998).

*C. zenithicus*, *C. artedii*, *C. commerconii*, *O. mordax*, *C. clupearformis*, *L. lota*, *S. n. namaycush*, *S. n. siscowet* gibi çalışılan sekiz göl balığında, 16:0; SFA'ler içinde en fazla bulunan yağ asidi çeşidi olarak saptanmıştır. Bu bileşenin total doymuş yağ asitleri içindeki miktarı % 68-79 civarında saptanmıştır. Tekli doymamış yağ asitleri içinde en fazla 18:1n-9 saptanmıştır. Linoleik asit, 18:3n-3, 20:5n-3 ve 22:6n-3 ise PUFA'ler içinde en çok bulunan bileşenlerdir. Çalışmada, analizi yapılan balıkların önemli bir n-3 yağ asidi kaynağı özellikle EPA ve DHA olduğu gösterilmiştir (Wang ve ark. 1990).

*P. fluviatilis*'in kas total lipidindeki yağ asitlerinde  $\Sigma$ SFA % 21.9,  $\Sigma$ MUFA % 16.6,  $\Sigma$ PUFA % 61.5, n-3 % 50.9, n-6 % 10.6; *C. albula*'da  $\Sigma$ SFA % 25.2,  $\Sigma$ MUFA % 15.4,  $\Sigma$ PUFA % 59.4, n-3 % 51.1, n-6 % 8.3; *S. gairdneri*'de  $\Sigma$ SFA % 22.3,  $\Sigma$ MUFA % 41.2,  $\Sigma$ PUFA % 36.5, n-3 % 30.2, n-6 % 6.3 oranında bulunmuştur. Her üç balık türünde de çoklu doymamış yağ asitleri içersinde n-3'lerin oranı, n-6 dan 5 kat fazla saptanmıştır (Agren ve ark. 1987).

Güney Afrika'da bulunan on sekiz farklı tatlısu balık türlerinin kaslarındaki yağ asidi kompozisyonu incelenmiştir. Genellikle, çalışılan 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. Total yağ



asitlerinin % 33'ünü doymuş yağ asitleri, % 35'ini ise tekli doymamış yağ asitleri oluşturmuştur (Chetty ve ark. 1989).

Yunanistan'daki tatlısu balıklarında total doymamışların % 38-66'sını monoenler meydana getirmiştir. En fazla görülen yağ asitleri 16:0, 16:1n-7, 18:1n-9, 20:5n-3 ve 22:6n-3 olmuştur. Palmitik asit, total doymuş yağ asitleri içinde % 56 ile en fazla görülen doymuş yağ asididir. Tekli doymuş yağ asitlerinde % 45-74 oran ile en fazla bulunan 18:1n-9 olmuştur. Doymuş yağ asitleri miktarı % 29.8-34.5, 16:1n-7 oranı % 1.7-13 arasında bulunmuştur. Üç serisi prostanooidlerin öncülü olan EPA oranı; *C. carassius* ve *C. nasus*'ta % 6, *A. brama*'da % 11.8 aralığında tespit edilmiştir. Dokosaheksaenoik asit konsantrasyonu; *C. carassius*'da % 4, *A. brama*'da % 15.3 aralığında saptanmıştır (Aggelousis ve Lazos 1991).

Genellikle PUFA kompozisyonu balık türleri arasında farklılık gösterir (Rahman ve ark. 1995). Balık dokularında, DHA ve EPA miktarları AA'ten fazladır ve buna bağlı olarak balıklar, besinsel olarak, n-3PUFA'lere daha fazla ihtiyaç duyar.

Kemikli balıkların çok önemli bölümünde  $\Sigma$ SFA içerisinde 16:0'in hemen bütün dokularda dominant olduğu bildirilmektedir (Czesny ve Dobrowski 1998). Hatta bu bileşenin,  $\Sigma$ SFA içerisinde ortalama % 60'luk bir payının olduğu bildirilmiştir (Chen ve ark. 1995).

Gutierrez ve Silva (1993), *Acinocheiroidon melanogramma*, *Auchenipterus nuchalis*, *Leporinus lacustris*, *Pseudoplatystoma fasciatum*, *Brachyplatystoma vaillantii*, *Hoplias brasiliensis*, *Anchoviella vaillanti* gibi yedi tatlısu balığı ile dokuz deniz balığını incelemişlerdir. Palmitik asit, hem deniz hem de tatlısu balıklarında doymuş yağ asitleri içinde en fazla yüzdede bulunmuştur. Tatlısu balıklarının yağlarında C16 yağ asitleri deniz balıklarına oranla daha fazla oranda saptanmıştır. Tekli doymamış yağ asitleri içinde en fazla bulunan 18:1n-9 miktarı, tatlısu balıklarında fazla oranda bulunmuştur. Brezilya'da çalışılan tatlısu balıkları; 20:5n-3 ve 22:6n-3'i düşük oranda içermişlerdir. Yalnız Silluriformes'e ait *P. fasciatum* ve *B. vaillantii*'de bu bileşenler yüksek oranda bulunmuştur.

Stokholm'un kuzey kısmında Haziran-Ağustos 1991 yılında on sekiz türe ait elli altı balık örneğinde yapılan yağ asidi çalışmalarında örneklerin büyük çoğunluğunda en fazla yüzdeyi  $\Sigma$ PUFA oluşturmuştur. Bunu  $\Sigma$ SFA izlemiştir. Total SFA içinde en fazla 16:0,  $\Sigma$ MUFA içinde 18:1n-9,  $\Sigma$ PUFA içinde de en çok DHA saptanmıştır. Total PUFA

içersinde DHA'ı 20:4n-6 ve 20:5n-3 izlemiştir. N-3 yağ asitlerinin miktarı n-6'lardan oldukça fazla bulunmuştur (Ahlgren ve ark. 1994).

*T. pectoralis*, *L. rohita*, *A. nobilis*, *C. carpio*, *C. catla*, *O. mossambicus*, *C. striatus*, *C. macrocephalus*, *T. trichopterus*, *P. gonionotus*, *P. pangasius*, *M. albus*, *Lates sp.*, *H. molitrix*, *L. hoeveni*, *A. mauritiana*, *M. nemurus*, *C. gariepinus*, *P. brachyponus* gibi Malezya'daki yirmi tatlısu balık türünün yağ asidi kompozisyonu incelenmiştir. Total MUFA'ler % 17-53, ΣSFA'ler % 15-43 ve ΣPUFA'ler % 12-38 aralığında bulunmuştur. Balıklarda en çok ΣMUFA, daha sonra ΣSFA, en az da ΣPUFA saptanmıştır. Total n-6PUFA'ler (% 2.43-26.2), total n-3PUFA'lerden (% 1-11) daha yüksek bulunmuştur. İncelenen balıklardan AA'in yüzde değerleri Malezya sazanında (*L. hoeveni*) % 1.3, Afrika Kedi balığında (*C. gariepinus*) % 1.30, tatlısu Yılan balığında (*A. mauritiana*) % 2.48; *Tilapia*'da (*O. mossambicus*) % 0.53 olarak bulunmuştur. Yüzde EPA oranı incelenen balıklar arasında en çok % 3.48 ile tatlısu Yılan balığında (*A. mauritiana*) bulunmuştur. Bu balık, kas ağırları için tıpta tedavi amaçlı kullanılmaktadır. *Lates sp.* dışında incelenen balıklarda DHA oranı % 2'den düşük olarak saptanmıştır (Rahman ve ark. 1995)

Baykal Gölü'ndeki ergin dişi *C. dybowski* ile *C. baicalensis* kas yağ asidi analizi yapılmıştır. Tekli doymamış yağ asitleri, *C. baicalensis*'te PUFA'ler ise *C. dybowski*'de en çok yüzdede saptanmıştır. Analizlerde diğer major yağ asitleri 16:1n-7, 18:1n-7, 20:5n-3 olarak bulunmuştur. On sekiz karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinden (C18 PUFA) 18:2n-6, her iki balık türünde bütün dokularda 18:3n-3'ten daha fazla oranda bulunmuştur (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Brezilya'da üç doğal tatlısu balığında (*Brycon cephalus*, *Brycon microlepis* ve *Brycon orbignyanus*) 18:1n-9, % 40.31-48.77; 16:0, % 21.90-23.99; ve 18:0, % 9.72-15.66 aralığında bulunmuştur. Total n-3PUFA'leri; *B. microlepis* % 3.61 ve *B. orbignyanus* % 3.06 olarak saptanmıştır. Yirmi karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinin (C20 PUFA) her biri % 1'den düşük oranda bulunmuştur (Moreira ve ark. 2001).

*O. mykiss*, akarsulardan avlanan *Anguilla anguilla* ile bazı iç sularımızda bulunan *S. lucioperca*'nın yağ asitleri incelenmiştir. *A. anguilla*'da ΣSFA % 16.09, ΣMUFA % 67.30, ΣPUFA % 16.61; *O. mykiss*'de ΣSFA % 19.79, ΣMUFA % 57.77,

ΣPUFA % 4.14; *S. lucioperca*'da ΣSFA % 40.14, ΣMUFA % 41.31, ΣPUFA % 17.97 olarak bulunmuştur (Ünlüsayın ve ark. 2001).

Aynı yem kullanılarak yetiştirilen üç farklı alabalık türünün (*Salvelinus alpinus*, *S. t. fario*, *O. mykiss*) kas dokularındaki yağ asidi kompozisyonları incelenmiştir. Toplam doymuş yağ asitleri içerisinde 16:0, MUFA'ler içerisinde 18:1n-9 en çok bulunan yağ asitleri olmuştur. Doymuş yağ asitleri ve MUFA bakımından türler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Kas dokularında MUFA miktarı en yüksek *S. t. fario* (% 41.90), *O. mykiss* ise % 30.81'lik değeriyle en düşük değere sahip olmuştur. Türler arasında PUFA bakımından önemli farklılıklar bulunmamıştır. N-3PUFA bakımından en yüksek *O. mykiss* (% 22.41) olurken, n-6PUFA bakımından ise *S. t. fario* olmuştur. Eikosapentaenoik asit miktarı sırasıyla *O. mykiss* % 3.07, *S. alpinus* % 3.03 ve *S. t. fario*'da % 1.78 olarak bulunmuştur. *O. mykiss* aynı zamanda en yüksek 22:6n-3 miktarına sahip olmuştur (% 19.17), *S. alpinus* (% 15.48) ve *S. t. fario* (% 12.74) değerlerle önemli farklılıklar göstermişlerdir (Haliloğlu ve ark. 2002).

Yukarı Fırat (Karasu) Havzası Yeşildere Çayı'ndan yakalanan olgun dere alabalıklarının (*S. t. macrostigma*) kas dokusu yağ asidi kompozisyonları araştırılmıştır. Total SFA % 31.23, ΣMUFA % 24.68, n-3PUFA % 37.52, n-6PUFA % 4 oranında olup, SFA'ler içinde 16:0 % 19.27, MUFA'ler içinde 18:1n-9 % 15.33, PUFA'ler içinde de 20:4n-6 % 1.73, 20:5n-3 % 12.95, 22:6n-3 % 16.07, 22:5n-3 % 4.81 oranında bulunmuştur (Aras ve ark. 2003a).

Doğal besinle beslenen *S. glanis*'in yağ asidi analizi sonuçlarına göre; 14:0 % 2.44, 15:0 % 0.96, 16:0 % 15.89, 18:0 % 5.85, 16:1n-7 % 10.38, 18:1n-9 % 25.3, 20:1n-9 % 2.01, 18:2n-6 % 5.31, 18:3n-3 % 4.07, 20:3n-6 % 0.64, 20:4n-6 % 3.14, 20:5n-3 % 4.46, 22:5n-3 % 2.65, 22:6n-3 % 9.94, ΣSFA % 25.41, ΣMUFA, % 39.86, ΣPUFA % 34.73 olarak saptanmıştır (Jankowska ve ark. 2004).

Seyhan Gölü'ndeki tatlısu balıklarının yağ asidi kompozisyonuna göre; ΣSFA % 28.0-34.6, ΣMUFA % 10.7-22.7, ΣPUFA % 23.2-43.7, n-3PUFA'ler *C. garipepinus*'ta % 11.5, *S. lucioperca* % 28.4, n-6PUFA; *R. frisii*'de % 5.27 *T. tinca*'da % 16.8. oranında bulunmuştur (Özoğul ve ark. 2007).

Atatürk Baraj Gölü'ndeki *O. mykiss*'ta ΣMUFA % 35.56, ΣSFA % 27.65, ΣPUFA, % 23.09 oranında belirlenmiştir. Bu çalışmada en fazla MUFA daha sonra

SFA en az oranda ise PUFA tespit edilmiştir. Palmitik asit, Gökkuşığı alabalığında en çok bulunan yağ asididir ve SFA'lerin % 62'si kadardır. Total MUFA'lerden 18:1n-9, % 64 ve 16:1n-7 % 26 civarında olup en çok bulunan MUFA'lerdir. Aşırı doymamış yağ asitlerinden de 18:2n-6, 18:3n-3, EPA, DHA en çok bulunanlardır. Bu balığın kas EPA içeriği, % 7.18 ve DHA içeriği, % 5.39 olarak tespit edilmiştir (Çelik ve ark. 2008).

Lekki Lagün'ündeki (Nijerya'nın güney-batı kıyıları) Afrika Kedi balığı *C. gariepinus*'un kasında yirmi yedi farklı yağ asidi tespit edilmiştir. Doymuş yağ asitlerinden, 16:0; MUFA'lerden ise 18:1n-9 en fazla bulunmuştur. Aşırı doymamış yağ asitlerinden 18:2n-6, EPA ve DHA, temel yağ asitleri olarak saptanmıştır (Osibona ve ark. 2009a).

Nijerya'daki *Sarotherodon galilaeus*, *O. niloticus*, *Tilapia zillii*, *C. gariepinus*, *Clarias anguillaris*, *Heterobranchus longifilis* gibi tatlısu balıklarında, SFA'ler içinde, 14:0 ve 16:0, MUFA'ler içinde 18:1n-9, n-6PUFA'ler içinde 18:2n-6 en fazla oranda bulunmuştur (Ugoala ve ark. 2009).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan Cyprinid türlerinden dişi *C. trutta* kasında,  $\Sigma$ MUFA % 40.74,  $\Sigma$ SFA % 29.77,  $\Sigma$ PUFA % 29.41 bulunmuştur. Tekli doymamış yağ asitlerinden 16:1n-7 ve 18:1n-9, SFA'lerden 16:0 ve PUFA'lerden en fazla 20:5n-3 ile 22:6n-3 tespit edilmiştir (Kaçar ve ark. 2010a). Aynı gölden toplanan *C. regium*'un kasında da  $\Sigma$ SFA % 37.12,  $\Sigma$ PUFA % 35.8 ve  $\Sigma$ MUFA % 26.98 olarak bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010b).

Dicle Nehri'nden dokuz tatlısu balığında SFA içinde en çok 16:0, MUFA içinde 18:1n-9, PUFA içerisinde ise EPA ve DHA yüzde olarak en fazla saptanmıştır. En yüksek SFA değeri (% 48.94) *Liza abu*'da belirlenmiştir. *Alburnus mossulensis*, toplam tekli doymamış yağ asitlerinin en büyük yüzdesini (% 55.56) oluşturmuştur. Araştırmacılar, yüksek EPA ve DHA içeriğinden dolayı *C. regium*, *Barbus rajonorum*, *Carasobarbus luteus*, *Leuciscus lepidus*, *Acanthobrama marmid*, *C. macrostomus* ve *S. triostegus*'un beslenme için tercih edilebileceğini ileri sürmüşlerdir (Cengiz ve ark. 2010).

Balık kası, insan besinini oluşturan ana kısımdır (Ackman 1990). Balığın büyüklüğü, eşeyi, besini, üreme döngüsü, yaşı, yakalandığı coğrafik bölge ve mevsim, su sıcaklığı gibi faktörler, balık dokularındaki yağ asidi içeriği ile total lipit miktarını

etkilerler (Leger ve ark. 1977, Henderson ve Tocher 1987, Bandarra ve ark. 1997, Shirai ve ark. 2001, Luzia ve ark. 2003).

## **2.12. Kas Total Yağ Asidi İçeriğine Etki Eden Faktörler**

### **2.12.1. Kas Total Yağ Asidi İçeriğine Mevsimin Etkisi**

Mevsimlere bağlı olarak değişen su sıcaklığı ve ortamdaki besin maddeleri, balık etinin kimyasal kompozisyonunu etkilemektedir. Birçok araştırmacı, bazı balık türlerinde, farklı avlama mevsimlerine bağlı olarak balık etinin besin maddesi kompozisyonundaki değişimlerini ortaya koymuştur. Balık lipitlerinin sahip olduğu yağ asidi kompozisyonundaki değişiklikler genellikle mevsimler, su sıcaklığı, besin kompozisyonu gibi dış kaynaklı faktörlerden de etkilenmektedir. Bu nedenle, farklı mevsimlerde avlanan balıkların kimyasal kompozisyonları ve özellikle yağ asitleri kompozisyonlarının ortaya konması, işleme teknolojisi ve diyetisyenler açısından son derece faydalı olmaktadır. Yağ asitleri seviyelerinin belirlenmesi konusunda yapılan çalışmalar besin tablosu hazırlayan diyetisyenler için önemli bilgiler içermektedir. Özellikle balık gibi vücut bileşenleri mevsimsel değişimlerden etkilenen besin kaynaklarının hangi mevsimde, hangi oranlarda hangi yağ asitlerini içerdikleri, uygun diyetlerin hazırlanmasında diyetisyenlere yardımcı olmaktadır.

Aşırı doymamış yağ asitlerinin özellikle AA'in balıklarda yüksek miktarda olmasının nedeni; daha sıcak sulardaki oksijenin eriyebilirliğinin düşük olmasıdır (Smith ve Miller 1980).

Akpınar (1987b), *C. carpio*'nun dişi ve erkek bireylerinin mevsimsel değişimini incelediği çalışmasında, kas dokusunda olduğu gibi üreme periyodunda temel yağ asitlerinin az da olsa azaldığını, uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitlerinde ise önemli azalmalar olduğunu belirtmiştir.

Gallagher ve ark (1991) *M. undulatus*, *M. cephalus* ve *P. dentatus*'un kaslarındaki yağ asidi bileşimini bir yıl süre ile incelemişler ve *M. undulatus*, *P. dentatus*'un kas dokularındaki PUFA'lerin ağustos ayından ocak ayına doğru önemli düzeyde arttığı halde, *M. cephalus*'un kas dokusunda önemli değişim olmadığını saptamışlardır. Araştırmacılar, *M. undulatus* *P. dentatus*'un kas dokularının lipit miktarlarındaki artışın 22:6n-3'in artışıyla ilgili olduğunu belirtmişlerdir. *Oreochromis spp.*'in yaz ve kış aylarında total lipit ve yağ asidi kompozisyonu incelenmiştir. Kış

mevsimi ile karşılaştırıldığında; yazın 18:1n-9 ve 18:2n-6'in arttığı, 16:1n-7 ve 20:5n-3'in ise azaldığı saptanmıştır (Luzia ve ark. 2003).

Itasy Gölü'nden (Madagaskar) ortalama ağırlıkları, 100-250 gr olan üç *Tilapia* (*O. niloticus*, *O. macrochir* ve *T. rendalli*) türünün yağ asitleri farklı mevsimlerde analizi yapılmıştır. Palmitik asit, 18:0, 18:1n-9, 16:1n-7 ve 18:2n-6 fazla oranda tespit edilmiştir. Temel PUFA'ler olan, AA, EPA ve DHA miktarları mevsime bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Özellikle, ilkbaharda *O. macrochir*'te % 11.4 olan DHA oranı sonbaharda % 6'ya; *O. niloticus*'ta aynı bileşen, % 9.8'den % 4.9'a ve *T. rendalli*'de % 10.1'den % 4.4'e düşmüştür (Rasoarahona ve ark. 2005).

Beyşehir Gölü'ndeki *S. lucioperca*'nın kas lipitlerine mevsimin etkisi incelenmiştir. Tüm mevsimlerde PUFA'ler, MUFA ve SFA'e oranla yüksek bulunmuştur. Doymuş yağ asitleri içinde major olarak bulunan 16:0'in oranı  $\Sigma$ SFA'ler içinde % 57-64 aralığında, MUFA'lerden major olan 18:1n-9'in oranı  $\Sigma$ MUFA'ler içinde % 45-58 aralığında bulunmuştur. Dokosaheksaenoik asit, 18:2n-6, EPA, ve AA en çok bulunan PUFA'lerdir. Değişik mevsimlerde, DHA % 17.1-23.3, LA (linoleik asit: 18:2n-6) % 5.40-15.4, AA % 6.72-9.94, EPA % 4.22-5.93 aralığında saptanmıştır. Bütün mevsimlerde dominant bileşenler olarak sırasıyla DHA, 16:0, 18:1n-9, 20:4n-6, 18:2n-6, 16:1n-7, 20:5n-3 ve 18:0 olmuştur (Güler ve ark. 2007).

Derbent Baraj Gölü'nde (Samsun) yetiştirilen *O. mykiss*'in kas yağ asitlerinin aylara ve mevsime bağlı olarak değişiklik gösterdiği belirlenmiştir (Kandemir ve Polat 2007).

Brezilya'da Amazon Nehri'nde iki farklı mevsimde *Hypophthalmus sp.* ve *Cichla sp.*'nin kas dokusundaki EPA ve DHA seviyeleri incelenmiştir. Her iki türde de DHA oranları yüksek bulunmuştur. Yağmurlu mevsimde *Hypophthalmus sp.*'da EPA konsantrasyonu yüksek ve miktarı DHA kadardır. *Cichla sp.*'da aşırı yağışlı mevsimde yüksek konsantrasyonda DHA tespit edilmiştir (Inhamuns ve Franco 2008).

*Barbus plebejus escherichi*, *Capoeta capoeta capoeta* ve *R. rutilus* balıklarının ocak ve temmuz aylarında kas dokularının yağ asidi kompozisyonu incelenmiştir. Palmitik asit, 18:1n-9, 22:6n-3, 20:5n-3 her iki ayda tüm balıklarda en fazla bulunan yağ asitleridir. *B. p. escherichi* ve *C. c. capoeta*'nın kasında n-3PUFA, n-6PUFA ve EPA+DHA'in miktarları ocak ayında temmuz'a göre daha yüksek bulunmuştur. Tüm türlerde doymuş yağ asitleri içinde 14:0, 16:0, 18:0, tekli doymamış yağ asitleri içinde

16:1n-7, 18:1n-9 ve PUFA'ler içinde de 18:2n-6, EPA ve DHA en fazla oranda bulunmuştur. *B. p. esherichi* ve *C. c. capoeta*'da temmuz ve ocak aylarında major yağ asitlerindeki dalgalanmalar benzerdir. *B. p. esherichi*'de SFA'lerin miktarı ve *C. c. capoeta*'da MUFA'lerin miktarı, ocak ayında temmuz ayına göre daha düşük bulunmuştur. Fakat, n-3PUFA ve n-6PUFA'lerin oranı her üç türde de ocak ayında daha yüksek olarak saptanmıştır. *C. c. capoeta*'da n-6PUFA'lerin ocak ayında artması önemli kabul edilmemiştir. *R. rutilus*'ta temmuz ve ocak aylarında major yağ asitleri bakımından önemli farklılık görülmemiştir. Bu sonuçlara göre *R. rutilus*'a oranla *B. p. esherichi* ve *C. c. capoeta*'nın yağ asitleri dağılımına iklim koşullarının etkisi bakımından daha az etkilendikleri saptanmıştır (Uysal ve ark. 2008).

Beyşehir Gölü'ndeki *C. carpio* üzerinde yapılan çalışmada; ilkbahar, yaz ve sonbaharda PUFA, SFA'lerden daha yüksek miktarda bulunduğu, tüm mevsimlerde 16:0'in yüzde olarak (% 14.6-16.6) en çok bulunan yağ asidi olduğu, 18:1n-9'in ise başlıca MUFA (% 15.1-20.3) olduğu belirlenmiştir. Dokosaheksaenoik asit, yazın ve kışın; 18:2n-6 ise ilkbahar ve sonbaharda başlıca PUFA olarak saptanmıştır. *C. carpio*'daki major yağ asidi tüm mevsimlerde sırasıyla 18:1n-9, 16:0, 16:1n-7, 22:6n-3, 18:2n-6, 20:4n-6, 18:0 ve 20:5n-3 olarak bulunmuştur. Elde edilen veriler, *C. carpio*'nun kasındaki yağ asidi içeriğinin, mevsim ve beslenme periyodundan etkilendiğini göstermiştir (Güler ve ark. 2008).

Türkiye'nin ikinci büyük gölü olan Eğirdir Gölü'ndeki *Vimba vimba tenella* kasının total yağ asidi kompozisyonu değişik mevsimlerde incelenmiştir. Tüm mevsimlerde MUFA'ler, SFA ve PUFA'lere oranla daha fazladır. Oleik asit, tüm mevsimlerde MUFA'ler içinde, 16:0'de SFA'ler içinde en fazla tespit edilmiştir. Arakidonik asit, 22:6n-3, 18:2n-6 ve 20:5n-3, PUFA'ler içinde en fazla bulunmuştur (Kalyoncu ve ark. 2009).

Amazon Havzası Janauacá Gölü'nde *Cichla sp.*'nin mevsime bağlı olarak total yağ asidi kompozisyonu araştırılmıştır. Her iki mevsimde SFA'ler, MUFA ve PUFA'lere oranla daha fazla bulunmuştur. Total SFA'ler içinde 16:0 % 48.5-51.6, ΣMUFA'ler içinde 18:1n-9 % 43.9-50.2, ΣPUFA'ler içinde DHA 22:6n-3, % 13.5-27.9 ve 20:4n-6 % 16.0-19.6 civarındadır. Yağmurlu mevsimde kasta özellikle 22:6n-3 (% 10) ve 20:4n-6 (% 7) olmak üzere PUFA'ler fazlaca bulunmuştur (Inhamuns ve ark. 2009).

### 2.12.2. Kas Total Yağ Asidi İçeriğine Üremenin Etkisi

Balıklarda lipit miktarının sıcaklığa, mevsime, değişik coğrafik bölgeler ve türlere, türlerin eşeylerine, aynı türün değişik organlarına ve beslendiği organizma türüne göre değişebileceği belirtilmiştir. Ancak hem kas hem de başta karaciğer olmak üzere gonat gibi diğer organların lipit miktarındaki en belirgin değişimlerin üreme döneminde görüldüğü bildirilmiştir. Gonatların gelişmeye başlamasıyla birlikte kas, karaciğer ve diğer organlardaki depo lipitler gonatlara mobilize olmakta, gonatların lipit miktarı artarken kas ve karaciğer lipit içeriği de azalmaktadır (Uysal 2000).

Balıkların yağ asidi bileşimindeki mevsimsel değişim; besin, sıcaklık gibi birçok faktörle ilgili olmasına rağmen en belirgin değişim üreme döneminde görülmektedir. Gamet oluşumu ve gelişimi için kullanılacak lipidin büyük kısmı üreme evresinden önce balık türüne göre kas, karaciğer ve karın gibi yerlerde depo edilmektedir (Kiessling ve ark. 1989).

Eşey hücrelerinin oluşmasında PUFA'lere büyük gereksinim vardır. Bu yağ asitlerinin eksikliği kısırlığa sebep olur (Soivio ve ark. 1989). Eşeyssel olgunlaşma ile orantılı olarak lipit metabolizmasındaki değişimlerin aynı periyoda rastladığı ve depo yağlarının yumurta ve sperm oluşumu için kullanıldığı bildirilmiştir (Ackman 1967, Agren ve ark. 1987).

Gonatların gelişimi için lipit kullanımının erkeklerde daha az olduğu ve üreme faaliyetlerinden dişilere göre daha az etkilendiği tespit edilmiştir. Balık yağı ve yağ asidi bileşimi ekolojik faktörler ve balığın fizyolojik durumuna göre en fazla değişime uğrayan biyokimyasal bileşiklerdir. Bundan dolayı üreme, adaptasyon, büyüme ve gelişme gibi besleme ve balık biyolojisi ile ilgili konular üzerine çalışırken, balığın yağ asidi bileşimini ve esansiyel yağ asidi ihtiyacını bilmek önemlidir (Uysal 2004).

Balıklardaki total lipit ve yağ asidi kompozisyonundaki en büyük değişimler, üreme periyodu esnasında gözlenmiştir. Bu periyotta, depo lipitler ile proteinler, vitaminler ve mineraller gibi diğer besinsel bileşenler; kaslardan, karaciğerden ve visseral organlardan gonatlara (gonat olgunlaşması için) taşınırlar (Agren ve ark. 1987). Bu nedenle, gonat olgunlaşması esnasında kasın besinsel değeri azalabilir (Uysal ve Aksoylar 2005).

Elazığ Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *C. trutta* ve *B. r. mystaceus*'un dişi ve erkek bireylerinin kas dokularında yağ asidi bileşiminin değişimi üreme periyodu



boyunca incelenmiştir. Her iki türün kas dokusu yağ asidi bileşiminin zengin bir yağ asidi çeşitliliğinden oluştuğunu göstermiştir. *C. trutta*'nın dişi bireylerinin kas dokusundaki doymamış yağ asitleri, üreme mevsimi sonunda, düzenli bir şekilde azaldığı halde diğer bireylerdeki değişimin daha düzensiz olduğu belirlenmiştir. Deney sonuçları, total lipit miktarı ve bireysel yağ asidi oranlarının değişiminde, üreme periyodundaki faaliyetlerin etkili olduğunu göstermiştir (Konar ve ark. 1999).

*C. regium*'un dişi ve erkek bireylerinin kas dokusundaki yağ asitlerinin değişimi üreme durumu esas alınarak tayin edilmiştir. *C. regium* dişi ve erkek bireylerinin yağ asidi miktarlarında üreme sonrasında önemli miktarda azalma olduğu tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre yağ asitlerinin dönemler arasında değişik varyasyonlar gösterdiği belirlenmiştir. *C. regium*'un erkek ve dişi bireylerinin incelenen kas dokusunda 16:0, 18:1n-9, 20:2n-6 ve 22:6n-3 en fazla bulunan yağ asitleridir. Kaprik asit (10:0) ve 15:0 ise düşük miktarda bulunmuştur. Gerek üreme dönemi öncesinde (Aralık 1997) ve gerekse üreme dönemi sonrasında (Haziran 1998) 16:0 miktarı, SFA'ler içerisinde en fazla bulunmuştur. Dişi ve erkek bireyin kas dokusunda SFA, MUFA ve PUFA, üreme dönemi sonrasında önemli miktarda azalmıştır. Yine  $\omega$ 3,  $\omega$ 6 ve MUFA'lerde de üreme dönemi sonrasında belirgin şekilde azalma olmuştur (Kara 2001).

Mogan Gölü'nde yaşayan *C. carpio*'nun kas dokusu yağ asitlerinin eşeye ve mevsime bağlı değişimleri araştırılmıştır. Her iki eşeyin kas dokusu yağ asidi bileşiminin kalitatif yönden farklı olmadığı saptanmıştır. En fazla değişime uğrayan yağ asitlerinin, uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitleri olduğu gözlenmiştir. Bu bileşenler; gonat gelişimi ve üreme periyoduna bağlı olarak önemli derecede azalmıştır. Her iki bireyde en çok bulunan bileşenler, 16:0, 18:0, 14:0, 18:1n-9, 16:1n-7, 18:2n-6, 18:3n-3, 20:5n-3, 16:2n-4, 22:3n-6, 22:6n-3 olduğu görülmüştür. Palmitoleik asit nisanda, 18:1n-9 mayısta en yüksek, 18:2n-6, 18:3n-3, 20:4n-6 aylar arasında bazı dalgalanmalar göstermiştir. Eikosatrienoik asit, 20:5n-3, 22:5n-3 ve 22:6n-3 mart ayından itibaren özellikle üreme periyodunda (mayıs) azalmıştır (Akpınar 1987b).

Uysal ve Aksoylar (2005), *S. lucioperca* kasının yağ asidi kompozisyonunu iki ayda bir incelemişlerdir. Doymamış yağ asitlerinin oranı total yağ asidi içeriğinin yarısından daha fazladır ve MUFA'in oranı da PUFA oranından fazladır. Eikosapentaenoik asit, DHA, AA'ler; PUFA'te en çok bulunmuşlardır. Bu balığın

kasındaki yağ asidi kompozisyonu yumurtlama ve mevsimden önemli derecede etkilenmiştir. Aşırı doymamış yağ asitlerinin oranı (özellikle n-3 yağ asitleri); gonatların olgunlaşmasıyla önemli derecede azalmıştır. Bu sonuçlar; bu balığın et kalitesinin yumurtlama dönemi haricinde iyi olduğunu göstermiştir.

### **2.12.3. Deniz ve Tatlısu Balıklarının Kas Total Yağ Asitlerinin Karşılaştırılması**

Sadece tatlısuda yaşayan balıkların değil, denizde yaşayan balıkların da yağ asidi içeriği ile ilgili önemli çalışmalar yapılmıştır. Ackman (1967), tatlısu balıklarının biyokimyasının deniz balıklarınıninkiyle aynı olduğunu belirtmiştir. Bununla beraber, bazı araştırmacılar tatlısu ve deniz balıklarının yağ asidi kompozisyonunun farklılıklar gösterdiğini ileri sürdüler (Aggelousis ve Lazos 1991).

Deniz balıklarının yağ asitlerindeki,  $\omega 3/\omega 6$  (Ackman 1967) ile 18:1/18:2 (Nair ve Gopakumar 1978) değerlerin tatlısu balıklarına oranla daha fazla olduğu belirtilmiştir.

Deniz balıkları ile karşılaştırıldığında tatlısu balıkları C18 PUFA'ı yüksek miktarda; n-3, EPA ve DHA'ı düşük miktarda içerirler (Ackman 1967). Tatlısu balıkları, yüksek miktardaki n-6PUFA özellikle 18:2n-6 ve AA ile karakterize edilirler (Steffens 1997, Özoğul ve ark. 2007). Deniz balıklarında ise C20 ve C22 PUFA'ı oluşturan yağ asitleri daha fazladır (Ackman 1967).

Yapılan detaylı çalışmalara göre 20:4n-6; denizde yaşayan balıklara oranla tatlısu balıklarında daha fazla miktarda saptanmıştır (Olley ve Duncan 1965).

Bilindiği gibi 20C'lu PUFA'lerden 20:5n-3, 22:2n-3 ve 22:6n-3; 18:3n-3'ten sentezlenmektedir. Denizde yaşayanlara oranla tatlısu balıklarında 20 ve 22C'lu PUFA'lerin miktarının az olmasının nedeni 18:3n-3'ten sentezlenen yol üzerinde enzim aktifliğinin daha az olması olabilir. Fakat burada su sıcaklığını ve besini de göz ardı etmemek gerekir. Yapılan bir başka çalışmada (Gopakumar ve Nair 1972), tatlısu balıklarının, deniz balıklarına oranla daha fazla doymuş yağ asidi özellikle 16:0 içerdiği saptanmıştır.

Gutierrez ve Silva (1993), tatlısu balıklarında C16 ile C18 yağ asitlerini fazla, EPA ve DHA asitlerini ise düşük oranda bulmuşlardır.

Tatlısu balıkları; denizde yaşayanlara oranla, alg ya da bitkiler tarafından sentezlenen kısa zincirli 18:2n-6 ve 18:3n-3'i, daha uzun ve daha fazla doymamış EPA ve DHA asitlerine dönüştürebilirler (Henderson ve Tocher 1987).

Genel bir görüşe göre tatlısu balıkları; denizde yaşayanlara oranla EPA ve DHA gibi faydalı uzun zincirli PUFA'leri daha az içerdikleri için daha düşük besinsel değere sahiptirler. Bu görüş; 1930-1960'lı çalışmalardan elde edilen bulgulara dayanmaktaydı (Lovern 1932, Gruger ve ark. 1964, Ackman 1967). Bu bulgunun temel nedeni besindir. Tatlısu balıkları genellikle karasal veya aquatik böcekler ve bentik organizmalarla beslenmektedir. Bu besinsel organizmalarda n-6PUFA'ler genellikle yüksektir (Henderson ve Tocher 1987, Cowey 1988, Pike 1990). Tatlısu balıklarının lipitleri; daha yüksek oranda SFA ve 18 C'lu PUFA, daha düşük oranda 20 ve 22C'lu PUFA ile n-3/n-6 oranına sahiptir (Henderson ve Tocher 1987).

Deniz ve tatlısu balıklarında yağ asidi farklılıkları sadece habitata bağlı değil aynı zamanda besine yani türün herbivor, omnivor ya da karnivor olmasına da bağlıdır (Sargent ve ark. 1995). Bundan başka; yaş, büyüklük, balığın üreme durumu, çevresel koşullar ve özellikle de su sıcaklığı balık kasındaki lipit içeriğini ve yağ asidi kompozisyonunu etkiler (Ackman 1989, Saito ve ark. 1999).

Tatlısu balıkları, deniz balıklarına oranla 20:4n-6 bakımından, deniz balıkları ise besinlerini oluşturan planktonlarda fazla oranda bulunan EPA ve DHA gibi n-3 PUFA'ler bakımından zengindir. Tatlısu balık yağlarında 20:4n-6'in oranı % 2-3 iken deniz balıklarında genellikle % 1'den daha düşüktür. Tropikal balıkların yağ asitlerindeki AA oranı, soğuk su deniz balıklarına oranla daha fazladır (Ackman 2002).

Yağ asidi dağılımına etki eden faktörlerden biri de suyun tuzluluk derecesidir. Örneğin, Haliloğlu ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada, deniz balıklarında n-3/n-6 oranı ve n-3PUFA'lerin miktarını, tatlısu balıklarına göre daha yüksek olarak saptamışlardır. Araştırmacılar, Gökkuşığı alabalığının bütün dokularındaki lipit kompozisyonundaki bu farklılığın tuzluluktan kaynaklandığını belirttiler.

Başka bir çalışmada, dört Kuzey Amerika tatlısu balığı (*A. grunniens*, *C. artedii*, *L. lota*, *Alosa pseudoharengus*) ile iki deniz balığı (*Clupea harengus*, *Gadus morhua*) yağ asidi kompozisyonu karşılaştırılmıştır. Tatlısu balıklarında 16:0 ve 18:0, deniz balıklarına göre daha fazla oranda tespit edilmiştir. Total, di ve tetraenoik asitler,

deniz balıklarına göre tatlısu balıklarında iki kat daha yüksek bulunmuştur. Deniz balıklarında ise 20:5n-3 ve 22:6n-3'lerin oranı fazla bulunmuştur (Ackman 1967).

Araştırmacılar genellikle tatlısu balıklarının deniz balıklarına oranla daha az oranda n-3 yağ asitlerini içerdiğini belirtirler (Vlieg ve Body 1988). Ancak, bazı tatlısu balıkları önemli oranda hatta bazı deniz balıklarından daha fazla oranda n-3PUFA içerdikleri belirlenmiştir (Agren ve ark. 1987, Hearn ve ark. 1987, Wang ve ark. 1990). Soğuk su balıkları da n-3 yağ asitlerinin önemli kaynağıdır.

#### **2.12.4. Kas Total Yağ Asidi İçeriğine Besinin Etkisi**

Balığın yağ asidi bileşimini etkileyen en önemli faktörlerden biri de besininin içerdiği yağ asidi bileşimidir. Bir balığın vücut lipitlerinin yağ asidi kompozisyonu; besinsel lipitlerden önemli ölçüde etkilenmektedir. Genellikle 18:2n-6, 18:3n-3 ve EPA gibi yağ asitleri bakımından zengin olan tatlısu algleri ve sucul böcek larvaları balıklar için önemli besin kaynaklarıdır (Farkas 1970, Wood 1974, Takahashi ve Yamada 1976, Hanson ve ark. 1985). Deniz planktonlarında; 16:1n-7, 20:5n-3 ve 22:6n-3 fazla bulunurlar. Diatomeler; 20:5n-3 bakımından zengindirler. Bu nedenle balık yağlarındaki 20:5n-3 ve 22:6n-3 oranları besine bağlıdır (Sargent 1997). Eikosapentaenoik asit ve DHA bakımından zengin fakat n-6PUFA'ler bakımından fakir olan planktonlar (Sargent ve ark. 1989) deniz balıklarının temel yiyecekleridir (Kelly ve ark. 1959, Kayama ve ark. 1963). Planktonlarla beslenen deniz balıklarında n-3 seviyesi daha yüksektir.

Tatlısu algleri, Crustacealer ve sucul böcek larvaları, genellikle 18:2n-6, 18:3n-3 ve 20:5n-3 bakımından zengindir. Yağ asitlerinden; 22:5n-3 ve 22:6n-3, aquatik böceklerden ziyade Crustacealerde bulunmuştur. Bu nedenle tatlısu balıklarının yağ asidi bileşiminde 18:2n-6 ve 20:4n-6 yüzdeleri yüksektir (Henderson ve Tocher 1987, Steffens 1997).

Zenebe ve ark. (1998), herbivor balıklardaki yağ asitleri ve doku lipitleri çeşitliliğinin; karnivor balıklardan daha fazla olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Kiessling ve ark. (2001), 22:6n-3 oranının, çoğunlukla balığın beslenmesi ve yaşıyla değiştiğini belirtmişlerdir.

Tatlısu balıklarının doku lipitlerinin yağ asidi kompozisyonu, besinsel yağların yağ asitlerinden etkilenirler. Doğal balıklardaki lipitlerin yağ asidi profil, aquatik besin zincirindeki yağ asidi içeriğini yansıtır. Algler, bazı tatlısu balıklarının erken yaşam

safhalarındaki besinlerinde belirgin olarak yer alır. Genel olarak tatlısu alglerinin lipitleri, C18 PUFA'ı C20 ve C22 PUFA'leri daha çok içerirler. Linoleik asit ve 18:3n-3'in her ikisi de alglerde bulunmaktadır. Eikosapentaenoik asit, bazı alg türlerinde özellikle diatomelerde fazla miktarda bulunmaktadır. Fakat 22:6n-3 ise nadir olarak bulunur. Aquatik böceklerin erginleri, larvaları veya nimfleri tatlısu balıkları özellikle Salmonidler için başlıca besin kaynağıdır. Linoleik asit ve 18:3n-3, bu böceklerin PUFA'lerinde fazla miktarda bulunurlar. Ayrıca bu sucul besinlerinin total yağ asitlerinde, 20:4n-6 oranı % 7'ye, 20:5n-3 ise % 25'e kadar çıkmaktadır. Küçük balıkları yiyerek beslenen predatör balıkların lipitleri; onların avlarını oluşturan küçük balıkların yağ asidi kompozisyonundan etkilenmektedir. Diğer taraftan denizdeki besin zincirini oluşturan fito ve zooplanktonların lipitleri; 18:3n-3, 20:5n-3 ve 22:6n-3 bakımından zengin, n-6PUFA'ler bakımından ise fakirdir. Sonuç olarak; PUFA kompozisyonu bakımından tatlısu ve deniz balıkları arasındaki temel farklılıklar bunların besinlerindeki yağ asidi kompozisyonlarındaki farklılıklardan ileri gelmektedir (Henderson ve Tocher 1987).

Deniz balıklarındaki gibi, tatlısu balıklarının yağ asidi kompozisyonu da doğal besinlerinin lipitlerinden etkilenir (Henderson ve Tocher 1987, Steffens 1997). On sekiz karbonlu PUFA'leri fazlaca içeren fakat C20 ile C22 PUFA'leri az içeren algler ile beslenen herbivor balıklarda fazlaca n-6PUFA'ler ile kısa zincirli n-3PUFA'ler bulunur (Henderson ve Tocher 1987). Karnivorlar, elongasyon ve desaturasyon basamaklarını tamamlayan balıkları tükettikleri için, uzun zincirli n-3PUFA'ler bakımından zengin fakat, linolenik asit bakımından fakirdirler. Omnivorlar, linolenik asit bakımından zengin iken uzun zincirli n-3PUFA'ler bakımından ise fakirdirler (Brown ve ark. 1989), bu da balık lipitlerindeki bileşenlerin besindeki lipitlerle doğrudan ilişkili olduğunu gösterir. Soğuk su ile sıcak su balıklarının yağ asitleri de kantitatif olarak farklıdır. Bunun da temel nedenlerinden biri de besindir. Örneğin, soğuk su balık türlerinin besinlerinde, uzun zincirli çoklu doymamış n-3 yağ asitleri; sıcak su türlerinin besinlerinde ise n-6 ve n-9 yağ asitleri daha fazla miktarda bulunur (Lovell 1991).

Malezya'da çalışılan yirmi tatlısu balığında total n-6PUFA'lerin (% 2.43-26.2), total n-3PUFA'lerin (%1-11) yüksek bulunmasının (Rahman ve ark. 1995), nedeni

Malezya tropikal sularındaki organizmaların n-6PUFA'ler bakımından zengin olmasıdır (O'Dea ve Sinclair 1982).

Besinsel yağ asitleri, doğal ve kültür balıklarının kas yağ asidi kompozisyonunu etkiler. Doğal balığın (*P. altivelis*) kasında besinini oluşturan alglerdeki gibi, 16:1n-7, EPA ve 18:3n-3 yüksek oranda bulunmuştur. Balık kasında yüksek miktarda DHA (% 8.7-9.6) bulunmasının nedeni; alglerden sağlanan yağ asitlerinin, zincir uzatma ve doymamışlığın artırılması reaksiyonları olabilir (Jeong ve ark. 2002).

Bazı balıklarda 16:1n-7'nin fazla olmasının nedeni burada da görüldüğü gibi besin olabilir. Örneğin Kaçar ve ark. (2010a), Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. trutta*'nın dokularında total tekli doymamış yağ asitlerinden 16:1n-7'in oranını oldukça yüksek olarak tespit etmişlerdir (kasta % 25.55, karaciğerde % 17.44). Aslında 16:0 ve 16:1n-7'in yüksek oranları tatlısu balıkları için geneldir (Ackman 1967). Kaçar ve ark. (2010a), *C. trutta*'daki 16:1n-7'in, besinden gelebileceğini belirttiler. Çünkü, *C. trutta*'nın besinlerinin önemli bir kısmını bir tatlısu algi olan *Oscillatoria* ile diatomeler oluşturmaktadır (Yılmaz ve Solak 1999). Bu fitoplanktonlar, 16:1n-7 bakımından oldukça zengindir (Ahlgren ve ark. 1992). Bu bulgu, *C. trutta*'nın yağ asidi içeriğine besinin etki ettiğini gösterir.

Doğal olarak yetişen sazanların kasında; yüksek miktarda 18:2n-6, EPA ve DHA, karbonhidratça zengin besinle yetiştirilenlerde ise yüksek miktarda 18:1n-9 tespit edilmiştir (Csengeri ve ark. 1978, Farkas ve ark. 1978, Watanabe ve ark. 1981). Fitoplanktonlarla beslenen, *H. molitrix* ve *A. nobilis* gibi sazan türlerinin EPA ve DHA bakımından zengin olduğu belirtilmiştir (Steffens ve Wirth 1997).

Hanson ve ark. (1985), yedi ordodan elli sekiz cinse ait, yüz altı sucul böceğin sadece dört tanesinde yüksek oranda AA ve EPA saptamıştır. Eikosapentaenoik asit oranı, AA'ten birkaç kat fazla bulunduğu için n-3/n-6 oranı 1-4 arasında değişmiştir. Sonuç olarak aquatik böceklerle beslenen tatlısu balıklarının düşük n-3/n-6 oranına sahip olduğu öne sürülmüştür (Ahlgren ve ark. 1994).

Balık kasındaki EPA ve DHA gibi PUFA'lerin miktarı, besine bağlıdır (Sargent 1997).

Kültür ile karşılaştırıldığında, doğal balıklarda  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ PUFA yüksek,  $\Sigma$ MUFA ise düşük bulunmuştur (Alasalvar ve ark. 2002). Bunun nedeni muhtemelen

kültüre alınmış balıkların besinindeki monoenoik içeriğinin yüksek olmasından kaynaklanır (van Vliet ve Katan 1990).

*C. albula*'nın kas dokusundaki yağ asidi bileşimi ile beslendiği planktonik organizmaların yağ asidi bileşimi incelenmiş ve total doymuş ve doymamış yağ asitleri oranının benzer bir dağılım gösterdiği tespit edilmiştir (Mute ve ark. 1989).

Sazanın yağ asidi kompozisyonu, besinin yağ asidi kompozisyonundan oldukça etkilenir. Buğdayla beslenen ve doğal beslenen balıklar karşılaştırıldığında, doğal besinle beslenenlerin kas TAG'ünde temel yağ asitlerinin seviyesi yüksek bulunmuştur (Steffens ve Wirth 1997).

Lipit ve yağ asitlerindeki varyasyonlar; omnivor (*Barbus* sp.) ve karnivor (*C. gariepinus*)'dan daha ziyade herbivor (*O. niloticus*) balıkta da görülmüştür (Zenebe ve ark. 1998). Besinsel lipitlerin vücut lipitlerinin yağ asidi kompozisyonuna etkisi, TAG ve PL arasında farklılık gösterir. Fosfolipitlerin yağ asit bileşiminin TAG'den daha büyük derecede etkilendiği belirlenmiştir. Tatlısu balıklarında besinle alınan 18:2n-6 ve 18:3n-3, enzimlerle zincir uzamasına uğratılarak doymamışlık dereceleri artırılır ve AA, DPA ve DHA'e dönüştürülerek PL'lerin yapısına girerler. Bununla beraber bu yağ asitlerinin (18:2n-6, 18:3n-3) TAG'lerde değişime uğramadan depolandığı saptanmıştır (Takeuchi ve Watanabe 1977, Farkas ve ark. 1980).

Yapılan çalışmalar, doğal ve kültüre alınmış balıkların yağ asidi kompozisyonlarının farklı olduğunu ve bu farklılığın temel nedeninin besin olduğu saptanmıştır (Alasalvar ve ark. 2002, Grigorakis ve ark. 2002). Besinsel yağ asitleri balık dokularında, hem polar PL'lerin hem de nonpolar nötral lipitlerin yağ asidi içeriklerini etkilemektedir.

Besinsel yağ asitleri ile birlikte sıcaklık; doku lipitlerin kompozisyonunu etkilemektedir. *Salmo salar* ile ilgili yapılan çalışmada, besinsel etkilerin daha baskın olduğu vurgulanmıştır. Besin olarak yenilen yağın yağ asidi içeriği, balığın her üç dokusunun hem nötral lipitlerini hem de polar lipitlerini etkilemiştir. Sıcaklığın etkisi, nötral lipitlere oranla fosfolipitler üzerine daha çok etkili olmuştur (Jobling ve Bendiksen 2003).

Düşük sıcaklığa maruz bırakılma sonucunda, PL'lerde, doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine oranı artmıştır. Bu durum, membran akışkanlığının

sürdürülmesini (korunması) sağlayan termal aklimatizasyon (soğukkanlılarda sıcaklığa karşı fizyolojik adaptasyon) tepkisi olarak yorumlanır.

Doğal ve kültür Kedi balığı (Japon Kedi balığı: *S. asotus*; Tayvan Kedi balığı: *C. macrocephalus* ve hibrit *C. macrocephalus* ve *C. galipinus*)'un dorsal etlerindeki yağ asidi kompozisyonuna; mevsimsel farklılıkların ve besinsel lipitlerin etkileri incelenmiştir. Balıkların dorsal etlerinde 16:0, 18:1n-9, 18:2n-6, 20:4n-6 ve 22:6n-3 yağ asitleri baskın bulunmuştur. Japon Kedi balığının besinindeki DHA içeriği, Tayvan Kedi balığının besininkinden daha yüksektir. Buna bağlı olarak Japon balıklarının dorsal kaslarındaki DHA oranı, Tayvan Kedi balığının dorsal kasından daha fazla bulunmuştur. Ayrıca kültür Japon Kedi balığı; Tayvan Kedi balığından daha fazla 18:2n-6 içermiştir (Shirai ve ark. 2002).

Avrupa Kedi balığının (*S. glanis*) besinine % 1 oranında 18:3n-3'in ilave edilmesi, balıktaki total doymamış yağ asidi miktarını özellikle  $\omega 3$  yağ asitlerini arttırmış, doymuş yağ asitleri miktarını ise azaltmıştır (Bogut ve ark. 2002).

Seyhan Baraj Gölü'nde ağ kafeslerde yetiştirilen *T. rendalli*, *T. zillii*, *Oreochromis aurea* ile tatlısu havuzlarında yetiştirilen *O. niloticus* ve Seyhan Nehri'nden yakalanan *Tilapia spp.*'lerin yağ asitleri incelenmiştir. Doğadan yakalanan Tilapiaların kas dokusundaki toplam tekli doymamış, omega-3 ve omega-6 yağ asitleri, havuzda ve kafeslerde yetiştirilen diğer *Tilapia* türlerine göre önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Toplam n-3 yağ asitleri ortalamaları karşılaştırıldığında, doğadan yakalananlarda en fazla bulunmuş olup bunu sırasıyla *O. aurea*, *O. niloticus*, *T. rendalli* ve *T. zilli* izlemiştir. Çalışma sonuçları, Tilapialarının kas dokusundaki n-3 yağ asitleri konsantrasyonunun aldıkları besinlere bağlı olarak değiştiğini göstermiştir (Çelik ve Gökçe 2003).

İki farklı besin ile beslenen *O. mykiss*'in kas dokularının yağ asidi kompozisyonu incelenmiştir. Balıkların dokularında bireysel yağ asitlerinde, cinsiyet ve besine bağlı olarak farklılık görülmüştür. Palmitik asit ve 18:0,  $\Sigma$ SFA'in, 18:1n-9 ise  $\Sigma$ MUFA'lerin büyük kısmını oluşturmuştur (Görgün ve Akpınar 2007).

#### **2.12.5. Kas Total Yağ Asidi İçeriğine Eşeyin Etkisi**

*P. altivelis* balığın kaslarındaki yağ asidi miktarı, cinsiyete bağlı olarak farklılık göstermemiştir. Doğal yetişen erkek ve dişi balıkların kaslarında en çok 16:0, 16:1n-7, 18:3n-3, 18:1n-9, 20:5n-3, 22:6n-3, 14:0 bulunmuştur. En çok SFA, daha sonra PUFA



en az MUFA'ler bulunmuştur. Erkek ve dişi balıklar arasında SFA, MUFA ve PUFA bakımından herhangi bir fark görülmemiştir. Yağ asidi kompozisyonu bakımından da iki eşeyde fark saptanmamıştır (Jeong ve ark. 2000).

Sonbaharda, 1200-3200 gr gelen aynı yaştaki sazanların (*C. carpio*) yağ asidi içeriği erkek ve dişide farklı bulunmamıştır (Geri ve ark. 1995).

Sudak balığının erkek ve dişi bireylerinde kaslardaki n-3 yağ asitleri oranı, n-6 yağ asitleri oranından daha fazla bulunmuştur. Yağ asitleri oranı ve yağ asidi sınıfları (SFA, UFA, MUFA, PUFA, n-3 ve n-6) cinsiyetler arasında pek fazla fark göstermemiştir (Uysal ve Aksoylar 2005).

Erkek ve dişi balıkların yağ asidi kompozisyonlarının kantitatif olarak farklı olduğu çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin, Görgün ve Akpınar (2007), *O. mykiss*'in kas dokularının yağ asidi kompozisyonunda eşeye bağlı olarak farklılıklar buldular.

Tohma Nehri'nde yaşayan erkek ve dişi *S. t. macrostigma*'nın kas yağ asidi kompozisyonu incelenmiştir. Eşeye bağlı olarak dokulardaki bireysel yağ asitlerinde kantitatif farklılıklar bulunmuştur. Her iki eşeyin karaciğer ve kas dokusunda en bol bulunan yağ asitleri, 16:0 (% 19.0-21.6), 18:0 (% 5.32-11.3), 18:1n-7 (% 5.65-9.38), 18:1n-9 (% 15.6-22.4), 20:5n-3 % 6.34-7.88) ve 22:6n-3 (%7.38-15.6) olarak saptanmıştır (Akpınar ve ark. 2009).

#### **2.12.6. Kas Total Yağ Asidi İçeriğine Sıcaklığın Etkisi**

Sıcak su balıkları soğuk su balıklarına oranla daha fazla doymuş yağ asitleri içerirler (Gopakumar ve Nair 1972, Gibson ve ark. 1984, Body ve Vlieg 1989).

Düşük sıcaklığa maruz bırakılma sonucunda, PL'lerde doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine oranı artmıştır. Bu durum, membran akışkanlığının, geçirgenliğin ve esnekliğin sürdürülmesini (korunması) sağlayan termal aklimatizasyon (soğukkanlılarda sıcaklığa karşı fizyolojik adaptasyon) mekanizmalarından biridir (Lovell 1991, Jobling ve Bendiksen 2003). Poikloterm organizmalar, çevresel sıcaklığın değişmesiyle birlikte kendi membran lipitlerini fiziksel olarak adapte ederler.

Balıklar; düşük su sıcaklıklarına uyabilmek için PUFA'lere ihtiyaç duyarlar. Malezya gibi ekvatora daha yakın sıcak sularda; PUFA konsantrasyonlarında azalmanın olması normaldir.

Sıcaklık düştüğünde, nötral ve PL'deki doymamış yağ asitleri miktarı artar (Farkas 1979, Farkas ve ark. 1980). Dört dereceden düşük soğuk göllerdeki balıklar,

tropikal balıklara oranla daha fazla PUFA içerirler (Gopakumar ve Nair 1972, Nair ve Gopakumar 1978). Beş °C adapte edilen *C. carpio*'nun karaciğerinden ekstrakte edilen total lipitler; 20 °C adapte edilenlere oranla daha fazla 20:4n-6 ve 22:6n-3 içermiştir (Farkas ve Csengeri 1976). Farkas ve ark. (1980), sazanda çevresel sıcaklıktaki azalmaya tepki olarak total lipitlerin doymamışlığının artması olayını birkaç saat içinde gerçekleştiğini ileri sürdüler.

Fosfolipitler, nötral lipitlere oranla PUFA bakımından daha zengindirler. Bu nedenle balıklar tarafından sıcaklık adaptasyonu esnasında en belli başlı değişiklikler PL'lerde olur. Çevre sıcaklığındaki azalmaya tepki olarak PL'lerdeki doymamış yağ asitleri artmaktadır.

Otuz beş derece sıcaklıkta 20 ve 22C PUFA'lerinin azaldığı, 24 °C sıcaklıkta ise bu yağ asitlerinin arttığı gözlenmiştir. Aynı doğal besinle 24 °C sıcaklıkta beslenen *Garra rufa*'nın kas dokusunda 18:2n-6 ve 18:3n-3 yüzdelerinin düşük olduğu, bunun yanında 20 ve 22C PUFA'lerinin yüzdelerinde artış olduğu görülmüştür (Akpınar ve Aksoylar 1988).

Genellikle balıklar, bazı türler hariç SFA (<30) bakımından düşüktür (Ackman 1989, Nettleton ve Exler 1992). Doymuş yağ asitlerinin bu artışı Suudi Arabistan'daki su sıcaklığındaki artıştan kaynaklanır (Tawfik 2009). Sıcak sularda yaşayan balıklarda SFA miktarı yüksek bulunmuştur (Ackman 1989).

Düşük sıcaklığa maruz bırakıldığında, doymuş yağ asitlerin yüzde oranı genellikle azalırken, doymamış yağ asitlerin oranı artar. Bu durumda miktarı artan doymamış yağ asitleri ya tekli doymamış yağ asitleridir ya da çoklu doymamıştır (Malak ve ark. 1989, Wallaert ve Babin 1994, Logue ve ark. 2000).

Kayam (1977)'a göre özellikle soğuk ve derin deniz balıklarında n-3 yağ asitlerinin fazlaca bulunması, n-3 yağ asitlerinin n-6 yağ asitlerine göre erime sıcaklığının daha düşük olması ve balıkların membran yapısına daha fazla katılmalarından kaynaklanmaktadır.

Ilıman ve sıcak bölgelerde yaşayan tatlısu balıklarında ise erime sıcaklığı daha yüksek olan n-6 yağ asitleri daha fazladır. Ayrıca, kültürü yapılan tatlı su balıklarının ağırlıklı olarak bitkisel yağlarla desteklenmiş yemlerle beslenmeleri nedeniyle, dokularında n-6 yağ asitleri miktarının daha da arttığı bildirilmektedir (Vlieg ve Body 1988, Rahman ve ark. 1995).

### 2.12.7. Kas Total Yağ Asidi İçeriğine Coğrafik Bölge ve Lokalitenin Etkisi

Arakidonik asit miktarının yüksek olması tropikal sularda yaşayan balıklar için spesifiktir. Hindistan (Nair ve Gopakumar 1978), ve Malezya'daki balıklar gibi (Kinsella ve ark. 1977) *Callichrous pabda*'da 20:4n-6, yüksek oranda bulunmuştur (Ghosh 1997).

Hem ılıman (Aggelousis ve Lazos 1991) hem de tropikal sularda (Rahman ve ark. 1995) yaşayan balıklarda SFA ve MUFA yağ asitleri daha yüksek oranda bulunur. Farklı yerlerden toplanan *O. niloticus*'un lipit ve yağ asidi kompozisyonu farklılık göstermiştir (Zenebe ve ark. 1998).

Madagaskar'daki Itasy Gölü ile Sisaony Rezerv Havuzunda, 2001 yılında bir yıl boyunca her ay, *C. carpio*'nun yağ asidi kompozisyonu araştırılmıştır. Yağ asidi kompozisyonunda üç yağ asidi baskın olup bunlar; 18:1n-9 (% 17.0-21.5), 16:0 (% 13.1-16.1), 18:2n-6 (% 9.6-13.2); PUFA'lerden AA (% 2.9-5.9), DHA (% 2.9-6.7), EPA (% 1.9-3.4), DPA (% 1.9-4.3) civarında bulunmuştur (Rasoarahona ve ark. 2004).

Seyhan Baraj Gölü ile Eğirdir Gölü'nde yaşayan sudak balığının yağ asitleri incelenmiştir. Doymuş yağ asitleri ve MUFA'lerin miktarı, Seyhan Baraj Gölü'nde, Eğirdir Gölü'ne göre daha yüksek iken PUFA'ler daha düşük saptanmıştır. Her iki sudakta 16:0 (% 19.6-20.8) baskındır, bunu 18:1n-9 (% 19.2-13.4) izler. N-3PUFA'ler, Eğirdir Gölü'ndeki sudakta daha fazladır. Bu bulgu, soğuk iklim koşullarında yaşayan balıkların n-3 yağ asitleri ile uyumlu bulunmuştur. Her iki balığın major yağ asitleri, 16:0, 18:0, 18:1n-9, 18:2n-6, 22:2n-9, 20:5n-3 ve 22:6n-3'ler olarak bulunmuştur. Total n-3 yağ asitleri seviyeleri, Eğirdir Gölü'nde yakalanan sudak balığında diğer gruba göre daha yüksek saptanmıştır (Çelik ve ark. 2005).

Aras ve ark. (2009), Tercan Baraj Gölü ile onu besleyen ana kollarından Tuzla Çayı'nda yaşayan hakim balık türü (*C. c. umbla*) üzerinde yaptıkları çalışmada, SFA, MUFA, n-3 ve n-6PUFA miktarları, mevsimsel olarak önemli seviyede farklı çıktığını saptamışlardır. En yüksek SFA, Tuzla Çayı'nda yaz ayında % 42.05 çıkarken baraj popülasyonunda tam tersi ilkbaharda (% 37.37) daha yüksek bulunmuştur. Toplam MUFA genelde göl popülasyonunda daha yüksek çıkarken en düşük değerler Tuzla Çayı yaz örneklerinde % 28 olarak kaydedilmiştir. En yüksek n-3 PUFA değeri Tuzla Çayı sonbahar örneklerinde (% 18.71) en düşük oran ise aynı habitatın yaz dönemi bireylerinde (% 7.62) bulunmuştur.

### **2.12.8. Kas Total Yağ Asidi İçeriğine Yaşın Etkisi**

Farklı yaştaki (bir ve iki yaştaki) karnivor bir tatlısu balığı olan *Pseudosciaena crocea*'da kasların yağ asidi profili araştırılmıştır. Yağ içeriği bakımından iki yaş grubu arasında fark saptanmamıştır. Total çoklu doymamış yağ asidi içeriği ve DHA miktarı, bir yaşındakilere oranla, iki yaşındaki balıklarda daha yüksek, EPA miktarı ise daha düşük saptanmıştır. Total doymuş yağ asitleri, tekli doymamış yağ asitleri ve n-3/n-6 oranı bakımından iki grup yaştaki balıklarda fark bulunmamıştır (Tang ve ark. 2009).

### **2.13. Kültür ve Doğal Balıklarının Kas Total Yağ Asidi Analizi**

Kültür ve doğal balığının (*L. rohita*) kas yağ asidi kompozisyonu incelenmiştir. Kültür balığında yağ içeriği doğala göre daha yüksek bulunmuştur. Doymuş yağ asitleri ve MUFA içeriği, kültür türlerinde, n-6 ve n-3PUFA'ler ise doğal türlerde daha yüksek bulunmuştur. Palmitik asit, SFA'ler içinde ve 18:1n-9, MUFA'ler içinde temel olarak bulunmuşlardır. Eikosapentaenoik asit, DHA ve AA, her iki grup balıkta dominant olup doğal türlerde yüksek bulunmuşlardır (Sharma ve ark. 2009).

Doğal ve kültür Yılan balıkları arasında yağ asidi kompozisyonu bakımından da farklılıklar vardır. Doğal olanlar kaslarında kültüre oranla daha fazla 18:2n-6, 18:3n-3 ve 20:4n-6 içerirlerken daha az 22:6n-3 içermişlerdir (Oku ve ark. 2009).

### **2.14. Kas Lipitlerinin Fosfolipit ve Triasilgiserol Yağ Asidi Analizi**

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. 2001).

Fosfolipitler ve TAG'ün balık metabolizmasında farklı rolleri vardır. Fosfolipitler, hücre membranı ve yapısının temel bileşeni olup, içerdikleri C20 PUFA'leri, eikosanoidlerin öncül maddeleri olarak görev yapar. Buna karşılık TAG'ler de başlıca adipoz dokuda depo edilirler ve enerji rezervi olarak fonksiyon görürler (Sargent ve ark. 1995, Kiessling ve ark. 2001).

Enerji amaçlı olarak kullanılan nötral lipitler; fazla miktarda doymuş ve tekli doymamış yağ asitleriyle beraber önemli fizyolojik PUFA'leri geçici olarak depolarlar (Tocher ve ark. 1985, Napolitano ve ark. 1988).

#### **2.14.1. Kas Lipitlerinin Fosfolipit Yağ Asidi Analizi**

Fosfolipit fraksiyonunda, SFA içeriği *S. t. labrax* ve *S. t. macrostigma*'da yazın, *S. t. caspius*'ta ise yumurtlama öncesi dönemde (sonbahar) yüksek bulunmuştur.

Fosfolipitteki yüksek 16:0 oranının, yazın su sıcaklığının etkisiyle, sonbaharda ise üreme aktivitesiyle ilgili olabileceği öne sürülmüştür (Bayır ve ark. 2009). Bu bileşen, SFA'ler içinde dominant olup, balık dokularındaki oranı, besinden etkilenmemektedir (Ackman ve ark. 1975).

Gonat gelişimi ile göç esnasında, MUFA ile karşılaştırıldığında çoğunlukla EPA ve DHA miktarı korunur. Bu iki bileşenin yüzde oranlarının fazla değişmemesi, hücre membran yapısının ve fonksiyonun sürdürülmesi için gereklidir (Sargent ve ark. 1995, Cejas ve ark. 2004).

Eikosapentaenoik asit ve DHA, farklı dokularda, membran fosfolipit bileşenleri olarak farklı miktarlarda bulunabilir. Örneğin, nöral ve göz hücre membranlarında, DHA, EPA'ye oranla daha fazla bulunur (Sargent ve ark. 1997).

Hindistan'daki beş sazan türünün kas PL'inde  $\Sigma$ SFA, dört türde % 31.1-35.7 arasında değişiklik göstermiştir. Sadece *C. catla*'da % 50 civarında bulunan 16:0'dan dolayı % 63.5 oranında saptanmıştır. Dört türde MUFA oranı % 15.1-21.3, PUFA ise % 33-56 arasında bulunmuştur. Dört balık türünün kas PL analizinde, 16:0 % 11.8-15.1, 18:0 % 8.5-10.7, 18:1n-9 % 5.9-10.7, 16:1n-7 % 2.2-3.1, 18:2n-6 % 2.8-6.4, 18:3n-3 % 2.8-3.5, 20:4n-6 % 5.7-10.6, 20:5n-3 % 3.0-4.5, 22:6n-3 % 9.6-16.1, *C. catla*'da, 16:0 % 54.5, 18:0 % 5.4, 18:1n-9 % 3.7, 16:1n-7 % 1.5, 18:2n-6 % 1.0, 18:3n-3 % 0.4, 20:4n-6 % 2.8, 20:5n-3 % 2.0, 22:6n-3 % 6.4 olarak saptanmıştır (Ackman ve ark. 2002).

#### **2.14.2. Kas Lipitlerinin Triaçilgliserol Yağ Asidi Analizi**

Doğada yakalanan balıklarda TAG'de en çok monoenler sonra doymuşlar ondan sonra PUFA gelmektedir (Henderson ve Tocher 1987).

*Comephorus baicalensis*'te denenen tüm dokuların (kas, karaciğer ve gonat) nötral lipitlerinde en çok bulunan MUFA, sonra SFA ve en son PUFA tespit edilmiştir. Bu bulgu "yağlı balık türleri lipitlerini esas olarak doymuş ve monoen yağ asitleri şeklinde depolar (Gunstone ve ark. 1978)" görüşüne uygundur. Çünkü, *C. baicalensis* çok yağlı bir balıktır. Örneğin, kastaki balık yüzdesi % 14.5, karaciğerde ise % 23.5'tur. Aynı gölde yaşayan ve yağsız bir balık olan *C. dybowski*'in kas ve ovaryumunda tersi bir sıralama oluşmuştur. En çok aşırı doymamış yağ asitleri, en az ise MUFA saptanmıştır (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Bir deniz balığı türü olan *Petromyzon marinus*'un nötral lipidinde, en çok MUFA sonra SFA en az PUFA saptanmıştır. Buna dayanarak, balık türlerinin başlıca SFA ve MUFA'leri depo lipidler olarak biriktirdikleri tespit edilmiştir (Pinela ve ark. 2009). Bir başka deniz balığı olan *D. sargus*'un TAG fraksiyonunda, n-3HUFA'ler düşük oranlarda, monoen yağ asitleri ise yüksek oranda saptanmıştır. Triaçilgliserolde monoenlerin yüksek oranda olmasının nedeni, bu gruptaki bileşenlerden, 18:1n-9 yüzde oranının fazla olmasıdır. Ayrıca bu fraksiyonda 20:5n-3 ile 22:6n-3 gibi n-3 bileşenlerin miktarı az olduğu için, n-3HUFA'ler düşük bulunmuştur (Cejas ve ark. 2003).

Üç alabalığın nötral lipidinde ise PUFA miktarı yüksek bulunmuştur. Balıkların total lipidlerinde ve nötral lipidlerinde ise 18:2n-6 dominant bulunmuştur (Bayır ve ark. 2009).

*C. baicalensis*'in kas nötral lipidinde; 16:0 % 14.3, 16:1n-7 % 11.1 olarak saptanmıştır. Palmitik asit ve 16:1n-7, hemen hemen yakın yüzdelerde bulunmuştur. (Kozlova 1998). Palmitoleik asit dağılımı, tatlısu balıklarının nötral lipidleri için, karakteristiktir (Ackman ve Takeuchi 1986).

*C. pabda*'nın TAG fraksiyonunda SFA'ler içinde 16:0 % 19.42, 18:0 % 11.26; MUFA'ler içinde 18:1n-9 % 17.01, 16:1n-7 % 12.01, C20 PUFA'lerden 20:4n-6 % 10.36, 20:5n-3 % 7.5, 22:6n-3 % 9.11 oranında bulunmuştur. Hindistan balıklarında genellikle AA miktarı yüksektir (Ghosh ve Dua 1997).

Japon ve Tayvan Kedi balığının TAG'ündeki esas yağ asitleri, 16:0, 18:1n-9, 18:2n-6'tir. Arakidonik asit, EPA ve DHA gibi PUFA yüzdeleri TAG'de düşük bulunmuştur. Japon Kedi balığında 18:1n-9 miktarı yaza oranla kışın daha fazla oranda saptanmıştır. Tayvan Kedi balığı; Japon Kedi balığına oranla 16:0 ve 18:1n-9 bakımından yüksek; EPA ve DHA gibi n-3PUFA bakımından düşük olarak saptanmıştır (Shirai ve ark. 2002).

Gümüş sazan balığı *H. molitrix*'in TAG yağ asidi kompozisyonu, 14:0 % 4.5, 16:0 % 15.4, 16:1n-7 % 10.5, 18:0 % 3.2, 18:1n-9 % 24.8, 18:2n-6 % 4.3, 18:3n-3 % 7.0, 20:1n-9 % 2.5, 20:4n-6 % 3.3, 20:5n-3 % 6.6, 22:1n-9 % 2.9, 22:5n-6 % 1.4, 22:5n-3 % 2.0, 22:6n-3 % 6.0, n-3PUFA % 21.6, n-6PUFA % 11.0, n-3/n-6 2.0 olarak bulunmuştur (Mieth ve ark. 1989a, 1989b).

Büyükbaşlı Sazan *A. nobilis*'in TAG yağ asidi kompozisyonu, 14:0 % 2.4, 16:0 % 10.8, 16:1n-7 % 9.1, 18:0 % 2.5, 18:1n-9 % 27.0, 18:2n-6 % 3.1, 18:3n-3 % 7.8, 20:1n-9 % 2.8, 20:4n-6 % 3.3, 20:5n-3 % 10.7, 22:1n-9 % 3.1, 22:5n-6 % 1.2, 22:5n-3 % 2.1, 22:6n-3 % 9.9, n-3PUFA % 30.5, n-6PUFA % 9.7, n-3/n-6 3.1 olarak saptanmıştır (Mieth ve ark. 1989a, 1989b).

Doğal besin ile beslenen *C. carpio*'nun kas TAG yağ asidi kompozisyonu, 16:0 % 15.9, 16:1n-7 % 11.7, 18:1n-9 % 27.8, 18:2n-6 % 15.2, 18:3n-3 % 8.7, 20:4n-6 % 2.2, 20:5n-3 % 3.3, 22:6n-3 % 1.0, n-3PUFA % 15.3, n-6PUFA % 19.4, n-3/n-6 0.8 olarak bulunmuştur (Steffens ve Wirth 1997).

Tatlısu balıklarının TAG'lerindeki n-3/n-6 oranı deniz balıklarından yüksek olup, 1 ile 3 aralığındadır (Steffens ve Wirth 2005).

### **2.15. Kas Lipitlerindeki Triaçilgliserol ve Fosfolipit Yağ Asidi İçeriğine Etki Eden Faktörler**

Balıkların yağ asidi ile ilgili yapılan kimi çalışmalarda, çeşitli dokulardaki total lipitler; TAG ve PL olarak fraksiyonlandıktan sonra bu fraksiyonlardaki yağ asitlerinin analizi yapılmıştır. Enerji rezervi olarak kullanılan nötral lipitlerin önemli bir kısmını oluşturan TAG yağ asitleri, başta besin olmak üzere, üreme durumu (yumurtlama dönemi) gibi faktörlerce etkilenmektedir. Hücre ve organel zarlarında yapısal olarak bulunan PL'ler ise zarların sıvı-akıcı özeliğinin korunmasını ve permeabilityi etkilemektedir. Bu fraksiyondaki yağ asitleri içeriğine ise genellikle ortam sıcaklığı etki etmektedir. Hücre ve organel membranlarında PL'ler biyolojik aktivitelerinden dolayı, nötral lipitlere oranla daha hızlı değişikliklere uğrarlar (Parker ve ark. 1980).

Yumurtlama mevsiminde lipit içeriğinde azalma oluşur. Örneğin, kültür Japon balığının TAG içeriği mevsime bağlı olarak farklılık göstermiştir. Japon Kedi balıkları için, yaz mevsimi yumurtlama sonrası dönemdir ve bu yüzden kültür Japon balıklarında; lipit sınıfları yumurtlamadan etkilenmiştir (Shirai ve Wada 2001).

Üç alabalık türünün nötral lipidindeki yüksek PUFA miktarı, yumurtlama periyodu olan kış mevsiminde saptanmıştır. Nötral lipitlerde yüksek PUFA içeriğinin olması; *S. trutta*'da yağ asidi metabolizması üzerine yumurtlama etkisinin önemli olduğunu göstermiştir. Bu alt türler için, sonbahar, yumurtlama öncesi kış ise yumurtlama sonrası periyottur (Bayır ve ark. 2009).

Bandarra ve ark. (1997); sardalya balığında (deniz balığı) TAG'ün yağ asidi kompozisyonunun mevsimden önemli derecede etkilendiğini belirtmişlerdir.

### **2.15.1. Kas Lipitlerinin Triaçilgliserol ve Fosfolipit Yağ Asidi İçeriğine Besinin Etkisi**

Balıklardaki nötral lipit ve PL'deki yağ asidi kompozisyonu, yıllık döngü içinde değişiklik gösterir. Çünkü total yağ asitlerinin fraksiyonlarıdır.

Nötral lipitlerin temel bileşeni olan TAG'ler, besin dışında, fizyolojik değişikliklere bağlı olarak değişebilirler (Christie 1987). Non-polar nötral lipitlerin yağ asidi profilleri; polar olan yapısal PL'in yağ asidi içeriğine oranla, besinsel lipitlere daha çok benzerler (Henderson ve Tocher 1987, Arts ve ark. 2001, Jump 2002).

Besinsel lipitlerin vücut lipitlerinin yağ asidi kompozisyonuna etkisi, TAG ve PL'ler arasında farklılık gösterir. Fosfolipidlerin yağ asit bileşiminin TAG'lerden daha büyük derecede etkilendiği belirlenmiştir. Tatlısu balıklarında besinle alınan 18:2n-6 ve 18:3n-3, enzimlerle zincir uzamasına uğratılarak doymamışlık dereceleri artırılır ve AA, DPA ve DHA'lere dönüştürülerek PL'lerin yapısına girerler. Bununla beraber bu yağ asitlerinin (18:2n-6 ve 18:3n-3) TAG'lerde değişime uğramadan depolandığı saptanmıştır (Takeuchi ve Watanabe 1977, Farkas ve ark. 1980). Ayrıca doku yağ asidi kompozisyonları, termal aklimatizasyon (Soğukkanlılarda sıcaklığa karşı fizyolojik adaptasyon) esnasında da değişir.

Besin ve ortam sıcaklığı balık doku lipitlerinin PL ve TAG fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriğini etkilemektedir. Fakat besinin nötral, ortam sıcaklığının daha çok PL yağ asidi bileşimini etkilediği bildirilmiştir. Örneğin, düşük sıcaklığa maruz bırakılma sonucunda, fosfolipitlerde, UFA:SFA oranları daha yüksek bulunmuştur. Bu durum, membran akışkanlığının sürdürülmesi olarak yorumlanmaktadır.

Besinsel yağ asitleri balık dokularında, hem polar PL'lerin hem de nonpolar nötral lipitlerin yağ asidi içeriklerini etkilemektedir.

Besin olarak yenilen yağın yağ asidi içeriği, balığın her üç dokusunun hem nötral lipitlerini hem de polar lipitlerini etkilemiştir (Jobling ve Bendiksen 2003).

*S. t. caspius*, *S. t. labrax* ve *S. t. macrostigma*'nın nötral ve PL'lerinin yağ asitleri, üreme gibi endojen faktörler ve besin gibi ekzojen faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermiştir (Bayır ve ark. 2009).



### **2.15.2. Kas Lipitlerinin Triaçilgliserol ve Fosfolipit Yağ Asidi İçeriğine Sıcaklığın Etkisi**

Sıcaklığın etkisi, nötral lipitlere oranla PL'ler üzerine daha çok etkilidir (Jobling ve Bendiksen 2003). Sıcaklık düştüğünde, nötral ve PL'deki doymamış yağ asitleri miktarı artar (Farkas 1979, Farkas ve ark. 1980). Düşük sıcaklığa maruz bırakılma sonucunda, PL'lerde doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine oranı artmıştır. Bu durum, membran akışkanlığının, geçirgenliğin ve esnekliğin sürdürülmesini (korunması) sağlayan termal aklimatizasyon (Soğukkanlılarda sıcaklığa karşı fizyolojik adaptasyon) mekanizmalarından biridir (Lovell 1991, Jobling ve Bendiksen 2003). Poikloterm organizmalar, çevresel sıcaklığın değişmesiyle birlikte kendi membran lipitlerini fiziksel olarak adapte ederler.

Düşük sıcaklığa maruz bırakılma ile SFA oranı düşer. Doymamış yağ asitleri oranı ise artar (Jobling ve Bendiksen 2003). Artan doymamış yağ asitleri, ya monoen ya da polien sınıfına girenlerdir (Wallaert ve Babin 1994, Fodor ve ark. 1995, Logue ve ark. 2000).

Ortam sıcaklığının artması PL'deki n-3 birikimini azaltır (Delgado ve ark. 1994). Poiklotermelerde, suyun tuzluluğunun ve sıcaklığının değişmesi, membran PL'sindeki yağ asitlerinin uzunluğunu ve doymamışlık derecesini etkiler (Cordier ve ark. 2002).

### **2.16. Kas Lipitlerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonlarındaki Yağ Asidi İçeriğinin Karşılaştırılması**

Doğal balıkların dokularındaki total PL'ler; TAG'e oranla karakteristik olarak daha fazla PUFA ve daha az MUFA içerirler. Aşırı doymamış yağ asitlerinin PL fraksiyonundaki içeriği % 58'e kadar çıkabilir. Fakat doymuşların oranı her iki fraksiyonda benzer düzeydedir. Ayrıca, PL'in PUFA'leri; nötral lipitlere oranla daha uzun zincirlidir. Fosfolipitler, nötral lipitlere oranla PUFA bakımından daha zengin oldukları için, sıcaklık adaptasyonu esnasında oluşan değişiklikler bu fraksiyonda görülür. Çevre sıcaklığındaki azalmaya tepki olarak PL'lerdeki doymamış yağ asitleri artmaktadır. Genellikle, fosfolipitlerde en fazla bulunan PUFA, 22:6n-3'tir (Henderson ve Tocher 1987).

Total PL fraksiyonu, TAG fraksiyonuna göre yüksek seviyede n-3HUFA, TAG'ler ise daha yüksek oranda MUFA özellikle 18:1n-9 içerirler.

Hindistan'da çalışılan beş sazan türünün kas ve karaciğer lipitlerin PL ve TAG yağ asidi içeriği araştırılmıştır. Çalışılan sazanlarda 22:6n-3, PL fraksiyonunda daha fazla oranda saptanmıştır (PL'de % 6-16, TAG'de % 0.7-4.3). Balıkların kas TAG'de % 5 civarında olan 18:2n-6 ve 18:3n-3, PL'ten daha fazla bulunmuştur. Uzun zincirli olan 20:4n-6, 20:5n-3 ve 22:6n-3'ler ise çoğunlukla polar lipitlerde bulunurlar. Fosfolipit fraksiyonunda PUFA'lerden; 20:5n-3 genellikle % 5-6 civarındadır. Balıklarda çoğunlukla SFA'lerin dominant olduğu bunu da monoenler ile polienlerin izlediği saptanmıştır (Ackman ve ark. 2002).

Christie'ye göre (1982), balık dokularındaki lipit fraksiyonlarından, PL'de çoklu doymamış yağ asitleri; TAG'de ise tekli doymamış yağ asitleri, özellikle 18:1n-9 daha fazla bulunur.

Dişi *S. t. caspius*, *S. t. labrax* ve *S. t. macrostigma* alabalıklarının total lipidi ile, nötral ve PL yağ asidi içerikleri bir yıl boyunca araştırılmıştır. Nötral ve PL fraksiyonlarında, yirmi üç yağ asidi ayırt edilmiştir. Her iki fraksiyonda, major yağ asitleri olarak, SFA'lerden, 16:0; MUFA'lerden 18:1n-9 ve n-3PUFA'lerden 22:6n-3, n-6'lardan 18:2n-6 bulunmuştur. Bu dört yağ asidi nötral lipidin % 56.19-59.54'ünü PL'in de % 65.65-69.22'sini oluşturmuştur. Eikosapentaenoik ve 22:6n-3 yüzdeleri ve buna bağlı olarak n-3/n-6 oranları, kışın en yüksek miktarda bulunmuştur. Her üç alabalık türünde PL fraksiyonunda 16:0 ve dolayısıyla doymuş yağ asitleri, nötral lipitten fazla bulunmuştur (Bayır ve ark. 2009).

Yirmi ve yirmi iki karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri PL fraksiyonunda, C18 PUFA'ler ise TAG fraksiyonunda daha fazla bulunduğu için, PL'de, C20+C22 PUFA'lerin C18 PUFA'lere oranı nötral lipitlere oranla 4.3-9.8 kat daha fazladır. Ilıman türlerde total PL'in genel bileşeni olan 20:5n-3 ve 20:4n-6'nın miktarı türlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Henderson ve Tocher 1987).

*C. carpio* ile yapılan çalışmada, TAG fraksiyonunda 16:1n-7, 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3 ve  $\Sigma$ MUFA; PL fraksiyonunda ise 18:0, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:6n-3,  $\Sigma$ PUFA ile n-3/n-6 oranı fazladır. Doymuş yağ asitleri ise her iki fraksiyonda benzerdir (Mráz ve Pickova 2009).

Portekiz'de Minho, Tagus, Guadiana nehirlerinden alınan *P. marinus* (deniz balığı, fakat üreme için tatlısuya gittiği zaman tatlısudan toplandı)'un beslenmenin olmadığı yumurtlama göçü esnasında kaslarının nötral lipit ve PL yağ asidi

kompozisyonu araştırılmıştır. Yağ asidi kompozisyonunda, nehirler arasında ve nötral lipit ile PL arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Nötral lipidin yağ asidi profilinde benzerlikler bulunmuştur. Tekli doymamış yağ asitleri içeriği, en fazla olup (% 60) daha sonra SFA (% 35) en son PUFA'ler (% 1.5) gelir. Tekli doymamış yağ asitlerinden en çok bulunanlar; 16:1n-7 (% 43-45), 18:1n-9 (% 17-18) civarında, SFA'lerden en çok bulunanlar; 14:0 (% 20-21), 16:0 (% 15-16), PUFA'lerden en çok bulunanlar; EPA ve DHA olup miktarları % 1'den daha düşüktür. Nötral lipitte üç nehir arasında 18:1n-7 bakımından farklılık görülmüştür (Pinela ve ark. 2009).

Yılan balığının PL fraksiyonunda kas yağ asitlerindeki 18:0, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:5n-3 ve 22:6n-3 daha fazla iken total ve TAG fraksiyonunda 16:1n-7, 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3 daha fazla tespit edilmiştir. Palmitik asit, her iki fraksiyon ve total lipitte benzerdir. Stearik asit, 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:5n-3 ve 22:6n-3, total ve TAG'ünde benzer oranda saptanmıştır (Oku ve ark. 2009).

*O. mykiss*'te SFA'lerin miktarı, TAG ve PL'de değişmemiştir. Doymuş yağ asitlerinin her iki sınıf arasındaki dağılımı benzer, MUFA ve PUFA'lerin ise farklı bulunmuştur. Tekli doymamış yağ asitleri, TAG'de daha fazla bulunmuştur (Kiessling ve ark. 2001).

Balık büyürken lipit içeriği artar ve dokuda daha fazla TAG depo edilir sonuçta total lipit fraksiyonunda MUFA'lerin miktarı artar. Tekli doymamış yağ asitleri, katabolizma olayları için tercihi substrat olarak kullanılırlar (Henderson ve Tocher 1987).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan Cyprinid türlerinden dişi *C. trutta*'nın TAG fraksiyonunda,  $\Sigma$ MUFA % 44.4,  $\Sigma$ SFA % 33.54,  $\Sigma$ PUFA % 21.98; PL fraksiyonunda,  $\Sigma$ PUFA % 43.51,  $\Sigma$ SFA % 31.9,  $\Sigma$ MUFA % 24.51 (Kaçar ve ark. 2010a); *C. regium*'un TAG fraksiyonunda,  $\Sigma$ SFA % 44.82,  $\Sigma$ MUFA % 31.72,  $\Sigma$ PUFA % 23.37; PL fraksiyonunda,  $\Sigma$ PUFA % 40.24,  $\Sigma$ SFA % 35.98,  $\Sigma$ MUFA % 23.69 bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010b).

### **2.17. Fosfolipit Alt Sınıflarının Yağ Asidi İçeriği**

Bazı çalışmalarda PL fraksiyonlarındaki yağ asidi değişimlerini daha iyi anlamak için, bu fraksiyonun alt sınıfları olan fosfatidilkolin (PC), fosfatidiletanolamin (PE) ve fosfatidilinositoldeki (PI) yağ asidi analizleri yapılmıştır. Fosfatidilkolin, en fazla bulunan PL sınıfıdır. Özellikle ovaryumdaki PL'in % 94'ünü oluşturur. İkinci

olarak, fosfatidiletanolamin bulunur. Özellikle sinir dokularında fosfatidilinositol bulunur. Mitokondri solunum sisteminin bileşeni olan fosfatidilgliserolün (PG) kırmızı kaslardaki miktarı, beyaz kas, karaciğer ve gonada oranla daha fazladır (Sargent ve ark. 1999).

Fosfatidiletanolamin ve PC gibi PL alt sınıflarında; DHA, EPA ve AA'in, TAG'e oranla yüksek miktarda olması, bu yağ asitlerinin membran fosfolipitlerinin bileşenleri olarak önemli olduklarını gösterir. Triaçilgliserolde ise MUFA'ler yüksektir (Cejas ve ark. 2003).

Hindistan'da *C. pabda*'nın PL alt sınıfları araştırılmıştır. Diğer tatlısu balıklarındaki yağ asitlerine ilaveten 20:4n-6, 8:0, 10:0 ve 13:0, 17:0 yağ asitlerinin önemli miktarları tespit edilmiştir. Miristik asit, 16:0, 16:1n-7, 18:0, 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3, 20:4n-6, 20:5n-3 ve 22:6n-3 yağ asitleri başlıca yağ asitleri olarak saptanmıştır. Balıkta AA yüksek, EPA ile DHA ise düşük oranda bulunmuştur. Arakidonik asit, PI'de fazla, 20:5n-3 ve 22:6n-3 miktarları ise PC ve PE'de birbirine yakın bulunmuştur (Ghosh 1997).

Bir deniz balığı olan *D. sargus*'ta PC ve PE; TAG'e oranla n-3HUFA'lerden 20:5n-3 ile 22:6n-3 gibi n-3 bileşenleri daha fazla içerirler. Ayrıca n-6 yağ asitlerinden 20:4n-6'de PC ve PE'de TAG'e oranla daha fazla bulunmuştur. Fosfatidiletanolaminde n-3HUFA'ler özellikle 22:6n-3'ten dolayı, PC'e göre daha yüksek; PC'de ise SFA ve MUFA daha fazla oranda saptanmıştır (Cejas ve ark. 2003).

### **2.18. Karaciğer Total Yağ Asidi Analizi**

Balıklar sadece önemli protein kaynağı değil aynı zamanda besinsel olarak değerli lipitleri de içerirler. Yapılan analizler genellikle besini oluşturan balık kasını oluşturur. Fakat balık karaciğeri de; uzun zincirli PUFA'lerin başlıca organı olup fazla analiz edilmemiştir (Ackman ve ark. 2002).

Günümüzde, balık ve balık yağlarına içerdikleri PUFA'lerden dolayı büyük bir ilgi vardır. Balık karaciğeri, görme ve büyüme problemleri ile ilgili sorunların önlenmesi için gerekli olan yağların kaynağıdır (Njinkoué ve ark. 2002). Hatta Pakistan'da bazı balık türlerinin karaciğerleri, kas ağrısı ve romatizma için kullanılmaktadır (Saify ve ark. 2003).

Karaciğer; yağ asitlerinin alımı, oksidasyonu ve dönüşümü ile uzun zincirli HUFA'lerin diğer dokulara sağlanması gibi, kritik role de sahiptir (Rincon-Sanchez ve ark. 1992).

Mogan Gölü'nde yaşayan *C. carpio*'nun karaciğer yağ asitlerinin eşeye ve mevsime bağlı değişimleri araştırılmıştır. Her iki eşeyin karaciğer yağ asidi bileşiminin kalitatif yönden farklı olmadığı saptanmıştır. Uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitlerinin, doymuş yağ asitlerine nazaran daha fazla değişime uğradıkları gözlenmiştir. Bu değişimlerde, gonat gelişimi ve üreme periyotlarının doğrudan doğruya etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Akpınar 1986b).

*C. c. umbla*'nın dişi ve erkek bireyinin üreme öncesi ve sonrasında kas, karaciğer ve gonatlarındaki total lipit içeriği ve yağ asidi bileşimi tayin edilmiştir. Dişi ve erkek bireyin kas, karaciğer ve gonatlarındaki total lipit içeriği üreme mevsimi öncesinde, üreme mevsimi sonrasında göre yüksek bulunmuştur. Analiz sonuçları üreme mevsimi öncesinde ve sonrasında, 16:0, 18:1n-9, 20:0, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:5n-3, 24:1n-9 her iki bireyin incelenen dokularında başlıca yağ asitleri olduğunu göstermiştir. Her iki eşeyin incelenen bütün dokularında üreme sonrasında yağ asitleri miktarında özellikle PUFA'lerde önemli derecede azalma olduğu görülmüştür (Yılmaz ve ark. 1995).

Çek Cumhuriyeti'nde havuzlardan alınan *C. carpio* karaciğerinde; 16:0, 16:1n-7, 18:1n-9, 18:3n-3, 20:5n-3 ve 22:6n-3 asitlerin yüzde dağılımında en fazla bulunan yağ asitleri oldukları saptanmıştır (Kminkova ve ark. 2001).

Senegal kıyılarındaki *S. maderensis*, *S. aurita* ve *C. taeniops*'ın karaciğer total yağ asidi içeriğinde, 16:0 % 20-33 oranında, 18:1n-9 ise *S. maderensis*'in karaciğerinde % 27.2 ve *S. aurita*'da % 44.7 olarak bulunmuştur. Arakidonik asit yüzdesi ise çok düşük miktarda tespit edilmiştir (Njinkoué ve ark. 2002).

Çoruh Havzası Kazandere Çayı olgun dere alabalığı (*S. t. labrax*)'nda farklı dokuların (kas, karaciğer, gonat, adipoz) yağ asidi kompozisyonları karşılaştırılmıştır. Palmitoleik ve 18:1n-9 yüzdeleri, kas ve karaciğerde aynı, gonatta ise farklı bulunmuştur. Arakidonik asidin en çok karaciğerde daha sonra gonatta biriktiği görülmüştür. Dokosaheksaenoik asit; kasta % 21, karaciğerde % 18, gonatta ise % 15.5 olarak bulunmuştur. Karaciğerde 16:0 % 21.09, 18:1n-9 % 20, 20:4n-6 % 3.3, 22:5n-3

% 2.8, 22:6n-3 % 18, ΣSFA % 32.14, ΣMUFA % 27.73, n-3PUFA % 26.57, n-6PUFA % 3.07, n-3/n-6 7.76 olarak saptanmıştır (Aras ve ark. 2003b).

Eğirdir Gölü'ndeki *S. lucioperca*'nın karaciğer total lipit ve yağ asidi kompozisyonunun incelendiği çalışmada, SFA'ler içinde en fazla 16:0 tespit edilmiştir. Her iki eşeyde de MUFA'lerin oranının, PUFA'lerden daha fazla olduğu saptanmıştır. Dokosaheksaenoik asit, 20:5n-3 ve 20:4n-6, PUFA'lerden en fazla bulunan yağ asitleridir. Mevsimsel değişimler, diğer yağ asitlerine oranla PUFA'leri etkilemiştir. Özellikle n-3 yağ asitleri, sıcaklığın düştüğü kış ayında maksimum oranda artmıştır (Uysal ve ark. 2006).

İki farklı besinle beslenen *O. mykiss*'in karaciğer yağ asidi içeriği analizi yapılmıştır. Palmitik asit, 18:2n-6 ve 22:6n-3; balığın her iki eşeyinin kas ve karaciğerinde bulunan başlıca bileşenler olduğu görülmüştür (Görgün ve Akpınar 2007).

Tohma Nehri'nde yaşayan erkek ve dişi *S. t. macrostigma*'nın karaciğer yağ asidi analizinde, her iki eşeyin karaciğerinde en çok 16:0, 18:1n-9, 20:5n-3 ve 22:6n-3 bulunmuştur (Akpınar ve ark. 2009).

Palmitik asit, 16:1n-7, 18:1n-9, 18:2n-6, 20:5n-3 ve 22:6n-3 sazan karaciğerinde en çok bulunan yağ asitleridir. Linolenik asit ile 20:4n-6 çok daha az oranda saptanmıştır (Kminkova ve ark. 2001).

Erkek *C. c. umbla*'nın karaciğerinde toplam doymamış, ω3, ω6 ve polienoik yağ asidi miktarı, üreme dönemi sonrasında önemli seviyede azalırken, doymuş yağ asitleri miktarında kısmen azalma görülmüştür. Toplam monoenlerin miktarı ise artmıştır. Dişi bireyin karaciğerinde toplam ω3 miktarı ise kısmen artış göstermiştir. Dişi bireyin karaciğerinde toplam ω3 miktarı üreme dönemi sonrasında azalırken, toplam doymamış, ω6 ve polien miktarında belirgin bir şekilde azalma kaydedilmiş, fakat toplam monoen miktarı istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir. Toplam doymamış yağ asitleri ise önemli seviyede artmıştır. Erkek ve dişi balıkların karaciğer dokusunda 16:0, 18:1n-9, 18:2n-6, 20:0, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:6n-3, 24:1n-9 en fazla bulunan yağ asitleridir. Kaprik asit, 12:0, 15:0 çok düşük miktarda bulunmuşlardır. Bu yağ asitlerinin balık yağlarında eser miktarda bulunduğu bildirilmiştir (Yılmaz ve ark. 1995).

*P. fluviatilis*'in karaciğer yağ asidi içeriğinde, ΣSFA % 25.2, ΣMUFA % 12.5, ΣPUFA % 62.3, n-3 % 48.3, n-6 % 14.0, *C. albula*'da ΣSFA % 22.5, ΣMUFA % 14.8, ΣPUFA % 62.7, n-3 % 49.3, n-6 % 13.4, *S. gairdneri*'de ΣSFA % 22.1, ΣMUFA % 19.3, ΣPUFA % 58.6, n-3 % 52.0, n-6 % 6.6 olarak bulunmuştur (Agren ve ark. 1987).

Hem doğal hem de kültüre alınan bir Cyprinid türü olan *L. rohita*'nın karaciğerinde 16:0 % 31, 18:0 % 16, 18:1n-9 % 11, 18:2n-6 % 5, 18:3n-3 % 1.05, 20:4n-6 % 6, 20:5n-3 % 1.56, 22:6n-3 % 10, ΣSFA % 54, ΣMUFA % 15.7, ΣPUFA % 31.1, n-6/n-3 1.16 olarak bulunmuştur (Sharma ve ark. 2009).

Bir sazan balığı türü olan, *Ctenopharyngodon idella*'da karaciğer yağ asidi kompozisyonu; 16:0 % 19.5, 16:1n-7 % 8.5, 18:0 % 3.9, 18:1n-9 % 25.4, 18:2n-6 % 5.1, 18:3n-3 % 7.2, 20:4n-6 % 4.3, 20:5n-3 % 5.0, 22:5n-3 % 2.6, 22:6n-3 % 11.6, n-3 PUFA % 27.2, n-6PUFA % 10.6, n-3/n-6 2.6 olarak tespit edilmiştir (Steffens ve Wirth 1997).

Yukarı Fırat (Karasu) Havzası Yeşildere Çayı'ndan yakalanan olgun dere alabalıkları (*S. t. macrostigma*)'nda farklı dokularının yağ asidi kompozisyonları araştırılmıştır. Adipoz, gonad, karaciğer ve kas dokusunda % olarak MUFA, n-3, n-6 PUFA ile EPA ve DHA oranları arasındaki fark çok önemli, SFA'in ise dokular arasındaki farkı önemsiz bulunmuştur. Doymuş yağ asitleri içerisinde en fazla 16:0, 18:0 ve 14:0; MUFA'ler içinde de 18:1n-9 ile 16:1n-7 en çok bulunan yağ asitleridir (Aras ve ark. 2003a).

Pakistan'da (Karachi) sularında iki Köpek balığı türü olan *E. blochii* ve *C. bleekeri*'nin karaciğer yağ asidi kompozisyonu çalışılmıştır. *E. blochii*'nin karaciğerinde SFA'ler, % 56.0-70.12; 16:0, % 36.63-46.97; 18:0, % 9.34-17.49 aralığında bulunmuştur. Doymamış yağ asitlerinden MUFA'ler major olarak saptanmıştır. Oleik asit, % 11.10-26.45 olarak tespit edilmiştir. Dienoik ve trienoikler çok az bulunmuştur. Doymamış yağ asitleri % 4.25-15.21, EPA % 0.41-1.65, DHA ise % 0.24-3.07 oranında bulunmuştur. *C. bleekeri*'nin karaciğerinde SFA'ler, % 34.77-68.24 aralığında olup, 16:0 ve 18:0, SFA'ler içinde başlıca yağ asitleridir, 16:0 % 33.50-56.46 ve 18:0 % 7.99-11.55 aralığında tespit edilmiştir. Tekli doymamış yağ asitleri, % 4.35-41.21, 18:1n-9, major olarak bulunup % 0.30-27.05 civarındadır. Aşırı

doymamış yağ asitleri, % 1.08-7.38 civarında, EPA oranı % 0.16-0.85, DHA oranı % 0.06-2.39 civarındadır (Saify ve ark. 2003).

İran'daki tatlısu balıklarının lipitleri ile ilgili yapılan çalışmada, karaciğerin kaslara oranla daha fazla n-3 yağ asitleri içerdiği belirlenmiştir (Zibae-Nezhada ve ark. 2010).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan Cyprinid türlerinden dişi *C. trutta* karaciğerinde,  $\Sigma$ PUFA % 36.01,  $\Sigma$ MUFA % 32.8,  $\Sigma$ SFA % 31.09, n-3/n-6 oranı 4.22 bulunmuştur. Tekli doymamış yağ asitlerinden en fazla 16:1n-7 ve 18:1n-9, SFA'lerden en fazla 16:0, 18:0 ve PUFA'lerden en fazla 20:5n-3 ile 22:6n-3 tespit edilmiştir (Kaçar ve ark. 2010a).

### **2.19. Karaciğer Lipitlerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Yağ Asidi Analizi**

Çalışmalarda, karaciğerdeki total lipitlerin yağ asidi kompozisyonu dışında, kimi balık türlerinde total lipitteki yapısal lipitler olan PL ile depo lipitleri olan TAG'lerin yağ asidi analizi de yapılmıştır.

Baykal Gölü'ndeki ergin dişi *C. dybowskii* ile *C. baicalensis* karaciğer yağ asidi analizi yapılmıştır. *C. baicalensis*'in, karaciğer nötral lipitlerinde en çok MUFA (karaciğerde % 64) daha sonra SFA (karaciğer % 17) en az ise PUFA'ler (karaciğerde % 11.3) oluşturmuştur. Tekli doymamış yağ asitleri içinde en çok 18:1n-9 (karaciğerde % 56) bulunmuştur. Tekli doymamış yağ asitleri, *C. baicalensis*'in polar lipitlerinde % 19 olarak saptanmıştır. Aynı balığın nötral lipitlerinin tüm dokularında ise en çok 16:0 belirlenmiştir. Analizlerde diğer major yağ asitleri 16:1n-7, 18:1n-7, 20:5n-3'dür (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Hazel (1979), Gökkuşuğu alabalığının karaciğer TAG'ünde n-3 ve n-6PUFA'ı oluşturan yağ asitlerinin, sıcaklığın azalmasıyla arttığını belirtmiştir.

Doğal ve kültür Japon Kedi balığı *S. asotus*'un karaciğer lipit içeriği ve yağ asidi kompozisyonuna; yumurtlama ve mevsimin etkisi araştırılmıştır. Yumurtlama mevsimi esnasında karaciğer TAG'ünde n-7MUFA'lerin miktarı yüksek bulunmuştur. Yaz ve kış mevsimlerinde kültür Kedi balığının karaciğerindeki lipit içeriğinde bir fark görülmemiştir. Karaciğerdeki AA miktarı; yazın kışa göre daha yüksek olarak saptanmıştır. Bu organda, yumurtlamaya ve mevsime bağlı olarak lipit sınıflarında farklılıklar tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, balığın lipit metabolizmasının yumurtlamaya ve mevsime bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir (Shirai ve Wada 2001).



*L. rohita*, *L. bata*, *L. calbasu*, *C. catla*, *C. mrigala* türlerinin karaciğer TAG'ünde  $\Sigma$ SFA % 32.5-65.2,  $\Sigma$ MUFA % 20.8-41.6,  $\Sigma$ PUFA % 21-29 arasında bulunmuştur. Yağ asitleri arasında ise 16:0 % 19.8-33.4, 18:0 % 4.2-8.8, 18:1n-9 % 6.8-27.7, 16:1n-7 % 4.6-9.8, 18:2n-6 % 2.5-10.3, 18:3n-3 % 2.0-6.7, 20:4n-6 % 0.4-1.9, 20:5n-3 % 0.4-3, 22:6n-3 % 0.5-4.3 oranında tespit edilmiştir. *L. bata*'nın PL'inde, 16:0 % 23.7, 18:0 % 7.4, 18:1n-9 % 7, 16:1n-7 % 6.5, 18:2n-6 % 1.9, 18:3n-3 % 2.6, 20:4n-6 % 2.6, 20:5n-3 % 2.6, 22:6n-3 % 10.3,  $\Sigma$ SFA % 43.8,  $\Sigma$ MUFA % 20.6,  $\Sigma$ PUFA % 36; *C. catla*'da ise 16:0 % 17.4, 18:0 % 16.4, 18:1n-9 % 3.2, 16:1n-7 % 2.7, 18:2n-6 % 1.8, 18:3n-3 % 1.8, 20:4n-6 % 3.5, 20:5n-3 % 2.9, 22:6n-3 % 15.6,  $\Sigma$ SFA % 47.6  $\Sigma$ MUFA % 20.8,  $\Sigma$ PUFA % 32 oranında belirlenmiştir. Triaçilgliserol fraksiyonunda çoğunlukla SFA'lerin dominant olduğu bunu da monoenler ile polienlerin izlediği görülmüştür (Ackman ve ark. 2002).

Buzzi ve ark. (1997b), *E. lucius*'un karaciğerinde linolenik asidin EPA ve DHA'ya dönüştüğünü belirtmişlerdir. Bu dönüşüm balık fizyolojisinde oldukça önemlidir (Arts ve ark. 2001).

Kas ve karaciğerin PL fraksiyonunda düşük seviyede 18:4n-3 ve yüksek seviyede 22:6n-3 bulunması, tatlısu sazanlarının 18:4n-3'ü, 20:5n-3 ve 22:6n-3'e dönüştürebildiğini gösterir (Ackman ve ark. 2002).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan Cyprinid türlerinden dişi *C. trutta*'nın karaciğer TAG fraksiyonunda,  $\Sigma$ MUFA % 43.13,  $\Sigma$ SFA % 40.3,  $\Sigma$ PUFA % 16.47, n-3/n-6 oranı, 2.36; PL fraksiyonunda,  $\Sigma$ SFA % 44.24,  $\Sigma$ PUFA % 35.71,  $\Sigma$ MUFA % 19.95; n-3/n-6 oranı; 2.86 olarak bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010a).

## **2.20. Gonat Gelişiminde Yağ Asitlerinin Rolü**

Tocher ve Sargent (1984), yağ asitlerinin, embriyonun büyümesi için, yumurta hücrelerinde biriktiğini ve özellikle PUFA'lerin, embriyonun büyümesinde kullanıldığını belirtmişlerdir.

Birçok çalışmaya göre, 16:0, dişi balıklarda yumurtaların oluşum safhasında temel metabolik enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Oleik asit, gonat gelişimi esnasında ve PUFA'ler de üreme esnasında metabolik enerji kaynağı olarak rol oynamaktadırlar (Huynh 2007).

Genellikle yağ asitleri; gonadogenesis esnasında balık adipoz dokusunun nötral lipid rezervlerinde mobilize edilir ve karaciğere serum yoluyla transfer edilmektedir.

Burada lipoprotein olarak vitellogeninde toplanır. Mobilize olan yağ asitlerinin % 60'ı doymuş ve tekli doymamış yağ asitleridir. Bu bileşenler, yumurta lipoprotein sentezi için ihtiyaç duyulan metabolik enerjiyi sağlamak için katabolize edilirler. Kalan yağ asitleri özellikle n-3PUFA'ler, vitellogenine sokulurlar (Sargent ve Henderson 1995). Aşırı doymamış yağ asitleri, balık vücudunda homeostasi için gereklidir. Kemikli balıkların gonatlarında AA'ten türeyen, PGE<sub>2</sub>, ovaryum ve testiküler steroidogenezisi uyarır (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 ve muhtemelen yumurtadan çıkma ve erken larval dönemde önemli rol oynarlar. Bu nedenle eikosanoidlerin öncül maddeleri olan C20 PUFA'ler tercihen değişik fizyolojik amaçlar için gonatlarda birikebilirler (Jeong ve ark. 2002).

Dişiler, gonat olgunlaşması için enerji ihtiyacı olarak başlıca SFA'leri erkekler ise MUFA'leri kullanırlar. Fakat, vitellogenezis esnasında dişiler, gonat olgunlaşması için depo edilen n-3 ve n-6 yağ asitlerini (18:2n-6 ile 18:3n-3) mobilize ederler (Medford ve Mackay 1978, Cejas ve ark. 2003).

Eşey hücrelerinin oluşmasında çoklu doymamış yağ asitlerine büyük gereksinim vardır. Bu yağ asitlerinin eksikliği kısırlığa sebep olur (Soivio ve ark. 1989).

Üreme periyodundaki (mayıs) herhangi bir yağ asidindeki azalma, gonat gelişimi ve gamet oluşumunda kullanılmaları nedeniyledir. *C. carpio*'nun gonatlarıyla (Mogan Gölü) yapılan çalışmada, C20 PUFA'lerin (20:3n-6, 20:5n-3, 22:5n-3, 22:6n-3) aynı aylarda, olgun testis ve ovaryumlarda daha yüksek yüzdelerde buldukları belirlenmiştir. Bu durumda, bu yağ asitlerinin balıkların üremesinde önemli rol oynadıkları sonucu ortaya çıkmaktadır. Gonatların gelişimi (mart-nisan) ve üreme periyodunda (mayıs) kas dokusunun uzun zincirli doymamış yağ asitleri yüzdesinde azalma görülmesi, balıkların bu periyotlarda gereksinim duydukları enerjiyi depo lipitlerinden sağladıklarını göstermektedir (Akpınar 1987a).

C20 ve C22 PUFA'ler kaslardan ziyade balık gonatlarında özellikle testislerde birikirler. Çünkü, özel yağ asitleri tercihen testis veya ovaryumda farklı fizyolojik fonksiyonlar görmek üzere birikirler (Jeong ve ark. 2002).

## 2.21. Gonat Total Yağ Asidi Analizi

Balıkların yağ asidi bileşimindeki mevsimsel değişim; besin, sıcaklık gibi birçok faktörle ilgili olmasına rağmen en belirgin değişim üreme döneminde görülmektedir. Gamet oluşumu ve gelişimi için kullanılacak lipidin büyük kısmı üreme evresinden önce balık türüne göre kas, karaciğer ve karın gibi yerlerde depo edilmektedir (Kiessling ve ark. 1989).

Farklı Cyprinid türlerinde karaciğer, kas ve gonatlarında yağ asidi kompozisyonu; mevsime, beslenmeye, çevresel faktörlere ve üreme periyoduna bağlıdır (Akpınar 1986a, 1987b; Akpınar ve Aksoylar 1988; Metin ve Akpınar 2000).

Balık dokularındaki ve yumurtasındaki yağ asidi kompozisyonu, besinin yağ asidi içeriğini yansıtır. Bu nedenle, çiftlik balıklarının doku ve yumurta lipitlerinin yağ asitleri kompozisyonu, doğal balıkların lipit kompozisyonundan farklılık gösterebilir (Cejas ve ark. 2003).

*S. lucioperca*'nın hem testis hem de ovaryumlarında SFA'lerden 16:0, MUFA'lerden 18:1n-9, PUFA'lerden 22:6n-3, 20:5n-3 ve 20:4n-6 en çok bulunan yağ asitleridir. Yumurtlamadan hemen önce gonatların olgun olduğu mart ayında testislerde 14:0, 15:0, 16:0, 18:1n-9 önemli derecede düşerken 16:1n-7, 18:2n-3, 18:3n-3, 20:1n-9, 20:5n-3, 22:2n-6, 24:1n-9'de önemli derecede yükselmiştir. Ovaryumlarda ise 12:0, 16:0, 18:1n-9, 20:4n-6, yağ asitleri önemli derecede düşüş gösterirken 16:1n-7, 18:2n-3, 18:3n-3, 20:1n-9, 20:2n-6, 24:1n-9 yağ asitleri de önemli derecede yükselmiştir. Burada önemli olan, testis ve ovaryumlarda n-3 yağ asitlerinin öncül bileşeni olan 18:3n-3 ile n-6 yağ asitlerinin öncül yağ asidi olan 18:2n-6'in gonatların olgun dönemi olan mart ayında önemli derecede artmış olmasıdır. Genel olarak her iki dokuda da mart ayında doymamış yağ asitleri kasım ayına göre artış gösterirken doymuş yağ asitleri de düşüş göstermiştir. Yağ asitleri gruplara ayrılarak incelendiğinde mart ayında çoklu doymamış yağ asitlerindeki artış daha dikkat çekmektedir. Hem testis hem de ovaryumlarda gonatların olgunlaşmaya başladığı kasım ayında SFA oranı yüksektir. Gonatların tam olgunlaştığı yumurtlamadan hemen önce mart ayında ise UFA, PUFA, n-3 ve n-6PUFA oranları artmıştır. Özellikle her iki dokuda da bu dönemdeki n-3 yağ asitleri oranındaki artışın daha belirgin olduğu görülmüştür. Kasım ve mart ayı verilerinin ortalamaları alınarak testis ve ovaryumların yağ asidi bileşimindeki farklılıklar incelendiğinde; testislerde toplam doymamış (UFA),

çoklu doymamış ve n-3 yağ asitleri oranının gonatlardan daha fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca doymuş yağ asitleri oranı ovaryumlarda önemli derecede fazla bulunmuştur (Uysal 2004).

Bir deniz balığı olan *D. sargus*'un ovaryum yağ asidi analizinde, 16:0 % 18.4, 16:1 % 7.3, 18:0 % 4.8, 18:1n-9 % 19.0, 18:2n-6 % 5.4, 18:3n-3 % 0.82, 20:4n-6 % 3.4, 20:5n-3 % 4.9, 22:5n-3 % 1.94, 22:6n-3 % 23.09,  $\Sigma$ SFA % 26.4,  $\Sigma$ MUFA % 27.84, n-3 % 32, n-6 % 10.0 olarak saptanmıştır (Cejas ve ark. 2003).

Doğal ve kültür Japon Kedi balığının (*S. asotus*) ovaryum yağ asidi kompozisyonu ve lipit içeriği yumurtlamaya ve mevsime bağlı etkileri incelenmiştir. Balıkların ovaryumunda 16:0, 18:1n-9 ve 22:6n-3 dominant yağ asitleri olarak saptanmıştır. Yumurtlama mevsiminde doğal Kedi balığının ovaryumunda 20:4n-6, yumurtlama sonrasında daha düşük oranda bulunmuştur. Arakidonik asit, yumurtlamayı sürdürmek için gereklidir. Eikosapentaenoik asit ve DHA içeriğinin ovaryum olgunlaşmasıyla birlikte arttığı vurgulanmıştır (Shirai ve Wada 2001).

Doğal balıkların (*P. altivelis*) gonatlarının; kültür balıklarına oranla, yüksek oranda EPA, DPA ve 16:1n-7 içerdiği saptanmıştır. Doğal ve kültür balıkların gonatlarındaki yağ asidi kompozisyonundaki farklılıkların, besinden kaynaklandığı öne sürülmüştür. Çünkü, besinde DHA veya EPA'nın eksik olması durumunda, doğal ve kültür balıklarının özellikle testislerinde DHA, EPA veya DPA'nın miktarının yüksek olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, balığın, elongaz ve desaturaz ( $\Delta^4$ - $\Delta^5$  enzimlerine) enzimlerine sahip olduğunu göstermiştir. Hem doğal hem de kültür balıklarında gonatlar, kaslara göre daha fazla DHA, EPA ve AA içermiştir. Bu PUFA'lerden EPA ve AA, doğal balık gonatlarında, DHA ise kültür balık gonatlarında fazla oranda saptanmıştır (Jeong ve ark. 2002).

## **2.22. Testis ve Ovaryumdaki Yağ Asidi İçeriğinin Karşılaştırılması**

Sudak (*S. lucioperca*) balığında, testis ve ovaryumlar karşılaştırılmış; testislerde doymamış yağ asitleri oranının gonatlardan daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç; testislerin olgunlaşması için ovaryumlardan daha fazla bu yağ asitlerine ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir (Uysal 2004).

Çek Cumhuriyeti'nden *C. carpio* testislerinin; 16:0, 18:1n-9, 20:5n-3 ve 22:6n-3; ovaryumların da 16:0, 18:1n-9 ve 22:6n-3 bakımından zengin oldukları saptanmıştır (Kminkova ve ark. 2001).

Mogan Gölü'ndeki *C. carpio*'nun gonatlarıyla yapılan çalışmada 20:3n-6, 20:5n-3, 22:5n-3, 22:6n-3'inin mart, nisan, mayıs aylarında, olgun testis ve ovaryumlarda daha yüksek yüzdelerde buldukları belirlenmiştir. Bu durumda, bu yağ asitlerinin balıkların üremesinde önemli rol oynadıkları sonucu ortaya çıkmaktadır (Akpınar 1985).

Yılmaz ve ark. (1995), *C. c. umbla*'nın dişi ve erkek bireyinin üreme öncesi ve sonrasında gonatlarındaki total lipit içeriği ve yağ asidi bileşimini tayin ettiler. Analiz sonuçları; üreme mevsimi öncesinde ve sonrasında, her iki bireyin gonatlarında 16:0, 18:1n-9, 20:0, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:6n-3 ve 24:1n-9, başlıca yağ asitleri olduğunu göstermiştir. Balık dokularında üreme sonrasında yağ asitleri miktarında özellikle aşırı doymamış yağ asitlerinde önemli derecede azalma olduğu görülmüştür. Erkek bireyin gonatlarında üreme dönemi sonrası toplam, doymuş, doymamış ve monoenoik yağ asitleri üreme dönemi öncesine göre oldukça düşük, toplam  $\omega 6$ ,  $\omega 3$  ve polienoik yağ asitlerinin miktarı ise kısmen düşük bulunmuştur. Dişi bireylerin gonatlarında, üreme dönemi sonrası toplam, polien,  $\omega 3$  ve doymamış yağ asitleri üreme dönemi öncesine göre belirgin bir şekilde azalırken, toplam doymuş yağ asitleri değişme göstermemiştir. Arakidonik asit, 20:5n-3, 22:6n-3 yağ asitleri üreme dönemi sonunda azalmaktadır.

Akpınar (1987a), tarafından da belirtildiği gibi, aşırı doymamış yağ asitleri gonatların gelişmesi ve balıkların üremesinde önemli rol oynamaktadırlar. Bu bileşenlerin miktarı, üreme dönemi öncesinde, bütün dokularda özellikle erkeğe oranla dişi bireylerin gonatlarında fazla oranda bulunmaktadır. Bu sonuç, aşırı doymamış yağ asitlerinin yumurta yapımında kullanılmalarından kaynaklanmaktadır (Atchison 1975). Üreme dönemi sonrasında gonatlarda bu yağ asitlerinin dişi bireyde çok belirgin bir şekilde azaldığı görülmektedir. Erkek bireyde ise bu azalma fazla değildir.

Ceyhan Nehri'nden toplanan *C. regium*'un gonat dokusunda, 16:0 ve 18:1n-9 en fazla bulunan yağ asitleridir (Kara ve Çelik 2000).

Çoruh Havzası Kazandere Çayı'nda yaşayan olgun yabani alabalığın (*S. t. labrax*) bazı dokularında bulunan yağ asitleri kompozisyonu araştırılmıştır. Su sıcaklığının 14 °C, atmosfer sıcaklığının 20 °C olduğu ortamda balık gonadında 16:0 % 19.38, 18:1n-9 % 26.00, 20:4n-6 % 2.18, 20:5n-3 % 2.88, 22:6n-3 % 15.5,  $\Sigma$ SFA % 29.13,  $\Sigma$ MUFA % 37.16, n-3PUFA % 23.88, n-6PUFA % 4.79, n-3/n-6 oranı 5.23

olarak bulunmuştur. Tüm dokularda en çok 16:0, 18:1n-9 ve 22:6n-3 tespit edilmiştir (Aras ve ark. 2003b).

Yukarı Fırat (Karasu) Havzası Yeşildere Çayı'ndan yakalanan olgun dere alabalığı (*S. t. macrostigma*)'nda farklı dokularının yağ asidi kompozisyonları araştırılmıştır. Adipoz, gonat, karaciğer ve kas dokusunda % olarak MUFA, n-3, n-6 PUFA ile EPA ve DHA oranları arasındaki fark çok önemli, SFA'in ise dokular arasındaki farkı önemsiz bulunmuştur. Doymuş yağ asitleri içerisinde bulunan en önemli yağ asitleri 16:0, 18:0 ve 14:0 olurken MUFA'de 18:1n-9 ile 16:1n-7 yağ asitleri çıkmıştır. Tatlısu balıkları ile deniz balıklarının karakteristik özelliği olarak bilinen n-3/n-6 oranı deniz balıklarına yakın çıkmasına rağmen dokular arasında önemsiz bulunmuştur. Gonatlarda 16:0 % 21.13, 18:1n-9 % 15.72, 20:4n-6 % 5.42, 20:5n-3 % 14.81, 22:6n-3 % 16.82, 22:5n-3 % 6.16, ΣSFA % 34.07, ΣMUFA % 23.56, n-3 % 36.58, n-6 % 8.07, n-3/n-6 4.65 olarak bulunmuştur (Aras ve ark. 2003a).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan Cyprinid türlerinden dişi *C. regium*'un gonadında, ΣSFA % 35.80, ΣMUFA % 32.58, ΣPUFA % 30.63 ve n-3/n-6 oranı 1.88 olarak tespit edilmiştir. Doymuş yağ asitlerinden en fazla 16:0, MUFA'lerden 16:1n-7 ve 18:1n-9 ve PUFA'lerden 20:5n-3 ile 22:6n-3 bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010b).

### **2.23. Gonat Lipitlerinin Fosfolipit ve Triasilgiserol Yağ Asidi İçeriği**

Eşeyssel olgunlaşma ile orantılı olarak lipit metabolizmasındaki değişimlerin aynı periyoda rastladığı ve depo yağlarının yumurta ve sperm oluşumu için kullanıldığı bildirilmiştir (Ackman 1967, Agren ve ark. 1987, Soivio ve ark. 1989).

Doğal ve kültür Japon Kedi balığı *S. asotus*'un yumurtlama mevsimi esnasında ovaryum TAG'ünde n-7MUFA'lerin miktarı yüksek bulunmuştur. Ovaryumun PC ve PE'deki DHA miktarı; yumurtlama esnasında ve yumurtlama sonrasında yüksek oranda saptanmıştır. Kültür balığının ovaryumundaki AA miktarı; yazın kışa göre daha yüksektir. Ovaryumda yumurtlamaya ve mevsime bağlı olarak lipit sınıflarında farklılıklar tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre bu balığın lipit metabolizmasının yumurtlamaya ve mevsime bağlı olarak değiştiği ileri sürülmüştür. Doğal Kedi balığında ovaryum PC ve PE'leri yumurtlama mevsimi esnasında yumurtlama sonrası mevsime göre fazla miktarda EPA ve DHA içerirken, az miktarda AA içerirler. Bu sonuçlara göre, Japon Kedi balığı, ovulasyondan sonra yumurtaların gelişimi için EPA ve DHA'e ihtiyaç duymaktadır. Ovaryumdaki TAG ve PE'deki n-7MUFA miktarı,

yumurtlama mevsiminde yüksek olarak saptanmıştır. Bu bulgular, n-7MUFA'lerin yumurtlamada yer alabildiğini göstermektedir (Shirai ve Wada 2001).

Baykal Gölü'ndeki ergin dişi *C. dybowski* ile *C. baicalensis* ovaryumlarının yağ asidi analizine göre, *C. baicalensis*'in ovaryumlarının nötral lipitlerinde en çok MUFA (% 54), daha sonra SFA'ler (% 20), en az ise PUFA'ler (% 18) saptanmıştır. Tekli doymamış yağ asitleri içinde en çok 18:1n-9 (% 43) bulunmuştur. *C. baicalensis*'in polar lipitlerinde MUFA'ler % 19 olarak saptanmıştır. *C. dybowski*'nin ovaryum polar lipitlerinde PUFA'lerden 22:6n-3, nötral lipitlerinde ise en çok 16:0 bulunmuştur. Analizlerde diğer major yağ asitleri 16:1n-7, 18:1n-7, 20:5n-3'dür (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

*D. sargus*'un ovaryum TAG ve PL alt sınıfları analizi yapılmıştır. Triaçilgliserol fraksiyonunda 16:0 % 21.0, 16:1n-7 % 9.7, 18:0 % 3.19, 18:1n-9 % 22.8, 18:2n-6 % 8.4, 18:3n-3 % 0.89, 20:4n-6 % 1.39, 20:5n-3 % 2.2, 22:5n-3 % 1.51, 22:6n-3 % 17.59,  $\Sigma$ SFA % 28.62,  $\Sigma$ MUFA % 33.76, n-3 % 23.24, n-6 % 11.16, PC fraksiyonunda 16:0 % 26, 16:1n-7 % 3.29, 18:0 % 6.9, 18:1n-9 % 14, 18:2n-6 % 4.37, 18:3n-3 % 0.31, 20:4n-6 % 4.0, 20:5n-3 % 6.4, 22:5n-3 % 1.54, 22:6n-3 % 25.86,  $\Sigma$ SFA % 34.95,  $\Sigma$ MUFA % 17.8, n-3 % 34.78, n-6 % 9.52, PE fraksiyonunda 16:0 % 12.81, 16:1n-7 % 1.47, 18:0 % 11.9, 18:1n-9 % 8.1, 18:2n-6 % 2.3, 20:4n-6 % 9.37, 20:5n-3 % 4.86, 22:5n-3 % 3.3, 22:6n-3 % 35.43,  $\Sigma$ SFA % 27.2,  $\Sigma$ MUFA % 10.3, n-3 % 45.8, n-6 % 13.3 olarak bulunmuştur (Cejas ve ark. 2003).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan, *C. regium*'un gonat TAG fraksiyonunda,  $\Sigma$ MUFA % 43.35,  $\Sigma$ SFA % 33.39,  $\Sigma$ PUFA % 23.08, n-3/n-6 oranı 1.26; PL fraksiyonunda  $\Sigma$ PUFA % 34.67,  $\Sigma$ SFA % 32.78,  $\Sigma$ MUFA % 32.48 ve n-3/n-6 oranı, 1.56 olarak tespit edilmiştir (Kaçar ve ark. 2010b).

#### **2.24. Balık Kas Total Lipitlerinde n-3/n-6 Oranı**

Lipitlerin yağ asitlerinde, son karbon atomu olan  $\omega$  (n) karbonundan sonra gelen ilk çift bağın yerleşim durumuna göre PUFA'ler  $\omega$ 3 (n-3) ve  $\omega$ 6 (n-6) olarak gruplandırılırlar. Linoleik asit, 20:3n-6, 20:4n-6 gibi yağ asitleri  $\omega$ 6; 18:3n-3, 20:5n-3, 22:5n-3 ve 22:6n-3 gibi bileşenler  $\omega$ 3 olarak bilinirler.

İnsan vücudundaki birçok metabolik fonksiyonlar göz önünde bulundurulduğunda, bireysel yağ asitlerinin alım düzeylerinden ziyade, n-6 ve n-3 PUFA'lerin alımını arasındaki denge daha önemlidir. Yapılan deneysel çalışmalar,

besinsel olarak n-6'nın fazla, n-3'ün ise az oranda alınmasının; kanser, koroner kalp hastalıkları ve serebrovasküler hastalıklar için başlıca risk faktörü olduğunu ortaya çıkarmıştır (Ulbricht ve Southgate 1991, Kris-Etherton ve ark. 2002, Calder 2004). WHO ve FAO, besindeki n-6/n-3 PUFA oranlarının 4'ten daha az olmasını tavsiye etmişlerdir. Diğer hayvansal ve bitkisel lipitlerle karşılaştırıldığında, n-6/n-3 PUFA oranı çok daha düşük olan balık lipitlerinin besinsel olarak daha önemli olduğu söylenebilir. Ayrıca kalp hastalığı ve diğer kronik hastalıklardan korunmak için vücuttaki eikosanoid dengesi de önemlidir. Eikosanoid öncülleri olan 20:4n-6 ve 20:5n-3'in birbirine oranı vücudun eikosanoid dengesinin ölçümünü verir (Sargent ve ark. 1999).

İnsan besininde n-3/n-6 yağ asidi oranının artması, plasma lipitlerini azaltır, koroner kalp hastalıklarının önler ve kanser riskini düşürür (Kinsella ve ark. 1990).

N-3/n-6 oranı, balık yağlarının besinsel değerini karşılaştırmak için iyi bir indekstir (Piggott ve Tucker 1990). Simopoulos (1989), n-3/n-6 oranının 1:1 olmasını önermektedir. Kimi beslenme uzmanları da; n-6/n-3 oranının maksimum 4 olması gerektiğini belirtmektedirler. Besindeki n-3 miktarı, besinin kalitesini arttırarak, birçok kronik hastalıkları önler (Moreira ve ark. 2001).

Yapılan çalışmalarda balık yağlarının besinsel değerini ortaya konmasında n-3/n-6 oranı kullanılmıştır. Ackman (1967) ve Standsby (1967), tatlısu balıklarında bu oranın 1.7-3.5 arasında Wang ve ark. (1990) ise 0.5-3.8 aralığında olduğunu belirttiler. Sazan türlerinde bu oran, 2-3 arasında değişiklik göstermiştir (Steffens ve Wirth 2005).

Yunanistan'da yapılan bir çalışmada sekiz tatlı su balığında n-3/n-6 oranı 1.2 ile 2.9 (Aggelousis ve Lazos 1991), Hindistan sazanlarında 1 ile 2 aralığında değişmiştir (Ackman ve ark. 2002).

N-3/n-6 oranı *L. lota*'da 1.7, *C. clupeiformis*'te 2.6 olarak tespit edilmiştir (Wang ve ark. 1990).

Tropikal bölgelerde yaşayan balıklarda, bu oranının düşük olduğu göze çarpmaktadır. Örneğin, Malezya'da analizi yapılan yirmi tatlısu balık türünün çoğunda n-3/n-6 oranı 1'den daha az bulunmuştur. İncelenen balıklardan *Tilapia*'da bu oran 1.26; tatlısu Yılan balığında 0.68; sazanda 0.17; Afrika Kedi balığında 0.05 olarak bulunmuştur (Rahman ve ark. 1995).



Etiyopya'da göllerde yaşayan sekizi tropikal olmak üzere toplam elli tatlısu balığı; lipit ve yağ asitlerindeki varyasyonlar çalışılmıştır. Balıklarda n-3/n-6 oranı 1.1-7.6 arasında değişmiştir (Zenebe ve ark. 1998).

Brezilya'dan *B. microlepis*'te n-6/n-3 oranı 1.79, *B. orbignyanus*'ta 1.14 (Moreira ve ark. 2001), *Pinirampus pinirampus*'ta 0.27, *Plagioscion squamosissimus*'ta 0.24 ve *Salminus maxillosus* 0.4 olarak saptanmıştır (Andrade ve ark. 1995).

Tatlısu balıkları içerisinde, alabalıklar n-3 yağ asitlerini fazla oranda içerdikleri için, n-3/n-6 oranları diğer tatlısu balıklarına oranla yüksek olmaktadır. Örneğin, Tohma Nehri'nde yaşayan erkek ve dişi *S. t. macrostigma*'nın erkek bireylerinde bu oran 2.59; dişilerde ise 2.26 (Akpınar ve ark. 2009), Çoruh Havzası Kazandere Çayı alabalığı *S. trutta*'da, 6.27 (Aras ve ark. 2003b), *S. t. f. fario*, 1.43-4.29 (Kaya ve Erdem 2009), Karasu Havzası Yeşildere Çayı'ndaki alabalıkta (*S. t. macrostigma*), 6.35 (Aras ve ark. 2003a), *O. mykiss*'de 2.1 olarak bulunmuştur (Çelik ve ark. 2008).

Afrika Kedi balığı *C. gariepinus*'ta n-3/n-6 oranı, 0.39; *T. zillii*'de 2.70 bulunmuştur. (Osibona ve ark. 2009b). Avrupa Cyprinid türlerinden *T. tinca*'nın kasında n-3/n-6 oranı; 2.8, *A. brama*'da 0.6, *R. rutilus*'ta 1.9, *Aspius aspius*'ta 3.1, *C. carassius*'ta 3.7, *Barbus barbus*'ta 3.5 (Vacha ve Tvşzicka 1994), *Scardinius erythrophthalmus*'ta 3.5, *Gobio gobio*'da 2.2, *Leuciscus leuciscus*'da 3.0, *L. cephalus*'ta 3.7, *Alburnus alburnus*'ta 1.1 ve *V. vimba*'da 2.0 olarak tespit edilmiştir (Sykora ve Valenta 1978, 1979).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan Cyprinid türlerinden dişi *C. trutta*'nın kas total lipidinde n-3/n-6 oranı 4.71 (Kaçar ve ark. 2010a); *C. regium*'da 2.89 bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010b).

Aynı yem kullanılarak yetiştirilen üç farklı alabalık türünün (*S. alpinus*, *S. t. fario*, *O. mykiss*) kas dokularındaki n-3/n-6 oranı, *O. mykiss*'ta 1.58, *S. alpinus*'ta 1.27 ve *S. t. fario*'da 0.95 olarak bulunmuştur. Aynı yemle beslenmesine rağmen farklı alabalık türlerinde n-3/n-6 oranının farklı olması, bu değerlerin türler arasında farklı olduğunu göstermektedir (Haliloğlu ve ark. 2002).

Dicle Nehri'nden toplanan dokuz tatlısu balığında n-3/n-6 oranı, 0.39-3.53 aralığında değişmiştir (Cengiz ve ark. 2010).

## 2.25. N-3/n-6 Oranına Etki Eden Faktörler

Balıklardaki n-3/n-6 oranına yumurtlama ve mevsim dışında (Güler ve ark. 2007), balığın doğal veya kültür olması (besin), balığın yaşadığı su ortamı yani deniz veya tatlısu balığı olması gibi etkenler etki etmektedir.

### 2.25.1. Deniz ve Tatlısu Balıklarında N-3/n-6 Oranı

Desaturaz enzim aktivitesi ve zincir uzaması (elongasyon) reaksiyonları, deniz balıklarına göre tatlısularda n-3PUFA'ı düşürürken n-6PUFA'ı yükseltmekte, dolayısıyla n-3/n-6 oranı tatlı su balıklarında karakteristik olarak daha düşük çıkmaktadır (Borlongan ve Benitez 1992, Sheikheldin ve ark. 1996).

Deniz balıklarıyla karşılaştırıldığında tatlısu balıkları genellikle C18 PUFA'leri fazla miktarda içerirler ama aynı zamanda EPA ve DHA'ı de önemli oranlarda kapsarlar (Ackman 1967, Cowey ve Sargent 1972, Castell 1979, Steffens 1989). Ayrıca, tatlısu balıklarının yağ asidi kompozisyonu yüksek oranlardaki n-6PUFA'lerle özellikle 18:2n-6 ve 20:4n-6 ile karakterize edilirler. Bu nedenle, total n-3/n-6 yağ asitleri oranı deniz balıklarına oranla tatlısu balıklarında çok düşüktür ve 1-4 aralığındadır. Deniz balıklarının lipitleri ise düşük seviyelerdeki 18:2n-6 ve 18:3n-3 ve yüksek seviyelerdeki uzun zincirli PUFA'lerle karakterize edilirler. Eikosapentaeoik asit ve DHA, n-3 yağ asitlerinin en çok bulunanlarıdır (Klenk ve Eberhagen 1962, Hilditch ve Williams 1964, Yamada ve Hayashi 1975). Deniz balıklarındaki n-6 yağ asitlerinin az olmasından dolayı, total n-3/n-6 oranı yüksek olup 5-10 civarındadır. Henderson ve Tocher (1987) ise tatlısu balıklarında total lipitlerin n-3/n-6 oranının çoğunlukla 0.5-3.8; deniz balıklarında da 4.7-14.4 olduğunu belirttiler.

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

Tatlısu balıkları deniz balıklarına göre düşük miktarda uzun zincirli n-3PUFA içerdikleri için (Rahman ve ark. 1995), n-3/n-6 oranı deniz balıklarında tatlısu balıklarına oranla daha yüksektir, bu oran 5-10 ya da 10'dan daha fazla olabilir.

Özoğul ve ark. (2007) ülkemizde ticari olarak önemli olan sekiz adet deniz balığı ile altı adet tatlısu balıklarının yağ asitleri içeriğini araştırdılar. Araştırmacılar

deniz balıklarının lipitlerinde tatlısu balıklarına oranla daha fazla miktarda n-3PUFA, daha az oranda n-6PUFA içerdiğini saptamışlardır. Buna bağlı olarak deniz balıklarında n-6/n-3 oranı, 0.009-0.59 arasında; tatlısu balıklarında ise 0.21-1.0 arasında (*C. carpio*'da 0.91, *S. glanis*'te 0.65) tespit etmişlerdir. Cowey (1988), tatlısu balıklarında n-3/n-6 oranının 4'e kadar, deniz balıklarında ise 5-14 aralığında olduğunu belirtmiştir.

Fakat bazı çalışmalarda, tatlısu balıklarının önemli oranda n-3PUFA içerdikleri belirlenmiştir (Agren ve ark. 1987). Örneğin, Turna balığında n-3/n-6 oranı 8-9 olarak saptanmıştır (Ahlgren ve ark. 1994).

Ackman (1967), tatlısu balıklarının besinlerinde, 18:2n-6 ve 18:3n-6 gibi n-6 yağ asitleri, 18:3n-3'ten daha fazla olduğu için, n-3/n-6 oranının deniz balıklarından daha düşük olduğunu öne sürmüştür.

Tatlısu balıklarının TAG'ündeki n-3/n-6 oranı deniz balıklarından yüksek olup, 1 ile 3 aralığında saptanmıştır (Steffens ve Wirth 2005).

Bazı çalışmalarda, PL ve TAG fraksiyonundaki n-3/n-6 oranı da çalışılmıştır. Bu çalışma sonuçlarına göre, tatlısu balıklarının PL'inde bu oran, 1.6-2.0 iken deniz balıklarında 7.8-18.5 olarak saptanmıştır (Henderson ve Tocher 1987). *C. baicalensis*'in dokularının polar lipidinde n-3/n-6 PUFA oranı 1.6-1.8, *C. dybowski*'de 2.8-3.7 arasında bulunmuştur. Bu değerler, tatlısu balıklarından yüksek, deniz balıklarından düşüktür (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

*C. carpio*'da n-3/n-6 oranı, TAG'de 0.47-0.65; PL'de 1.6-1.7 aralığında bulunmuştur (Mráz ve Pickova 2009).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan Cyprinid türlerinden dişi *C. trutta*'nın PL'inde n-3/n-6 oranı 3.56, TAG fraksiyonunda 4.69 (Kaçar ve ark. 2010a); *C. regium*'un PL'inde 3.03, TAG fraksiyonunda ise 1.42 bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010b). Araştırmacılar, *C. trutta*'nın PL fraksiyonundaki n-3/n-6 oranının TAG'e oranla daha düşük çıkmasının nedenini 20:4n-6'in daha fazla oranda fosfolipitte birikmesinden kaynaklandığını belirttiler.

### **2.25.2. N-3/n-6 Oranına Mevsimin Etkisi**

Rasoarahona ve ark. (2005), Itasy Gölü'nden (Madagaskar) üç Tilapia (*O. niloticus*, *O. macrochir* ve *T. rendalli*) türünün n-3/n-6 oranının, her tür için toplandığı mevsime göre farklılık gösterdiğini saptadılar. Bu oran, sonbaharda düşük

(0.5-0.6) kışın (0.7-1.6) ise yüksektir. N-3/n-6 oranı, türler arasında mevsime göre farklılık göstermiştir.

Sıcak suda yetişen sazanın kasında n-3/n-6 oranı 1.52 iken aynı yaşta ve doğal sıcaklıkta yetişen aynı tür balıkta, 0.47 olarak bulunmuştur (Geri ve ark. 1995). Bir başka çalışmada aynı balık türünde bu oranı 0.5 olarak tespit edilmiştir (Fajmonova ve ark. 2003).

Güler ve ark. (2007), Beyşehir Gölü'nden toplanan *C. carpio*'da kışın 1.0 olan n-3/n-6 oranının ilkbahar, sonbahar ve yazın 0.5'e düştüğünü belirtmişlerdir. Araştırmacılar bu durumu, n-3PUFA'lerin sonbaharda % 18.9'dan % 11.8'e düşmesiyle açıklamışlardır. Benzer şekilde Tokur ve ark. (2006), Seyhan Baraj Gölü'ndeki sazanlarda yüksek miktarda 18:2n-6 tespit etmişlerdir.

Çek Cumhuriyeti'nde sazanın kas dokusunda n-3/n-6 oranı ilkbaharda 1.34, yazın 0.95, sonbaharda 0.92, kışın 0.77 olarak bulunmuştur (Kminkova ve ark. 2001).

*B. p. escherichi*, *C. c. capoeta* ve *R. rutilus* balıklarının ocak ve temmuz aylarında kas dokularının yağ asidi kompozisyonu incelenmiştir. N-6/n-3 oranı tüm türlerde 0.60'dan daha düşük bulunmuştur. *C. c. capoeta*'da ocak ayında 0.36 ile en düşük değer tespit edilmiştir. *B. p. escherichi*'de n-6/n-3 oranı her iki ayda 0.37, *C. c. capoeta*'da temmuzda 0.44 ocakta 0.37, *R. rutilus*'da temmuzda 0.52 ocakta 0.56 olarak bulunmuştur (Uysal ve ark. 2008).

Bazı çalışmalarda balık lipitlerindeki n-3/n-6 oranına mevsim dışında habitat farklılığının da etki ettiği bulunmuştur. Örneğin, Eğirdir Gölü'ndeki *S. lucioperca* kasının total lipit, yağ asidi kompozisyonu ve n-6/n-3 yağ asidi oranları iki ayda bir incelenmiştir. N-3 yağ asitleri n-6 yağ asitlerinden daha fazla bulunmuştur. Bu balığın kasındaki yağ asidi kompozisyonu ve n-6/n-3 yağ asidi oranı; yumurtlama ve mevsimden önemli derecede etkilenmiştir. N-6/n-3 oranı sadece sıcaklığın 18 °C olduğu Mayıs ayında 1.23, diğer aylarda ise 0.46-0.79 aralığında bulunmuştur (Uysal ve Aksoylar 2005).

Beyşehir Gölü'ndeki sudakla ilgili yapılan bir diğer çalışmada, n-3/n-6 oranı, ilkbaharda 1.49, sonbaharda 1.45, kışın 1.22, yazın ise 0.72 ile en düşük seviyede belirlenmiştir. Yazın n-3/n-6 oranının en düşük seviyede olmasının nedeni, bu mevsimde n-6 yağ asitlerinin miktarlarının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Güler ve ark. 2007).

N-3/n-6 oranı Tuzla Çayı'ndaki *C. c. umbla*'da 0.37 ile en düşük yaz mevsiminde, 1.14 ile en yüksek sonbaharda, Tercan Barajı'nda ise 0.48 ile en düşük sonbaharda, 0.71 ile en yüksek ilkbaharda bulunmuştur (Aras ve ark. 2009).

Türkiye'nin ikinci büyük gölü olan Eğirdir Gölü'ndeki *V. v. tenella*'nın n-3/n-6 oranı, ilkbaharda 1.4, yazın 1.5, sonbaharda 1.2, kışın 1.4 olarak tespit edilmiştir. Bu oran, dört mevsim boyunca; 1.2-1.5 arasında değişmiştir (Kalyoncu ve ark. 2009).

### **2.25.3. N-3/n-6 Oranına Besinin Etkisi**

Elli altı tatlısu balık örneğinin incelendiği çalışmada, en yüksek n-3/n-6 oranı 8-9 ile, total lipit miktarı oldukça düşük olan Turna balığında saptanmıştır. Fakat buna karşılık yüzde lipit içeriği fazla olan yılan balıklarında ise bu oranı 1.1-1.8 arasında olup oldukça düşük bulunmuştur. Yüksek n-3/n-6 oranına sahip olan balıklar genellikle balık ve böcek larvaları ile beslenen karnivorlardır (Ahlgren ve ark. 1994).

### **2.25.4. Kültür ve Doğal Balıklarda N-3/n-6 Oranı**

Doğal balıkların n-3/n-6 oranı, kültür balıklarından yüksektir. Bunun nedeni, kültür balıklarının, doğal olanlara oranla daha az n-3 yağ asidi içermeleridir. Kültüre alınmış tatlısu balıklarında bu oran 1-4 arasında değişir (Van Vliet ve Katan 1990).

N-6/n-3 oranı doğal türlerden *B. microlepis*'te 1.79 ve *B. orbignyanus*'ta 1.14; çiftlikte yetişen *B. orbignyanus*'ta 5.07; *B. cephalus*'ta ise 8.79 olarak bulunmuştur (Moreira ve ark. 2001).

Seyhan Baraj Gölü'nde ağ kafeslerde yetiştirilen (kültür) *T. rendalli*, *T. zilli*, *O. aurea* ile tatlısu havuzlarında yetiştirilen *O. niloticus* ve Seyhan Nehri'nden yakalanan *Tilapia spp.*'lerin arasında n-3/n-6 oranı, 1.95 ile en yüksek oran doğadan yakalanan *Tilapia spp.*'de saptanmıştır. Diğerlerinde sırayla, *O. aurea* 1.37, *T. rendalli* 1.29, *T. zilli* 1.21 ve *O. niloticus* 1.12 olarak tespit edilmiştir (Çelik ve Gökçe 2003).

### **2.25.5. Balık Büyüklüğünün N-3/n-6 Oranına Etkisi**

Aynı yaştaki *C. carpio* balıkları arasında, daha ağır olanlarda, n-3/n-6 oranı azalmaktadır (Geri ve ark. 1995).

### **2.26. Balık Yağının İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri**

İnsanlar, diğer omurgalılar gibi, doymuş ve tekli doymamış yağ asitlerini sentezleyebilmekte, fakat sentezleyemedikleri ve kendileri için esansiyel (temel) olan n-3 ve n-6 yağ asitlerini besinden sağlamaktadırlar (Jankowska ve ark. 2003, Çelik ve ark. 2005, Sushchik ve ark. 2007).

Eikosatrienoik ve AA gibi n-6PUFA'ler, insan vücudunda çok büyük etkilere sahip olan eikosanoid (prostaglandinler, tromboksanlar ve lökositler) metabolizmasında düzenleyici rollere sahiptirler (Kinsella ve ark. 1990).

Omega 3 yağ asitleri; uzun zincirli ALA, EPA ve DHA'ı kapsamaktadır. İnsanlar için önemli olan başlıca iki n-3 yağ asidi; EPA ve DHA, balık ve balık yağında bulunur. Balıklar da bu yağ asitlerini besin zinciri yoluyla fitoplankton ve yosunlardan alırlar (Holub ve Holub 2004). Balık ya da balık yağı tüketmenin sağlık açısından faydası, özellikle n-3PUFA'lerle ilişkili olabilir (Sidhu 2003). Çünkü balıklar, n-3 PUFA bakımından önemli bir kaynaktır.

Omega 3 yağ asitlerinin başlıca fonksiyonları; önemli enerji kaynağı olmaları, hücre zarlarının bileşenini oluşturmaları, membran akışkanlığını, esnekliğini ve permeabilitesini (geçirgenlik) etkilemeleridir. Eikosanoitlerin öncül maddeleri olarak da fonksiyon gören bu bileşenler, kalp-damar, otoimmün hastalıkları ve kanserleri önleyici rollere sahiptirler. Beyin gelişimi ve görme olayında önemli rol oynarlar. Damar daraltıcı LDL sentezini inhibe ederken, HDL üretimini artırır. Total kan TAG'ünü ve kolesterolü düşürürler, trombosit agregasyonunu azaltır ve kanama süresini uzatırlar. Eikosanoit dengesini değiştirir, kan basıncını azaltırlar (Kinsella ve ark. 1990, Conner 1997). Bu yağ asitleri grubu; ateşli hastalıklar (Higgs 1986), artrit (Kremer ve Jubiz 1987), nefrit (Thais ve Stahl 1987), deri veremi (Kelley ve ark. 1985), multipl sklerozis (Bates ve ark. 1989), inme (Hirai ve ark. 1987), kanser (Karmeli 1987), deri hastalıkları (Singer 1990), astım (Lands 1986) gibi hastalıklardan korunma ve tedavi edilmeyi sağlarlar. Günde 0.5-1.8 g EPA ve DHA almak, kalp-damar hastalığı riskini azaltmaktadır (Baylin ve ark. 2003).

### **2.27. Bireysel Yağ Asitlerinin Fonksiyonu**

Membran yapı bütünlüğünün sürdürülmesini sağlayan ve eikosanoitlerin öncülleri olan AA, EPA ile DHA; normal büyüme, gelişme ve üreme için de gereklidir (Rodriguez ve ark. 2004).

Eikosapentaenoik asit, trombositlerin toplanmasını önleyen faktörler olan, TXA<sub>3</sub> ve PGI<sub>3</sub> gibi eikosanoitlerin öncülüdür. Bu nedenle anti-trombotik etkiye sahiptir (Budowski 1981). Arakidonik asitten türeyen iki serisi prostoglandinler ise vücudun metabolik işlevlerinde farklı ve temel rol oynarlar. Büyüme için gerekli olan bu bileşenden oluşan prostoglandin ve tromboksan, yaralanma esnasında kanın

pıhtılaşmasını sağlar. Genellikle bu yağ asidinin deniz balıklarındaki miktarı, tatlısuya oranla daha azdır (Osman ve ark. 2001).

Balık yağlarında az miktarda bulunan 22:5n-3, antiaterojenik faktör olarak EPA'ten daha güçlüdür. Dokosapentaenoik asit; EPA ile beraber, koroner kalp hastalıklarının önlenmesini sağlar (Conner 2000). Beyin, göz ve kalp kasının major bileşeni olan DHA, beyin ve göz gelişiminde etkili olup öğrenme yeteneğini artırır. Eikosapentaenoik asidin beyin rahatsızlıkları ve kansere karşı faydalı olduğu belirtilmektedir (Fenton ve ark. 2000). Dokosaheksaenoik asit, plasmadaki LDL'nin konsantrasyonunu azaltır (Childs ve ark. 1990).

Balıklar için olduğu kadar insan sağlığı açısından da önemli kabul edilen ve pek çok hastalığın tedavisinde iyileştirici rolü üzerinde durulan EPA ve DHA değerleri ve bu bileşenlerin birbirlerine oranları da önemli göstergelerden biri kabul edilmektedir. Aynı araştırmacılar DHA'in eksikliğinde davranış bozuklukları, sinirsel anormallikler ve görmede yetersizliklere dikkat çekmektedirler (Navarro ve Sargent 1992).

## **2.28. İncelenen Balık Türlerinin Bazı Biyolojik Özellikleri**

### **2.28.1. *Silurus triostegus* (Heckel, 1843)**

Alem: Animalia

Şube: Chordata

Sınıf: Actinopterygii

Takım: Siluriformes

Familya: Siluridae

Cins: *Silurus*

Tür: *Silurus triostegus*

Mezopotamya Yayın balığı (*S. triostegus*), Siluridae familyasından bir yayın balığı türü olup, Mezopotamya Bölgesinde, yani Suriye, Irak, İran ve Türkiye'de bulunur. Balıkta, ikisi üst, ikisi alt çenede olmak üzere dört çift bıyık bulunur. Alt çene öne doğru çıkıktır. Göğüs yüzgecinin dikenini hem iç, hem de dış tarafında düzdür. Anal yüzgeç çok uzundur.

Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan *S. triostegus*'ta gonadosomatik indeks değerleri ve gonatların direkt gözlemi gibi parametrelerden faydalanarak balıkta yumurtlamanın Mayıs ayında başladığı, Haziran ayının sonuna kadar devam ettiği saptanmıştır. Üreme dönemi Mayıs, Haziran ve Temmuzdur (Oymak ve ark. 2001).

Yayın balığının eti; kemiksiz, lezzetli ve yüksek protein içeriğine sahiptir. Gerek Avrupa ve gerekse ülkemizde piyasa talebi iyi bir düzeydedir. Karnivor ve saldırgan bir tür olup, diğer balıkların değerlendirmedeği besin kaynaklarını ete dönüştürür. Besinlerini daha çok su böcekleri ve onların larvaları, solucan, kurbağa ve tadpolesler oluşturur.

Ekonomik ve hijyenik açıdan ele alındığında da çok önemli bir tür olduğu görülür. Hasta ve ölmüş balık materyallerini yiyerek, suda bir çöpçü ödevini yerine getirerek herhangi bir enfeksiyonunun yayılmasını önler.

### **2.28.2. *Tor grypus* (Heckel, 1843)**

Alem: Animalia

Şube: Chordata

Sınıf: Actinopterygii

Takım: Cypriniformes

Familya: Cyprinidae

Cins: *Tor*

Tür: *Tor grypus*

Yurdumuzda Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve civarlarında (Dicle ve Fırat Nehirlerinde) yaşayan ve halk arasında şabut, şabot veya sore ismiyle bilinen şabut balığı (*T. grypus*) Fırat Nehri'nin Atatürk Barajı ve mansap sularında görülen, eti sevilerek tüketilen endemik balık türlerden biri olup, hızlı akan sığ suları sever, avlanması zor, cüsseli bir tatlı su balığı türüdür. Bu balık, büyük pullarla örtülü olup vücudu yanlardan yassılaştırmıştır. İki çift bıyık bulunur. Kuyruk yüzgeci derin çatallı olup, her iki lobu da sivrileşmiştir. Rengi sırtta koyu kahverengi, yanlarda esmer, kahverengi, karın bölgelerinde ise kirli sarıdır. Anal ve kuyruk yüzgeçleri koyu, diğer yüzgeçleri açıktır. Nisan-mayıs-haziran aylarında yumurta bıraktığı bildirilmektedir (Geldiay ve Balık 1996, Epler ve ark. 2001).

1 Ocak–31 Aralık 2008 tarihleri arasında Atatürk Barajı'nda, Adıyaman iline bağlı on bir avlak sahasında gerçekleştirilen çalışmada avlak sahalarında avlanan balık türleri, miktarları, toplam satış tutarları, tekne ve balıkçı sayıları belirlenerek, yöre avcılığının bugünkü durumunun ortaya konulması amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda 2008 yılı sonu itibariyle, avlak sahalarındaki toplam av miktarının 397.61 ton/yıl olduğu tespit edilmiştir. Bölgede ekonomik açıdan en büyük getirinin ise şabut



(*T. grypus*)'tan sağlandığı, dolayısıyla bölge ekonomisi açısından önemli bir tür olduğu belirlenmiştir (Olgunoğlu ve ark. 2009).

Şabut balığı ile ilgili araştırmalar ülkemizde yok denecek kadar az olmakla birlikte birkaç sistematik araştırmadan ibarettir. Oymak ve ark. (2008), Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan *T. grypus*'un büyüme ve üreme özelliklerini araştırmışlardır. Duman ve Çelik (2001) Atatürk Baraj Gölü Bozova Bölgesi'nde avlanan balıklar ve verimliliklerini incelemişler. Araştırmacılar, on iki tür ve alttürün tespit edildiğini ve şabut balıklarının, 45-70 mm göz genişliğine sahip monofilament ve multiflament sade ağlarla yakalandığını bildirmişlerdir. Yurtdışında ise, Szypula ve ark. (2001) Irak'ta Tharthar, Razzazah ve Habbaniya göllerinde bulunan şabut balığının büyüme karakteristiklerini incelemişlerdir. Epler ve ark. (2001), Iraktaki Tharthar ve Habbaniya göllerindeki bazı balıkların üreme biyolojisi üzerine yaptıkları araştırmada, şabut balığının nisan ayı içerisinde ürediklerini, erkeklerinin 5. yılda, dişilerin ise 6. yılında üreme eylemine geçtiklerini ve kg vücut ağırlığı başına yaklaşık 11500 adet yumurta verdiklerini saptamışlardır (Selki ve ark. 2005).

Ticari balıkçılığa hareket kazandırma ve yöre halkına ek geçim kaynağı sağlama projesi kapsamında 2005 yılında Şanlıurfa DSİ 15. Bölge Müdürlüğü'ne bağlı su ürünleri üretim istasyonunda üretilmeye başlanmıştır.

Bölgede ekonomik açıdan en büyük getiriye sahip olan şabut (*T. grypus*), bölge ekonomisi açısından önemli bir türdür. Tor, omnivordur.

### **2.28.3. *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)**

Alem: Animalia

Şube: Chordata

Sınıf: Actinopterygii

Takım: Cypriniformes

Familya: Cyprinidae

Cins: *Cyprinus*

Tür: *Cyprinus carpio*

*C. carpio*, dünyada hemen hemen her yerde bulunan hızlı büyüyen ve üreme yeteneği iyi olan, eti lezzetli tatlısu balığıdır. Sazan balığı, tatlısularda yaşayan kemikli bir balıktır. Uzun bir sırt yüzgecine, kısa anüs yüzgeçlerine sahiptir. Başında (ağız altı) dört adet bıyık bulunur. Yüzgeçleri yumuşaktır. Yüzgeçlerin ön tarafında kuvvetli

dikenler bulunur. Göğüs yüzgeçleri, karının altına doğrudur. Pulları birbirleri üzerine kiremit gibi dizilmiş, kemiksi, kaygan ve antiseptiktir. Antiseptik mukus salgısı, üzerine yapışan bakteri ve sporları yok eder. Yüzme kesesi bir kanalla yemek borusuna bağlıdır. Bir bölümü kemikleşmiş olan ilk omurlar, kulakları yüzme kesesine bağlayan Weber aygıtını meydana getirirler. Bu tip aygıtı sahip balıklar arasında (kemik destekli keseliler) çene dişi bulunmayıp, yutak dişi bulunan balıklar sadece bunlardır.

Sıcak ve ılıman bölgelerde, deniz seviyesine yakın sularda yaşayan yüzlerce varyetesi (alt türü) vardır. Sazan kendi cinsinin tek türüdür. Bazı sazan çeşitleri pulludur, bazıları tüm pulsuzdur (Deri sazanı), bazılarında ise az sayıda büyük pullar bulunur (Aynalı sazan).

Sazan balığı göllerde, kanallarda ve sakin akan sularda yaşar. Hayvansal ve bitkisel besinlerle beslenir. Yaz başlarında su sıcaklığı 20 °C'yi bulduğunda veya aştığında üremeye başlar. İri dişiler bir milyon adetten fazla yumurta dökerler. Yumurtalarının çapı 1.5 mm'dir. Deri sazanı ve Aynalı sazan gibi türlerinin yemi ete dönüştürme katsayıları çok yüksektir. Bunlardan on senelik bir birey 10-15 kg gelebilir. Daha yaşlıları 30-45 kg ağırlıkları bulabilir.

13.-14. yüzyıldan beri kültür üretimi yapılan, kolay yetişen, eti lezzetli, ekonomik değeri çok yüksek bir balıktır. 3-4 yaşlarında olgunlaşıp 200-300.000 yumurta verir. Ortalama 30-40 santimetre boy ve 500-1.000 gram ağırlıkta olur. Doğal yetişenlerinin 100 cm ve 25 kg olanlarına rastlanır. Sportif avcılığı değerlidir. Omnivordur. Su böcekleri, kurtlar ve diğer hayvanlarla beslenir.

Anavatanı Asya olmasına karşın dünyanın birçok yöresine götürülmüşlerdir. 50 yıl yaşadıkları ve 1 m boy/35 kg ağırlığa ulaştıkları bildirilmiştir. Yavaş akan nehirlerde ve göllerde bulunan bu balık, bıyıkları ile dipteki çamuru karıştırarak beslenir. Küçük omurgasızlar ve çeşitli tahıllar başlıca besinleridir. Sırtı koyu yeşil, yan tarafları ve karınının altı yeşilimsi kahverengidir.

3-30 °C sıcaklıkta yaşarlar. Kışın toplu olarak kendilerini çamura gömerler ve kış uykusuna yatarlar. Nisan-haziran ayları arasında yumurtlarlar (Geldiay ve Balık 1996).

### **2.29. Atatürk Baraj Gölü ve Balıkçılık**

Atatürk Barajı Türkiye'nin en büyük, dünyanın altıncı büyük (Kaya tipi) barajıdır. Şanlıurfa ve Adıyaman illeri arasında, Fırat Nehri üzerinde kurulan barajın

yüksekliği 169 metre, yıllık ortalama su akışı 26.654 milyar m<sup>3</sup>'dür. Toplam su depolama hacmi 48.5 milyar m<sup>3</sup>'dür. Baraj sulama ve enerji amaçlı inşa edilmiş olup, suladığı alan 872.385 ha'dır. Barajın kurulması ile meydana gelen göl alanı 81.700 ha ve kıyı uzunluğu 114 km'dir. Bu alanı itibarıyla Türkiye'nin en büyük, Dünyanın ise sayılı baraj göllerinden bir tanesidir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde böyle büyük bir su potansiyelinden içme suyu ve tarımsal sulamada faydalanmanın yanında, balıkçılık faaliyetleri ve bu faaliyetlerin bir program dahilinde geliştirilerek ekonomiye kazandırılması son derece önem arz etmektedir. Nitekim Atatürk Baraj Gölü'nde su tutulmaya başlandığı 1990 yılından itibaren balıkçılık, toprağı su altında kalan insanlar için bölgede bir sektör haline gelmeye başlamıştır (Çelik ve Duman 2001). Atatürk Baraj Gölü'nün çevresinde 3 il, 10 ilçe ve 156 köy mevcuttur. Baraj Gölü'nde 1990 yılında su tutulmaya başlanması ile yöre halkı yavaş yavaş balıkçılık yapmaya başlamıştır. Bu bakımdan göl alanı 1993 yılında devlet tarafından 9 bölgeye ve 21 adet avlak sahasına bölünmüştür (Duman ve Çelik 2001).

Baraj Gölü'ne balıkçılık faaliyetleri için çeşitli balık türleri yumurtaları ve yavruları atılmış ve gelecekte Türkiye'nin ve bölgenin önemli bir balıkçılık merkezi olması planlanmıştır.

Yapılan araştırmalarda, Fırat Nehri ve üzerinde kurulan baraj göllerinde 8 familyaya ait yaklaşık 28 tür ve alttür yaşamaktadır (Kuru 1978, Ekingen ve Sarıyüboğlu 1981, Bozkurt 1994). Belirlenebilen en önemli ekonomik balık türleri şunlardır; *S. triostegus* (Mezopotamya yayını), *A. marmid*, *Aspius vorax* (Zurna), *B. r. mystaceus* (Küpeli balık), *Barbus xanthopterus*, *C. c. umbla*, *C. trutta* (Karaca), *C. luteus* (Bizir, Pullu sazan), *Chalcalburnus mossulensis* (Gümüş balığı), *C. regium* (Karakuyruk, Sarıkuyruk), *C. carpio* (Aynalı sazan), *Leuciscus cephalus orientalis* (Golcu), *L. lepidus*, *T. grypus* (Şabut) ve *L. abu* (İnci kefalı).

Bunlardan bazı türlerin taksonomik ve biyolojik özellikleri ile suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir (Kuru 1978, Şevik 1993, Bozkurt 1994, Ünlü ve Bozkurt 1996, Yapalak ve ark. 1997, Şevik ve Hartavi 1997, Oymak 1998).

Bozova Bölgesi'nde avlanan on iki tür ve alt tür balığın sekiz tanesi ekonomik olarak değerli bulunmaktadır. Bölgede en fazla avlanan balık türü *C. mossulensis*'dir.

İkinci olarak avlanan en fazla balık türü ise *C. trutta*'dır. Bunu sırasıyla *C. luteus*, *C. carpio*, *C. regium*, *S. triostegus*, *T. grypus* ve *B. r. mystaceus* takip etmektedir. *C. carpio* olarak isimlendirilen türün ise, aynalı sazan formu en fazla avlanmaktadır. (Duman ve Çelik 2001).

Atatürk Baraj Gölü'nün balıkçılık potansiyelini ortaya koymak amacıyla yapılan çalışmada, Atatürk Baraj Gölü'nün % 61'lik kısmının bulunduğu Adıyaman ilinin ( $37^{\circ} 45' N / 38^{\circ} 17' E$ ), avlak sahalarından avlanan balık türleri ve bu türlerin avlanma miktarları ile satış değerleri ortaya konmuştur. Yapılan çalışma sonunda 2008 yılı itibariyle Adıyaman ilindeki toplam av miktarının 397.607 kg ve bu miktarın parasal değerinin de 732.206 TL olduğu tespit edilmiştir. Toplam av miktarı içerisindeki % 27'lik oransal dağılımı ile siraz (*Capoeta* sp.) en büyük dilimi oluşturmuştur. Buna karşın % 16'lık oransal dağılımı ile dördüncü sırada yer alan şabut (*T. grypus*) ise ekonomik açıdan en yüksek getiriye (186.897 TL) sahip balık olmuştur (Olgunoğlu ve ark. 2009).

2005 yılında % 35'lik oranla en büyük av miktarını sazan oluştururken, benzer şekilde en yüksek getiri yine sazandan sağlanmıştır (Artar ve Akgün 2006).

Aradan geçen sürede DSİ XV. Bölge Müdürlüğü'nün Atatürk Baraj Gölü'nde yaptıkları balıklandırma çalışmaları sonucunda, Adıyaman ilindeki avlak sahaları içerisinde avcılığı yapılan şabutun bölge halkı ve ekonomisi için önemli bir tür olduğu görülmüştür. 173.625 TL'lik ekonomik getirisi ile ikinci sırada yer alan yayın (*S. triostegus*) toplam av miktarı içerisindeki % 17'lik oransal dağılımı ile üçüncü sırada yer almıştır. Buna karşın toplam av miktarı içerisinde % 20'lik oranla ikinci sırada yer alan sazan (*Cyprinus* spp.) ekonomik açıdan şabut ve yayının daha gerisinde kalarak ancak üçüncü sırada yer alabilmiştir. Dolayısıyla bölge ekonomisi, yöre halkı ve bölgede faaliyet gösteren balıkçılar için şabut ve yayının, bölgede ağırlıklı avcılığı yapılan karaca ve sazandan daha fazla ekonomik öneme sahip olduğu görülmektedir (Olgunoğlu ve ark. 2009).

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Balık Örneklerinin Toplanması:

Bu araştırmada, *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus* balık türlerine ait örnekler, Atatürk Baraj Gölü'nden Mayıs 2008 ile Mart 2009 arasında her ayın ortalarında iki ayda bir olmak üzere bir yıllık sürede, göz aralıkları 18 x 18 mm, 25 x 25 mm, 32 x 32, 36 x 36, 40 x 40 mm ve 55 x 55 mm gözenekli fanyalı ağlar kullanılarak yakalanmıştır. Örneklemeler; Bozova, Arıkök, Yaslıca, Bağpınar, Belören, Samsat ve Kahta yerleşim birimleri civarındaki Adıyaman avlak sahalarında yörede bulunan balıkçılar yardımıyla yapılmıştır.

Yakalanan balık örnekleri, aynı gün, içinde buz bulunan ısı yalıtımlı koruyucu kaplara konularak laboratuvara getirilmiştir. Örneklerin, boy ve ağırlık ölçümleri yapılmış, 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 steoroskopik binoküler mikroskop altında saptanmıştır. Karaciğerleri ve gonatları çıkarıldıktan sonra, eşeyssel olgunluğa erişmiş üç erkek ve üç dişi balığın, sırt yüzgeçleri ile yan hat (linea lateral) arasındaki bölgeden deri yüzüldükten sonra yeterli miktarda (5 gr) 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.

#### 3.2. Yaş Tayini

Yaş tayini, daha önce yapılmış çalışmalar dikkate alarak, kolay ve pratik olduğu tavsiye edilen pullardan ve omurlardan yapılmıştır. Yanal çizgi ile dorsal yüzgeç arasında kalan bölgeden pens yardımı ile 10-20 adet pul alınarak petri kutusuna konulmuş ve burada % 4'lük NaOH eriyiğinde iki saat bekletilmiştir. Daha sonra NaOH alınarak yeterli miktarda su ilave edilmiştir. Pullar suda 30 dk bekletilerek ortamdaki NaOH'ın iyice uzaklaştırılması sağlanmıştır. Ortamdaki su da alındıktan sonra kalan suyun uçurulması için pullar % 96'lık etil alkol içinde 15 dk. bekletilmiştir. Pullar kurutma kağıdında kurutulduktan sonra bir kısaçla tutturularak lam-lamel arasında tespit edilerek, binoküler mikroskop yardımıyla yaş halkaları okunmuştur (Chugunova 1963, Tesch 1968).

### 3.3. Lipit Ekstraksiyonu ve Yağ Asitlerinin Metil Esterlerine Dönüştürülmesi

Kas, karaciğer ve gonadlar; kloroform-metanol (2:1 v/v) karışımında yüksek devirli IKA marka homojenizatörde homojenize edilmiştir (Folch ve ark. 1957). Homojenat, Whatman No: 1 süzgeç kağıdı ile süzülmüştür. Aşırı 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 edilerek iyice karıştırılmıştır. 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 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 silikajel 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 pleytlere havada soğumaya bırakılmıştır. Örneklerin total lipit ekstraktları, pleytlere üzerine tek sıra halinde spotlanmıştır. Total lipitler; petrol eteri-dietil eter-asetik asit (80:20:1) karışımında yürütülmüştür. Pleytlere 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 asidi metil esterlerine dönüşümü sağlanmıştır. Çözelti soğuduktan sonra, hekzan kullanılarak metil esterleri ekstrakte edilmiştir. Yağ asidi metil esterlerinin analizi için FID dedektörüne sahip gaz kromatografi aleti 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 BPX 70 (70 % Cyanopropyl polysilphenylene-siloxane) kapiler kolon (30 m x 0.25 mm x 0.25 µm film kalınlığı) ile DB-23 (Bonded 50 % cyanopropyl) (J & W Scientific, Folsom, CA, USA) kapiler kolon (60m x 0.25mm i.d x 0.250 µm film kalınlığı) kullanılarak yapılmıştır (bazı örnekler 30 m'lik BPX 70 kolonu ile kimi örnekler de 60 m'lik DB-23 kolonu ile analizlenmiştir). Dedektör sıcaklığı: 280 °C; enjektör sıcaklığı: 270 °C; enjeksiyon: Split–model 1/20. Gaz akış hızları: Taşıyıcı gaz: 30 m'lik kolon için helyum 1.4 ml/dk; 60 m'lik kolon için 2.8 ml/dk (sabit akış modeli); hidrojen: 30 ml/ dk; hava: 300 ml/dk. Kolon (fırın) sıcaklığı: 130 °C'de, 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 (Tablo 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.

Tablo 1: Otuz ve 60 m lik kapiller kolonlarda yağ asitlerinin çıkış zamanları (dk).

Yağ asitleri metil esteri	Çıkış zamanı (30 m)	Çıkış zamanı (60 m)
Hekzan (Çözücü)	1.852	2.526
10:0 (Kaprik asit)	3.564	4.646
12:0 (Laurik asit)	4.292	6.366
13:0 (Tridekanoik Asit)	5.107	7.981
14:0 (Miristik Asit)	5.926	8.581
15:0 (Pentadekanoik Asit)	6.946	9.914
16:0 (Palmitik Asit)	7.853	11.411
16:1n-7 (Palmitoleik Asit)	8.425	11.916
17:0 (Heptadekanoik Asit)	9.103	13.566
18:0 (Stearik asit)	10.238	14.823
18:1n-9 (Oleik asit)	10.678	15.499
18:2n-6 (Linoleik asit)	11.530	16.256
18:3n-3 (Linolenik asit)	12.631	17.483
20:1n-9 (Eikosenoik Asit)	13.511	19.076
20:2n-6 (Eikosadienoik Asit)	14.513	20.375
20:3n-6 (Eikosatrienoik Asit)	15.225	20.880
20:4n-6 (Arakidonik asit)	15.587	21.239
20:5n-3 (eikosapentaenoik asit)	16.901	22.574
22:5n-3 (dokosapentaenoik asit)	20.644	27.409
22:6n-3 (dokosaheksaenoik asit)	21.145	27.859

Tablo 2. Bazı doymuş yağ asitleri (DYA)

Genel Adı	Sistemik 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	Heztrakosanoik Asit	C26:0
Karboserik	Heptakosanoik Asit	C27:0
Montanoik	Oktakosanoik Asit	C28:0
Melisik	Triakontasanoik Asit	C30:0



<b>Tablo 2. Bazı tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri (TDYA VE ÇDYA)</b>			
<b>Genel Adı</b>	<b>Sistematik adı</b>	<b>Karbon ve çift bağ sayısı</b>	<b>Omega Ailesi</b>
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



Şekil 4. Atatürk Baraj Gölü'nde örnek alınan istasyonlar ve gölün genel haritası (İstasyonlar balık simgesiyle belirtilmiştir)

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Kas Total Lipit Miktarı

#### 4.1.1. *C. carpio* bireylerinin kas total lipit miktarı

Bir yıl boyunca iki ayda bir (2008 yılı Mayıs, Temmuz, Eylül, Kasım ayları ile, 2009 Ocak ve Mart ayları) Atatürk Baraj Gölü'nden avlanan *C. carpio*'nun dişi bireylerinde kas total lipit miktarı % 0.53 (temmuz)-3.95 (mart); erkeklerde ise % 0.41 (temmuz)-5.19 (mayıs) arasında değişmiştir. Her iki bireyde en düşük lipit miktarı temmuz ayında (erkeklerde % 0.41 dişilerde % 0.53), en yüksek lipit miktarı erkeklerde mayıs (% 5.19), dişilerde mart (% 3.95) ayında saptanmıştır. Balıklarda, temmuz ayında başlayan düşük total lipit yüzdesi eylül, kasım ve ocak aylarında da devam etmiştir. Erkeklerdeki total lipit miktarı, dişilere oranla mayıs ayında; dişilerdeki total lipit miktarı ise erkeklere oranla eylül ayında yaklaşık iki kat fazla bulunmuştur (Tablo 3 ve 4).

#### 4.1.2. *T. grypus* bireylerinin kas total lipit miktarı

Erkek *T. grypus*'un kas total lipit miktarı % 1.15 (eylül)-5.31 (mayıs); dişide ise % 0.77 (mart)-4.88 (mayıs) arasında değişmiştir. Her iki bireyde en yüksek lipit miktarı mayıs ayında saptanmıştır. Mayıs ve temmuz aylarında artan total lipit miktarı eylül ayında düşmüştür. Dişilerle karşılaştırıldığında, erkeklerde kasım ve mart aylarında; dişilerde ise ocak ayında total lipit miktarı yüksek olarak tespit edilmiştir (Tablo 5 ve 6).

#### 4.1.3. *S. triostegus* bireylerinin kas total lipit miktarı

Erkek *S. triostegus*'un kas total lipit miktarı % 0.45 (eylül)-1.83 (mayıs); dişilerde % 0.63 (temmuz)-1.32 (mayıs) arasında bulunmuştur. Dişi ve erkek *S. triostegus*'un total lipit miktarı en fazla mayıs ayında, dişilerde en düşük total lipit miktarı temmuz, erkeklerde ise eylül ayında bulunmuştur. Dişilerde temmuz ayında düşen total lipit miktarı eylül ayından itibaren artış göstermiştir (Tablo 7 ve 8).

Çalıştığımız üç balık türünden *C. carpio*'da en yüksek total lipit miktarı üremeden hemen önceki dönem olan mart ayında (Tablo 3 ve 4), *T. grypus* (Tablo 5 ve 6) ve *S. triostegus*'ta (Tablo 7 ve 8) mayıs ayında; *C. carpio* ve *S. triostegus*'ta en düşük total lipit miktarı temmuz ayında saptanmıştır.

Tablo 3: Çalışmada kullanılan üç dişi *C. carpio*'nun ortalama boy(cm), ağırlık(gr) ve yaşları(yıl) ile yaş ağırlığına göre kas, ovaryum ve karaciğerdeki total lipit yüzdesinin aylara göre değişimi

	Mayıs(2008)	Temmuz(2008)	Eylül(2008)	Kasım(2008)	Ocak(2009)	Mart(2009)
Boy(cm) (ORT±S.H)*	670±20.02a	390±15.13b	480±17.08b	480±14.21b	510±19.34b	490±22.26b
Ağırlık(gr) (ORT±S.H)*	6120±67.44a	1026±32.30b	1768±24.65b	1506±20.15b	2602±28.38c	2296±34.41c
Yaş(yıl) (ORT±S.H)*	6±0.45a	4±0.23a	4±0.31a	6±0.56a	5±0.76a	6±0.47a
Yaş ağırlığına göre kastaki total lipit % (ORT±S.H)*	2.52±0.27a	0.53±0.19b	1.63±1.26c	1.23±0.30c	1.40±0.39c	3.95±1.15d
Yaş ağırlığına göre karaciğerdeki total lipit % (ORT±S.H)*	2.08±0.90a	1.71±0.51b	1.65±0.20b	2.55±0.54a	1.01±0.28b	4.84±0.49c
Yaş ağırlığına göre ovaryumdaki total lipit % (ORT±S.H)*	1.71±0.11a	1.81±0.38a	2.01±0.17b	1.25±0.06a	0.63±0.09c	1.57±0.24a

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

Tablo 4: Çalışmada kullanılan üç erkek *C. carpio*'nun ortalama boy(cm), ağırlık(gr) ve yaşları(yıl) ile yaş ağırlığına göre kas, ovaryum ve karaciğerdeki total lipit yüzdesinin aylara göre değişimi

	Mayıs(2008)	Temmuz(2008)	Eylül(2008)	Kasım(2008)	Ocak(2009)	Mart(2009)
Boy(cm) (ORT±S.H)*	660±18.15a	340±21.43b	345±25.36b	295±45.33b	480±38.22b	470±36.23b
Ağırlık(gr) (ORT±S.H)*	4786±54.38a	534±21.28b	665±20.25b	486±16.15b	2434±42.28c	2098±42.28c
Yaş(yıl) (ORT±S.H)*	9±0.91a	5±0.56b	2±0.21c	4±0.34b	4±0.23b	6±0.55b
Yaş ağırlığına göre kastaki total lipit % (ORT±S.H)*	5.19±0.84a	0.41±0.15b	0.86±0.21c	1.32±0.46d	1.22±0.33d	2.97±0.47e
Yaş ağırlığına göre karaciğerdeki total lipit % (ORT±S.H)*	2.46±0.30a	1.75±0.11b	0.92±0.10c	3.05±0.57a	1.68±0.13b	3.03±0.38a
Yaş ağırlığına göre ovaryumdaki total lipit % (ORT±S.H)*	2.06±0.45a	3.24±0.24b	1.91±0.57a	4.11±0.28b	1.19±0.31c	2.84±0.63a

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

Tablo 5: Çalışmada kullanılan üç dişi *T. grypus*'nun ortalama boy(cm), ağırlık(gr) ve yaşları(yıl) ile yaş ağırlığına göre kas, ovaryum ve karaciğerdeki total lipit yüzdesinin aylara göre değişimi

	Mayıs(2008)	Temmuz(2008)	Eylül(2008)	Kasım(2008)	Ocak(2009)	Mart(2009)
Boy(cm) (ORT±S.H)*	720±20.22a	690±35.32a	610±34.38a	565±29.25a	570±35.44a	540±40.41a
Ağırlık(gr) (ORT±S.H)*	3784±55.41a	3112±40.56a	1390±32.65b	1620±28.39b	1588±25.44b	1680±49.56b
Yaş(yıl) (ORT±S.H)*	8±0.86a	8±0.46a	6±0.63a	5±0.54a	5±0.34a	7±0.91a
Yaş ağırlığına göre kastaki total lipit % (ORT±S.H)*	4.88±0.68a	3.60±1.71a	1.12±0.21b	2.22±0.21c	3.50±1.17a	0.77±0.19b
Yaş ağırlığına göre karaciğerdeki total lipit % (ORT±S.H)*	2.31±0.77a	1.81±0.19b	0.74±0.16c	3.14±0.48a	2.26±1.06a	1.89±0.28b
Yaş ağırlığına göre ovaryumdaki total lipit % (ORT±S.H)*	1.94±0.14a	1.52±0.08a	5.04±0.48b	2.05±0.27a	1.68±0.52a	1.66±0.56a

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

Tablo 6: Çalışmada kullanılan üç erkek *T. grypus*'un ortalama boy(cm), ağırlık(gr) ve yaşları(yıl) ile yaş ağırlığına göre kas, ovaryum ve karaciğerdeki total lipit yüzdesinin aylara göre değişimi

	Mayıs(2008)	Temmuz(2008)	Eylül(2008)	Kasım(2008)	Ocak(2009)	Mart(2009)
Boy(cm) (ORT±S.H)*	660±38.32a	490±28.26a	615±45.43a	560±28.31a	480±29.38a	440±27.33a
Ağırlık(gr) (ORT±S.H)*	2800±56.58a	844±42.23b	1718±52.20a	1564±37.34a	1480±39.35a	831±42.11b
Yaş(yıl) (ORT±S.H)*	7±0.56a	5±0.72a	7±0.48a	5±0.55a	7±0.65a	6±0.46a
Yaş ağırlığına göre kastaki total lipit % (ORT±S.H)*	5.31±1.35a	3.15±0.52b	1.15±0.26c	4.08±0.88a	1.30±0.22c	2.30±0.27b
Yaş ağırlığına göre karaciğerdeki total lipit % (ORT±S.H)*	2.56±0.23a	1.68±0.38b	2.05±0.22a	2.23±0.48a	0.63±0.17c	3.71±0.67d
Yaş ağırlığına göre ovaryumdaki total lipit % (ORT±S.H)*	0.97±0.18a	1.73±0.55b	2.43±0.44c	4.62±0.90d	3.80±0.53d	2.00±0.06c

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

Tablo 7: Çalışmada kullanılan üç dişi *S. triostegus*'un ortalama boy(cm), ağırlık(gr) ve yaşları(yıl) ile yaş ağırlığına göre kas, ovaryum ve karaciğerdeki total lipit yüzdesinin aylara göre değişimi

	Mayıs(2008)	Temmuz(2008)	Eylül(2008)	Kasım(2008)	Ocak(2009)	Mart(2009)
Boy(cm) (ORT±S.H)*	480±31.28a	450±30.47a	770±56.54b	615±34.52b	690±40.23b	670±36.32b
Ağırlık(gr) (ORT±S.H)*	776±39.40a	554±37.55a	2738±50.45b	1650±48.59b	2100±48.44b	2600±67.64b
Yaş(yıl) (ORT±S.H)*	5±0.45a	5±0.65a	8±0.87a	6±0.43a	7±0.73a	7±0.83a
Yaş ağırlığına göre kastaki total lipit % (ORT±S.H)*	1.32±0.51a	0.63±0.09b	0.96±0.10c	0.90±0.09c	0.89±0.29c	0.83±0.08c
Yaş ağırlığına göre karaciğerdeki total lipit % (ORT±S.H)*	2.39±0.65a	1.78±0.38b	1.61±0.40b	2.03±0.35a	1.29±0.21b	1.74±0.41b
Yaş ağırlığına göre ovaryumdaki total lipit % (ORT±S.H)*	3.75±0.73a	2.84±0.70b	2.33±0.23b	1.75±0.18b	1.89±0.33b	0.54±0.07c

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

Tablo 8: Çalışmada kullanılan üç erkek *S. triostegus*'un ortalama boy(cm), ağırlık(gr) ve yaşları(yıl) ile yaş ağırlığına göre kas, ovaryum ve karaciğerdeki total lipit yüzdesinin aylara göre değişimi

	Mayıs(2008)	Temmuz(2008)	Eylül(2008)	Kasım(2008)	Ocak(2009)	Mart(2009)
Boy(cm) (ORT±S.H)*	380±20.45a	490±30.33ab	390±35.56a	590±27.21b	475±47.56ab	600±34.39b
Ağırlık(gr) (ORT±S.H)*	462±44.34a	764±31.67b	500±32.67a	1382±54.34c	706±43.48b	1380±38.44c
Yaş(yıl) (ORT±S.H)*	4±0.41a	6±0.47a	4±0.53a	5±0.49a	4±0.57a	5±0.58a
Yaş ağırlığına göre kastaki total lipit % (ORT±S.H)*	1.83±0.24a	0.66±0.22b	0.45±0.10b	0.64±0.10b	1.69±0.81a	0.77±0.22b
Yaş ağırlığına göre karaciğerdeki total lipit % (ORT±S.H)*	2.14±0.45a	1.04±0.12b	2.91±0.13a	0.50±0.07c	0.60±0.14c	2.09±0.52a
Yaş ağırlığına göre ovaryumdaki total lipit % (ORT±S.H)*	1.68±0.14a	2.20±0.41b	3.22±0.17c	1.21±0.51d	1.17±0.14d	1.96±0.08a

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

Balıklar genellikle yağ içeriklerine göre; yağsız, orta yağlı ve yağlı balıklar olarak sınıflandırılırlar. Yağ içeriği % 5'ten az olanlar yağsız, % 5-10 aralığında olanlar orta yağlı, % 10'dan fazla olanlar yağlı balık olarak kabul edilmektedir (Ackman ve ark. 1989, Ackman 1990, Dean 1990).

Çalışmada elde edilen verilere dayanarak, her üç balık türünün de, diğer çoğu tatlısu balıklarındaki gibi yağsız olduğunu söylenebilir.

Tatlısu balıklarında total lipit miktarı, % 0.6-30 aralığında (Atchison 1975, Dave ve ark. 1976, Farkas ve Csengeri 1976, Farkas ve ark. 1978); Henderson ve Tocher (1987), elli altı tatlısu balığında total lipit miktarını % 0.7-25.8 aralığında bulmuşlardır.

Yunanistan'da sekiz adet tatlısu balıklarının total lipit içeriği, % 0.6 ile % 3.5 arasında değişirken, bu balıklardan *C. carpio* % 1.4, *S. glanis* % 3.5 oranında lipit içermiştir (Aggelousis ve Lazos 1991). Malezya'da yirmi tatlısu balık türünün çoğunda total lipit miktarı % 20'den az (% 1.17-34) (Rahman ve ark. 1995); Etiyopya'da farklı göllerdeki sekizi tropikal olmak toplam elli tatlısu balığında % 1.72-20.8 arasında (Zenebe ve ark. 1998) değişmiştir.

Hindistan'da incelenen beş sazan türünün dördünde kastaki lipit yüzdesi yaklaşık olarak % 1, *L. bata*'da ise % 2.5 olarak bulunmuştur (Ackman ve ark. 2002); Madagaskar'da çalışılan *C. carpio*'da total lipit % 2'den düşük saptanmıştır (Rasoarahona ve ark. 2004).

Adana Seyhan Baraj Gölü'nden toplanan tatlısu balık örneklerinden *C. gariepinus*'ta kas total lipit miktarı % 3.21, *C. carpio*'da % 0.88, *S. glanis*'te % 0.54, *T. tinca*'da % 0.61, *R. frisii*'de % 1.52, *S. lucioperca*'da % 0.39 (Özoğul ve ark. 2007); Jankowska ve ark. (2003), sudak kasında yağ içeriğini % 0.96, Uysal ve Aksoylar (2005) ise % 0.39-0.77 aralığında olduğunu belirtmişlerdir.

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan Cyprinid türlerinden dişi *C. trutta*'nın kas total lipit miktarı % 2.51 (Kaçar ve ark. 2010a); *C. regium*'da ise % 0.92 olarak bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010b).

Çalışmamızda incelediğimiz *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'taki kas total lipit miktarı mevsime bağlı olarak % 0.41-5.31 arasında bulunmuştur (Tablo 3-8). Çalıştığımız balıklardan *C. carpio* ile ilgili olarak hem yurdumuzda hem de yurtdışında çalışmalar yapılmıştır. Yunanistan'da *C. carpio*'da total lipit miktarı % 1.4 olarak

saptanmıştır (Aggelousis ve Lazos 1991). Madagaskar'da aynı balık türünde lipit miktarı % 2'den düşük olarak tespit edilmiştir (Rasoarahona ve ark. 2004). Adana Seyhan Baraj Gölü'nden toplanan balıkta ise % 0.88 olarak bulunmuştur (Özoğul ve ark. 2007). Atatürk Baraj Gölü'nden topladığımız *C. carpio*'da ise, mevsime bağlı olarak kas total lipit miktarı daha fazla oranda (% 0.41-5.19) bulunmuştur.

Araştırmamızda analizi yapılan diğer iki tatlısu balığı olan *T. grypus* ve *S. triostegus*'un lipit analizi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak Özoğul ve ark. (2007), Adana Seyhan Baraj Gölü'ndeki *S. glanis*'te total lipit miktarını % 0.54; Aggelousis ve Lazos (1991), Yunanistan'daki *S. glanis*'te % 3.5 olarak bulmuşlardır.

Yapılan çalışmalara göre, balıklardaki total lipit miktarına etki eden başlıca faktörler; balığın doğal veya çiftlik balığı olması (Nettleton ve Exler 1992, George ve Bhopal 1995), iklim şartları (Osaka ve ark. 2002), mevsim (Berg ve ark. 2000), gonat olgunlaşması (Uysal ve Aksoylar 2005), eşey, balığın büyüklüğü (Osibona ve ark. 2009a), yaş ve coğrafik bölge (Su ve ark. 2004)'dir. Aynı tür içerisinde yaş varyasyonu ve eşeyssel olgunluk ta, total lipit içeriğine etki edebilir (Piggott ve Tucker 1990).

## **4.2. Kas Total Lipit Miktarına Etki Eden Faktörler**

### **4.2.1. Kas Total Lipit Miktarına Üremenin Etkisi**

Balıklarda lipit miktarının sıcaklığa, mevsime, değişik coğrafik bölgeler ve türlere, türlerin eşeylerine, aynı türün değişik organlarına ve beslendiği organizma türüne göre değişebileceği belirtilmiştir. Ancak hem kas hem de başta karaciğer olmak üzere gonat gibi diğer organların lipit miktarındaki en belirgin değişimlerin üreme döneminde görüldüğü bildirilmiştir. Gonatların gelişmeye başlamasıyla birlikte kas, karaciğer ve diğer organlardaki depo lipitler gonatlara mobilize olmakta, gonatların lipit miktarı artarken kas ve karaciğer lipit içeriği de azalmaktadır (Uysal 2000).

Yapılan çalışmalarda kas dokusundaki lipit miktarının yumurtlama öncesinde arttığı, üreme sonrasında da azaldığı tespit edilmiştir (Kiener 1963, Ackman 1967, Mute ve ark. 1989, Jangaard ve ark. 1967, Newsome ve Leduc 1975, Mukhopadhyay ve Ghosh 2003, Osibona ve ark. 2009a). Aynı fizyolojik olay karaciğer ve gonatların total lipit içeriğinde de saptanmıştır (Yılmaz ve ark. 1995).

Çalışmamızda, diğer çoğu çalışmalarda olduğu gibi *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'un her iki eşeyinde üreme öncesi dönemdeki kas total lipit miktarı, üreme



dönemi sonrasına (eylül) oranla yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni, üreme periyodu esnasında kastaki lipitlerin gonat gelişimi için kullanılmasından ileri gelebilir.

#### 4.2.2. Kas Total Lipit Miktarına Mevsimin Etkisi

Mevsimsel varyasyonda önemli olan balığın beslenmesinin aktif olduğu dönemler ve yumurtlama zamanıdır. Balıklarda genelde, total lipit içeriği yazın ilk dönemlerinde (mayıs-haziran) artar fakat kışın azalır (Osaka ve ark. 2002).

Balıklarda kas dokusundaki total lipit miktarının aylara göre değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Örneğin, Elazığ Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *C. trutta* ve *B. r. mystaceus*'un dişi ve erkek bireylerinin kas dokularında total lipit miktarının haziran ayında yükseldiği ağustos ayında ise azaldığı saptanmıştır (Konar ve ark. 1999). Cyprinidae familyasından olan *C. c. umbla*'nın erkek bireylerinde kas total lipit miktarının sonbahar ve kış mevsimlerinde yüksek olduğu bulunmuştur (Yılmaz ve ark. 1996). Eğirdir Gölü'nden toplanan *S. lucioperca*'nın her iki eşeyinde kas total lipit miktarı temmuz ve kasımda en yüksek (Uysal ve Aksoylar 2005), Beyşehir Gölü'nden toplanan aynı türde ise en yüksek lipit miktarı kışın saptanmıştır (Güler ve ark. 2008).

İlkbaharda *C. c. umbla*'nın her iki bireyinde toplam yağ miktarı belirgin bir şekilde düşük çıkmıştır (Aras ve ark. 2009).

Rasoarahona ve ark. (2004), *C. carpio*'da lipit seviyesinin sıcak mevsimlerde en düşük seviyede olduğunu (% 0.91), kış mevsiminde (% 1.73) ise en yüksek seviyede olduğunu tespit etmişlerdir. Çek Cumhuriyeti'ndeki *C. carpio*'nun kastaki total lipit miktarı ilkbaharda % 2.08, yazın % 5.92, sonbaharda % 5.71, kışın % 5.03 (Kminkova ve ark. 2001); Beyşehir Gölü'ndeki *C. carpio*'nun kas total lipit miktarı ilkbaharda % 2.94, yazın % 1.09, sonbaharda % 1.31, kışın % 4.45 (Güler ve ark. 2008) olarak bulunmuştur.

Beyşehir Gölü'ndeki *C. carpio*'da en düşük total lipit miktarı yaz (% 1.09), en yüksek kış mevsiminde (% 4.45) bulunurken Çek Cumhuriyeti'ndeki *C. carpio*'da en düşük total lipit ilkbaharda (% 2.08), en yüksek yaz mevsiminde (% 5.92) bulunmuştur.

Çalışmamızda ise Atatürk Baraj Gölü'nden topladığımız *C. carpio*'nun her iki bireyinde en yüksek total lipit miktarı mart ve mayıs ayında; en düşük lipit miktarı temmuz ayında bulunmuştur (Tablo 3 ve 4). Görüldüğü gibi aynı tür balık olmasına rağmen total lipitlerin oranları mevsime bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Mevsimsel varyasyonda önemli olan üreme periyodundaki faaliyetlerle birlikte

beslenme olduğunu düşünmekteyiz. Çünkü, balıkların besinlerini oluşturan algler, havaların ısınmaya başladığı ilkbahar mevsiminde maksimum seviyeye ulaşır kış mevsiminde ise güneş ve hava sıcaklığının azalmaya başlamasıyla azalmaktadır.

Çalışma materyallerimizden olan *T. grypus* ve *S. triostegus*'un ilkbaharın sonlarına doğru en yüksek seviyede bulunan total lipit miktarı eylül ayında azalmaktadır (Tablo 5-8).

#### 4.2.3. Kas Total Lipit Miktarına Eşeyin Etkisi

Dişi *C. c. umbla*'nın üreme dönemi öncesi kas total lipit miktarı % 1.78, üreme dönemi sonrası % 1.32, erkek balığın üreme dönemi öncesi kas total lipit miktarı % 2.29, üreme dönemi sonrası % 1.60 olarak bulunmuştur. Bu durumda, erkekteki total lipit miktarı dişilerden daha fazla olduğu görülür (Yılmaz ve ark. 1995).

*S. lucioperca*'da erkek ve dişi bireylerinin kaslardaki lipit içeriği yaş ağırlığının % 1'inden düşüktür. Dişilerin ve erkeklerin lipit içeriği mevsimsel olarak değişmiştir. Dişilerde total lipit, sıcaklığın 18 °C olduğu mayıs ayında % 0.39 kasım ayında % 0.77; erkeklerde ise mayısta % 0.42, kasım ayında % 0.77 olarak saptanmıştır (Uysal ve Aksoylar 2005).

Tercan Baraj Gölü ile onu besleyen ana kollarından Tuzla Çayı'nda yaşayan hakim balık türü *C. c. umbla* üzerinde yürütülen çalışmada, dişi bireylerdeki total yağ miktarı erkeklerden daha fazla bulunmuştur (Aras ve ark. 2009).

Baykal Gölü'nden *C. grewingki* dişilerinin kastaki total lipit miktarı % 1.4; erkek bireylerde, % 1.6; *C. inermis* dişilerinde, % 1.5; erkeklerde, % 1.4 olarak saptanmıştır. Total lipit bakımından eşeyler arasında elde edilen veriler farklı bulunmuştur. *C. grewingki* erkek bireyleri dişilere oranla; *C. inermis* dişileri de erkeklere oranla daha fazla lipit içermiştir (Kozlova 1998).

Mogan Gölü'ndeki *C. carpio*'nun her iki eşeyinin kasındaki total lipit miktarı erkeklerde en düşük mart ayında (% 1.08), dişilerde kasım ayında (% 0.90) saptanmıştır. Bu değerler mart ayından itibaren artarak yumurtlama periyodu başlangıcında (mayıs) en yüksek değere ulaşmıştır. Mayıs ayında erkeklerde total lipit miktarı % 2.53, dişilerde % 2.21 olarak tespit edilmiştir. Erkek bireylerdeki kasın total lipit miktarı dişilerden daha fazla olduğu saptanmıştır (Akpınar 1986a).

Çalışmamızda incelenen üç balık türünde, dişilerle karşılaştırıldığında erkek bireylerde ilkbaharın son dönemlerinde (15 Mayıs), erkeklerle karşılaştırıldığında

dişilerde yazın sonu ve sonbaharda total lipit miktarının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Erkek bireylerde sonbaharda total lipit miktarı azalmıştır (Tablo 3-8). Bunun nedeni, kastaki total lipitlerin testis gelişiminde kullanılmalarından kaynaklanabilir. Çünkü, ilkbaharda yumurta bırakan tatlısu balıklarının bir çoğunda (sazangillerde dahil) testis gelişmesi yaz sonunda başlar ve kıştan önce tamamlanır. Ovaryum gelişmesi ise kış süresince meydana gelir (Hulata ve ark. 1974, Horoszewicz 1983). *C. carpio* ve *S. triostegus*'un dişilerinde en düşük lipit miktarı temmuz ayında saptanmıştır (Tablo 3 ve 7). Yumurtlamadan sonraki dönem olan bu ayda kas lipit miktarının azalması doğaldır.

Atatürk Baraj Gölü'nden topladığımız *C. carpio* erkek ve dişi bireylerinin kas total lipit miktarı, daha önce Mogan Gölü'nden toplanan *C. carpio*'daki gibi ilkbaharın son döneminde, (yumurtlama periyodu) özellikle artmıştır.

Çalıştığımız balıklardan *C. carpio* ve *T. grypus*, Cyprinidae familyasından olup omnivordurlar. *S. triostegus* ise Siluridae familyasından olup karnivordur. Bu üç balık arasında, en çok kas total lipitte sahip olanın *T. grypus*, en az ise *S. triostegus* olduğunu söyleyebiliriz (Tablo 3-8).

### **4.3. Karaciğer Total Lipit Miktarı**

#### **4.3.1. *C. carpio* bireylerinin karaciğer total lipit miktarı**

*C. carpio* dişi bireylerinde karaciğer total lipit miktarı % 1.01 (ocak)- 4.84 (mart) arasında bulunmuştur. Mart ayında en yüksek değere ulaşan lipit miktarı mayıs ayından itibaren azalmış, ocak ayında en düşük değer elde edilmiştir. Erkek bireylerde ise oran % 0.92 (eylül)-3.05 (kasım) aralığında değişmiştir. Lipit miktarı dalgalanmalar göstermiştir. Dişilerdeki gibi mart ayından sonra azalmaya başlayan lipit miktarı kasım ayında artmıştır. Fakat ocak ayında tekrar azalma göstermiştir (Tablo 3 ve 4).

#### **4.3.2. *T. grypus* bireylerinin karaciğer total lipit miktarı**

*T. grypus* dişi bireylerinde karaciğer total lipit miktarı % 0.74 (eylül)- 3.14 (kasım); erkeklerde % 0.63 (ocak)- 3.71(mart) aralığında saptanmıştır. Dişi bireylerde temmuz ve eylül aylarında azalan lipit miktarı kasım ayında en yüksek değere ulaşmıştır. Erkeklerde mart ayından sonra lipit miktarında düşme saptanmıştır. Eylül ayında biraz artan miktar ocak ayında oldukça düşmüştür (Tablo 5 ve 6).

#### **4.3.3. *S. triostegus* bireylerinin karaciğer total lipit miktarı**

*S. triostegus* dişilerinde % 1.29 (ocak)- 2.39 (mayıs) arasında değişen total lipit miktarı, temmuz, eylül ve ocak aylarında azalmıştır. Erkek balıklarda ise bu oran % 0.50 (kasım)- 2.91(eylül) arasında bulunmuştur. Lipit miktarı, eylül ayından sonra kasım ve ocak aylarında oldukça düşmüştür. Mart ve mayıs aylarında ise artış göstermiştir (Tablo 7 ve 8).

Karaciğerin yağ asitlerini ve lipitleri kasa göre daha fazla depo ettiği gözlemlenmiştir. Balıklar, genellikle lipitleri kas ve karaciğerde depo ederler, fakat depolanacak dokular; balık türüne göre değişiklik gösterir. Aktif balıklar, lipitleri kasta depolarlar, fakat, suyun dibinde yaşayan hareketsiz balıklar, lipidi karaciğerlerinde depolarlar (Castell ve ark. 1972a).

#### **4.4. Karaciğer Total Lipit Miktarına Etki Eden Faktörler**

Tatlısu balıklarında karaciğerin lipit içeriği mevsime, beslenme döngüsüne ve üreme durumuna göre değişir (Ackman ve ark. 2002).

Depo lipitler, üreme ve beslenme periyodu esnasında değişiklik gösterirler. Özellikle balıklar yeterli besini bulduğu zaman, üremelerini ve lipit depolama periyodunu kontrol edebilirler. Lipit depolama döngüsü, besinin bolluğuyla doğrudan ilgilidir. Eğer çevrelerinde besin az ise lipit varyasyonu düşük, besin bol ise lipit varyasyonu yıl boyunca yüksektir (Kluytmans ve Zandee 1973, Ackman ve Eaton 1976, Kinsella ve ark. 1977, Mute ve ark. 1989).

##### **4.4.1. Karaciğer Total Lipit Miktarına Mevsimin Etkisi**

Çek Cumhuriyeti'nden havuzlardan alınan *C. carpio*'nun karaciğer total lipit miktarı, ilkbaharda % 11,72, yazın % 10.01, kışın ise % 4.75 olarak bulunmuştur. Karaciğerin yağ içeriği kışın azalmış, ilkbahar ve yazın ise yüksek bulunmuştur (Kminkova ve ark. 2001). *C. carpio* karaciğerinde, yaş ağırlığına bağlı olarak total lipit ve total yağ asidi miktarında mart ayından sonra artış saptanmıştır (Akpınar 1986a).

Çalışmamızda *C. carpio*'nun karaciğer total lipit miktarı, Çek Cumhuriyeti'nden havuzlardan alınan *C. carpio*'ya oranla çok daha az bulunmuştur. Bunun nedeni havuzlarda yetiştirilen balıkların oldukça yağlı besinlerle beslenmelerinden kaynaklanabilir. *C. carpio*'nun karaciğer total lipit miktarı, ilkbahar döneminde (mart-mayıs) artış göstermiştir (Tablo 3 ve 4). Bu bulgu aynı balıkla çalışan Kminkova ve ark. (2001) ile Akpınar (1986a)'ın sonuçlarına uygunluk göstermektedir.

Çalıştığımız balık türlerinin karaciğer total lipitleri genellikle eylül ve ocak aylarında düşük bulunmuştur. Örneğin *C. carpio* ve *S. triostegus* dişileri ile *T. grypus* erkekleri ocak ayında; *C. carpio* erkek ve *T. grypus*'un dişileri eylül ayında en düşük lipit miktarına sahiptir. Balıklarda mart, mayıs ve kasım ayında karaciğer total lipit miktarı, besinin bu dönemde bolluğuna paralel olarak yüksek bulunmuştur (Tablo 3-8).

#### **4.4.2. Karaciğer Total Lipit Miktarına Üremenin Etkisi**

Üreme periyodunda balıkların, karaciğer ve kaslarındaki total lipit ve total yağ asidi miktarlarında azalma görülmesi, bu periyotlarda gereksinim duydukları enerjiyi lipitlerden sağladıklarını göstermektedir. Üreme periyodu esnasında karaciğer ve kastaki lipitler, gonat gelişimi için gonada mobilize edilirler (Castell ve ark. 1972b).

Çalışmamızda incelenen üç balık türünün her iki eşeyinde de karaciğer total lipidi, gonatların olgunlaşmaya başladığı dönem olan mart ile üreme dönemi olan mayıs ayında en yüksek seviyede bulunmuş, üreme dönemi sonrası olan aylarda azalmış, kasım ayında ise tekrar artmaya başlamıştır (Tablo 3-8). Üreme dönemi sonrası, karaciğer lipitleri gonatlara nakledildikleri için miktarları azalmış olabilir. Benzer bulgu, Yılmaz ve ark. (1995) tarafından *C. c. umbla*'da da saptanmıştır. Araştırmacılar, lipit miktarının kas ve karaciğerde üreme sonrasında azaldığını tespit etmişlerdir.

#### **4.5. Karaciğer ve Kas Total Lipit Miktarının Karşılaştırılması**

Yağsız balıklarının karaciğerinde kasa göre fazla çeşitte lipit bulunması, karaciğerin lipit sentezi ve depolanması için başlıca organ olduğunu gösterir (Ackman ve ark. 2002).

Yapılan çalışmalarda karaciğerin kaslara oranla daha fazla miktarda lipit içerdiği saptanmıştır (Kozlova ve Khotimchenko 2000, Cejas ve ark. 2004, Henderson ve Tocher 1987). Örneğin, Baykal Gölü'ndeki dişi *C. dybowski*'nin karaciğer total lipit miktarı % 8.7, kasta ise % 2.6 olarak bulunmuştur ( Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Hindistan'da beş sazan türünde karaciğerdeki lipit miktarı (% 5-10) kastan daha yüksek bulunmuştur. *L. bata* karaciğer lipit miktarı % 7.50, *L. calbasu*'da % 5.70, *C. catla*'da % 5.40 *C. mrigala*'da % 10.20 olarak saptanmıştır (Ackman ve ark. 2002).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan dişi *C. trutta*'nın karaciğer total lipit miktarı % 3.62, kasta ise % 2.51 olarak bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010a).

Çalışmamızda erkek ve dişi *S. triostegus*'un karaciğerindeki total lipit miktarı kaslara oranla, *T. grypus*'un her iki eşeyinde ise kastaki lipit miktarı, karaciğere oranla daha yüksek bulunmuştur (Tablo 5-8). *C. carpio*'da ise mayıs ayı hariç, diğer dönemlerde, karaciğerdeki lipit miktarı az da olsa daha fazla bulunmuştur (Tablo 3 ve 4).

#### **4.6. Dişi ve Erkek Karaciğer Total Lipit Miktarının Karşılaştırılması**

*C. grewingki* ve *C. inermis*'in erkek bireylerinde karaciğer total lipit miktarı dişilerden fazla bulunmuştur (Kozlova 1998).

Araştırdığımız üç balık türü arasında kimi dönemlerde dişi, kimi dönemlerde ise erkeklerdeki karaciğer total lipit miktarı daha yüksek bulunmuştur. Örneğin, *T. grypus* ve *S. triostegus*'un erkek bireylerinde dişilere oranla eylül ve mart aylarında, dişi bireylerde ise erkeklere oranla kasım ve ocak aylarında karaciğer total lipit miktarı daha yüksek olarak saptanmıştır (Tablo 5-8).

#### **4.7. Gonat Total Lipit Miktarı**

##### **4.7.1. *C. carpio* bireylerinin gonat total lipit miktarı**

*C. carpio* dişilerinde gonat total lipit miktarı % 0.63 (ocak)- 2.01(eylül) aralığında bulunmuştur. Eylül ayında en yüksek seviyede bulunan total lipit miktarı kasım ayından itibaren azalmıştır. Ocak ayında en düşük lipit miktarı saptanmıştır. Erkeklerde % 1.19 (ocak)- 4.11(kasım) aralığında değişen total lipit miktarı, kasım ayında en yüksek seviyede tespit edilirken, dişi bireylerdeki gibi ocak ayında en düşük seviyede saptanmıştır. *C. carpio*'da her iki bireyde gonatlardaki total lipit miktarı kış mevsiminde azalırken, sonbaharda artmıştır (Tablo 3 ve 4).

##### **4.7.2. *T. grypus* bireylerinin gonat total lipit miktarı**

*T. grypus* dişi gonat total lipit miktarı % 1.52 (temmuz)- 5.04 (eylül); erkeklerinde ise % 0.97(mayıs)- 4.62 (kasım) arasında bulunmuştur. Dişilerde eylül, erkeklerde kasım ayında en yüksek değerde bulunan total lipit miktarı, bu aylardan sonra azalma göstermiştir. Her iki bireydeki total lipit miktarı sonbaharda artmıştır (Tablo 5 ve 6).

##### **4.7.3. *S. triostegus* bireylerinin gonat total lipit miktarı**

*S. triostegus* dişi gonat total lipit miktarı % 0.54 (mart)- 3.75 (mayıs); erkeklerde de % 1.17 (ocak)- 3.22 (eylül) aralığında tespit edilmiştir. Dişilerde en fazla

lipit, mayıs ayında, en az ise mart ayında tespit edilmiştir. Erkek bireylerde en yüksek lipit eylül ayında saptanmıştır (Tablo 7 ve 8).

Çalıştığımız her üç türden *C. carpio* ile *T. grypus*'un her iki eşeyi ile *S. triostegus*'un erkek bireylerinde üreme dönemi sonrası olan eylül ve kasım ayında gonattaki total lipit miktarı artmıştır (Tablo 3-8).

Eşeyssel olgunluğa erişmiş balıkların üreme periyodunda lipitlere olan gereksinimleri fazladır (Akpınar 1985). Bu periyotta kullanılan enerji, daha çok kas dokusundaki lipitlerden sağlanmaktadır (Vlaming ve ark. 1978).

Gonatların gelişimi esnasında oldukça fazla enerjiye ihtiyaç vardır, bu periyot esnasında fazla miktarda besin olmalıdır (Wang ve ark. 1990). Gonat gelişimi ve üreme periyodu esnasında kas ve karaciğerdeki total lipit miktarının azalması, bu periyot esnasında balıkların, ihtiyaç duyulan enerjiyi depo lipitlerden sağladığını gösterir (Ackman 1967, Gill ve Weatherley 1984, Akpınar 1987a, Stansby ve ark. 1990, Aggelousis ve Lazos 1991). Bununla beraber, üreme için gerekli olan enerji daha çok kas lipitlerinden sağlanır (Atchison 1975, Manning ve Kime 1984).

Çalışmamızda da *C. carpio* ve *S. triostegus*'ta gonatlardaki lipit miktarı kaslardan daha fazla saptanmıştır. Gonatlar, kaslara oranla daha fazla lipit depolarlar. Çünkü bunlarda depo lipitleri olan nötral lipitler daha fazla bulunurlar. Ovaryumda lipit oranının yüksek oluşu, lipitlerin yumurtaların embriyonik gelişiminde gerek yapısal gerekse enerji açısından önemli rol oynaması nedeniyledir (Akpınar 1987a).

Baykal Gölü'ndeki ergin dişi *C. dybowskii*'de karaciğer total lipit miktarı % 8.7, kasta % 2.6, ovaryumda ise % 5.6 olarak bulunmuştur (Kozlova ve Khotimchenko 2000). Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan dişi *C. regium*'un gonat total lipit miktarı % 1.77 olarak bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010b).

Yapılan çalışmalar, balık türlerinde total lipitlerin, yumurtlama periyodunun sonunda ve besleme periyodu esnasında maksimum seviyeye ulaştığını, fakat üreme periyodu esnasında ise azaldığını göstermiştir.

Deng ve ark. (1976), *M. cephalus*'da lipit içeriğinin üreme evresinden önce en yüksek düzeye ulaştığını belirttiler. Gallagher ve ark (1991), *M. undulatus*'ta üreme mevsiminin sonunda total lipitlerde azalma olduğunu belirtti.

#### **4.8. Gonat Total Lipit Miktarına Etki Eden Faktörler**

Gonatlar, eşeyssel hormonları sentezler. Lipit içeriği, eşeyssel döngünün safhasına, üremeye ve balığın eşeyine bağlıdır (Newsome ve Leduc 1975, Vuorela ve ark. 1979).

##### **4.8.1. Gonat Total Lipit Miktarına Üremenin Etkisi**

Ovaryumlardaki total lipidin miktarı olgunlaşma evresinde artar daha sonra dinlenme evresinde azalır.

Yumurtlama esnasında doğal Kedi balığının ovaryum lipit miktarı, yumurtlama sonrasına göre daha yüksek (Shirai ve ark. 2001), Sır Baraj Gölü'nde yaşayan *C. regium* dişi ve erkek bireylerin gonatlarındaki total lipit miktarı, üreme dönemi öncesinde üreme dönemi sonrasına göre yüksek (Kara ve Çelik 2000), Topardıç Deresi'nde (Kangal-Sivas) yaşayan erkek ve dişi *C. macrostomus*'un gonatlarında total lipit miktarı, yumurtlama periyodunda en yüksek (Metin ve Akpınar 2000), *C. c. umbla*'nın dişi ve erkek bireyin gonatlarındaki total lipit içeriği üreme mevsimi öncesinde, üreme mevsimi sonrasına göre yüksek (Yılmaz ve ark. 1995) bulunmuştur.

*C. carpio*'da total lipit miktarının yumurta bırakımından sonra Haziran (1982) ve Mart (1982) aylarında en düşük düzeyde olduğu ve kışa doğru tekrar arttığı bulunmuştur. Ovaryumda en düşük lipit miktarı, % 1.28 ile haziran ayında, en yüksek lipit miktarı % 4.79 ile aralık ayında; erkeklerde ise en yüksek % 6.01 ekim ayında ve en düşük 3.36 mart ayında tespit edilmiştir. Analizi yapılan eylül, ekim, mart mayıs, haziran ve temmuz aylarında testislerdeki lipit miktarı, ovaryumdan fazla bulunmuştur (Akpınar 1987a).

Çalıştığımız *C. carpio*'da ise her iki bireyin gonat total lipit miktarı, ocak ayında en düşük seviyede, üreme sonrası dönem olan eylül (dişi balık) ve kasım (erkek balık) aylarında ise en yüksek seviyede bulunmuştur (Tablo 3 ve 4). *C. carpio* ile birlikte *T. grypus*'un dişi ve erkekleri, *S. triostegus*'un erkek bireylerinin gonatları, yumurtlama periyodundaki sonraki dönemde (eylül-kasım) daha fazla lipit içermişlerdir (Tablo 3-8).

##### **4.8.2. Gonat Total Lipit Miktarına Eşeyin Etkisi**

Gonatların gelişimi için lipit kullanımının erkeklerde daha az olduğu ve üreme faaliyetlerinden dişilere göre daha az etkilendiği tespit edilmiştir.



Dişi *C. grewingki*'nin ovaryum total lipit miktarı % 6.3, erkek balığın testis total lipit miktarı % 2.6 olarak saptanmıştır. Dişi *C. inermis*'in ovaryum total lipit miktarı % 2.2 erkek *C. inermis*'in testis total lipit miktarı % 2.3 olarak tespit edilmiştir (Kozlova 1998). *T. nilotica*'nın ovaryumlarının lipit miktarı, testislerden daha fazla bulunmuştur (Henderson ve Tocher 1987).

*C. macrostomus*'un ovaryumlarından elde edilen total lipit miktarının testislerden elde edilen değerlerden çok yüksek olduğu bulunmuştur. Bu durum dişi balıkların gonat gelişimi ve yumurta oluşturması için erkeklerden daha fazla lipide gerek duyduklarını göstermektedir (Metin ve Akpınar 2000).

Eğirdir Gölü'nde yaşayan sudakların ovaryumların total lipit içeriğinin her iki ayda da (kasım ve mart) testislerden önemli derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bundan dolayı, ovaryum gelişiminin artmasıyla birlikte lipit ihtiyacının da arttığı anlaşılmıştır (Uysal 2004).

Ayrıca eşeyssel olgunlaşma ile lipit metabolizmasındaki değişimlerin aynı periyoda rastladığı ve depo yağlarının yumurta ve sperm oluşumu için harcandığı bildirilmiştir (Soivio ve ark. 1989).

Ancak, testislerdeki total lipidin ovaryumlardan fazla bulunduğu çalışmalar da vardır. Örneğin, *C. carpio*'da eylül, ekim, mart mayıs, haziran ve temmuz aylarında testislerdeki lipit miktarı, ovaryumdan fazla bulunmuştur (Akpınar 1987a).

Çalıştığımız balıklardan *C. carpio*'da da testislerdeki total lipit miktarı, temmuz, kasım, ocak ve mart aylarında ovaryuma oranla daha fazla tespit edilmiştir. *T. grypus* ile *S. triostegus*'ta ise bazı dönemlerde ovaryumda, bazı dönemlerde testislerde daha fazla miktarda lipit saptanmıştır. Örneğin, *T. grypus*'un testisleri, *C. carpio*'daki gibi kasım, ocak ve mart aylarında, *S. triostegus*'ta ise eylül ve mart aylarında ovaryuma oranla; *T. grypus*'un ovaryumları mayıs ve eylül, *S. triostegus*'un mayıs aylarında testise oranla daha fazla lipit içermiştir. Bu veriler, her üç balık türünün testis ve ovaryumlarındaki total lipitlerin, fizyolojik ihtiyaca bağlı olarak değişik dönemlerde azalıp arttığını göstermektedir.

#### **4.9. Kas Total Lipidindeki Yağ Asidi İçeriği**

##### **4.9.1. *C. carpio* bireylerinin kas total lipidindeki yağ asidi içeriği**

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*'nun dişi ve erkek bireylerinde ΣSFA miktarı üremeden sonraki dönemler olan temmuz ve eylül aylarında artmış,

üremeden önceki dönemler olan ocak ve mart aylarında azalmıştır. Buna karşılık  $\Sigma$ MUFA miktarı üremeden önceki mart ve üreme dönemindeki mayıs aylarında artıp, temmuz ayından sonra azalma göstermiştir (Tablo 9 ve 10). Erkek bireylerde ocak ayında tekrar artış oluşmuştur (Tablo 10). Total PUFA miktarı en yüksek değere kasım ayında ulaşmıştır. Dişi balıklarda diğer dönemlerde birbirine yakın bulunmuş (Tablo 9), erkek bireylerde ise mayıs ve eylül ayında azalma göstermiştir (Tablo 10). Her iki bireyde üremeden önceki dönem olan mart ve üreme dönemi olan mayıs ayında  $\Sigma$ MUFA'ler, üremeden sonraki dönem olan aylarda (temmuz ve eylül) ise  $\Sigma$ SFA'ler daha baskın bulunmuştur. Erkek ve dişi balıklarda sadece kasım ayında  $\Sigma$ PUFA'ler en fazla oranda saptanmıştır. Total SFA'ler içinde en yüksek oranda bulunan 16:0, diğer aylara oranla üremeden sonraki temmuz ve eylül aylarında, 18:0 ise temmuz ayında en fazla olarak tespit edilmiştir (Tablo 9 ve 10). Total MUFA'ler içinde en fazla bulunan 18:1n-9, mart ve mayıs aylarında fazla oranda, ikinci olarak en fazla bulunan 16:1n-7, dişi bireylerde mart ve mayıs aylarında önemsiz derecede, erkek bireylerde ise mayıs ve eylül aylarında önemli olacak oranda yüksek bulunmuştur. Dişi bireylerde, çoklu doymamış yağ asitlerinden 18:2n-6 oranı kasım ve ocak aylarında (Tablo 9); erkek bireylerde ise temmuz ve eylül aylarında diğer dönemlere oranla daha düşük saptanmıştır (Tablo 10). Linolenik asit oranı, her iki bireyde eylül ayında daha yüksek yüzdede belirlenmiştir. Arakidonik asit, EPA ve DHA; her iki eşeyde kasım ayında maksimum seviyede tespit edilmiştir (Tablo 9 ve 10). Dişi balıklarda mart ve mayısta (üreme döneminde) en çok  $\Sigma$ MUFA, temmuz ve eylülde (üreme dönemi sonrası) en çok  $\Sigma$ SFA, kasım ayında ise en çok  $\Sigma$ PUFA (Tablo 9), erkek bireylerde mart ve mayısta en çok  $\Sigma$ MUFA, temmuzda  $\Sigma$ SFA, kasım ve ocak ayında  $\Sigma$ PUFA fazla oranda saptanmıştır (Tablo 10).

Bir yıl boyunca baskın bulunan yağ asitleri SFA'ler içinde 16:0 (dişiler için % 21.12-30.76; erkekler için % 20.77-27.27), MUFA'ler içinde 18:1n-9 (dişiler için % 18.90- 29.33; erkekler için % 16.15-27.20), PUFA'ler arasında 22:6n-3 (dişiler için % 6.43-13.61; erkekler için % 4.42-11.85) olarak belirlenmiştir (Tablo 9 ve 10).

Her iki bireyde de ortak bulunan başlıca sonuçlar; temmuz ve eylül aylarında 16:0'ten dolayı  $\Sigma$ SFA, mart ve mayıs'ta 18:1n-9'ten dolayı  $\Sigma$ MUFA; kasım ayında 20:5n-3 ve 22:6n-3 nedeniyle  $\Sigma$ PUFA oranının artması, mart ayında ise  $\Sigma$ SFA'in azalmasıdır (Tablo 9 ve 10).

Tablo 9: Dişi *C. carpio*'nun kas total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.07±0.02	-	-	-	-	-
12:0	0.09±0.01a	0.22±0.02b	0.11±0.03a	0.02±0.01c	-	0.23±0.01b
13:0	0.35±0.02a	0.57±0.05b	0.12±0.03c	-	0.01±0.01d	-
14:0	2.84±0.21a	3.56±0.26a	3.01±0.26a	2.19±0.21a	3.14±0.31a	2.72±0.21a
15:0	0.76±0.07a	1.70±0.11b	1.23±0.12b	1.06±0.15b	1.29±0.14b	0.73±0.06a
16:0	21.87±1.13a	30.76±1.21b	30.06±1.23b	23.27±1.13a	26.16±1.14ab	21.12±1.12a
17:0	1.36±0.11a	0.41±0.04b	1.56±0.14a	0.55±0.05b	0.80±0.07ab	0.74±0.06ab
18:0	7.53±0.65a	8.79±0.71a	4.70±0.35b	6.25±0.61a	4.88±0.41b	4.39±0.41b
<b>ΣS.F.A</b>	<b>34.87±1.21a</b>	<b>46.01±1.41b</b>	<b>40.79±1.33ab</b>	<b>33.34±1.20a</b>	<b>36.28±1.22a</b>	<b>29.93±1.12c</b>
16:1n-7	10.11±0.98a	9.72±0.81a	9.05±0.86a	8.02±0.71a	8.97±0.73a	10.49±0.99a
18:1n-9	27.34±1.14a	18.90±1.15b	19.99±1.10b	20.80±1.11b	25.50±1.14a	29.33±1.22a
20:1n-9	1.57±0.13a	0.79±0.06b	2.70±0.24c	0.18±0.01d	1.31±0.13a	1.76±0.16a
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>39.02±1.33a</b>	<b>29.41±1.12b</b>	<b>31.74±1.12b</b>	<b>29.00±1.12b</b>	<b>35.78±1.22c</b>	<b>41.58±1.33a</b>
18:2n-6	5.05±0.43a	4.57±0.33a	5.37±0.45a	3.36±0.32a	3.18±0.30a	5.37±0.41a
18:3n-3	1.05±0.10a	0.75±0.06a	3.11±0.31b	1.02±0.12a	2.04±0.22ab	1.59±0.16a
20:2n-6	0.60±0.06a	0.50±0.03ab	0.72±0.05a	0.41±0.03ab	0.32±0.02b	1.06±0.10c
20:3n-6	1.05±0.11a	0.61±0.06b	0.33±0.02c	0.39±0.02c	0.27±0.02c	0.56±0.04b
20:4n-6	2.96±0.16a	4.00±0.35b	4.85±0.35b	8.14±0.66c	4.18±0.39b	6.21±0.56bc
20:5n-3	5.36±0.43a	3.68±0.26b	4.08±0.37b	6.05±0.55a	4.82±0.27b	4.66±0.27b
22:5n-3	2.64±0.18a	2.30±0.18a	2.48±0.19a	4.61±0.32b	2.65±0.15a	1.73±0.11c
22:6n-3	7.37±0.56a	8.12±0.56a	6.43±0.44a	13.61±0.91b	10.42±0.99b	7.21±0.65a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>26.08±1.15a</b>	<b>24.53±1.13a</b>	<b>27.37±1.16a</b>	<b>37.59±1.33b</b>	<b>27.88±1.17a</b>	<b>28.39±1.15a</b>
ω3	16.42±1.08a	14.85±1.05a	16.10±1.08a	25.29±1.13b	19.93±1.10c	15.19±1.05a
ω6	9.66±0.56a	9.68±0.56a	11.27±0.99b	12.30±0.99b	7.95±0.66a	13.20±1.02b
ω3/ω6	1.69	1.53	1.42	2.05	2.50	1.15

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 10: Erkek *C. carpio*'nun kas total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.01±0.01a	-	-	0.02±0.01b	-	0.07±0.05c
12:0	0.07±0.03a	0.01±0.01b	0.04±0.02c	0.03±0.02c	0.03±0.02c	-
13:0	0.09±0.05a	-	0.19±0.01b	0.97±0.08c	-	-
14:0	2.54±0.27a	2.44±0.25a	4.12±0.32b	4.39±0.33b	2.80±0.26a	2.57±0.21a
15:0	0.70±0.04a	1.55±0.15b	0.54±0.03c	0.95±0.06a	0.95±0.07a	1.16±0.11b
16:0	22.82±1.10a	27.27±1.14b	23.37±1.16a	20.77±1.13a	21.21±1.18a	22.15±1.18a
17:0	1.22±0.13a	0.50±0.03b	0.82±0.07ab	1.50±0.14a	0.94±0.06ab	0.56±0.03b
18:0	3.90±0.21a	7.82±0.56b	7.76±0.55b	7.23±0.57b	5.90±0.30ab	4.77±0.25a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>31.35±1.18a</b>	<b>39.58±1.33b</b>	<b>36.84±1.25c</b>	<b>35.86±1.26c</b>	<b>31.80±1.12a</b>	<b>31.21±1.19a</b>
16:1n-7	17.72±1.10a	11.16±0.99b	14.53±1.11ab	7.29±0.56c	6.97±0.45c	10.81±0.99b
18:1n-9	27.20±1.12a	17.20±1.10b	20.68±1.16c	16.15±1.10b	21.31±1.10c	23.96±1.11c
20:1n-9	1.91±0.10a	0.91±0.08b	0.20±0.01c	1.76±0.14a	1.88±0.13a	1.84±0.10a
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>46.83±1.41a</b>	<b>29.27±1.20b</b>	<b>35.41±1.21c</b>	<b>25.20±1.13d</b>	<b>30.16±1.12b</b>	<b>36.61±1.22c</b>
18:2n-6	5.03±0.30a	3.82±0.20b	3.69±0.23b	4.93±0.34a	8.50±0.75c	5.60±0.42a
18:3n-3	1.82±0.10a	1.31±0.14a	3.11±0.21b	0.72±0.03c	1.88±0.16a	2.45±0.21ab
20:2n-6	0.34±0.03a	0.46±0.02ab	0.66±0.05b	1.22±0.13c	0.84±0.07b	0.66±0.05b
20:3n-6	0.32±0.02a	0.34±0.02a	0.28±0.01a	0.93±0.06b	0.59±0.05c	0.54±0.04c
20:4n-6	2.14±0.11a	6.27±0.34b	3.51±0.22a	8.26±0.56b	6.75±0.23b	5.46±0.25b
20:5n-3	5.63±0.26a	4.74±0.23a	5.47±0.25a	6.29±0.34a	5.71±0.25a	6.64±0.33a
22:5n-3	2.06±0.14a	2.59±0.10a	2.38±0.15a	4.69±0.31b	3.54±0.29ab	2.72±0.19a
22:6n-3	4.42±0.38a	11.59±0.98b	6.64±0.56c	11.85±0.94b	10.17±0.99b	7.94±0.66c
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>21.76±1.11a</b>	<b>31.12±1.12b</b>	<b>25.74±1.13a</b>	<b>38.89±1.33c</b>	<b>37.98±1.33c</b>	<b>32.01±1.12b</b>
ω3	13.93±0.99a	20.23±1.10b	17.60±1.09c	23.55±1.12b	21.30±1.12b	19.75±1.11b
ω6	7.83±0.66a	10.89±0.98b	8.14±0.67a	15.34±1.15c	16.68±1.16c	12.26±1.09b
ω3/ω6	1.77	1.86	2.16	1.53	1.27	1.61

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

#### 4.9.2. *T. grypus* bireylerinin kas total lipidindeki yağ asidi içeriği

Dişi bireylerde  $\Sigma$ SFA ve 16:0 oranı, mayıs ve temmuz aylarında birbirine yakın, eylül ayında ise yüksek bulunmuştur. Daha sonra yüzdelerde düşme görülmüştür (Tablo 11). Erkeklerde ise  $\Sigma$ SFA ve 16:0, temmuz ayında yüksek yüzdede saptanmıştır (Tablo 12). Total tekli doymamış yağ asitleri ve 18:1n-9 oranı, dişi bireylerde temmuz ayında artmış, mart ayında ise düşüş göstermiştir. Bu bileşenlerin oranı mayıs, kasım ve ocak aylarında birbirine yakın bulunmuştur (Tablo 11). Erkek bireylerde mayıs ve mart aylarında artan  $\Sigma$ MUFA ve 18:1n-9, eylül ayında azalmıştır (Tablo 12). Total aşırı doymamış yağ asitleri, dişi bireylerde kasım, ocak ve mart aylarında (Tablo 11) erkeklerde de eylül ve ocak ayında yüksek bulunmuştur (Tablo 12). Dişi balıklarda mayıs, temmuz, kasım ve ocak aylarında en çok  $\Sigma$ MUFA en az  $\Sigma$ PUFA, eylül ayında en çok  $\Sigma$ SFA, mart ayında ise en fazla  $\Sigma$ PUFA saptanmıştır (Tablo 11). Erkek balıklarda da mayıs, temmuz, kasım ve mart aylarında en çok  $\Sigma$ MUFA, eylül ayında ise en çok  $\Sigma$ PUFA belirlenmiştir (Tablo 12). Her iki bireyde de ortak olan bulgu; mayıs, temmuz ve kasım aylarında  $\Sigma$ MUFA'lerin baskın olmasıdır (Tablo 11 ve 12).

Total PUFA'lerden temel yağ asitleri olan 18:2n-6 ile 18:3n-3'ün dişi balıklardaki oranları, diğer dönemlere oranla mayıs ve ocak ayında (Tablo 11), erkeklerde ise mayıs ayında artmıştır (Tablo 12). N-6 PUFA'lerden AA, dişilerde mart (% 7.95) ayında (Tablo 11) diğer aylara göre daha fazla, erkeklerde de ocak (% 5.66) ayında yüksek olarak saptanmıştır (Tablo 12). N-3 PUFA'lerden EPA, her iki bireyde (dişiler için % 6.00, erkekler için % 6.36) eylül ayında, DHA dişilerde (% 16.74) kasım ayında, erkeklerde (% 16.40) ocak ayında maksimum seviyede tespit edilmiştir (Tablo 11 ve 12). Dişilerde 20:5n-3 ve 22:6n-3 yüzdesi, mayıs ve temmuz aylarında en düşük olarak belirlenmiştir (Tablo 11).

Bir yıl boyunca baskın bulunan yağ asitleri: SFA'ler içinde 16:0 (dişiler için % 20.46-27.86; erkekler için % 17.80-26.28), MUFA'ler içinde 18:1n-9 (dişiler için % 25.05-30.70; erkekler için % 23.30-32.00), PUFA'ler arasında 22:6n-3 (dişiler için % 12.95-16.74; erkekler için % 7.27-16.40) (Tablo 11 ve 12).

Her iki bireyde,  $\Sigma$ MUFA'ler mayıs, temmuz ve kasım aylarında; yağ asitlerinden de 16:0 temmuz, 20:5n-3 eylül ayında artmış, 22:6n-3 ise mayıs ayında azalma göstermiştir (Tablo 11 ve 12).

Tablo 11: Dişi *T. grypus*'un kas total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
12:0 <sup>§</sup>	-	0.03±0.02a	0.01±0.01b	-	0.04±0.02a	0.02±0.01ab
13:0	0.17±0.06a	0.20±0.05a	-	0.18±0.03a	-	-
14:0	2.78±0.22a	3.01±0.31a	2.68±0.27a	2.09±0.26a	2.44±0.28a	2.13±0.29a
15:0	0.66±0.05a	0.58±0.04a	0.51±0.04a	0.57±0.03a	0.51±0.04a	0.64±0.05a
16:0	23.24±1.15a	24.07±1.10a	27.86±1.18b	20.59±1.10a	20.46±1.11a	21.83±1.18a
17:0	0.43±0.04a	0.44±0.03a	0.45±0.02a	0.76±0.06b	0.21±0.01c	0.68±0.05b
18:0	5.95±0.55a	5.06±0.53a	5.13±0.50a	5.44±0.56a	5.81±0.57a	6.55±0.61a
<b>∑S.F.A</b>	<b>33.25±1.20a</b>	<b>33.43±1.22a</b>	<b>36.64±1.25a</b>	<b>29.69±1.18b</b>	<b>29.48±1.19b</b>	<b>31.85±1.22b</b>
16:1n-7	7.56±0.75a	7.34±0.74a	5.11±0.51a	5.65±0.50a	6.80±0.67a	5.20±0.51a
18:1n-9	27.30±1.17a	30.70±1.29a	27.87±1.18a	29.56±1.21a	28.81±1.20a	25.05±1.25a
20:1n-9	1.29±0.12a	1.33±0.14a	0.44±0.03b	2.30±0.23c	1.08±0.10a	1.32±0.11a
<b>∑M.U.F.A</b>	<b>36.15±1.26a</b>	<b>39.37±1.26a</b>	<b>33.42±1.20b</b>	<b>37.51±1.28a</b>	<b>36.69±1.23a</b>	<b>31.57±1.30b</b>
18:2n-6	3.58±0.32a	1.85±0.11b	1.37±0.15b	2.12±0.20b	3.85±0.31a	2.21±0.29b
18:3n-3	2.12±0.21a	1.30±0.17b	0.88±0.07b	1.82±0.19a	2.27±0.20a	1.17±0.17b
20:2n-6	0.38±0.02a	0.28±0.01a	0.20±0.02a	0.28±0.03a	0.31±0.02a	0.34±0.02a
20:3n-6	0.44±0.03a	0.28±0.02b	0.23±0.01b	0.30±0.03b	0.33±0.03b	0.29±0.02b
20:4n-6	4.14±0.41a	3.52±0.35a	4.67±0.42a	3.83±0.38a	4.88±0.44a	7.95±0.75b
20:5n-3	3.94±0.38a	4.05±0.40a	6.00±0.61b	4.12±0.41a	4.39±0.42a	4.65±0.46a
22:5n-3	3.01±0.30a	2.92±0.29a	2.28±0.27a	3.57±0.34a	3.18±0.38a	3.83±0.37a
22:6n-3	12.89±1.02a	12.95±1.03a	14.21±1.04a	16.74±1.09a	14.53±1.05a	16.08±1.06a
<b>∑P.U.F.A</b>	<b>30.50±1.25a</b>	<b>27.15±1.18a</b>	<b>29.84±1.19a</b>	<b>32.78±1.20a</b>	<b>33.74±1.23a</b>	<b>36.52±1.36b</b>
ω3	21.96±1.19a	21.22±1.18a	23.37±1.16a	26.25±1.15a	25.37±1.15a	25.73±1.14a
ω6	8.54±0.81a	5.93±0.52b	6.47±0.63b	6.53±0.61b	8.37±0.80a	10.79±0.99a
ω3/ω6	2.57	3.57	3.61	4.01	3.03	2.38

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 12: Erkek *T. grypus*'un kas total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.01±0.01a	-	0.01±0.01a	-	-	0.02±0.01b
12:0	0.04±0.02a	0.02±0.02b	0.15±0.03c	-	0.01±0.01d	-
13:0	0.13±0.04a	0.10±0.04a	0.33±0.05b	-	-	-
14:0	3.99±0.29a	2.87±0.25a	3.26±0.30a	2.68±0.25a	2.23±0.21a	2.63±0.22a
15:0	0.60±0.05a	0.52±0.03a	1.26±0.13b	0.46±0.04a	0.71±0.06a	0.78±0.05a
16:0	22.80±1.11a	26.28±1.18a	17.80±1.07b	24.84±1.14a	22.41±1.13a	23.69±1.15a
17:0	0.64±0.05a	0.47±0.04b	1.02±0.13c	1.56±0.15c	0.64±0.04a	0.78±0.07a
18:0	3.39±0.26a	5.18±0.56b	6.26±0.63b	4.94±0.46b	5.80±0.58b	4.95±0.45b
<b>∑S.F.A</b>	<b>31.60±1.22a</b>	<b>35.44±1.27a</b>	<b>30.09±1.20a</b>	<b>34.48±1.29a</b>	<b>31.80±1.13a</b>	<b>32.85±1.19a</b>
16:1n-7	7.29±0.05a	7.16±0.06a	6.57±0.05a	6.05±0.06a	5.50±0.04a	5.90±0.04a
18:1n-9	31.50±1.22a	27.52±1.14b	23.30±1.15c	28.59±1.20b	26.81±1.23b	32.00±1.25a
20:1n-9	1.80±0.11a	0.78±0.06b	1.60±0.12a	0.43±0.04c	1.52±0.17a	1.39±0.13a
<b>∑M.U.F.A</b>	<b>40.59±1.54a</b>	<b>35.46±1.28b</b>	<b>31.47±1.24b</b>	<b>35.07±1.27b</b>	<b>33.83±1.21b</b>	<b>39.29±1.29a</b>
18:2n-6	4.49±0.41a	1.58±0.15b	3.25±0.34a	2.22±0.21ab	3.02±0.31a	2.82±0.27ab
18:3n-3	3.53±0.37a	0.92±0.08b	3.51±0.30a	3.54±0.32a	1.16±0.15b	1.04±0.10b
20:2n-6	0.39±0.03a	0.31±0.02a	1.77±0.12b	0.12±0.01c	0.36±0.03a	0.38±0.02a
20:3n-6	0.31±0.02a	0.39±0.03a	1.01±0.14b	0.14±0.01c	0.35±0.03a	0.34±0.03a
20:4n-6	3.47±0.34a	3.77±0.31a	5.34±0.54b	3.53±0.34a	5.66±0.55b	4.36±0.44ab
20:5n-3	5.09±0.51a	5.26±0.56a	6.36±0.65a	3.95±0.34b	4.17±0.41b	3.89±0.39b
22:5n-3	2.72±0.23a	2.92±0.29a	4.67±0.42b	3.06±0.35a	3.18±0.37a	2.99±0.23a
22:6n-3	7.72±0.71a	13.85±1.03b	12.51±1.04b	13.81±1.05b	16.40±1.06c	11.96±1.01b
<b>∑P.U.F.A</b>	<b>27.72±1.31a</b>	<b>29.00±1.45a</b>	<b>38.42±1.44b</b>	<b>30.37±1.30a</b>	<b>34.30±1.33b</b>	<b>27.78±1.29a</b>
ω3	19.06±1.08a	22.95±1.12a	27.05±1.28b	24.36±1.25b	24.91±1.29b	19.88±1.20a
ω6	8.66±0.81a	6.05±0.63a	11.37±1.01b	6.01±0.63a	9.39±0.91b	7.90±0.70a
ω3/ω6	2.20	3.79	2.37	4.05	2.65	2.51

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

#### 4.9.3. *S. triostegus* bireylerinin kas total lipidindeki yağ asidi içeriği

Dişi bireylerde mayıs (% 32.32) ayı hariç diğer dönemlerde  $\Sigma$ SFA oranı birbirine yakın (% 36.58-38.26) yüzdede bulunmuştur (Tablo 13). Erkeklerde mart, mayıs, temmuz ve kasım aylarında birbirine çok yakın (% 38.02-38.88), eylül ayında yüksek (% 44.10), ocak ayında ise düşük oranda (% 30.34) saptanmıştır (Tablo 14). Dişi bireylerde  $\Sigma$ MUFA oranı, kasım ve ocak aylarında; erkek bireylerde ise eylül ayında düşüş göstermiştir. Dişilerde  $\Sigma$ PUFA oranı, mayıs, kasım ve ocak aylarında; erkeklerde ise temmuzdan sonra eylül, kasım ve ocakta artmıştır (Tablo 13 ve 14).

Dişi bireylerde mayıs ayında en çok  $\Sigma$ MUFA, eylül ve ocak ayında en çok  $\Sigma$ SFA bulunmuştur. Temmuz ayında  $\Sigma$ SFA ile  $\Sigma$ MUFA, kasım ayında  $\Sigma$ PUFA ile  $\Sigma$ SFA, mart ayında ise  $\Sigma$ SFA ile  $\Sigma$ MUFA birbirine yakın değerlerde saptanmıştır (Tablo 13). Erkek bireylerde ise mayıs, temmuz, eylül, kasım ve mart dönemlerinde en çok  $\Sigma$ SFA, ocak ayında ise  $\Sigma$ PUFA tespit edilmiştir (Tablo 14).

Dişilerde  $\Sigma$ SFA'ler içinde 16:0 kasım, erkeklerde de, eylül ayında fazla oranda bulunmuştur. Palmitoleik asit oranı, dişilerde kasım (%5.12) ayında azalmış, diğer dönemlerde birbirine yakın yüzdelerde (% 8.19-9.72) saptanmıştır (Tablo 13). Erkeklerde ise bu bileşenin oranı eylül ayında oldukça düşük (% 3.94) bulunmuştur (Tablo 14). Diğer tekli doymamış yağ asitlerinden 18:1n-9 oranı, dişi bireylerde kasım ve ocak aylarında; erkek bireylerde ise eylül ayında azalmış, daha sonraki dönemlerde artmıştır. Her iki bireylerde 18:2n-6 oranı fazla dalgalanma göstermemiştir. Arakidonik asit oranı, her iki bireyde de sonbahar döneminde artmış, EPA ise eylül ayında düşmüştür. DHA oranı dişi bireylerde kasım (% 17.10) ayında en yüksek yüzdeye, mart (% 6.59) ayında ise en düşük yüzdeye sahip olmuştur (Tablo 13). Erkek bireylerde bu bileşenin yüzdesi mayıs ayında düşmüş, eylül, ocak ve mart dönemlerinde birbirine yakın değerlerde bulunmuştur (Tablo 14).

Bir yıl boyunca baskın bulunan yağ asitleri; SFA'ler içinde 16:0 (dişiler için % 22.13-28.77; erkekler için %20.69-31.83), MUFA'ler içinde 18:1n-9 (dişiler için % 17.60-26.59; erkekler için % 18.69-23.62), PUFA'ler arasında 22:6n-3 (dişiler için % 6.59-17.10; erkekler için %9.83-15.13).

Total SFA'ler temmuz, eylül, kasım ve mart ayında her iki bireyde de yüksek olarak saptanmıştır. Palmitik asit eylül, 18:1n-9 temmuz ayında her iki bireyde yüksek oranda bulunmuştur (Tablo 13 ve 14).



Tablo 13: Dişi *S. triostegus*'un kas total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	-	-	-	-	-	-
12:0	0.08±0.02a	-	0.05±0.03a	-	0.12±0.01b	-
13:0	0.15±0.01a	0.10±0.03a	0.12±0.07a	-	-	-
14:0	3.45±0.33a	2.67±0.26a	1.16±0.11b	1.58±0.10b	2.51±0.23a	3.79±0.34a
15:0	0.57±0.05a	0.46±0.03a	0.56±0.04a	0.57±0.05a	0.70±0.07b	0.82±0.08b
16:0	22.13±1.22a	24.87±1.20a	27.26±1.25b	28.77±1.33b	25.91±1.03a	25.02±1.22a
17:0	0.31±0.03a	0.35±0.02a	0.51±0.05b	0.27±0.02a	0.47±0.04b	0.56±0.05b
18:0	5.63±0.55a	8.13±0.81b	7.99±0.77b	7.07±0.71b	7.41±0.70b	7.03±0.89b
<b>∑S.F.A</b>	<b>32.32±1.33a</b>	<b>36.58±1.37b</b>	<b>37.65±1.30b</b>	<b>38.26±1.41b</b>	<b>37.12±1.38b</b>	<b>37.22±1.35b</b>
16:1n-7	9.72±0.99a	8.50±0.87a	8.48±0.84a	5.12±0.51b	8.19±0.83a	9.16±0.90a
18:1n-9	22.59±1.23a	25.59±1.20a	25.11±1.22a	17.60±1.07b	18.00±1.08b	26.59±1.26a
20:1n-9	0.78±0.07a	1.23±0.11b	1.14±0.10b	0.29±0.02c	1.02±0.12b	1.46±0.14b
<b>∑M.U.F.A</b>	<b>33.09±1.37a</b>	<b>35.32±1.35a</b>	<b>34.73±1.30a</b>	<b>23.01±1.20b</b>	<b>27.21±1.27b</b>	<b>37.21±1.43a</b>
18:2n-6	3.66±0.39a	2.06±0.20a	2.94±0.29a	2.47±0.13a	2.71±0.27a	3.18±0.31a
18:3n-3	2.97±0.27a	1.68±0.13b	2.24±0.24a	1.54±0.14b	1.68±0.18b	1.77±0.11b
20:2n-6	0.35±0.03a	0.44±0.04a	0.43±0.03a	0.69±0.06b	0.20±0.01c	0.43±0.03a
20:3n-6	0.59±0.05a	0.25±0.02b	0.32±0.04b	0.23±0.02b	1.15±0.11c	0.35±0.03b
20:4n-6	5.78±0.56a	5.00±0.53a	4.03±0.43a	8.56±0.89b	6.68±0.66ab	5.06±0.50a
20:5n-3	6.92±0.65a	4.41±0.43a	4.42±0.41a	5.68±0.54a	5.85±0.56a	5.45±0.45a
22:5n-3	3.62±0.32a	3.10±0.29a	2.89±0.30a	2.39±0.24a	4.12±0.41b	2.68±0.22a
22:6n-3	10.63±1.01a	11.08±1.11a	10.25±1.09a	17.10±1.07b	13.18±1.12a	6.59±0.67c
<b>∑P.U.F.A</b>	<b>34.52±1.33a</b>	<b>28.02±1.27b</b>	<b>27.52±1.22b</b>	<b>38.66±1.37a</b>	<b>35.57±1.37a</b>	<b>25.51±1.26b</b>
ω3	24.14±1.22a	20.27±1.20b	19.80±1.09b	26.71±1.26a	24.83±1.28a	16.49±1.06b
ω6	10.38±1.00a	7.75±0.77b	7.72±0.67b	11.95±1.04a	10.74±1.12a	9.02±0.99a
ω3/ω6	2.32	2.61	2.56	2.23	2.31	1.82

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 14: Erkek *S. triostegus*'un kas total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.11±0.01a	0.11±0.02a	0.01±0.01b	-	-	-
12:0	0.13±0.03a	0.04±0.02b	0.18±0.03a	0.16±0.01a	-	-
13:0	0.44±0.04a	0.12±0.01b	0.14±0.03b	0.05±0.03c	0.01±0.01d	-
14:0	4.02±0.40a	2.92±0.22b	1.61±0.25c	2.39±0.22b	2.01±0.20b	2.42±0.29b
15:0	0.74±0.07a	0.53±0.05b	0.70±0.03a	0.51±0.04b	0.47±0.04b	0.24±0.02c
16:0	25.02±1.28a	26.54±1.23a	31.83±1.31b	28.46±1.20a	20.69±1.02c	28.25±1.30a
17:0	0.46±0.04a	0.50±0.03a	0.47±0.03a	0.66±0.05a	0.22±0.01b	1.03±0.12c
18:0	7.37±0.77a	7.26±0.70a	9.25±0.99b	6.62±0.56a	6.94±0.69a	6.94±0.71a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>38.29±1.38a</b>	<b>38.02±1.40a</b>	<b>44.19±1.41b</b>	<b>38.85±1.39a</b>	<b>30.34±1.30c</b>	<b>38.88±1.33a</b>
16:1n-7	8.77±0.88a	9.22±0.92a	3.94±0.35b	7.55±0.77a	6.84±0.62a	5.18±0.51b
18:1n-9	23.00±1.20a	23.41±1.23a	18.69±1.08b	20.28±1.22b	23.62±1.29a	22.18±1.19a
20:1n-9	1.00±0.09a	1.38±0.11a	0.64±0.05b	0.68±0.04b	1.41±0.12a	1.03±0.09a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>32.77±1.33a</b>	<b>34.01±1.30a</b>	<b>23.27±1.29b</b>	<b>28.51±1.22c</b>	<b>31.87±1.37a</b>	<b>28.39±1.27c</b>
18:2n-6	3.73±0.33a	2.68±0.22a	2.40±0.28a	2.87±0.27a	3.15±0.31a	2.74±0.25a
18:3n-3	1.97±0.11ab	2.24±0.23a	1.41±0.18b	2.65±0.22a	2.28±0.27a	0.94±0.09b
20:2n-6	0.55±0.05a	0.44±0.04a	0.50±0.30a	0.31±0.27b	0.50±0.06a	0.68±0.07a
20:3n-6	0.50±0.04a	0.35±0.12b	0.38±0.07b	0.44±0.02ab	0.55±0.04a	0.53±0.03a
20:4n-6	4.68±0.44a	4.26±0.40a	7.68±0.71b	5.57±0.54a	7.03±0.70b	6.84±0.63b
20:5n-3	4.63±0.41a	4.82±0.44a	3.26±0.22a	5.50±0.23a	5.58±0.54a	3.84±0.34a
22:5n-3	2.95±0.23a	2.97±0.19a	2.43±0.31a	2.70±0.11a	4.42±0.41b	1.94±0.19c
22:6n-3	9.83±0.99a	10.11±0.98a	14.38±1.04b	12.53±1.12ab	14.18±1.05b	15.13±1.16b
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>28.84±1.25a</b>	<b>27.87±1.29a</b>	<b>32.44±1.33b</b>	<b>32.57±1.30b</b>	<b>37.69±1.28c</b>	<b>32.64±1.41b</b>
ω3	19.38±1.09a	20.14±1.20a	21.48±1.19a	23.38±1.22b	26.46±1.28b	21.85±1.22a
ω6	9.46±0.99a	7.73±0.76a	10.96±1.02a	9.19±0.98a	11.23±1.11a	10.79±1.10a
ω3/ω6	2.04	2.60	1.95	2.54	2.35	2.02

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Çalışmamızda her üç balığın erkek ve dişi bireylerinde bulduğumuz başlıca ortak sonuç; temmuz ve eylül ayında 16:0'in yüksek, 22:6n-3'in ise mayıs ayında azalmasıdır. Ayrıca araştırmamızda düşük oranda da olsa 13:0, 15:0 ve 17:0 gibi tek karbonlu doymuş yağ asitlerini de saptadık. Bu bileşenler; *C. carpio* dişilerinde % 1.61-2.91; erkeklerinde % 1.55-3.42; *T. grypus* dişilerinde % 0.72-1.51; erkeklerinde % 1.09-2.61; *S. triostegus* dişilerinde % 0.84-1.38; erkeklerinde % 0.70-1.64 aralığında tespit edilmiştir.

Balık yağı ve yağ asidi bileşimi ekolojik faktörler ve balığın fizyolojik durumuna göre en fazla değişime uğrayan biyokimyasal bileşiklerdir. Bundan dolayı üreme, adaptasyon, büyüme ve gelişme gibi besleme ve balık biyolojisi ile ilgili konular üzerine çalışırken, balığın yağ asidi bileşimini ve esansiyel yağ asidi ihtiyacını bilmek önemlidir.

Balık etinin kalitesi ve özellikle lezzetli olması yapısında bulunan yağlardan kaynaklanmaktadır. Bu yağların organizma için önemi yapısında bulunan aşırı doymamış yağ asitlerinden ileri gelmektedir. Balık yağlarında bulunan EPA ve DHA öğrenme yeteneğini arttıran, görmeye fonksiyonu olan bileşenlerdir. Arakidonik asit ve EPA; fizyolojik olarak aktif maddeler olan eikosanoidlerin öncül maddeleridir (Whelan ve ark. 1993, Reilly ve ark. 1998). Eikosapentaenoik asit ve DHA'in kalp-damar hastalıkları, artrit, nefrit, deri hastalıkları ve kanser gibi hastalıklar üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır (Steffens ve Wirth 2005). Sağlık üzerinde çok sayıda olumlu etkilerinden dolayı balıkların lipit bileşenlerinin değişimi üzerine birçok araştırma yapılmıştır.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde çeşitli tatlısu balıklarında benzer sonuçların elde edildiği görülür. Çoğu çalışmalara bakıldığında, SFA'lerden 16:0, MUFA'lerden 18:1n-9, PUFA'lerden 20:5n-3 ve 22:6n-3 yüzde dağılımında en fazla bulunduğu görülür. Doymuş yağ asitlerinden 14:0 ile 18:0, MUFA'lerden 16:1n-7, PUFA'lerden 18:2n-6, 18:3n-3, eikosanoidlerin öncül maddeleri olan 20:3n-6 ve 20:4n-6 asitler, daha az yüzde de bulunurlar (Nair ve Gopakumar 1978, Akpınar 1987b, Aggelousis ve Lazos 1991, Konar ve ark. 1999, Kolakowska ve ark. 2000, Kminkova ve ark. 2001, Ackman ve ark. 2002, Haliloğlu ve ark. 2004, Çelik ve ark. 2005, Uysal ve Aksoylar 2005, Güler ve ark. 2007, Akpınar ve ark. 2009, Cengiz ve ark. 2010).

Atatürk Baraj Gölü'nden bir yıl boyunca iki ayda bir incelediğimiz *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'un erkek ve dişi bireylerinin total kas lipitlerinin yağ asidi analizleri, yukarıda sonuçları verilen diğer birçok tatlısu balıklarından elde edilen verilere uygunluk göstermektedir. Her üç balık türünde de doymuş yağ asitleri içinde en fazla bulunan bileşen 16:0'tir. Bu yağ asidini 18:0 ve ardından 14:0 izlemiştir. Lavrik asit ile 13:0, 15:0 ve 17:0 gibi tek karbonlu doymuş yağ asitlerinin oranı düşük bulunmuştur. Tekli doymamış yağ asitlerinden en çok bulunan bileşen 18:1n-9'tir. Bu yağ asidini 16:1n-7 izlemektedir. Dienoik yağ asitlerinden en fazla bulunan 18:2n-6 ile trienoik yağ asitlerinden 18:3n-3 ile 20:3n-6 asitlerin oranı genelde düşüktür. Yirmi karbonlu çoklu doymamış yağ asitleri içinde, en çok n-3 yağ asitlerinden DHA, daha sonra EPA bulunmuştur. Bu yağ asitlerini n-6 bileşenlerinden AA izlemiştir.

Güney Afrika'da on sekiz farklı tatlısu balık türlerinin kaslarındaki total yağ asitlerinin % 33'ünü SFA'ler, % 35'ini MUFA'ler (Chetty ve ark. 1989), Yunanistan'daki tatlısu balıklarında total doymamışların % 38 ile 66'sını monoenler (Aggelousis ve Lazos 1991), Hindistan'da beş sazan balığı türünde SFA'ler kastaki total lipitlerin yaklaşık olarak % 40-50'sini, MUFA'ler ise, % 24-39'nu (Ackman ve ark. 2002) oluşturmuştur.

*C. carpio* dahil, Malezya'daki yirmi tatlısu balık türünün total yağ asidinde, MUFA'ler % 17-53, SFA'ler % 15-43 ve PUFA'ler % 12-38 aralığında bulunmuştur. Balıklarda en çok MUFA bulunmaktadır. Onu sırasıyla SFA ve PUFA izlemiştir. Total n-6PUFA'ler (% 2.43-26.2), total n-3PUFA'lerden (% 1-11) yüksek bulunmuştur (Rahman ve ark. 1995).

Soğuk bölgelerde yaşayan balıklarda PUFA ve MUFA oranları yüksek, SFA düşük, tropikal bölgedekilerde ise PUFA oranı azdır. Örneğin, Brezilya'da çalışılan üç tatlısu balığında C20 PUFA'lerin her birinin oranının % 1'den düşük olması çok ilginçtir (Moreira ve ark. 2001).

Doğal besinle beslenen *S. glanis* yağ asidi analizinde  $\Sigma$ SFA, % 25.41;  $\Sigma$ MUFA, % 39.86;  $\Sigma$ PUFA, % 34.73 (Jankowska ve ark. 2004), Seyhan Gölü'ndeki tatlısu balıklarının yağ asidi kompozisyonuna göre;  $\Sigma$ SFA, % 28.0-34.6  $\Sigma$ MUFA, % 10.7-22.7,  $\Sigma$ PUFA, % 23.2-43.7; n-3PUFA ise *C. gariepinus*'ta % 11.5, *S. lucioperca*'da % 28.4; n-6PUFA *R. frisii*'de % 5.27, *T. tinca*'da % 16.8 (Özoğul ve ark. 2007) olarak saptanmıştır.

Atatürk Baraj Gölü'nden kasım ayında toplanan dişi *C. trutta* kasında, ΣMUFA % 40.74, ΣSFA % 29.77, ΣPUFA % 29.41 (Kaçar ve ark. 2010a); *C. regium*'un kasında da ΣSFA % 37.12, ΣPUFA % 35.8 ve ΣMUFA % 26.98 (Kaçar ve ark. 2010b), Cengiz ve ark. (2010), Dicle Nehri'nden dokuz tatlısu balığında ΣSFA % 10.72-48.94, ΣMUFA % 14.84-55.65, ΣPUFA % 9.75-72.65 aralığında bulmuşlardır.

Bu sonuçlar, tatlısu balıklarının kas total lipitlerinde SFA ve MUFA'lerin sabit yüzdede bulunmadıklarını, kimi balıklarda SFA'lerin (Ackman ve ark. 2002, Kaçar ve ark. 2010b) kimilerinde MUFA'lerin (Rahman ve ark. 1995, Kaçar ve ark. 2010a) daha baskın olduğu görülmektedir. Bazı istisnalar hariç, PUFA'ler, SFA ve MUFA'lere oranla daha az bulunurlar.

Toplam doymuş yağ asitleri ve MUFA'ler genellikle enerji kaynağı olarak, PUFA'ler ise organlarda yapısal olarak fonksiyon gösterirler.

Çalışmamızda incelediğimiz *C. carpio* dışında diğer iki balık türünde SFA, MUFA ve PUFA oranları hem örneklerin alındığı döneme hem de eşeye bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Örneğin, *C. carpio*'nun hem erkek hem dişi bireylerinde temmuz ve eylül aylarında en çok SFA, kasım ayında PUFA, mart ve mayıs ayında ise MUFA baskın bulunmuştur. Bu sonuçlarımız daha önce Hindistan'da çalışılan (Ackman ve ark. 2002) beş sazan türünden elde edilenlere uygunluk göstermektedir. Eylül ayında toplanan sazan türlerinde de en çok SFA saptanmıştır.

Malezya'da *C. carpio* dahil yirmi tatlısu balığında en çok MUFA (Rahman ve ark. 1995) bulunmaktadır. *C. carpio*'dan elde ettiğimiz verileri bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla karşılaştırmak güçtür. Malezya'daki balıklar tatlısu araştırma merkezleri ve marketlerden alınmış, alınma zamanı belirtilmemiştir. Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan Cyprinid olan dişi *C. trutta*'da da çalışmamızdaki gibi MUFA'ler yüksek bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010a). Ancak aynı gölden aynı tarihte toplanan bir başka Cyprinid türü olan *C. regium*'da SFA'ler yüksek bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010b). Bu bilgiler SFA, MUFA ve PUFA oranlarının tatlısu balıklarında farklı olabileceğini göstermektedir. Ancak hem bizim çalışmamızda hem de diğer çalışmalarda da saptandığı gibi balıklarda MUFA ve PUFA'yi oluşturan doymamış yağ asitleri oranının, doymuş yağ asitlerine oranla daha fazla olduğunu göstermektedir. Bu da balık yağının besinsel olarak daha değerli olduğunu göstermektedir.

Çalıştığımız diğer bir Cyprinid olan *T. grypus*'ta MUFA'lerin daha fazla olduğu görülmektedir. Balığın her iki bireyinde mayıs, temmuz ve kasım aylarında MUFA'ler daha fazla bulunmuştur. Dişi bireylerde üreme dönemi sonrası olan eylül ayında SFA, ocak ayında MUFA, mart ayında PUFA; erkek bireylerde ise eylül ve ocak aylarında PUFA, mart ayında MUFA'ler daha yüksek oranda tespit edilmiştir.

Bir diğer çalışma materyalimiz Siluridae familyasından olan *S. triostegus*'ta her iki bireyde temmuz, eylül, kasım ve mart aylarında SFA'ler daha fazla miktarda bulunmuştur. Ocak ayında ise PUFA'ler yüksek saptanmıştır. Bu veriler, Cengiz ve ark. (2010)'nın elde ettikleri verilere uyum içindedir. Araştırmacılar, Dicle Nehri'nden ocak ayında topladıkları *S. triostegus*'ta SFA (% 21.86) ve MUFA (% 20.95)'e oranla PUFA (% 57.19)'leri daha fazla yüzdede tespit ettiler.

Jankowska ve ark. (2004), aynı cins balık olan *S. glanis* ile yaptıkları çalışmada MUFA'leri daha fazla oranda tespit etmişlerdir. Ancak araştırmacılar, doğal balıkları değil, havuzlardan sağladıkları balıkları incelediler.

Çalıştığımız balık türlerinden Cyprinid ve omnivor olan *C. carpio* ve *T. grypus*'ta MUFA'lerin; Siluridae familyasından ve karnivor olan *S. triostegus*'ta ise SFA'lerin daha baskın olduğu saptanmıştır. Bu bulgu doğaldır. Çünkü, hem ılıman (Aggelousis ve Lazos 1991) hem de tropikal sularda (Rahman ve ark. 1995) yaşayan balıklarda SFA ve MUFA daha yüksek oranda bulunur.

Aşırı doymamış yağ asitleri kompozisyonu ise balık türleri arasında farklılık göstermektedir (Rahman ve ark. 1995).

Palmitik, 16:1n-7, 18:1n-9 ve 20:1n-9 gibi yağ asitleri esansiyel özellik taşımazlar ve direkt besin yoluyla alınabildiği gibi, dokularda, karbonhidrat ve amino asitlerin öncüllerinden sentezlenebilen yağ asitleridir. Depo lipitlerin yağ asidi bileşenleri olan bu yağ asitlerinin oranları, beslenme süresince besin organizmalarının az veya çok oluşuyla değişebilmektedir.

Ackman ve ark (1975), 16:0'ın balıklarda anahtar metabolit olduğunu ve miktarının besinden etkilenmediğini belirttiler. Kemikli balıklarda total SFA içerisinde palmitik asidin en fazla bulunan yağ asidi olduğu hatta değerinin % 60'lara çıktığı bildirilmektedir (Ashton ve ark. 1993, Czesny ve Dobrowski 1998, Alasalvar ve ark. 2002, Wheeler ve Morrissey 2003).

Yunanistan'daki sekiz tatlisu balıklarında, palmitik asit total doymuş yağ asitleri içinde % 14.80-22.2 aralığında olup en fazla görülen doymuş yağ asididir (Aggelousis ve Lazos 1991).

Analizi yapılan sekiz göl balığında, 16:0 oranı, total doymuş yağ asitlerinin % 68-79'unu oluşturmuştur. (Wang ve ark. 1990).

Doğal besinle beslenen *S. glanis*'te 16:0 oranı, % 15.89 (Jankowska ve ark. 2004), Malezya'da yirmi tatlisu balığında % 11.30-32.90 (Rahman ve ark. 1995) olarak bulunmuştur. Karakaya Baraj Gölü'nde yaşayan *C. regium*, *L. cephalus* ve *A. marmid*'in kas dokusunda, her mevsimde 16:0 en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi (Dağlı 2009) olarak bulunmuştur.

Atatürk Baraj Gölü'nden kasım ayında toplanan dişi *C. trutta*'da, 16:0 oranı, % 20.47 (Kaçar ve ark. 2010a), *C. regium*'da % 25.20 (Kaçar ve ark. 2010b), Dicle Nehri'nden dokuz tatlisu balığında % 7.65-35.53 (Cengiz ve ark. 2010) olarak saptanmıştır.

Çalışmamızda her üç balık türünde de yüzde içeriği eşeye ve mevsime bağlı olarak değişse de 16:0, 18:1n-9 ile birlikte, daha önce yapılan diğer çalışmalardaki gibi en fazla yüzdede bulunmuştur. *C. carpio*'da 16:0 oranı, % 20.77-30.76; *T. grypus*'ta % 17.80-27.86; *S. triostegus*'ta % 20.69-31.83 arasında değişmiştir.

Oleik asit, 16:1n-7 ve AA'in yüksek miktarları tatlisu balıkları için karakteristiktir (Andrade ve ark. 1995). Bu bileşenlerden 18:1n-9, balıklarda MUFA'ler içinde en fazla bulunan ( $\Sigma$ MUFA'lerin % 45-58'i kadar) bileşendir.

*S. lucioperca*'nın kasında 18:1n-9 oranı, diğer tatlisu (Akçman 1967, Andrade ve ark. 1995, Osman ve ark. 2001) balıklarında olduğu gibi yüksektir (Uysal ve Aksoylar 2005).

Yunanistan'da sekiz tatlisu balığında tekli doymamış yağ asitlerinden 18:1n-9 % 17.8-27.8 (Aggelousis ve Lazos 1991), doğal besinle beslenen *S. glanis*'te, % 25.30 (Jankowska ve ark. 2004), Malezya'da yirmi tatlisu balığında da % 11.40-44.52 (Rahman ve ark. 1995) olarak belirlenmiştir.

Atatürk Baraj Gölü'nden kasım ayında toplanan Cyprinid türlerinden dişi *C. trutta* kasında, 18:1n-9 oranı, % 14.15 (Kaçar ve ark. 2010a); *C. regium*'un kasında da % 16.91 (Kaçar ve ark. 2010b), Dicle Nehri'ndeki dokuz tatlisu balığında % 7.95-49.01 (Cengiz ve ark. 2010) olarak saptanmıştır.

Çalışma materyalimizi oluşturan balıklarda, diğer tatlısu balıklarında olduğu gibi MUFA'ler içinde en çok bulunan yağ asidi 18:1n-9'dur. Bu bileşen, *C. carpio*'da % 16.15-29.33, *T. grypus*'ta % 23.30-32.00, *S. triostegus*'ta % 17.60-26.59 aralığında saptanmıştır.

Bir başka tekli doymamış yağ asidi olan 16:1n-7, 18:1n-9 gibi tatlısu balıkları için karakteristiktir (Ackman 1967, Andrade ve ark. 1995).

Hindistan'daki tropikal sularda yaşayan Yayın balığı 16:1n-7'i fazla oranda (% 16.52) içermiştir (Nair ve Gopakumar 1978).

Yunanistan'daki tatlısu balıklarında 16:1n-7 oranı % 1.7-13 (Aggelousis ve Lazos 1991), Malezya'da yirmi tatlısu balığında % 0.96-7.27 (Rahman ve ark. 1995), doğal besinle beslenen *S. glanis*'te ise % 10.38 (Jankowska ve ark. 2004), Dicle Nehri'ndeki balıklarda, % 1.35-13.23 arasında saptanmıştır (Cengiz ve ark. 2010).

Bir yıl boyunca iki ayda bir analizi yapılan *S. lucioperca*'nın her iki bireyinde 16:1n-7 oranı, % 1.63-4.86 arasında değişmiştir. Araştırmacılar bu oranın diğer tatlısu balıklarından düşük olduğunu belirtmişlerdir (Uysal ve Aksoylar 2005).

Atatürk Baraj Gölü'nden kasım ayında toplanan dişi *C. trutta* kasında 16:1n-7 oranı % 25.55 (Kaçar ve ark. 2010a), *C. regium*'da % 8.76 olarak bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010b).

Çalışmamızda *C. carpio*'da 16:1n-7 oranı, % 6.97-17.72; *T. grypus*'da % 5.11-7.56; *S. triostegus*'ta % 3.94-9.72 aralığında saptanmıştır. Bu veriler, her ne kadar tatlısu balıkları için karakteristik olsa da, 16:1n-7 yüzdesinin balık türleri arasında farklı olduğunu göstermektedir.

Linoleik ve 18:3n-3 esansiyel yağ asitleri, balıkların dokularında,  $\Delta^{12}$  ve  $\Delta^{15}$  desaturaz enzimleri bulunmadığından sentezlenemezler. Bu yağ asitleri, besin yoluyla alınıp vücudun diğer kısımlarına gönderilirler. Diğer yirmi karbonlu aşırı doymamış uzun zincirli yağ asitlerinden 20:3n-6, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:5n-3 ve 22:6n-3 gibi yağ asitleri, 18:2n-6 ve 18:3n-3'lerden,  $\Delta^6$ ,  $\Delta^5$  ve  $\Delta^4$  desaturaz enzimleri yardımıyla dokularda, zincir uzama (elongasyon) ve doymamışlık derecesinin artırılması (desaturasyon) reaksiyonları sonucu sentezlenirler. Balık türleri, bu yağ asitlerini, aynı zamanda besin zincirinin ilk halkasını oluşturan fitoplanktonlardan sağlayabilirler. Ackman (1967), C18 PUFA'lerin yüksek olmasının tatlısu balıkları için tipik bir özellik olduğunu ileri sürmüştür.



Yunanistan'daki tatlısu balıklarında 18:2n-6 oranı, % 2.80-8.00, 18:3n-3 oranı, % 0.90-3.20 (Aggelousis ve Lazos 1991); *C. carpio* dahil, Malezya'daki yirmi tatlısu balık türünde 18:2n-6 oranı, % 2.19-25.40, 18:3n-3 oranı, % 0.06-0.96 (Rahman ve ark. 1995); doğal besinle beslenen *S. glanis*'te 18:2n-6 oranı, % 5.31, 18:3n-3 oranı, % 4.07 (Jankowska ve ark. 2004) oranında saptanmıştır.

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan dişi *C. trutta*'da, 18:2n-6 oranı, % 2.08, 18:3n-3 oranı, % 1.52 (Kaçar ve ark. 2010a); *C. regium*'da 18:2n-6 oranı, % 2.34, 18:3n-3 oranı, % 1.05 (Kaçar ve ark. 2010b); Dicle Nehri'ndeki dokuz tatlısu balığında 18:2n-6 oranı, % 1.28-12.99, 18:3n-3 oranı, % 1.40-5.90 aralığında saptanmıştır (Cengiz ve ark. 2010).

Çalışma materyallerimizden *C. carpio*'da 18:2n-6 % 3.18-8.50, 18:3n-3 % 0.72-3.11, *T. grypus*'ta 18:2n-6 % 1.37-4.49, 18:3n-3 % 0.88-3.53, *S. triostegus*'ta 18:2n-6 % 2.06-3.73, 18:3n-3 % 0.94-2.97 arasında saptanmıştır. Bu iki temel yağ asitlerinden 18:2n-6'in oranı, diğer tatlısu balıklarındaki gibi 18:3n-3'ten daha fazla bulunmaktadır.

Birçok tatlısu balık türünde bulunan 20:3n-6'nın oranı % 1.5'tir (Henderson ve Tocher 1987). Bu bileşenin oranı Dicle Nehri'ndeki balıklarda % 0.34-3.06 aralığında tespit edilmiştir (Cengiz ve ark. 2010).

Çalıştığımız her üç balık türünde 20:3n-6 oranı % 0.23-1.15 aralığında olup diğer tatlısu balıklarındaki gibi düşük yüzdede saptanmıştır.

Arakidonik asit oranı, tropikal sularda yaşayan balıklarda yüksektir. Hindistan (Nair ve Gopakumar 1978), ve Malezya'daki balıklar ile (Kinsella ve ark. 1977) *C. pabda*'da bu bileşen yüksek oranda bulunmuştur (Ghosh 1997). Örneğin, Malezya'da AA oranı, *M. albus*'ta % 15.1, *A. nobilis*'te % 14.00, *C. carpio*'da % 15.3, *L. rohita*'da % 8.51, *C. striatus*'ta % 2.22 ve *A. mauritiana*'ta % 2.48 olarak belirlenmiştir (Rahman ve ark. 1995).

Arakidonik asidin tatlısu balıklarında yüksek miktarda olmasının nedeni; daha sıcak sulardaki oksijenin eriyebilirliğinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır (Smith ve Miller 1980). Ancak bazı balıklarda ise bu yağ asidinin oranı genellikle düşüktür. Örneğin, Yunanistan'da sekiz balık türünde AA oranı, % 0.8-3.8 aralığında (Aggelousis ve Lazos 1991), *S. glanis*'te % 3.14 olarak saptanmıştır (Jankowska ve ark. 2004).

*S. lucioperca*'da erkek bireylerde AA oranı mevsime bağılı olarak % 2.84-7.76; dişilerde % 3.76-9.11 aralığında bulunmuştur (Uysal ve Aksoylar 2005).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan dişi *C. trutta*'da AA oranı % 2.9 (Kaçar ve ark. 2010a), *C. regium*'da % 6.03 (Kaçar ve ark. 2010b), Dicle Nehri'ndeki dokuz balık türünde % 0.75-12.27 arasında belirlenmiştir (Cengiz ve ark. 2010).

Barajda yaşayan tatlısu balıkları, önemli oranlarda AA ve DHA içerirler (Ackman 1996).

Bir yıl boyunca Atatürk Baraj Gölü'nden topladığımız *C. carpio*'nun AA oranı % 2.14-8.26; *T. grypus*'ta % 3.47-7.95; *S. triostegus*'ta % 4.03-8.56 aralığında tespit edilmiştir. *C. carpio* ve *S. triostegus*'ta görülen daha yüksek değerler kasım ayında tespit edilmiştir. Bu bulgu, AA oranının, toplanma dönemine bağılı olarak değiştiğini göstermektedir.

Araķidonik asit, vasokontraksiyon ve trombosit agregasyonu gibi negatif kardiyovasküler etkilere sahip eikosanoidlerin (prostaglandin, lökotrienler) öncül maddesidir. Birçok araştırmacı, bu yüzden AA tüketimini azaltmak gerektiğini belirtirler (Leaf ve Weber 1988, Nordoy ve ark. 2001).

İncelediğimiz tatlısu balıklarında kasım ayı hariç analizi yapılan diğer dönemlerde AA oranının düşük olması, bu balıklarının besinsel değerini arttırmaktadır.

Balık etinin kalitesini etkileyen en önemli faktör, lipitlerde bulunan n-3 yağ asitlerinden EPA ve DHA yüzdesidir. Bu bileşenler, öğrenme yeteneğini arttıran, görmede fonksiyonu olan bileşenlerdir. Eikosapentaenoik asit; fizyolojik olarak aktif maddeler olan, damar genişletici ve trombosit yığılmasını önleyici etki yapan eikosanoidlerin öncül maddeleridir (Whelan ve ark. 1993, Reilly ve ark. 1998).

Eikosapentaenoik asit ve DHA'nın kalp-damar hastalıkları, artrit, nefrit, deri hastalıkları ve kanser gibi hastalıklar üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır (Steffens ve Wirth 2005).

Yapılan çalışmalar, önemli oranda n-3 yağ asitlerini içerdikleri için, Cyprinid tüketiminin insan sağlığı üzerinde, özellikle kalp-damar hastalıklarını önleme bakımından faydaları olduğunu göstermiştir. Örneğin, fitoplanktonlarla beslenen *H. molitrix*, *A. nobilis*, *C. idella* ile *C. carpio* gibi sazan türleri önemli n-3 yağ asitleri olan EPA ve DHA bakımından zengindir (Steffens ve Wirth 1997).

Balıklar, besinsel olarak n-3PUFA'lere daha fazla ihtiyaç duyduklarından, dokularındaki DHA ve EPA miktarları AA'ten fazladır (Rahman ve ark. 1995).

Henderson ve Tocher (1987), tatlısu balıklarında 20:5n-3 oranı % 1.4-16.3, 22:6n-3 oranının ise % 0.3-30 aralığında olduğunu belirttiler.

Yunanistan'daki tatlısu balıklarında EPA oranı % 6.00-11.80, DHA oranı % 4.00-15.30 aralığında bulunmuştur (Aggelousis ve Lazos 1991).

*C. carpio* dahil, Malezya'daki yirmi tatlısu balık türünde EPA oranı % 0.04-3.48, DHA oranı % 0.04-3.78 aralığında saptanmıştır. Analizi yapılan diğer balıklara oranla daha yüksek oranda EPA içeren *A. mauritiana*'da (% 3.48) ve *M. albus* (% 2.66), kas ağırları için ilaç olarak kullanılmaktadırlar (Rahman ve ark. 1995).

Brezilya'da yedi tatlısu balığı arasında sadece Silluriformes'e ait *P. fasciatum* ve *B. vaillantii*'de 20:5n-3 ve 22:6n-3 yüksek oranda bulunmuştur. *P. fasciatum*'da EPA oranı % 7.5, DHA oranı % 21.8; *B. vaillantii*'de EPA oranı % 9.7, DHA oranı ise % 14.3 olarak belirlenmiştir. Diğer beş balık türünde ise EPA oranı % 1.5-6.0, DHA oranı % 1.4-7.1 arasında değişmiştir (Gutierrez ve Silva 1993).

*S. glanis*'te EPA oranı % 4.46, DHA oranı % 9.94 olarak saptanmıştır (Jankowska ve ark. 2004).

*S. lucioperca*'da EPA ve DHA oranı mevsime ve eşeye bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Balığın erkeklerinde EPA oranı % 2.77-10.03, DHA oranı % 1.52-13.13, dişilerinde EPA oranı % 3.23-8.90, DHA % 0.74-16.27 arasında bulunmuştur (Uysal ve Aksoylar 2005)

Atatürk Baraj Gölü'nden kasım ayında toplanan dişi *C. trutta*'ta EPA oranı % 13.00, DHA oranı % 7.37 (Kaçar ve ark. 2010a); *C. regium*'da EPA oranı % 11.56, DHA oranı % 10.83 (Kaçar ve ark. 2010b); Dicle Nehri'nden toplanan dokuz tatlısu balığında EPA oranı % 0.65-20.15, DHA oranı % 0.72-27.08 aralığında (Cengiz ve ark. 2010) bulunmuştur.

Araştırmamızda *C. carpio*'da EPA oranı % 3.68-6.64, DHA oranı % 4.42-13.61; *T. grypus*'ta EPA oranı % 3.89-6.36, DHA oranı % 7.72-16.74; *S. triostegus*'ta EPA oranı, % 3.26-6.92; DHA oranı % 6.59-17.10 arasında saptanmıştır. İncelediğimiz balıklarda özellikle DHA oranının yüksek olması, bu balıkların besinsel olarak değerli olduklarını göstermektedir. Ayrıca çalışmamızda aynı gölden toplanan tatlısu balıklarında EPA ve DHA içeriğinin farklı olabileceği

görülmüştür. Bu iki bileşen hem besinlerden sağlanmaktadır, hem de besinlerden sağlanan 18:3n-3'ten desaturasyon ve elongasyon reaksiyonlarıyla da sentezlenebilmektedir. Örneklerimizde EPA ve özellikle DHA'nın iyi bir oranda olması, bu balıklarda sentezleme yeteneğinin yüksek olduğunu göstermektedir. Benzer bulgular Beyşehir Gölü'ndeki (Güler ve ark. 2007) ve Polonya'daki sudak balığında da saptanmıştır (Jankowska ve ark. 2003).

Balığın büyüklüğü, eşeyi, besini, üreme döngüsü, yaşı, balığın yakalandığı coğrafik bölge ve mevsim, su sıcaklığı gibi faktörler, balık dokularındaki yağ asidi içeriği ile total lipit miktarını etkilerler (Leger ve ark. 1977, Henderson ve Tocher 1987, Bandarra ve ark. 1997, Shirai ve ark. 2001, Luzia ve ark. 2003). Steffens ve Wirth (1997), sazanlar içersinde görülen yağ asidi farklılıklarının türe, besine ve çevresel faktörlere göre değiştiğini belirtmişlerdir.

#### **4.10. Kas Total Lipitlerindeki Yağ Asidi İçeriğine Etki Eden Faktörler**

##### **4.10.1. *C. carpio* bireylerinin kas total lipitlerindeki yağ asidi içeriğine üreme periyodunun etkisi**

Balığın her iki eşeyinde, üreme öncesi ve gonatların olgunlaştığı dönem olan mart ayında  $\Sigma$ SFA azalmış, üremeden sonraki dönemler olan temmuz ve eylül aylarında ise artmıştır. Ayrıca üreme döneminde  $\Sigma$ MUFA yüksek bulunmuştur. Üremeden sonraki kasım ayında  $\Sigma$ MUFA oranı düşmüş, üreme dönemi sonrası olan temmuz, eylül ve kasım aylarında  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA gibi genel doymamış yağ asitleri ise azalmıştır. Bireysel yağ asitlerinden 16:0, her iki bireyde üremeden sonraki dönemler olan temmuz ve eylül; 18:1n-9 ise üremeden önceki dönem olan mart ve üreme dönemi olan mayıs ayında artış göstermiştir. N-3 yağ asitlerinden EPA ve DHA, üreme dönemi sonrası olan kasım ayında artmış, 18:2n-6, 18:3n-3, 20:4n-6 gibi yağ asitleri hem eşeyler hem de dönemler arasında düzensiz dalgalanmalar göstermiştir (Tablo 9 ve 10).

##### **4.10.2. *T. grypus* bireylerinin kas total lipitlerindeki yağ asidi içeriğine üreme periyodunun etkisi**

Her iki eşeyde üreme dönemi olan mayıs ile üreme dönemi sonrası olan temmuz ve kasımda  $\Sigma$ MUFA oranı artmıştır. Üreme dönemi olan mayıs ayında  $\Sigma$ PUFA miktarı düşük bulunmuştur. Balıklarda her iki bireyde gonatların olgunlaştığı dönem olan mart ayında doymamış yağ asitleri oranı artış göstermiştir (Tablo 11 ve 12). Bu artış

dişilerde PUFA (Tablo 11), erkeklerde ise MUFA (Tablo 12) olarak ortaya çıkmıştır. Her iki eşeyde doymuş yağ asitlerinden 16:0, üremeden sonraki temmuz ayında; C20 PUFA'lerden 20:5n-3 ise eylül ayında artmış, 22:6n-3, üreme dönemi olan mayıs ayında azalma göstermiştir (Tablo 11 ve 12). Oleik asit, erkek bireylerde üreme döneminde artmış (Tablo 12), dişi bireylerde ise aynı dönemde azalmıştır (Tablo 11). Üreme dönemi olan mayıs ayı ile karşılaştırıldığında her iki eşeyde 18:2n-6 ve 18:3n-3'ün oranları üreme dönemi sonrası olan temmuz ayında azalmış, 20:4n-6 ise dönemler arasında dalgalanmalar göstermiştir (Tablo 11 ve 12).

#### **4.10.3. *S. triostegus* bireylerinin kas total lipitlerindeki yağ asidi içeriğine üreme periyodunun etkisi**

Erkek ve dişi balıklarda  $\Sigma$ SFA oranı, üreme dönemi sonrası olan temmuz, eylül ve kasım ile üreme döneminden önceki dönem olan mart ayında artmıştır. Her iki bireyde de,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA'ler, üreme dönemi olan mayıs ve üreme dönemi sonrası olan temmuz, eylül ve kasım ayında azalmıştır. Yağ asitlerinden 16:0, üreme dönemi sonrası olan eylül ayında 18:1n-9'de temmuz ayında artış göstermiştir. Her iki bireyde 18:2n-6'in oranı üreme dönemi olan mayıs ayında diğer dönemlere oranla fazla bulunmuştur. Diğer PUFA'lerden 18:3n-3, 20:4n-6, 20:5n-3 ve 22:6n-3 hem bireyler arasında hem de dönemler arasında dalgalanmalar göstermiştir (Tablo 13 ve 14).

Her üç balık türünde de ortak olan bulgular, 16:0'in üreme dönemi sonrası olan temmuz ve eylül aylarında artması, 22:6n-3'in ise üreme dönemi olan mayıs ayında azalmasıdır. Üreme öncesi (mart) ve üreme dönemi (mayıs) aylarında doymamış yağ asitleri (MUFA ve PUFA) özellikle daha çok PUFA'ler azalma göstermiştir.

Araştırmamızda da bir yıl boyunca incelediğimiz *C. carpio* erkek ve dişi bireylerinde üreme dönemi sonrası olan kasım ayında tekli doymamış yağ asitleri yüzdeleri azalmıştır. Üreme sonrası (temmuz) dönemde azalan bir diğer bileşen 20:5n-3'tir. Araştırdığımız bir diğer tür olan *S. triostegus*'ta da üreme dönemi sonrası olan temmuz, eylül ve kasım aylarında doymamış yağ asitleri (MUFA ve PUFA) azalırken, her iki balık türünde de aynı dönemde doymuş yağ asitleri artmıştır. Bu veriler *C. trutta*'dan elde edilenlere (Konar ve ark. 1999) uygunluk göstermektedir. Ancak, *T. grypous*'ta daha farklı sonuç saptanmıştır. Bu balıklarda üreme döneminde (mayıs) ve üreme sonraki dönemde (temmuz ve kasım) MUFA daha fazla oranda saptanmıştır.

Balıkların yağ asidi bileşimindeki mevsimsel değişim; besin, sıcaklık gibi birçok faktörle ilgili olmasına rağmen en belirgin değişim üreme döneminde görülmektedir. Gamet oluşumu ve gelişimi için kullanılacak lipidin büyük kısmı üreme evresinden önce balık türüne göre kas, karaciğer ve karın gibi yerlerde depo edilmektedir (Kiessling ve ark. 1989)

Eşey hücrelerinin oluşmasında PUFA'lere büyük gereksinim vardır. Bu yağ asitlerinin eksikliği kısırlığa sebep olur (Soivio ve ark. 1989).

Eşey sel olgunlaşma ile orantılı olarak lipit metabolizmasındaki değişimlerin aynı periyoda rastladığı ve depo yağlarının yumurta ve sperm oluşumu için kullanıldığı bildirilmiştir (Ackman 1967, Agren ve ark. 1987).

*C. trutta*'nın dişi bireylerinin kas dokusundaki doymamış yağ asitleri, üreme mevsimi sonunda, düzenli bir şekilde azalmıştır (Konar ve ark. 1999).

Mogan Gölü'ndeki *C. carpio*'da en fazla değişime uğrayan yağ asitlerinin, uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitleri olduğu saptanmıştır. Bu bileşenler; gonat gelişimi ve üreme periyoduna bağlı olarak önemli derecede azalmıştır. Nisan ayında 16:1n-7, mayısta 18:1n-9 yüksek bulunmuş, 18:2n-6, 18:3n-3 ve 20:4n-6 aylar arasında bazı dalgalanmalar göstermiştir. Eikosatrienoik asit, 20:5n-3, 22:5n-3 ve 22:6n-3 mart ayından itibaren özellikle üreme periyodunda (mayıs) azalmıştır (Akpınar 1987b).

Çalışmamızda da benzer şekilde aynı türün her iki bireyinde 16:1n-7 ve 18:1n-9'in mart ve mayıs ayında arttığı belirlenmiştir. Hem *C. carpio*'da hem de çalıştığımız diğer iki tür olan *T. grypus* ve *S. triostegus*'ta Akpınar'ın (1987b), *C. carpio*'dan elde ettiği gibi C20 PUFA'leri, üreme döneminde azalma göstermiştir. Azalmanın nedeni, bu bileşenlerin üreme döneminde gonat gelişimi ve gamet oluşumunda kullanılmalarından kaynaklanabilir. Çünkü, balıklar; sadece normal gelişme ve büyüme için değil aynı zamanda üreme için de EPA, DHA ve AA gibi 20C PUFA'lere ihtiyaç duyarlar (Rodriguez ve ark. 2004). Örneğin, kemikli balıkların gonadlarında AA'ten türevlenen PGE<sub>2</sub>, ovaryum ve testiküler steroidogenezi uyarır (Wade ve Van Der Kraak 1993). Eikosanoidler, ovulasyon kontrolünde ve embriyonik gelişimde immun sistem üzerine, yumurtadan çıkma ve erken larval dönemde fonksiyon görürler. Tocher ve Sargent (1984), yağ asitlerinin, embriyonun büyümesi için, yumurta hücresinde biriktiğini ve özellikle PUFA'lerin, embriyonun büyümesinde kullanıldığını belirttiler.

Dişiler, gonat olgunlaşması için enerji ihtiyacı olarak başlıca SFA'leri kullanırlarken erkekler, MUFA'leri kullanırlar. Fakat, vitellogenesis esnasında dişiler, gonat olgunlaşması için depo edilen n-3 ve n-6 yağ asitlerini (18:2n-6 ile 18:3n-3) mobilize ederler (Medford ve Mackay 1978, Cejas ve ark. 2003). Sargent ve Henderson (1995), MUFA'lerin, gonat gelişimi esnasında metabolik enerjiyi karşılamak için katabolize olduğunu belirtmiştir.

#### **4.10.4. *C. carpio* bireylerinin kas total lipitlerindeki yağ asidi içeriğine mevsimin etkisi**

Erkek ve dişi bireylerde, yaz (temmuz) ve sonbahar (eylül) mevsiminde  $\Sigma$ SFA fazla bulunmuştur. Sonbaharda (kasım)  $\Sigma$ PUFA; ilkbaharda (mart ve mayıs),  $\Sigma$ MUFA oranı artmıştır. Sonbaharın son dönemleri ve kışın, doymamış yağ asitleri (MUFA ve PUFA) azalmıştır. Yağ asitleri arasında da 16:0, yaz aylarında artmıştır ve artış sonbaharın başlarına kadar devam etmiştir. Oleik asit, ilkbaharda; 20:5n-3 ve 22:6n-3 sonbaharda artış göstermiş, 20:5n-3 ise yazın azalmıştır (Tablo 9 ve 10). Kimi yağ asitlerindeki azalma dönemleri eşeyler arasında farklılık göstermiştir. Örneğin, 16:0 dişi bireylerde ilkbaharda (Tablo 9), erkek bireylerde ise sonbaharda azalmıştır (Tablo 10). Oleik asit, dişilerde yaz mevsiminde (Tablo 9) erkeklerde sonbaharda (Tablo 10); 22:6n-3, dişilerde sonbaharda (Tablo 9), erkeklerde ise ilkbaharda en düşük oranda bulunmuştur (Tablo 10). Palmitik asit, 18:1n-9 ve 22:6n-3'in düşük oranları bireyler arasında farklılık göstermiştir. Her iki bireyde 20:4n-6 oranı, diğer dönemlere oranla, sonbaharın sonlarına doğru (kasım) oldukça yüksek (dişilerde % 8.14; erkeklerde % 8.26) olarak saptanmıştır. Linolenik asit yüzdesi, sonbaharın başlangıcında (eylül) en yüksek seviyede bulunmuş, fakat bu mevsimin sonlarına doğru (kasım) azalma göstermiştir (Tablo 9 ve 10).

#### **4.10.5. *T. grypus* bireylerinin kas total lipitlerindeki yağ asidi içeriğine mevsimin etkisi**

Analiz yapılan dönemlerin büyük çoğunluğunda doymamış yağ asitleri (MUFA ve PUFA), özellikle MUFA'lerin oranı oldukça fazla bulunmuştur. Her iki bireyde de bireysel yağ asitlerinden, 20:5n-3 sonbaharda (eylül) artmış, 22:6n-3 ilkbaharın sonlarına doğru azalma göstermiştir. Palmitoleik asit, ilkbaharın sonlarında ve yaz mevsimlerinde artmıştır. Diğer yağ asitlerinden baskın olarak bulunan 16:0 ile 18:1n-9,

18:2n-6, 18:3n-3 ve 20:4n-6'in oranı hem bireyler arasında hem de mevsimler arasında dalgalanmalar göstermiştir (Tablo 11 ve 12).

#### **4.10.6. *S. triostegus* bireylerinin kas total lipitlerindeki yağ asidi içeriğine mevsimin etkisi**

Her iki bireyde ilkbaharın başlangıcı ile yaz ve sonbaharda doymuş yağ asidi yüzdelerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Sonbaharın son dönemleri ile kışın ise PUFA'ler diğer mevsimlere oranla daha yüksek bulunmuştur. Palmitik asit, her iki bireyde sonbaharda artmış, diğer yağ asitlerinde de mevsime bağlı olarak dalgalanmalar saptanmıştır (Tablo13 ve 14).

Çalıştığımız her üç balık türünde de 16:0, yaz ve sonbaharın başlangıcında artmış, 22:6n-3 ise ilkbaharın son döneminde azalmıştır. *C. carpio* ile *S. triostegus*'ta yaz ve sonbahar mevsiminde ΣSFA'lerin yüzdesi artış göstermiştir. *C. carpio* erkekleri ile *S. triostegus*'un her iki bireyinde kışın PUFA, *C. carpio* ve *T. gypus*'ta 20:5n-3, sonbaharda artmıştır.

*C. carpio* ve *T. gypus* ve *S. triostegus*'ta tüm mevsimlerde, SFA içinde 16:0 ve 18:0, MUFA'ler içinde en çok 18:1n-9 ve 16:1n-7, PUFA'ler içinde ise 22:6n-3 saptanmıştır. Yüzde dağılım içinde en çok bulunan yağ asidi çalıştığımız türlere bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Örneğin, *T. gypus*'ta en çok 18:1n-9, *S. triostegus*'ta en çok 16:0 yüzde dağılımda diğer yağ asitlerine oranla en çok bulunan yağ asitleri olmuştur.

Beyşehir Gölü'ndeki sudak balığında, tüm mevsimlerde, PUFA'ler, MUFA ve SFA'ine oranla yüksek bulunmuştur. Oleik asit yüzdesi mevsimden çok fazla etkilenmemiştir. Total yağ asitlerinin % 17.1-23.3 aralığında bulunan DHA miktarı ise mevsime bağlı olarak değişmiştir. Total PUFA'lerin oranı, gonat olgunlaşmasından dolayı kış mevsiminde azalma göstermiştir (Güler ve ark. 2007).

Beyşehir Gölü'ndeki *C. carpio* üzerinde yapılan çalışmada; ilkbahar, yaz ve sonbaharda aşırı doymamış yağ asitlerinin, doymuş yağ asitlerinden daha yüksek miktarda bulunduğu, tüm mevsimlerde 16:0'in yüzde olarak en çok bulunan yağ asidi olduğu, 18:1n-9'in ise başlıca MUFA olduğu belirlenmiştir. Dokosaheksaenoik asit yazın ve kışın; 18:2n-6 ise ilkbahar ve sonbaharda başlıca PUFA idi. Elde edilen veriler, sazanın kasındaki yağ asidi içeriğinin, mevsim ve beslenme periyodundan



etkilendiğini göstermektedir. Kışın sazanlardaki düşük PUFA içeriğinin mevsime bağlı olduğu öne sürülmüştür (Güler ve ark. 2008).

Atatürk Baraj Gölü'ndeki *C. carpio* üzerinde yaptığımız çalışmada, PUFA oranı, Beyşehir Gölü'ndeki *C. carpio*'da (Güler ve ark. 2008) olduğu gibi, ilkbahar, yaz ve sonbaharda değil, her iki bireyde sadece sonbaharın son dönemlerinde, erkek bireylerde ise kışın SFA'lerden yüksek bulunmuştur. Bu veriler, aynı tür dahi olsalar, kimi durumlarda balıkların yağ asidi içeriğinin kantitatif olarak farklı olabileceğini göstermektedir. Bunun nedenleri, balıkların toplandığı yerin farklılığı, besin ve sıcaklık olabilir. Beyşehir Gölü sıcaklığı, Atatürk Baraj Gölü'nden daha düşüktür.

Tatlısu balıklarında DHA miktarları ve bu bileşenin mevsimlere göre dağılımı aynı gölden toplansalar dahi türler arasında farklılık göstermektedir. Örneğin Beyşehir Gölü'ndeki sudak balığında 22:6n-3 oranı mevsime bağlı olarak % 17.1-23.3 arasında değişmiştir. Bu bileşen en çok ilkbaharda en az yaz mevsiminde saptanmıştır (Güler ve ark. 2007). Buna karşılık aynı gölden toplanan *C. carpio*'da DHA oranı mevsime bağlı olarak % 4.32-11.0 arasında değişmiştir. Bu yağ asidi en çok yaz mevsiminde en az sonbaharda tespit edilmiştir (Güler ve ark. 2008).

Çalıştığımız balıklardan *C. carpio*'nun her iki eşeyi ile *T. grypus* ve *S. triostegus*'un dişilerinde DHA yüzdesi, en çok sonbaharda (kasım) bulunmuştur. Bu bileşen, çalıştığımız her üç balık türünde de, ilkbaharın son dönemlerine doğru azalma göstermiştir.

Çalışma materyallerimizden *C. carpio*'da 16:0 oranı, Beyşehir Gölü'ndeki *C. carpio*'da (Güler ve ark. 2008) olduğu gibi, her mevsimde değil, sonbahar, kış ve yaz mevsimlerinde tüm yağ asitleri içinde en fazla oranda bulunmuştur. Beyşehir Gölü'ndeki *C. carpio* (Güler ve ark. 2008), Eğirdir Gölü'nden *V. v. tenella* (Kalyoncu ve ark. 2009) ve birçok tatlısu balığında olduğu gibi, çalıştığımız her üç balık türünde de MUFA'ler içinde 18:1n-9, PUFA'ler içinde ise 22:6n-3 baskın olarak bulunmuştur. Görüldüğü gibi, SFA, MUFA ve PUFA içindeki yüzde dağılımda en fazla bulunan yağ asidi çeşidi balıklar arasında benzerlik göstermektedir.

Çalıştığımız balıklarda PUFA oranı, sudaktaki (Güler ve ark. 2007) gibi kışın değil ilkbaharın ilk dönemleri ile yaz mevsiminde azalmıştır. Bu farklılığın nedeni, üreme döneminin farklı olmasından kaynaklanabilir. Çünkü, sudaklar şubat ayında üreme dönemine girerken, incelediğimiz balıkların üreme dönemi nisan-haziran

aylarıdır. Aşırı doymamış yağ asitlerinde saptanan bu azalma, muhtemelen ilgili bileşenlerin gonat olgunlaşması için kullanılmasından kaynaklanabilir.

*B. p. escherichi* ve *C. c. capoeta*'nın kasında n-3PUFA, n-6PUFA ve EPA+DHA'in miktarları ocak ayında temmuz'a göre daha yüksek bulunmuştur. *B. p. escherichi*'da SFA'lerin, *C. c. capoeta*'da MUFA'lerin miktarı, ocak ayında temmuz ayına göre daha düşük bulunmuştur. Çalışılan türlerde her iki ayda (temmuz ve ocak), MUFA'lerin oranı SFA'lerin oranından daha fazla olarak saptanmıştır. Bu sonuç, tatlısu balıklarıyla yapılan bir çalışmayla uyumlu bulunmuştur (Uysal ve ark. 2008).

Çalışmamızda da *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'ta, daha önceki çalışmada *B. p. escherichi* ve *C. c. capoeta*'nın kasında (Uysal ve ark. 2008) da tespit edildiği gibi n-3PUFA, n-6PUFA ve EPA, DHA'in miktarları ocak ayında temmuz'a göre daha yüksek bulunmuştur. Ocak ayında *C. carpio*'nun her iki bireyinde SFA'ler; *S. triostegus*'un her iki bireyinde MUFA'ler; *T. grypus*'un dişi ve erkek bireylerinde hem SFA'ler hem de MUFA'ler, temmuz ayına göre daha düşük bulunmuştur.

Türkiye'nin ikinci büyük gölü olan Eğirdir Gölü'ndeki *V. v. tenella*'da tüm mevsimlerde MUFA'ler, SFA ve PUFA'lere oranla daha fazla bulunmuştur (Kalyoncu ve ark. 2009).

Çalıştığımız balıklar içinde MUFA içeriği bakımından *V. v. tenella*'ya (Kalyoncu ve ark. 2009) benzeyen *T. grypus*'tur. *T. grypus*'ta analizi yapılan çoğu dönemlerde MUFA içeriği PUFA ve SFA'e oranla daha baskın olarak belirlenmiştir. *S. triostegus*'ta ise SFA içeriği daha fazla bulunmuştur.

#### **4.10.7. *C. carpio* bireylerinin kasındaki total lipidin yağ asidi içeriğine sıcaklığın etkisi**

Çalıştığımız balıkları topladığımız dönemin ortalama sıcaklık değerleri; mayıs 23 °C, temmuz 28 °C, eylül 24 °C, kasım 16 °C, ocak 10 °C ve mart 12 °C.

Sıcak aylarda (mayıs, temmuz, eylül) dişi ve erkek bireylerdeki  $\Sigma$ PUFA miktarında azalış;  $\Sigma$ SFA'lerde ise artış olduğu saptanmıştır. Sıcaklığın azalmaya başlamasıyla doymamış yağ asidi oranının arttığı görülmüştür. Örneğin, su sıcaklığın azalmaya başladığı kasım (16 °C) ayında her iki bireyde, ocak (10 °C) ayında ise erkek bireylerde  $\Sigma$ PUFA oranı daha fazla saptanmıştır. Su sıcaklığının düşük olduğu bir diğer ay olan martta (12 °C) ise daha çok MUFA'ler tespit edilmiştir (Tablo 9 ve 10).

Her iki bireyde doymuş yağ asitlerinden 16:0, sıcaklığın en yüksek olduğu temmuz ve eylül aylarında; aşırı doymamış yağ asitlerinden 20:5n-3 ve 22:6n-3 sıcaklığın nispeten düşük olduğu kasım (16 °C) ayında artmıştır. Palmitik asit, kasım; 20:5n-3, temmuz; 22:6n-3 ise mayıs ayında azalma göstermiştir. Sıcaklığın yüksek olduğu dönemlerde  $\Sigma$ SFA, sıcaklığın düşük olduğu dönemlerde ise  $\Sigma$ PUFA miktarı artmıştır (Tablo 9 ve 10).

#### **4.10.8. *T. grypus*'ta bireylerinin kasındaki total lipidin yağ asidi içeriğine sıcaklığın etkisi**

Su sıcaklığının yüksek olduğu mayıs (23 °C) ve temmuz (28 °C) aylarında her iki bireyde  $\Sigma$ PUFA oranının daha düşük;  $\Sigma$ MUFA'lerin ise yüksek olduğu görülmüştür. Dişi bireylerde sıcaklığın azaldığı dönemlerde (kasım ve ocak)  $\Sigma$ SFA ve 16:0 oranı azalmıştır. Sıcak dönemlerde (mayıs, temmuz ve eylül) ise 16:0 ve buna bağlı olarak,  $\Sigma$ SFA oranı da artmıştır. Soğuk dönemlerde (kasım, ocak ve mart) her iki bireyde de PUFA ve DHA oranı artış göstermiştir (Tablo 11 ve 12).

Dişi balıklarda aşırı doymamış yağ asitlerinden, 18:2n-6 ve 18:3n-3 yüzde oranı, sıcak dönemlerde (temmuz ve eylül) azalırken, sıcaklığın en düşük olduğu dönemde (ocak) artmıştır (Tablo 11). Bu iki bileşenin, yüzde oranlarının arttığı dönemler erkeklerde farklılık göstermiştir. Bu iki yağ asidi dişilerdeki gibi ocak ayında değil, mayıs ayında artış göstermiştir. Ancak 18:2n-6 ve 18:3n-3, dişilerdeki gibi, en sıcak dönemde (temmuz) azalmıştır (Tablo 11).

#### **4.10.9. *S. triostegus* bireylerinin kasındaki total lipidin yağ asidi içeriğine sıcaklığın etkisi**

*S. triostegus*'un dişi ve erkek bireylerinde  $\Sigma$ SFA oranının sıcaklığa bağlı olarak pek fazla değişmediği saptanmıştır. Çünkü dişi bireylerde, mayıs ayı hariç tüm aylarda; erkek bireylerde ise -eylül ve ocak ayı hariç-  $\Sigma$ SFA oranı benzer bulunmuştur. Örneğin dişilerde, sıcaklığın en düşük olduğu ocak ile sıcaklığın en yüksek olduğu temmuz ayında  $\Sigma$ SFA oranı birbirine çok yakın (ocakta % 37.12, temmuzda % 36.58) olarak belirlenmiştir (Tablo 13). Erkek bireylerde  $\Sigma$ PUFA oranı, ocakta en yüksek, temmuzda ise en düşük olarak saptanmıştır (Tablo 14).

Dişilerde 18:1n-9 yüzdesi, ocak ayında temmuz ayına göre düşük bulunmuştur. Ancak erkek bireylerde fark tespit edilmemiştir. Dişilerde kasım (16 °C) ayında

20:4n-6 ve 22:6n-3 oranları temmuz (28 °C) ayına göre yüksek olarak saptanmıştır (Tablo 13).

Araştırdığımız her üç tatlısu balık türünün kas total lipitlerindeki yağ asidi içeriğine sıcaklığın etkisi ile ilgili saptadığımız ortak bulgular; 22:6n-3'in ve dolayısıyla PUFA'lerin soğuk dönemlerde artması, sıcak dönemlerde ise azalmasıdır. Özellikle soğuk aylarda 22:6n-3 in oranının artmasının nedeni, diğer doymamış yağ asitlerine oranla erime sıcaklığının daha düşük olmasıdır. Cyprinidlerden *C. carpio* ile *T. grypus*'ta 16:0 ve buna bağlı olarak  $\Sigma$ SFA yüzdesi sıcak dönemlerde artış, soğuk dönemlerde ise azalma göstermiştir. Ancak *S. triostegus*'ta  $\Sigma$ SFA oranının sıcaklığa bağlı olarak pek fazla değişmediği saptanmıştır. Örneğin dişilerde, sıcaklığın en düşük olduğu ocak ile, sıcaklığın en yüksek olduğu temmuz ayında  $\Sigma$ SFA oranı birbirine çok yakın bulunmuştur. Bu sonuç, balıkların beslenme alışkanlıklardan kaynaklanabilir. *C. carpio* ile *T. grypus* omnivor, *S. triostegus* ise karnivordur.

Daha önce yapılan birçok çalışmada; SFA ve MUFA'lerin sıcak bölge ve mevsimlerde genellikle bol olduğu, PUFA'lerin ise soğuk bölge ve mevsimlerde daha fazla olduğu saptanmıştır (Dutta ve ark. 1985, Skuladottir ve ark. 1990, Dey ve ark. 1993).

Suudi Arabistan'daki balıklar SFA bakımından zengindir (Tawfik 2009). Bu doğaldır. Çünkü sıcak sularda yaşayan balıklarda SFA miktarı yüksektir (Ackman 1989).

Farkas ve ark. (1980), sazanda çevresel sıcaklıktaki azalmaya tepki olarak total lipitlerin doymamışlığının artması olayını birkaç saat içinde gerçekleştiğini ileri sürdüler. Araştırmamızda da benzer sonuçlar bulundu. Dokosaheksaenoik asit ve dolayısıyla PUFA'ler soğuk dönemlerde artmış, sıcak dönemlerde ise azalmıştır. Bir n-3 yağ asidi olan DHA in soğuk dönemlerdeki artışı doğaldır. Bu bileşenin erime noktası düşüktür ve balıkların daha soğuk ortama adaptasyonu sağlanmış olur. Diğer birçok balıkta olduğu gibi, *C. carpio* ile *T. grypus*'ta 16:0 ve buna bağlı olarak  $\Sigma$ SFA yüzdesi sıcak dönemlerde artmıştır.

Düşük sıcaklığa maruz bırakılan balıklarda, doymuş yağ asitlerin yüzde oranı genellikle azalırken, doymamış yağ asitlerin oranı artmaktadır. Bu durumda miktarı artan doymamış yağ asitleri ya tekli doymamış yağ asitleridir ya da çoklu doymamıştır (Malak ve ark. 1989, Wallaert ve Babin 1994, Logue ve ark. 2000). Araştırmamızda,

nispeten soğuk dönemlerde doymamış yağ asitlerinden MUFA'ler değil, sadece PUFA'ler artış göstermiştir. Ancak Uysal ve Aksoylar (2005), sudak ile yaptıkları çalışmada, çoğu çalışmaların aksine, kış mevsiminde PUFA ve n-3 yağ asitlerinin azaldığını saptadılar. Araştırmacılar, PUFA yüzdelerini 10 °C olan mart ayında % 16, 20 °C eylül ayında % 30, 18 °C mayısta % 10 olarak buldular.

#### **4.10.10. *C. carpio* kasındaki total lipidin yağ asidi içeriğine eşeyin etkisi**

Genellikle erkek ve dişi bireylerin yağ asidi dağılımının benzer olduğu bulunmuştur. Örneğin, her iki bireyde temmuz ve eylül dönemlerinde 16:0 ve dolayısıyla SFA; mart ve mayısta 18:1n-9 nedeniyle ΣMUFA oranı; kasım ayında 20:5n-3 ve 22:6n-3 ile birlikte ΣPUFA oranı artmıştır. Ayrıca dişi ve erkek balıklarda ocak ve mart döneminde ΣSFA, kasım ayında ΣMUFA ve temmuz ayında da 20:5n-3 yüzdesi azalmıştır (Tablo 9 ve 10).

#### **4.10.11. *T. grypus* kasındaki total lipidin yağ asidi içeriğine eşeyin etkisi**

Her iki bireyde mayıs, temmuz ve kasım dönemlerinde ΣMUFA oranı; temmuz ayında 16:0; eylül ayında da 20:5n-3 oranında artış görülmüştür. Mayısta 22:6n-3 ve buna bağlı olarak PUFA yüzdesi azalma göstermiştir (Tablo 11 ve 12).

#### **4.10.12. *S. triostegus* kasındaki total lipidin yağ asidi içeriğine eşeyin etkisi**

Her iki eşeyde temmuz, kasım, eylül ve mart döneminde ΣSFA oranı artmış, aynı dönemlerde doymamış yağ asitleri (MUFA ve PUFA) azalmıştır. Palmitik asit oranı, eylül; 18:1n-9 ise temmuz ayında artmıştır (Tablo 13 ve 14).

Verilerimize göre her üç balık türü içinde *C. carpio*'nun dişi ve erkek bireylerinin kas total yağ asidi analizinin birbirine en çok benzediğini söyleyebiliriz.

Daha önce yapılan çalışmada, *P. altivelis*'in erkek ve dişi balıkları arasında SFA, MUFA ve PUFA bakımından herhangi bir fark görülmemiştir. Yağ asidi kompozisyonu bakımından da iki eşeyde fark saptanmamıştır (Jeong ve ark. 2000).

Sudakta, yağ asitleri oranı ve yağ asidi sınıfları (SFA, MUFA, PUFA, n-3 ve n-6) eşeyler arasında farklı bulunmamıştır (Uysal ve Aksoylar 2005).

*C. trutta*'nın erkek bireylerinin kas dokusunda, uzun zincirli bireysel yağ asitleri ve total miktarları ağustos ayında azalma göstermesine rağmen, dişi bireylerdeki gibi düzenli bir şekilde gözlenmemiştir. Bunun başlıca nedenleri, eşeysel özelliklerden kaynaklanabilir (Konar ve ark. 1999). Aynı türün dişi ve erkek bireylerinin fizyolojik

olaylara karşı gösterdiği adaptasyonlar değişebilir (Gallagher ve ark. 1991, Özdemir 1996).

Sonbaharda, 1200-3200 g gelen aynı yaştaki *C. carpio* yağ asidi içeriği erkek ve dişide farklı bulunmamıştır (Geri ve ark. 1995).

Mogan Gölü'nden toplanan *C. carpio*'da, total iki çift bağ içeren doymamış yağ asitleri her iki eşeyde hemen hemen aynı seviyede bulunmuştur (dişide % 7.71 erkekte % 7.83). Bunun yanında total aşırı doymamış yağ asitleri yüzdesinin dişilerde daha fazla olması (% 15.14 erkekte % 11.54) yumurta yapımında kullanılmaları nedeniyle (Akpınar 1987b). Bu çalışma verileriyle dişi ve erkek *C. carpio*'ların kas dokusu yağ asidi bileşiminin kantitatif yönden farklı olmadığı saptanmıştır.

Yaptığımız çalışmada da *C. carpio*'da erkek ve dişi bireylerde kas total yağ asidi içeriği farklı bulunmamıştır. Çünkü,  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA'ler ile bireysel yağ asitlerinden 16:0, 18:1n-9, 20:5n-3 ve 22:6n-3 yağ asitlerinin değişik dönemdeki dağılımlarının benzer oldukları saptanmıştır.

#### **4.11. *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus* Kas Total Lipitlerinde N-3/n-6 Oranı**

*C. carpio* dişi bireylerinde n-3/n-6 oranı 1.15 (mart)-2.50 (ocak) arasında değişmiştir (Tablo 9). Bu oran, mart ayında 1.15, mayısta 1.69, temmuzda 1.53, eylülde 1.42, kasımda 2.05, ocakta 2.50 olarak bulunmuştur. Erkeklerde, 1.27 (ocak)-2.16 (eylül) arasında saptanmıştır (Tablo 10). Mart ayında 1.65, mayısta 1.77, temmuzda 1.86, eylülde 2.16, kasımda 1.53, ocakta 1.27 olarak belirlenmiştir. Görüldüğü gibi n-3/n-6 oranı, aynı türün erkek ve dişi bireyleri arasında dönemler bakımından farklılık göstermektedir. Örneğin, dişilerde n-3/n-6 oranı en yüksek ocak ayında saptanırken, erkek bireylerde bu dönemde en düşük değer kaydedilmiştir.

*T. grypus* dişilerinde n-3/n-6 oranı 2.38 (mart)-4.01 (kasım) arasında değişmiştir. Mart ayında 2.38, mayısta 2.57, temmuzda 3.57, eylülde 3.61, kasımda 4.01, ocakta 3.03 olarak bulunmuştur (Tablo 11). Erkek bireylerde 2.20 (mayıs)-4.05 (kasım) arasında tespit edilmiştir. Mart ayında 2.51, mayısta 2.20, temmuzda 3.79, eylülde 2.37, kasımda 4.05, ocakta 2.65 olarak belirlenmiştir (Tablo 12).

*T. grypus*'un her iki eşeyinin n-3/n-6 oranı bakımından, benzer oldukları görülmektedir. Çünkü her iki bireyde de en düşük n-3/n-6 oranı ilkbahar döneminde, en

yüksek oran ise kasım ayında saptanmıştır. Diğer aylardaki oranlar birbirine yakın bulunmuştur (Tablo 11 ve 12).

*S. triostegus* dişilerinde n-3/n-6 oranı 1.82 (mart)-2.61 (temmuz) arasında değişmiştir. Mart ayında 1.82, mayısta 2.32, temmuzda 2.61, eylülde 2.56, kasımda 2.23, ocakta 2.31 olarak bulunmuştur (Tablo 13). Erkek bireylerinde 1.95 (eylül)-2.60 (temmuz) arasında saptanmıştır. Mart ayında 2.51, mayısta 2.20, temmuzda 3.79, eylülde 2.37, kasımda 4.05, ocakta 2.65 olarak belirlenmiştir (Tablo 14).

*S. triostegus*'un erkek ve dişilerinde n-3/n-6 oranı temmuz ve ocak ayında hemen hemen aynı bulunmuştur. Bu oran her iki bireyde de mart ayından temmuz ayına kadar artış göstermiştir. Temmuz ayında en yüksek değer belirlenmiştir (Tablo 13 ve 14).

Atatürk Baraj Gölü'nden topladığımız tatlısu balıklarından n-3/n-6 oranının türler arasında farklı olduğu tespit edilmiştir. *C. carpio*'da bu oranın, erkek ve dişilerde de farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Her üç balık türü arasında en yüksek n-3/n-6 oranı *T. grypus*'tan elde edilmiştir. Bu bulgu, balığın diğer incelenen iki türe oranla besleyici değerinin daha fazla olduğunu göstermektedir. Her üç balığın dişi bireylerinde en düşük n-3/n-6 oranı mart ayında saptanmıştır. Ancak bu oranın en yüksek olduğu dönemler, incelediğimiz balık türleri arasında farklılık göstermiştir. Örneğin, *T. grypus*'un her iki eşeyinde en yüksek oran kasım, *S. triostegus*'ta temmuz ayında bulunmuştur.

Lipitlerdeki 18:2n-6, 20:3n-6, 20:4n-6 gibi yağ asitlerinin toplam yüzdesi n-6'yı, 18:3n-3, 20:5n-3, 22:5n-3 ve 22:6n-3 gibi bileşenler ise n-3'ü oluşturmaktadır.

İnsan vücudundaki birçok metabolik fonksiyonlar göz önünde bulundurulduğunda, bireysel yağ asitlerinin alım düzeylerinden ziyade, n-6 ve n-3 PUFA'lerin alımını arasındaki denge daha önemlidir. Yapılan deneysel çalışmalar, besinsel olarak n-6'nın fazla, n-3'ün ise az oranda alınmasının; kanser, koroner kalp hastalıkları ve serebrovasküler hastalıklar için başlıca risk faktörü olduğunu ortaya koymuştur (Ulbricht ve Southgate 1991, Kris-Etherton ve ark. 2002, Calder 2004). Simopoulos (1989), n-3/n-6 oranının 1:1 olmasını önermektedir.

İnsanlar için besinlerdeki n-6/n-3 PUFA'lerin oranının yaklaşık olarak 1 olması önerilir, oysa ki günümüzde batılı beslenme tarzında bu oran 15/1'dir. Bu değer yüksek olması, kardiyovasküler ve inflamatör hastalıklara neden olur (Simopoulos

1991). Yapılan çalışmalarda balık yağlarının besinsel değerinin ortaya konmasında n-3/n-6 oranı kullanılmaktadır. Çünkü bu değer, balık yağlarının besinsel değerini karşılaştırmak için iyi bir indekstir (Piggott ve Tucker 1990).

Ackman (1967) ve Standsby (1967), tatlısu balıklarında bu oranın 1.7-3.5; Wang ve ark. (1990) ise 0.5-3.8 aralığında olduğunu belirttiler.

Yunanistan'da yapılan bir çalışmada sekiz tatlı su balığında n-3/n-6 oranı 1.2 ile 2.9 arasında bulunmuştur (Aggelousis ve Lazos 1991).

Tatlısu balıkları içerisinde, alabalıklar n-3 yağ asitlerini fazla oranda içerdikleri için, n-3/n-6 oranları diğer tatlısu balıklarına oranla yüksek olmaktadır. Örneğin, Tohma Nehri'nde yaşayan erkek ve dişi *S. t. macrostigma*'nın erkek bireylerinde bu oran 2.59; dişilerde ise 2.26 olarak tespit edilmiştir (Akpınar ve ark. 2009).

#### **4.12. Tropikal Balıklarda N-3/n-6 Oranı**

Tropikal bölgelerde yaşayan balıklarda, n-3/n-6 oranının düşük olduğu göze çarpmaktadır. Malezya'da yirmi tatlısu balık türünün çoğunda bu oran 1'den daha az (*O. mossambicus*'ta 1.26; *A. mauritiana*'ta 0.68; *C. carpio*'da 0.17; *C. grapienus*'da 0.05) olduğu belirlenmiştir (Rahman ve ark. 1995).

Etiyopya'da sekizi tropikal olmak üzere toplam elli tatlısu balığında n-3/n-6 oranı 1.1-7.6 arasında değişmiştir (Zenebe ve ark. 1998). Andrade ve ark. (1995), n-6/n-3 oranını Brezilya'da çalıştıkları tatlısu balıklarında 0.24-0.40 arasında bulmuşlardır. Afrika'da tatlısu balıklarından *C. gariepinus*'ta n-3/n-6 oranı, 0.39 *T. zillii*'de 2.70 olarak belirlenmiştir (Osibona ve ark. 2009b). Bu veriler, balıklardaki n-3/n-6 oranına coğrafik bölgenin etki ettiğini göstermektedir.

#### **4.13. Cyprinidlerde N-3/n-6 Oranı**

Sazan türlerinde n-3/n-6 oranı 2-3 (Steffens ve Wirth 2005), Avrupa Cyprinid türlerinde 0.6-3.7 (Sykora ve Valenta 1979, Vacha ve Tvşzicka 1994) arasında değişmiştir.

Atatürk Baraj Gölü'nden kasım ayında toplanan dişi *C. trutta*'da n-3/n-6 oranı 4.71 (Kaçar ve ark. 2010a), *C. regium*'da da 2.89 olarak bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010b). Hindistan sazanlarının  $\omega_3/\omega_6$  oranı 1 ve 2 aralığında değişmiştir (Ackman ve ark. 2002).



Dicle Nehri'ndeki Cyprinidlerden *A. mossulensis*'te n-3/n-6 oranı 0.39, *C. regium*'da 3.53, *B. rajonorum*'da 2.61, *C. luteus*'ta 1.11, *L. lepidus*'ta 2.31, *A. marmid*'da 1.04, *C. macrostomus*'ta 2.99 olarak belirlenmiştir (Cengiz ve ark. 2010).

Çalışmamızda da Cyprinidlerden *C. carpio*'da mevsime bağlı olarak n-3/n-6 oranı dişilerde 1.15-2.50, erkeklerde, 1.27-2.16; *T. grypus* dişilerinde 2.38-4.01, erkeklerde 2.20-4.05 olarak bulunmuştur. Bu veriler diğer Cyprinid türleri ile birçok tatlısu balığından elde edilenlere uygunluk göstermektedir.

Bir diğer çalışma materyalimiz olan ve Siluridae familyasından *S. triostegus*'ta n-3/n-6 oranı dişi bireylerde 1.82-2.61, erkeklerde 1.95-2.60 arasında saptanmıştır. Cengiz ve ark. (2010), daha önce yaptıkları çalışmada Dicle Nehri'nden ocak ayında topladıkları dişi *S. triostegus*'ta bu oranı 2.50 olarak tespit etmişlerdir.

Aynı yerden -Atatürk Baraj Gölü'nden- toplanan, omnivor beslenme özelliğine sahip iki Cyprinid türünden *C. carpio* ile *T. grypus*'ta n-3/n-6 oranının farklı olduğu belirlenmiştir. N-6PUFA'lerden 18:2n-6 ve n-3PUFA'lerden 18:3n-3, balıklar tarafından sentezlenmeyen ve dışarıdan alınan bileşenlerdir. Balıklar, besinle aldıkları 18:2n-6'ten, diğer n-6 yağ asitleri olan 20:3n-6 ve 20:4n-6; 18:3n-3'ten ise 20:5n-3, 22:5n-3 ve 22:6n-3 gibi bileşenleri sentezleyebilirler. Aynı bölgeden toplanan, aynı beslenme özelliğine sahip olan türlerde n-3/n-6 oranının farklı olması, balıklarda bu bileşenleri sentezleme yeteneğinin farklı olduğunu göstermektedir. Ayrıca elde ettiğimiz verilere dayanarak, kimi türlerde bu sentez yeteneğinin aynı türün erkek ve dişi bireylerinde de farklı olabileceğini söyleyebiliriz.

Balıklardaki n-3/n-6 oranına yumurtlama ve mevsim dışında (Güler ve ark. 2007), balığın doğal veya kültür olması (besin), balığın yaşadığı su ortamı yani deniz veya tatlısu balığı olması ve yukarıda değinildiği gibi coğrafik bölge etki etmektedir. Doğal balıkların n-3/n-6 oranı, kültür balıklarınkinden yüksektir (van Vliet ve Katan 1990).

#### **4.14. Deniz ve Tatlısu Balıklarında N-3/n-6 Oranı**

Desaturaz (doymamışlık derecesinin artırılması) enzim aktivitesi ve zincir uzaması (elongasyon) reaksiyonları, deniz balıklarına göre tatlı sularda n-3PUFA'ı düşürürken n-6PUFA'ı yükseltmekte ve dolayısıyla tatlısu balıklarında n-3/n-6 oranı karakteristik olarak deniz balıklarından daha düşük çıkmaktadır (Borlongan ve Benitez 1992).

Henderson ve Tocher (1987), tatlısu balıklarında total lipitlerin n-3/n-6 oranının çoğunlukla 0.5-3.8, deniz balıklarında da 4.7-14.4 olduğunu belirttiler. Fakat kimi çalışmalarda, tatlısu balıklarının önemli oranda n-3PUFA içerdikleri belirlenmiştir (Agren ve ark. 1987). Örneğin, Turna balığında n-3/n-6 oranı 8-9 olarak bulunmuştur (Ahlgren ve ark. 1994).

Stokholm'un kuzey kısmında haziran-ağustos 1991 yılında on sekiz türe ait elli altı balık örneğinde n-3 yağ asitlerinin miktarı n-6'lerden oldukça fazla belirlenmiştir (Ahlgren ve ark. 1994).

#### 4.15. N-3/n-6 Oranına Mevsimin Etkisi

*C. carpio*'nun n-3/n-6 oranına mevsimin etkisiyle ilgili yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar bulunmuştur. Örneğin, Çek Cumhuriyeti'nde sazanın kas dokusunda n-3/n-6 oranı ilkbaharda 1.34, yazın 0.95, sonbaharda 0.92, kışın 0.77 (Kminkova ve ark. 2001); Beyşehir Gölü'nden toplanan *C. carpio*'da kışın 1.0 olan n-3/n-6 oranının ilkbahar, sonbahar ve yazın 0.5'e düştüğü belirtilmiştir (Güler ve ark. 2007). Çek Cumhuriyeti'nden toplanan *C. carpio*'da en düşük n-3/n-6 oranı kışın; Beyşehir Gölü'nden toplanan *C. carpio*'da ise bu dönemde en yüksek oran saptanmıştır. Çalışmamızda *C. carpio*'dan elde ettiğimiz veriler, daha çok Güler ve arkadaşlarınıninkine (2007) benzemektedir.

*B. p. escherichi*, *C. c. capoeta* ve *R. rutilus* balıklarında n-6/n-3 oranı tüm türlerde 0.60'dan daha düşük saptanmıştır. *C. c. capoeta*'da ocak ayında 0.36 ile en düşük değer tespit edilmiştir. *B. p. escherichi*'de n-6/n-3 oranı her iki ayda 0.37, *C. c. capoeta*'da temmuzda 0.44 ocakta 0.37 *R. rutilus*'da temmuzda 0.52 ocakta 0.56 olarak belirlenmiştir (Uysal ve ark. 2008).

Eğirdir Gölü'ndeki sudakta, n-6/n-3 oranı Mayıs ayında 1.23, diğer aylarda ise 0.46-0.79 (Uysal ve Aksoylar 2005), Beyşehir Gölü'ndeki sudakla ilgili yapılan bir diğer çalışmada ise ilkbaharda 1.49, sonbaharda 1.45, kışın 1.22, yazın ise 0.72 (Güler ve ark. 2007) olarak bulunmuştur.

İki farklı su kaynağından toplanan *C. c. umbla*'da n-3/n-6 oranı farklı bulunmuştur. Örneğin, n-3/n-6 oranı, Tuzla Çayı'ndaki *C. c. umbla*'da en düşük yaz mevsiminde 0.37, en yüksek sonbaharda 1.14, Tercan Barajı'nda ise en düşük sonbaharda, 0.48, en yüksek ilkbaharda, 0.71 olarak tespit edilmiştir (Aras ve ark. 2009).

Eğirdir Gölü'ndeki *V. v. tenella*'nın kasında n-3/n-6 oranı ilkbaharda 1.4, yazın 1.5, sonbaharda 1.2, kışın 1.4 olarak belirlenmiştir (Kalyoncu ve ark. 2009).

Çalışmamızda her üç balık türünün dişi bireylerinde en düşük n-3/n-6 oranı mart ayında saptanmıştır. Bunun nedeni, n-3PUFA'lerin yumurtlama öncesi ve gonatların olgunlaştığı dönemde üremede kullanılmalarından kaynaklanabilir. En yüksek değerinde elde edildiği dönem ise farklılık göstermektedir. *T. grypus*'un her iki eşeyinde en yüksek oran, kasım (sonbaharın son dönemi); *S. triostegus*'ta ise temmuz (yaz mevsimi) ayında tespit edilmiştir. Bu veriler, balıklardaki n-3/n-6 oranına mevsimin etkisinin genellikle farklı olduğunu göstermektedir.

#### 4.16. N-3/n-6 Oranına Besinin Etkisi

Diatomeler; 20:5n-3 bakımından zengindirler. Bu nedenle balık yağlarındaki 20:5n-3 ve 22:6n-3 oranları besine bağlıdır (Sargent 1997).

Elli altı tatlısu balık örneğinin incelendiği çalışmada, en yüksek n-3/n-6 oranı 8-9 ile Turna balığında saptanmıştır. Yılan balıklarında ise n-3/n-6 oranı 1.1-1.8 arasında olup oldukça düşüktür. Yüksek n-3/n-6 oranına sahip olan balıklar genellikle karnivor olanlardır (Ahlgren ve ark. 1994).

Sudaklar, karnivor balıklardır ve karnivorlar zincir elongasyon ve desaturasyonu tamamlayan diğer balıkları tükettiklerinden dolayı uzun zincirli n-3PUFA'ler bakımından zengin, fakat linolenik asit bakımından fakirdirler (Güler ve ark. 2007). Karnivor balıklar, n-3PUFA'leri besinden hazır olarak alırlar.

Ancak çalışmamızda, en yüksek n-3/n-6 oranı karnivor bir balıkta değil omnivor olan *T. grypus*'ta saptanmıştır. Örneğin, karnivor beslenme özelliğine sahip *S. triostegus*'ta n-3/n-6 oranı dişilerde 1.82-2.61; erkek bireylerinde 1.95-2.60; omnivor beslenen *T. grypus* dişilerinde 2.38-4.01; erkek bireylerde 2.20-4.05 arasında bulunmuştur.

Fitoplanktonların miktarı mart ayında fazladır. Balıkların besinlerini oluşturan su algleri havaların ısınmaya başladığı ilkbahar (mart) ve sonbahar mevsimlerinde maksimum seviyeye ulaşırlar, kış döneminde ise su güneş ve hava sıcaklığının uygun olmayışından dolayı alg miktarı azalır.

Fitoplankton ve zooplanktonlarla beslenen sazanlar, n-3PUFA bakımından zengindirler. Fakat bu balıkların önemli miktarda AA içerdiği de belirlenmiştir. (Steffens ve ark. 1993). Fitoplanktonlar, n-3 ve n-6 serisi yağ asitlerinin orijinal

kökenidirler ve bu nedenle, balığın yağ asidi kompozisyonu, besinin lipit içeriğinden önemli ölçüde etkilenir.

Araştırmamızdan elde edilen sonuçlar, omnivor beslenme özelliğine sahip olan Cyprinidlerin önemli derecede n-3/n-6 oranına sahip olduğunu göstermektedir.

Balıklarda, n-3/n-6 oranı türler arasında farklılık gösterir. Örneğin, aynı yem kullanılarak yetiştirilen *S. alpinus*, *S. t. fario*, *O. mykiss*'in kas dokularındaki n-3/n-6 oranı, *O. mykiss*, 1.58, *S. alpinus* 1.27 ve *S. t. fario* 0.95 olarak belirlenmiştir (Haliloğlu ve ark. 2002).

#### **4.17. *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'un Kas Lipitlerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Yağ Asidi İçeriği**

*C. carpio*'nun her iki eşeyinin kas PL fraksiyonunda SFA'lerden 16:0 % 20.75-27.07, 18:0 % 5.04-11.24, MUFA'lerden 18:1n-9 % 11.64-20.43, 16:1n-7 % 3.70-9.00, PUFA'lerden 20:4n-6 % 7.10-13.28, 20:5n-3 % 5.41-11.63, 22:6n-3 % 11.02-20.18; TAG fraksiyonunda 16:0 % 21.26-33.69, 18:0 % 1.92-6.88, 18:1n-9 % 16.40-35.61, 16:1n-7 % 6.35-18.41, 20:4n-6 % 1.01-3.96, 20:5n-3 % 2.59-6.68, 22:6n-3 % 2.13-8.11 (Tablo 15-18); *T. grypus*'un her iki eşeyinin kas PL fraksiyonunda 16:0 % 17.25-24.11, 18:0 % 8.67-15.58, 18:1n-9 % 16.18-22.63, 16:1n-7 % 1.34-5.07, 20:4n-6 % 8.40- 13.32, 20:5n-3 % 3.69- 6.19, 22:6n-3 % 19.27-27.01, TAG fraksiyonunda 16:0 % 21.76-26.98, 18:0 % 2.63-5.71, 18:1n-9 % 28.90-38.14, 16:1n-7 % 5.83-9.63, 20:4n-6 % 1.80-3.38, 20:5n-3 % 2.27-5.45, 22:6n-3 % 6.74-13.34 (Tablo 19-22); *S. triostegus*'un her iki eşeyinin kas PL fraksiyonunda 16:0 % 20.39-25.37, 18:0 % 6.50-11.38, 18:1n-9 % 17.56-23.22, 16:1n-7 % 2.27-5.58, 20:4n-6 % 8.00-11.75, 20:5n-3 % 4.83-9.53, 22:6n-3 % 11.58-18.80; TAG fraksiyonunda 16:0 % 22.58-32.61, 18:0 % 3.65-6.76, 18:1n-9 % 23.33-31.80, 16:1n-7 % 6.67-13.59, 20:4n-6 % 0.65-3.21, 20:5n-3 % 2.12-6.02, 22:6n-3 % 4.12-8.55 (Tablo 23-26) aralığında tespit edilmiştir.

##### **4.17.1. *C. carpio* bireylerinin kas lipitlerinin fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi içeriği**

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*'nun kas PL fraksiyonunda mevsime bağlı olarak yağ asitlerinin değişimi eşeyler arasında farklılık göstermiştir. Total SFA oranı dişi bireylerde % 30.40-39.12; erkeklerde % 29.82-38.35;  $\Sigma$ MUFA dişilerde % 16.74-30.55; erkeklerde % 16.60-27.90;  $\Sigma$ PUFA dişilerde % 38.61-46.24;

erkeklerde % 40.41-49.62 arasında bulunmuştur (Tablo 15 ve 16). Her iki bireyde  $\Sigma$ SFA oranı, üreme öncesi ve gonatların olgunlaştığı dönem olan mart ayında azalma göstermiştir. Dişilerde üreme sonrası dönem olan eylül ayında (Tablo 15), erkeklerde ise temmuz ayında artmıştır (Tablo 16). Total MUFA oranı, dişilerde üremeden hemen önceki dönem olan mart ayında artmış, temmuz ayında ise azalmıştır (Tablo 15). Erkeklerde ise eylülde azalan bu bileşenler mayıs ayında en yüksek seviyeye ulaşmıştır (Tablo 16). Dişilerde ocak ayında düşen PUFA, temmuz ayında en yüksek seviyeye ulaşmıştır (Tablo 15). Erkeklerde ise eylül ve kasımda artan PUFA, temmuzda azalma göstermiştir (Tablo 16). Her iki bireyde analiz yapılan tüm dönemlerde  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA arasında yüzde olarak en çok PUFA bulunmuştur. Her iki eşeyde 16:0'in dönemler arasında fazla değişim göstermediği belirlenmiştir (Tablo 15 ve 16). Bu bileşenin oranı dişilerde eylül ve kasım ayında, erkeklerde ise temmuz ayında, diğer aylara oranla artmıştır. Oleik asit, dişilerde mart, erkeklerde mayıs ayında artma göstermiştir. Her iki bireyde 20:4n-6 oranı eylül ayında artmış, mayısta ise azalmıştır (Tablo 15 ve 16). Eikosapentaenoik asit oranı, dişilerde mayıs, erkeklerde kasım ayında; 22:6n-3, dişilerde temmuzda, erkeklerde de martta yüksek olarak saptanmıştır (Tablo 15 ve 16).

*C. carpio*'nun kas PL fraksiyonunda n-3/n-6 oranı dişilerde 1.51 (mart)-3.10 (temmuz); erkeklerde 1.32 (ocak)-2.25 (mart) aralığında belirlenmiştir (Tablo 15 ve 16).

Balığın kas TAG fraksiyonunda,  $\Sigma$ SFA oranı dişi bireylerde % 28.29-48.24; erkeklerde % 32.41-47.58;  $\Sigma$ MUFA dişilerde % 30.30-52.19; erkeklerde % 31.19-45.49;  $\Sigma$ PUFA dişilerde % 17.96-24.24; erkeklerde % 21.21-29.81 aralığında belirlenmiştir (Tablo 17 ve 18). Dişilerde SFA oranı üremeden hemen önceki mart döneminde azalma, eylül ayında ise artış göstermiştir (Tablo 17). Erkek bireylerde ise mayıs ayında azalma temmuz ayında artış saptanmıştır (Tablo 18). Total MUFA oranı, her iki bireyde mayıs ayında artarken, eylül ayında azalmıştır. İki eşeyde de kasımda artış gösteren  $\Sigma$ PUFA, dişilerde mart ayında, erkeklerde ise temmuzda azalmıştır. Doymuş yağ asitlerinden 16:0, her iki eşeyde eylül ayında artarken, mayıs ayında azalma göstermiştir. Oleik asit, mayıs ayında artıp, eylül ayında azalmıştır. Arakidonik asit, dönemler arasında pek farklılık göstermemiştir. Her iki bireyde eylül, kasım dönemlerinde artma, mayıs ve temmuzda da azalma görülmüştür. Eikosapentaenoik

asit, diřilerde mayıs ve temmuz aylarında, erkeklerde kasımda artarken, 22:6n-3, diřilerde kasım ve martta, erkeklerde mayıs ve ocak aylarında dūřmūř; diřilerde temmuzda, erkeklerde mart ayında yūkselmiřtir (Tablo 17 ve 18).

*C. carpio*'nun kas TAG fraksiyonunda n-3/n-6 dişilerde 0.97 (mart)-2.85 (kasım); erkeklerde de 0.87 (temmuz)-1.46 (mart) aralığında bulunmuştur (Tablo 17 ve 18).

Doymuř yaę asitleri oranının dişilerde mart ayında azalma; dişilerde eylūl, erkeklerde temmuz ayında artış gōstermesi, ΣMUFA oranının erkeklerde eylūl ayında azalıp mayıs ayında artması, ΣPUFA oranının erkeklerde temmuz ayında azalması, her iki fraksiyonda ortak olarak bulunan bulgulardır. Fosfolipit ve TAG'de bireysel yaę asitleri bakımından saptanan başlıca sonuğlar; dişilerde 16:0'in eylūl ayında artması, 18:1n-9'in erkeklerde mayısta artması, PUFA'lerden 20:4n-6'in mayıs ayında azalması, eylūl ayında artması, 20:5n-3'in dişilerde temmuz ayında, erkeklerde kasım ayında artması, 22:6n-3'in dişilerde temmuz, erkeklerde mayıs ayında artmış olmasıdır. Her iki fraksiyondaki farklılıklar ise ęoktan aza doğru sıralama, PL fraksiyonunda PUFA, SFA ve MUFA olarak sıralanırken, TAG'de temmuz ve eylūl aylarında en ęok SFA, diğer aylarda MUFA daha baskın bulunmuştur. Bu fraksiyonlarda en az PUFA saptanmıştır. Triaęilgliserol fraksiyonunda PL'e oranla 14:0, 16:0, 16:1n-7, 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3; PL'de ise TAG'e oranla 18:0, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:6n-3 daha fazla yūzdede bulunmuştur. Her iki bireyde PL'deki n-3/n-6 oranı TAG'deki orana gōre yūksek belirlenmiştir.

Tablo 15: Dişi *C. carpio*'nun kas fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.98±0.09a	1.34±0.13a	0.53±0.03c	1.04±0.15a	0.80±0.08a	1.07±0.16a
15:0	0.63±0.05a	0.88±0.07ab	1.03±0.12b	1.21±0.13b	1.06±0.14b	0.72±0.06a
16:0	23.31±1.12a	23.45±1.12a	27.07±1.40b	26.02±1.34b	24.67±1.22a	22.80±1.10a
17:0	0.33±0.03a	0.32±0.03a	0.32±0.02a	0.52±0.04b	0.90±0.09c	0.77±0.07bc
18:0	10.89±0.97a	10.95±0.99a	10.17±0.96a	8.73±0.82a	8.51±0.82a	5.04±0.57b
<b>ΣS.F.A</b>	<b>36.14±1.46a</b>	<b>36.94±1.47a</b>	<b>39.12±1.65b</b>	<b>37.52±1.52ab</b>	<b>35.94±1.42a</b>	<b>30.40±1.41c</b>
16:1n-7	5.76±0.46a	4.01±0.38a	5.38±0.51a	6.30±0.57a	6.06±0.56a	9.00±0.88b
18:1n-9	16.48±1.08a	12.22±1.04b	15.4±1.07a	12.77±1.04b	17.66±1.09a	20.01±1.10c
20:1n-9	0.50±0.03a	0.51±0.03a	0.16±0.06b	0.93±0.09c	1.65±0.16d	1.54±0.15d
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>22.74±1.12a</b>	<b>16.74±1.08b</b>	<b>20.94±1.10a</b>	<b>20.00±1.11a</b>	<b>25.37±1.32a</b>	<b>30.55±1.41c</b>
18:2n-6	2.50±0.21a	1.50±0.15b	2.92±0.28a	3.18±0.30a	1.74±0.17b	3.86±0.35a
18:3n-3	0.40±0.02a	0.34±0.03a	1.26±0.12b	0.62±0.06ac	0.77±0.05c	0.70±0.06c
20:2n-6	0.57±0.05a	0.67±0.07a	0.59±0.03a	0.48±0.03a	0.12±0.01b	0.60±0.05a
20:3n-6	0.45±0.04a	0.55±0.06a	0.22±0.01b	0.51±0.05a	0.37±0.04a	0.84±0.08c
20:4n-6	7.10±0.70a	8.55±0.81a	10.12±0.95b	11.28±0.99b	10.3±0.99b	10.21±0.99b
20:5n-3	10.14±0.10a	9.53±0.90a	6.19±0.61b	8.91±0.81a	5.41±0.51b	6.06±0.61b
22:5n-3	4.29±0.41a	4.92±0.41a	3.78±0.32a	3.74±0.32a	3.09±0.30a	3.17±0.30a
22:6n-3	15.58±1.07a	20.18±1.01b	14.79±1.06a	13.66±1.03a	16.81±1.08a	13.53±1.03a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>41.03±1.85a</b>	<b>46.24±1.89b</b>	<b>39.87±1.84a</b>	<b>42.38±1.85a</b>	<b>38.61±1.83a</b>	<b>38.97±1.82a</b>
ω3	30.41±1.41a	34.97±1.43b	26.02±1.34c	26.93±1.34c	26.08±1.34c	23.46±1.13c
ω6	10.62±0.96a	11.27±0.99a	13.85±1.05ab	15.45±1.07b	12.53±1.04a	15.51±1.07b
ω3/ω6	2.86	3.10	1.87	1.74	2.08	1.51

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 16: Erkek *C. carpio*'nun kas fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.44±0.07a	0.99±0.05b	0.45±0.03a	1.68±0.12c	0.86±0.07b	0.70±0.05b
15:0	0.27±0.01a	1.12±0.11b	0.71±0.06c	0.76±0.08c	0.69±0.04c	0.88±0.03c
16:0	20.90±1.11a	25.08±1.22a	20.97±1.12a	21.15±1.10a	20.75±1.13a	22.93±1.11a
17:0	0.79±0.05a	0.39±0.03b	0.33±0.02b	0.81±0.06a	1.47±1.14c	0.93±0.08a
18:0	7.42±0.71a	10.77±0.95b	11.24±0.99b	7.23±0.72a	9.69±0.95b	6.49±0.61a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>29.82±1.20a</b>	<b>38.35±1.53b</b>	<b>33.70±1.22c</b>	<b>31.63±1.21ac</b>	<b>33.46±1.22c</b>	<b>31.93±1.21ac</b>
16:1n-7	5.63±0.50a	5.59±0.52a	3.70±0.31b	4.32±0.44ab	4.58±0.40ab	4.03±0.45b
18:1n-9	20.43±1.10a	14.78±1.06b	11.64±0.99b	13.05±1.03b	17.88±1.09a	14.44±1.06b
20:1n-9	1.84±0.11a	0.78±0.05b	1.26±0.10a	1.76±0.11a	1.54±0.11a	1.27±0.10a
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>27.90±1.33a</b>	<b>21.15±1.10b</b>	<b>16.60±1.08c</b>	<b>19.13±1.09b</b>	<b>24.00±1.14a</b>	<b>19.74±1.10b</b>
18:2n-6	6.21±0.68a	3.98±0.32b	3.94±0.30b	4.41±0.44b	6.87±0.63a	2.52±0.21c
18:3n-3	0.36±0.02a	0.52±0.03b	1.13±0.11c	0.62±0.04b	0.51±0.03b	0.79±0.08bc
20:2n-6	0.21±0.01a	0.25±0.01a	1.15±0.10b	0.81±0.07b	0.83±0.05b	0.35±0.02a
20:3n-6	0.81±0.06a	0.44±0.03b	0.73±0.05a	0.97±0.08a	0.76±0.05a	0.59±0.06b
20:4n-6	9.70±0.99a	9.91±0.99a	13.28±1.03b	11.54±1.01b	9.78±0.93a	11.34±1.01b
20:5n-3	7.78±0.70a	6.64±0.60a	6.31±0.62a	11.63±1.01b	7.54±0.71a	8.92±0.83a
22:5n-3	5.52±0.50a	3.19±0.32b	5.13±0.53a	4.06±0.47ab	5.14±0.58b	4.21±0.44ab
22:6n-3	11.59±0.99a	15.48±1.06b	17.95±1.09b	15.10±1.06b	11.02±0.99a	19.51±1.09b
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>42.18±1.56a</b>	<b>40.41±1.55a</b>	<b>49.62±1.67b</b>	<b>49.14±1.67b</b>	<b>42.45±1.53a</b>	<b>48.23±1.66b</b>
ω3	25.25±1.32a	25.83±1.32a	30.52±1.20b	31.41±1.21b	24.21±1.14a	33.43±1.22b
ω6	16.93±1.05a	14.58±1.06a	19.10±1.09a	17.73±1.04a	18.24±1.08a	14.80±1.03a
ω3/ω6	1.49	1.77	1.59	1.77	1.32	2.25

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.



Tablo 17: Dişi *C. carpio*'nun kas triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.02±0.01a	0.29±0.02b	0.53±0.04c	-	-	-
12:0	0.09±0.05a	0.38±0.02b	0.42±0.03b	-	0.10±0.03a	0.02±0.01c
13:0	0.11±0.02a	0.75±0.08b	0.37±0.02c	0.61±0.05b	-	-
14:0	3.20±0.31a	4.08±0.41a	3.70±0.30a	2.98±0.24a	2.77±0.22a	2.73±0.24a
15:0	0.74±0.06a	1.72±0.10b	2.68±0.25c	0.64±0.07a	1.58±0.11b	0.74±0.05a
16:0	21.78±1.10a	30.58±1.21b	33.69±1.22b	25.13±1.14a	29.03±1.22b	21.26±1.15a
17:0	0.43±0.03a	0.97±0.08b	1.34±0.11b	1.66±0.10b	1.05±0.15b	0.86±0.07b
18:0	1.92±0.10a	5.56±0.51b	5.51±0.50b	4.59±0.42b	4.53±0.40b	4.20±0.44b
<b>ΣS.F.A</b>	<b>28.29±1.20a</b>	<b>44.33±1.55b</b>	<b>48.24±1.54c</b>	<b>35.61±1.24d</b>	<b>39.06±1.28bd</b>	<b>29.81±1.20a</b>
16:1n-7	14.24±1.05a	16.70±1.05a	11.49±0.99b	6.35±0.63c	11.12±0.99b	18.41±1.08a
18:1n-9	35.61±1.24a	19.37±1.10b	16.40±1.09b	31.15±1.21a	28.20±1.28c	29.85±1.28c
20:1n-9	1.61±0.11a	1.01±0.10a	2.41±0.21b	2.57±0.20b	2.87±0.22b	3.93±0.30b
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>51.46±1.56a</b>	<b>37.08±1.23b</b>	<b>30.30±1.19c</b>	<b>40.07±1.45b</b>	<b>42.19±1.46b</b>	<b>52.19±1.75a</b>
18:2n-6	7.72±0.71a	4.47±0.43b	6.10±0.61a	3.25±0.34b	3.11±0.30b	5.10±0.51ab
18:3n-3	1.69±0.10a	1.44±0.12a	2.53±0.20b	3.63±0.33b	2.62±0.21b	1.43±0.19a
20:2n-6	0.58±0.04a	0.74±0.06ac	0.16±0.01b	0.42±0.03a	0.33±0.03a	1.05±0.12c
20:3n-6	0.18±0.02a	0.20±0.03a	0.13±0.01b	0.31±0.02c	0.50±0.06d	0.53±0.05d
20:4n-6	1.01±0.11a	1.97±0.15b	3.43±0.33c	2.31±0.20b	2.94±0.21c	2.42±0.22bc
20:5n-3	4.09±0.45a	5.50±0.54a	2.59±0.23b	3.74±0.34a	2.69±0.23b	3.84±0.31a
22:5n-3	1.85±0.11ab	1.44±0.12a	1.45±0.15a	2.47±0.23b	1.60±0.10a	1.46±0.11a
22:6n-3	3.04±0.10a	2.74±0.19a	4.98±0.38b	8.11±0.71c	4.86±0.41b	2.13±0.19a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>20.16±1.01a</b>	<b>18.50±1.18a</b>	<b>21.37±1.13a</b>	<b>24.24±1.24b</b>	<b>18.65±1.08a</b>	<b>17.96±1.05a</b>
ω3	10.67±0.99a	11.12±0.99a	11.55±0.99a	17.95±1.05b	11.77±0.99a	8.86±0.71c
ω6	9.49±0.90a	7.38±0.65a	9.82±0.91a	6.29±0.65b	6.88±0.65b	9.10±0.90a
ω3/ω6	1.12	1.50	1.17	2.85	1.71	0.97

\* 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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 18: Erkek *C. carpio*'nun kas triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.07±0.05a	0.20±0.02b	0.73±0.05c	-	-	-
12:0	0.10±0.03a	0.38±0.03b	0.23±0.02ab	0.44±0.03b	0.12±0.01a	0.70±0.04c
13:0	0.58±0.04a	0.50±0.04a	0.82±0.07b	-	-	0.02±0.01c
14:0	3.10±0.28a	3.46±0.19a	4.85±0.32b	3.44±0.25a	2.88±0.25a	2.60±0.21a
15:0	0.83±0.07a	1.84±0.01b	2.90±0.02c	1.13±0.12b	1.28±0.12b	1.34±0.12b
16:0	22.34±1.13a	32.96±1.21b	30.44±1.23b	26.13±1.15c	24.14±1.13ac	24.73±1.14ac
17:0	0.41±0.03a	1.36±0.12b	0.74±0.05c	0.86±0.07c	0.96±0.09bc	1.05±0.11b
18:0	4.98±0.36a	6.88±0.62b	4.20±0.31a	4.88±0.32a	4.80±0.34a	4.99±0.35a
<b>∑S.F.A</b>	<b>32.41±1.21a</b>	<b>47.58±1.55b</b>	<b>44.91±1.40b</b>	<b>36.88±1.25c</b>	<b>34.18±1.22ac</b>	<b>35.43±1.23ac</b>
16:1n-7	17.38±1.08a	8.31±0.82b	12.36±0.99b	10.99±0.98b	9.73±0.93b	9.43±0.92b
18:1n-9	27.11±1.14a	21.41±1.12b	18.01±1.09c	21.59±1.15b	24.39±1.14b	23.78±1.13b
20:1n-9	1.00±0.09a	1.47±0.17a	2.09±0.22b	3.14±0.33b	3.81±0.35b	1.45±0.16a
<b>∑M.U.F.A.</b>	<b>45.49±1.43a</b>	<b>31.19±1.22b</b>	<b>32.46±1.25b</b>	<b>35.72±1.23bc</b>	<b>37.93±1.26c</b>	<b>34.66±1.22bc</b>
18:2n-6	7.92±0.73a	7.18±0.71a	5.69±0.52b	7.38±0.70a	9.03±0.93c	7.55±0.72a
18:3n-3	2.00±0.19a	1.78±0.10a	1.64±0.15a	1.76±0.17a	3.09±0.39b	4.08±0.44b
20:2n-6	0.39±0.02a	0.55±0.04b	0.55±0.04b	1.07±0.10c	0.62±0.05b	0.76±0.06b
20:3n-6	0.25±0.01a	1.00±0.90b	0.35±0.02a	0.45±0.03c	0.41±0.03c	0.46±0.04c
20:4n-6	1.60±0.10a	2.61±0.23b	2.89±0.21b	3.96±0.34c	3.10±0.29c	3.30±0.31c
20:5n-3	5.39±0.57a	2.87±0.26b	3.63±0.35b	6.33±0.69a	4.27±0.43a	6.68±0.65a
22:5n-3	1.64±0.11a	1.17±0.13a	2.20±0.26b	1.96±0.12ab	2.41±0.14b	2.44±0.24b
22:6n-3	2.81±0.23a	4.05±0.42b	5.65±0.55b	4.41±0.49b	4.88±0.45b	4.54±0.44b
<b>∑P.U.F.A</b>	<b>22.00±1.13a</b>	<b>21.21±1.12a</b>	<b>22.60±1.15a</b>	<b>27.32±1.14b</b>	<b>27.81±1.17b</b>	<b>29.81±1.22b</b>
ω3	11.84±0.99a	9.87±0.83a	13.12±0.98b	14.46±1.05b	14.65±1.05b	17.74±1.06c
ω6	10.16±0.90a	11.34±0.91a	9.48±0.96a	12.86±1.01a	13.16±1.02a	12.07±1.01a
ω3/ω6	1.16	0.87	1.38	1.12	1.11	1.46

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

#### 4.17.2. *T. grypus* bireylerinin kas lipitlerinin fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi içeriği

*T. grypus*'un kas PL fraksiyonunda mevsime bağlı olarak  $\Sigma$ SFA oranı dişi bireylerde % 29.89-34.80, erkeklerde % 29.67-35.21;  $\Sigma$ MUFA dişilerde % 21.99-26.99; erkeklerde % 18.44-25.14;  $\Sigma$ PUFA dişilerde % 38.75-46.06; erkeklerde ise % 43.80-51.80 arasında değişmiştir (Tablo 19 ve 20). Her iki bireyde  $\Sigma$ SFA oranı mart ve mayıs dönemlerinde azalmış, üremeden sonraki dönem olan temmuz, eylül ve kasım aylarında ise artmıştır. Total MUFA oranında eylül ve ocak dönemlerinde azalma saptanmıştır (Tablo 19 ve 20). Dişilerde en yüksek  $\Sigma$ PUFA oranı ocak ve eylülde (Tablo 19), erkeklerde ise ocak ve martta (Tablo 20) tespit edilmiştir. Her iki bireyde analiz yapılan tüm dönemlerde  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA arasında yüzde olarak en çok  $\Sigma$ PUFA bulunmuştur. Bunu  $\Sigma$ SFA izlemiş, en az ise  $\Sigma$ MUFA belirlenmiştir (Tablo 19 ve 20). Doymuş yağ asitleri içinde en fazla bulunan 16:0, her iki bireyde mart ve mayısta azalma göstermiştir. Tekli doymamış yağ asitleri içinde en fazla bulunan 18:1n-9, her iki eşeyde dönemler arasında çok farklı bulunmamıştır (Tablo 19 ve 20). Bu bileşenin dişi bireylerde eylül, kasım ve ocakta (Tablo 19); erkek bireylerde de ocak ve mart aylarında (Tablo 20) oranları birbirine çok yakın saptanmıştır. Her iki bireyde 18C PUFA'lerinden 18:2n-6 ve 18:3n-3 eylül ayında en düşük değerde bulunmuştur. Her iki bileşen mayıs ayında artma göstermiştir. Arakidonik asit ise dönemler arasında benzer oranlarda belirlenmiştir. Eikosapentaenoik asit, her iki bireyde ocak ve mart aylarında artmıştır. Her iki eşeyde saptanan yağ asitleri içinde en yüksek yüzdeye sahip ve önemli n-3 yağ asitlerinden olan 22:6n-3, dönemler arasında farklılıklar göstermiştir (Tablo 19 ve 20).

*T. grypus*'un kas PL fraksiyonunda n-3/n-6 oranı dişilerde 2.20 (mart)-2.60 (eylül), erkeklerde 2.05 (mart)-2.94 (eylül) aralığında saptanmıştır (Tablo 19 ve 20).

Balığın kas TAG fraksiyonunda mevsime bağlı olarak  $\Sigma$ SFA oranı dişi bireylerde % 30.78-36.50, erkek bireylerde % 31.30-36.60;  $\Sigma$ MUFA dişilerde % 39.16-47.29; erkeklerde % 37.60-42.93;  $\Sigma$ PUFA dişilerde % 19.31-30.04; erkeklerde ise % 22.39-28.08 arasında değişmiştir (Tablo 21 ve 22). Her iki bireyde mayıs ayında  $\Sigma$ SFA, dişilerde de  $\Sigma$ MUFA oranı mayıs ayında azalmıştır. Erkek ve dişi balıklarda  $\Sigma$ SFA üremeden sonraki dönem olan temmuz ayında,  $\Sigma$ MUFA oranı ise mart ayında artış göstermiştir. Aşırı doymamış yağ asitleri oranı her iki bireyde mayıs ayında

artmıştır. Balıklarda, analiz yapılan tüm dönemlerde  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA arasında en çok  $\Sigma$ MUFA daha sonra  $\Sigma$ SFA en az  $\Sigma$ PUFA saptanmıştır. Her iki eşeyde 16:0 ve 18:1n-9 mayıs ayında azalmıştır. Diğer dönemlerde bu bileşenin oranı birbirine yakın bulunmuştur. Oleik asit mart ayında artmıştır. Her iki bireyde 18:2n-6 ve 18:3n-3 yağ asitleri mayıs ayında artmış, erkek bireylerde ise mart ayında azalma saptanmıştır. Arakidonik asit, 20:5n-3 ve 22:5n-3 ise dönemler arasında benzerlik göstermiş olup oranları fazla değişmemiştir. Dokosaheksaenoik asit dişi bireylerde mayıs ve eylül, erkeklerde kasım ve mart dönemlerinde artma göstermiştir (Tablo 21 ve 22).

*T. grypus*'un kas TAG fraksiyonunda n-3/n-6 oranı dişilerde 2.83 (temmuz)-4.63 (eylül), erkeklerde 2.06 (mayıs)-3.69 (kasım) aralığında bulunmuştur (Tablo 21 ve 22).

Balığın kas PL ve TAG fraksiyonunda ortak olan bulgu, her iki fraksiyonda 16:0 ve dolayısıyla  $\Sigma$ SFA'lerin üreme dönemi olan mayıs ayında azalmasındır. Her iki bireyin TAG fraksiyonunda 18:1n-9 ve bundan dolayı  $\Sigma$ MUFA'de aynı dönemde azalmıştır. Bize göre, bunun nedeni, doymuş ve tekli doymamış yağ asitlerinin üremede kullanılması olabilir. Bir diğer ortak bulgu, her iki fraksiyonda 18:2n-6 ve 18:3n-3 asitlerin mayıs ayında artması, 20:4n-6'in ise dönemler arasında benzer oranda bulunmasıdır. Fosfolipit ve TAG fraksiyondaki farklılıklara gelince, çoktan aza sıralama PL fraksiyonunda  $\Sigma$ PUFA,  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ MUFA iken TAG'de  $\Sigma$ MUFA,  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ PUFA şeklinde oluşmuştur. Triaçilgliserolde 14:0, 16:0, 16:1n-7, 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3; PL de ise 18:0, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:6n-3 daha fazla miktarda bulunmuştur. *T. grypus*'ta beklenenin aksine TAG fraksiyonunda n-3/n-6 oranı her iki bireyde PL'ten fazla saptanmıştır. Bunun nedeni n-6 yağ asitlerinden AA'in PL fraksiyonunda TAG'e oranla yaklaşık beş kat fazla bulunmasından kaynaklanmıştır. Bu bileşenin PL fraksiyonunda çok fazla bulunması n-6 bileşenlerinin yüzdesini arttırmıştır.

Tablo 19: Dişi *T. grypus*'un kas fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	1.23±0.11a	1.43±0.12a	0.48±0.03b	0.90±0.07ab	0.45±0.03b	0.80±0.07ab
15:0	0.46±0.03a	0.46±0.03a	0.36±0.02a	0.61±0.05b	0.37±0.02a	0.60±0.05b
16:0	18.50±1.08a	24.11±1.14b	20.20±1.10a	21.63±1.11ab	19.71±1.09a	18.71±1.08a
17:0	0.64±0.05a	0.13±0.01b	0.34±0.03c	0.44±0.04c	0.58±0.04a	0.71±0.06a
18:0	9.06±0.99a	8.67±0.81a	10.49±0.95a	9.82±0.98a	10.11±0.99a	10.99±0.95a
<b>∑S.F.A</b>	<b>29.89±1.20a</b>	<b>34.80±1.22b</b>	<b>31.87±1.21a</b>	<b>33.40±1.22b</b>	<b>31.22±1.23a</b>	<b>31.81±1.25a</b>
16:1n-7	5.07±0.51a	3.40±0.32b	1.55±0.11c	2.73±0.21b	1.65±0.10c	3.67±0.30b
18:1n-9	19.41±1.09a	22.30±1.13a	20.28±1.12a	20.79±1.12a	20.21±1.14a	22.63±1.16a
20:1n-9	1.04±0.09a	0.65±0.05b	0.16±0.01c	0.98±0.09a	0.78±0.07b	0.69±0.05b
<b>∑M.U.F.A</b>	<b>25.52±1.23a</b>	<b>26.35±1.13a</b>	<b>21.99±1.15b</b>	<b>24.50±1.22a</b>	<b>22.64±1.21b</b>	<b>26.99±1.27a</b>
18:2n-6	2.53±0.21a	2.31±0.22a	0.81±0.07b	2.05±0.20a	1.28±0.13b	1.39±0.14b
18:3n-3	1.04±0.91a	0.99±0.08a	0.04±0.02b	1.90±0.93c	0.36±0.02d	0.38±0.02d
20:2n-6	0.41±0.03a	0.28±0.02b	0.50±0.04a	0.47±0.03a	0.26±0.02b	0.13±0.01c
20:3n-6	0.52±0.04a	0.81±0.07b	0.26±0.01c	0.40±0.04a	0.30±0.03c	0.33±0.03c
20:4n-6	10.29±0.94a	8.40±0.84a	11.22±0.99a	9.01±0.95a	11.49±0.98a	10.97±0.93a
20:5n-3	4.28±0.45a	4.01±0.42a	3.84±0.35a	4.08±0.51a	5.02±0.53a	5.35±0.57a
22:5n-3	2.94±0.23a	2.68±0.21a	2.38±0.27a	2.43±0.26a	2.94±0.25a	2.48±0.29a
22:6n-3	22.50±1.12a	19.27±1.10a	27.01±1.33b	21.73±1.11a	24.40±1.14b	20.08±1.09a
<b>∑P.U.F.A</b>	<b>44.51±1.49a</b>	<b>38.75±1.25b</b>	<b>46.06±1.53a</b>	<b>42.07±1.43a</b>	<b>46.05±1.49a</b>	<b>41.11±1.40ab</b>
ω3	30.76±1.23a	26.95±1.25b	33.27±1.29a	30.14±1.23a	32.72±1.28a	28.29±1.29b
ω6	13.75±0.94a	11.80±0.95a	12.79±0.99a	11.93±0.91a	13.33±1.05a	12.82±1.01a
ω3/ω6	2.23	2.28	2.60	2.52	2.45	2.20

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 20: Erkek *T. grypus*'un kas fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.81±0.07a	0.62±0.06a	0.65±0.05a	0.48±0.04b	0.50±0.04b	0.37±0.03b
15:0	0.54±0.04a	0.27±0.02b	0.45±0.04a	0.37±0.02b	0.49±0.03a	0.41±0.04a
16:0	17.25±1.08a	20.39±1.10b	18.48±1.08a	22.35±1.13b	21.40±1.14b	18.62±1.08a
17:0	0.08±0.01a	0.16±0.02b	0.05±0.01c	0.19±0.01b	0.70±0.03d	0.87±0.07d
18:0	11.39±0.99a	11.80±0.99a	15.58±1.05b	10.72±0.91a	10.51±0.93a	9.40±0.95a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>30.07±1.21a</b>	<b>33.24±1.25a</b>	<b>35.21±1.28a</b>	<b>34.11±1.22a</b>	<b>33.60±1.29a</b>	<b>29.67±1.23a</b>
16:1n-7	3.95±0.18a	1.57±0.11b	2.93±0.12ab	3.19±0.15a	1.35±0.10b	1.34±0.10b
18:1n-9	20.26±1.12a	19.10±1.09a	17.73±1.13b	18.31±1.15b	16.48±1.07b	16.18±1.09b
20:1n-9	0.93±0.08a	0.63±0.05b	0.25±0.02c	0.29±0.02c	1.04±0.13a	0.92±0.09a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>25.14±1.23a</b>	<b>21.30±1.10b</b>	<b>20.91±1.14b</b>	<b>21.79±1.16b</b>	<b>18.87±1.16b</b>	<b>18.44±1.14b</b>
18:2n-6	2.86±0.23a	2.02±0.25a	0.99±0.08b	1.48±1.14b	1.87±0.05b	2.84±0.23a
18:3n-3	1.19±0.15a	0.85±0.07a	0.34±0.03b	0.68±0.05c	0.41±0.04b	0.45±0.04b
20:2n-6	0.43±0.04a	0.35±0.03a	0.25±0.02b	0.31±0.02a	0.22±0.02b	0.30±0.03a
20:3n-6	0.48±0.04a	0.38±0.03a	0.39±0.02a	0.33±0.02a	0.48±0.03a	0.48±0.03a
20:4n-6	9.74±0.98a	10.94±0.98a	9.48±0.95a	9.74±0.96a	10.48±1.03a	13.32±0.95a
20:5n-3	4.96±0.31a	5.19±0.51a	3.78±0.03b	3.69±0.05b	6.19±0.61a	5.73±0.52a
22:5n-3	3.88±0.15a	3.15±0.16a	5.59±0.53b	2.61±0.21a	3.79±0.15a	3.90±0.11a
22:6n-3	21.15±1.12a	22.50±1.13a	22.98±1.15a	25.17±1.21a	24.03±1.23a	24.78±1.25a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>44.69±1.41a</b>	<b>45.38±1.42a</b>	<b>43.80±1.45a</b>	<b>44.01±1.40a</b>	<b>47.47±1.149b</b>	<b>51.80±1.92c</b>
ω3	31.18±1.33a	31.69±1.38a	32.69±1.37a	32.15±1.35a	34.42±1.32a	34.86±1.30a
ω6	13.51±1.03a	13.69±1.05a	11.11±0.92a	11.86±0.93a	13.05±1.03a	16.94±1.06b
ω3/ω6	2.30	2.31	2.94	2.71	2.63	2.05

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 21: Dişi *T. grypus*'un kas triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	-	0.03±0.01a	-	0.01±0.01b	-	-
12:0	0.03±0.01a	0.04±0.02a	0.02±0.01b	-	-	0.03±0.01a
13:0	0.09±0.03a	0.05±0.04b	-	0.47±0.05c	0.01±0.01d	-
14:0	3.22±0.17a	3.48±0.19a	3.04±0.13a	3.05±0.15a	2.79±0.21a	3.01±0.18a
15:0	0.64±0.06a	0.67±0.05a	0.53±0.04a	0.82±0.04b	0.56±0.03a	0.85±0.08b
16:0	21.76±1.12a	26.94±1.13a	26.82±1.15a	25.71±1.17a	24.57±1.18a	23.83±1.13a
17:0	0.52±0.04a	0.51±0.03a	0.24±0.01b	0.84±0.07c	0.23±0.01b	0.80±0.07c
18:0	4.52±0.33a	4.78±0.34a	4.12±0.35a	4.80±0.39a	5.29±0.41a	4.79±0.38a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>30.78±1.21a</b>	<b>36.50±1.25b</b>	<b>34.77±1.23b</b>	<b>35.70±1.22b</b>	<b>33.45±1.28ab</b>	<b>33.31±1.20ab</b>
16:1n-7	7.96±0.71a	8.56±0.82a	6.18±0.63a	7.49±0.74a	7.34±0.75a	5.83±0.51a
18:1n-9	29.67±1.23a	34.30±1.25b	33.52±1.29b	32.98±1.20b	33.80±1.24b	38.14±1.25c
20:1n-9	1.53±0.09a	1.32±0.11a	1.29±0.98a	1.54±0.97a	1.01±0.13a	3.32±0.28b
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>39.16±1.54a</b>	<b>44.18±1.55b</b>	<b>40.99±1.56a</b>	<b>42.01±1.53b</b>	<b>42.15±1.50b</b>	<b>47.29±1.59c</b>
18:2n-6	3.09±0.30a	2.15±0.25b	1.57±0.17ab	2.47±0.24b	1.91±0.12b	2.30±0.22b
18:3n-3	2.16±0.25a	1.37±0.15b	1.07±0.14b	1.91±0.19a	1.36±0.14b	1.43±0.19b
20:2n-6	0.59±0.05a	0.29±0.01b	0.15±0.01c	0.42±0.03a	0.32±0.03b	0.28±0.02b
20:3n-6	0.54±0.04a	0.27±0.02b	0.16±0.01b	0.25±0.02b	0.35±0.03ab	0.25±0.03b
20:4n-6	2.80±0.20a	2.33±0.23a	2.41±0.24a	2.11±0.22a	2.27±0.29a	1.80±0.11a
20:5n-3	3.92±0.33a	3.33±0.30a	3.32±0.31a	3.08±0.39a	4.08±0.42a	2.27±0.35b
22:5n-3	3.60±0.34a	2.16±0.29a	2.76±0.27a	2.56±0.25a	3.33±0.30a	2.99±0.26a
22:6n-3	13.34±1.03a	7.41±0.72b	12.72±1.04a	9.44±0.98b	10.71±1.06b	8.03±0.85b
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>30.04±1.25a</b>	<b>19.31±1.08b</b>	<b>24.16±1.15c</b>	<b>22.24±1.13c</b>	<b>24.33±1.14c</b>	<b>19.35±1.05b</b>
ω3	23.02±1.16a	14.27±1.07b	19.87±1.08c	16.99±1.05b	19.48±1.21c	14.72±1.08b
ω6	7.02±0.71a	5.04±0.53b	4.29±0.46b	5.25±0.52b	4.85±0.49b	4.63±0.44b
ω3/ω6	3.27	2.83	4.63	3.23	4.00	3.17

\* 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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 22: Erkek *T. grypus*'un kas triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.01±0.01a	0.03±0.02b	0.11±0.08c	0.04±0.02b	-	-
12:0	0.12±0.05a	0.09±0.04a	0.10±0.05a	-	0.11±0.06a	0.23±0.04b
13:0	0.15±0.03a	0.13±0.02a	0.14±0.01a	-	-	-
14:0	2.60±0.23a	3.69±0.31a	3.29±0.38a	2.87±0.26a	3.27±0.39a	2.98±0.21a
15:0	0.65±0.05a	0.64±0.04a	0.59±0.06a	0.42±0.04a	0.93±0.17b	0.88±0.14b
16:0	24.93±1.15a	26.58±1.19a	25.96±1.12a	26.28±1.17a	26.98±1.15a	25.22±1.16a
17:0	0.26±0.02a	0.15±0.01b	0.42±0.03c	1.76±0.12d	0.75±0.05e	0.84±0.07e
18:0	2.63±0.21a	5.32±0.53b	5.40±0.54b	3.90±0.34b	5.71±0.45b	4.43±0.43b
<b>ΣS.F.A</b>	<b>31.35±1.23a</b>	<b>36.63±1.25b</b>	<b>36.01±1.24b</b>	<b>35.27±1.29b</b>	<b>37.75±1.28b</b>	<b>34.58±1.26b</b>
16:1n-7	9.32±0.91a	7.72±0.75a	9.63±0.95a	7.52±0.73a	7.52±0.75a	6.18±0.68a
18:1n-9	29.90±1.20a	28.90±1.25a	29.22±1.21a	30.51±1.31a	30.25±1.30a	34.14±1.33b
20:1n-9	1.33±0.12a	0.99±0.83a	1.23±0.14a	1.36±0.13a	1.69±0.65a	2.61±0.34b
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>40.55±1.46a</b>	<b>37.61±1.35a</b>	<b>40.08±1.40a</b>	<b>39.39±1.38a</b>	<b>39.46±1.35a</b>	<b>42.93±1.45a</b>
18:2n-6	5.10±0.52a	4.00±0.43a	3.91±0.31a	2.62±0.26b	3.49±0.37a	2.95±0.45b
18:3n-3	4.08±0.43a	3.22±0.34a	1.20±0.23b	4.29±0.49a	1.25±0.24b	1.08±0.22b
20:2n-6	0.35±0.03a	0.33±0.01a	0.34±0.02a	0.35±0.03a	0.33±0.03a	0.45±0.04a
20:3n-6	0.33±0.03a	0.33±0.03a	0.16±0.01b	0.32±0.02a	0.30±0.01a	0.33±0.03a
20:4n-6	3.38±0.35a	2.89±0.29a	3.34±0.30a	2.10±0.20a	2.21±0.25a	2.70±0.27a
20:5n-3	5.45±0.53a	3.99±0.36a	4.36±0.47a	3.62±0.38a	4.63±0.45a	3.02±0.30a
22:5n-3	2.65±0.28a	2.54±0.23a	2.12±0.31a	2.71±0.29a	2.96±0.27a	2.50±0.25a
22:6n-3	6.74±0.64a	8.40±0.85a	8.46±0.83a	9.32±0.92a	7.54±0.75a	9.36±0.91a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>28.08±1.23a</b>	<b>25.70±1.15a</b>	<b>23.89±1.21b</b>	<b>25.33±1.20a</b>	<b>22.71±1.25b</b>	<b>22.39±1.24b</b>
ω3	18.92±1.08a	18.15±1.09a	16.14±1.05a	19.94±1.09a	16.38±1.05a	15.96±1.04a
ω6	9.16±0.98a	7.55±0.75a	7.75±0.76a	5.39±0.54b	6.33±0.65b	6.43±0.63b
ω3/ω6	2.06	2.40	2.08	3.69	2.58	2.48

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.



#### 4.17.3. *S. triostegus* bireylerinin kas lipitlerinin fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi içeriği

*S. triostegus*'un kas PL fraksiyonunda mevsime bağlı olarak  $\Sigma$ SFA oranı, dişilerde % 30.16-34.43, erkeklerde % 34.28-36.48;  $\Sigma$ MUFA dişilerde % 22.81-28.88, erkeklerde % 21.18-26.01;  $\Sigma$ PUFA dişilerde % 38.48-43.24, erkeklerde % 37.06-42.94 aralığında belirlenmiştir (Tablo 23 ve 24). Balığın kas PL fraksiyonunda mevsime bağlı olarak  $\Sigma$ SFA oranı, özellikle erkek bireylerde oldukça benzer bulunmuştur (Tablo 24). Her iki bireyde en yüksek  $\Sigma$ SFA kasım ayında saptanmıştır. Total MUFA oranı, her iki eşeyde mayısta artarken dişilerde temmuz, erkeklerde mart ayında azalma göstermiştir. Total PUFA oranı, her iki bireyde dönemler arasında dalgalanmalar göstermiştir (Tablo 23 ve 24). Dişilerde  $\Sigma$ PUFA'ler, en çok temmuz, eylül ve ocak aylarında, en az ise mart ayında tespit edilmiştir (Tablo 23). Erkeklerde ise temmuz ayında azalma göstermiştir (Tablo 24). Palmitik asidin temmuz, eylül, kasım ve mart aylarındaki oranının mayıs ve ocak ayına oranla daha fazla olduğu görülmüştür. Oleik asit, dişilerde eylül ayında düşmüş, mayısta ise artmıştır (Tablo 23). Erkeklerde de mart ayında azalma, kasım ayında artma göstermiştir (Tablo 24). Arakidonik asit oranı her iki bireyde aylar arasında dalgalanmalar göstermiştir (Tablo 23 ve 24). Eikosapentaenoik asit, dişilerde mart ayında artarken eylül ve kasım ayında azalmıştır (Tablo 23). Bu bileşen, erkeklerde dönemler arasında benzerlik göstermiştir (Tablo 24). Dokosaheksaenoik asit, dişilerde eylül ve kasım aylarında artarken, martta azalmıştır (Tablo 23). Erkek bireylerde ocak, eylül ve mart döneminde diğer aylara oranla daha fazla bulunmuştur (Tablo 24).

*S. triostegus*'un kas PL fraksiyonunda n-3/n-6 oranı dişilerde 2.02 (mayıs)-2.55 (kasım), erkeklerde 1.86 (mayıs)-2.26 (kasım) olarak belirlenmiştir (Tablo 23 ve 24).

Balığın kas TAG fraksiyonunda  $\Sigma$ SFA oranı dişilerde % 33.52-38.71, erkeklerde % 37.16-46.87;  $\Sigma$ MUFA dişilerde % 34.98-44.46, erkeklerde % 33.52-43.51;  $\Sigma$ PUFA dişilerde % 19.76-27.83, erkeklerde % 17.33-20.19 aralığında bulunmuştur (Tablo 25 ve 26). Total SFA oranı, dişilerde mart (Tablo 25) erkekte eylül ayında fazla saptanmıştır (Tablo 26). Her iki bireyde mayıs ayında azalmıştır. Total MUFA her iki bireyde mayıs ayında artış göstermiştir (Tablo 25 ve 26). Dişilerde mart ayında (Tablo 25) erkeklerde ise eylül ayında azalmıştır (Tablo 26). Total PUFA oranı dişilerde kasım ve mart aylarında (Tablo 25), erkeklerde de ocak ayında artmıştır

(Tablo 26). Her iki bireyde temmuzda azalma saptanmıştır. Palmitik asit, dişi ve erkeklerde eylül ayında artarken, mayıs ayında azalma göstermiştir (Tablo 25 ve 26). Oleik asit oranı, dişilerde kasım ve mart ayında düşmüştür (Tablo 25). Erkeklerde ise kasım ayında azalma saptanmıştır (Tablo 26). Dokosaheksaenoik asit oranı, dişilerde mayıs ayında oldukça düşmüş diğer dönemlerde fark saptanmamıştır (Tablo 25), erkeklerde ise mart ayında azalmıştır (Tablo 26).

*S. triostegus*'un kas TAG fraksiyonunda n-3/n-6 oranı dişilerde 1.48 (eylül)-2.42 (ocak), erkeklerde 1.37 (mart)-2.41 (kasım) aralığında belirlenmiştir (Tablo 25 ve 26).

Balığın kas PL ve TAG fraksiyonunda ortak olan bulgu, her iki fraksiyonda;  $\Sigma$ MUFA'lerin mayısta artması, bireysel yağ asitlerinden 16:0'in eylül ayında artmış olmasıdır. Her iki fraksiyondaki farklılıklara baktığımızda iki bireyde de çoktan aza doğru sıralama PL fraksiyonunda  $\Sigma$ PUFA,  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ MUFA iken TAG'de dişilerde mart ayı hariç diğer aylarda en çok  $\Sigma$ MUFA iken erkeklerde mayıs, temmuz ve mart aylarında en çok  $\Sigma$ MUFA, eylül ve ocak aylarında en çok  $\Sigma$ SFA belirlenmiştir. Bu fraksiyonda en az  $\Sigma$ PUFA saptanmıştır. Triasilgliserol de 14:0, 16:0, 16:1n-7, 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3; PL'de ise 18:0, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:6n-3 daha fazla miktarda belirlenmiştir. Fosfolipit fraksiyonunda n-3/n-6 oranı TAG'e oranla daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 23: Dişi *S. triostegus*'un kas fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	1.84±0.18a	1.26±0.12a	0.86±0.90b	1.20±0.10a	0.85±0.07b	0.54±0.05c
15:0	0.48±0.04a	0.59±0.03b	0.42±0.04a	0.36±0.03a	0.38±0.02a	0.66±0.05b
16:0	20.73±1.20a	24.38±1.27a	24.10±1.23a	25.30±1.29a	20.39±1.25a	24.89±1.28a
17:0	0.54±0.05a	0.20±0.02b	0.21±0.01b	0.27±0.02b	0.52±0.04a	0.66±0.05a
18:0	7.22±0.76a	7.25±0.73a	8.27±0.81a	7.30±0.70a	8.02±0.80a	6.50±0.45a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>30.81±1.30a</b>	<b>33.68±1.36a</b>	<b>33.86±1.33a</b>	<b>34.43±1.38a</b>	<b>30.16±1.31a</b>	<b>33.25±1.34a</b>
16:1n-7	5.08±0.45a	2.27±0.22b	3.77±0.38b	5.58±0.52a	4.28±0.49a	4.67±0.44a
18:1n-9	23.22±1.23a	20.40±1.22a	18.44±1.08a	19.95±1.09a	21.73±1.27a	22.52±1.20a
20:1n-9	0.58±0.04a	0.61±0.06a	0.60±0.05a	0.67±0.06a	0.89±0.07b	1.00±0.10b
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>28.88±1.29a</b>	<b>23.28±1.22b</b>	<b>22.81±1.20b</b>	<b>26.20±1.26a</b>	<b>26.90±1.27a</b>	<b>28.19±1.28a</b>
18:2n-6	2.94±0.21a	1.13±0.10b	1.71±0.15b	2.14±0.21a	3.32±0.30a	1.22±0.11b
18:3n-3	1.31±0.12a	1.57±0.15a	0.79±0.07b	1.24±0.16a	1.40±0.14a	0.60±0.05b
20:2n-6	0.43±0.03a	0.54±0.04a	0.48±0.03a	0.43±0.04a	0.41±0.04a	0.22±0.02b
20:3n-6	0.79±0.07a	0.68±0.06a	0.43±0.04b	0.38±0.03b	0.62±0.05a	0.36±0.03b
20:4n-6	9.17±0.91a	11.75±1.01a	10.9±10.01a	8.11±0.81a	9.49±0.92a	10.17±1.01a
20:5n-3	6.37±0.63a	6.92±0.67a	4.83±0.44a	4.83±0.46a	6.52±0.65a	9.53±0.98b
22:5n-3	3.60±0.31a	5.46±0.55b	5.30±0.54b	3.99±0.33a	5.82±0.45b	4.80±0.49a
22:6n-3	15.69±1.05a	14.92±1.06a	18.80±1.12b	18.18±1.08b	15.26±1.05a	11.58±1.11c
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>40.30±1.45a</b>	<b>42.97±1.40a</b>	<b>43.24±1.43a</b>	<b>39.30±1.39a</b>	<b>42.84±1.38a</b>	<b>38.48±1.34a</b>
ω3	26.97±1.25a	28.87±1.22a	28.72±1.28a	28.24±1.29a	29.00±1.30a	26.51±1.25a
ω6	13.33±1.03a	14.10±1.05a	13.52±1.01a	11.06±1.11a	13.84±1.04a	11.97±1.10a
ω3/ω6	2.02	2.04	2.12	2.55	2.09	2.20

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 24: Erkek *S. triostegus*'un kas fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
14:0 <sup>s</sup>	2.16±0.21a	1.69±0.11b	0.81±0.07c	1.42±0.14b	1.20±0.10b	1.37±0.13b
15:0	0.91±0.07a	0.81±0.08a	0.51±0.06b	0.52±0.05b	0.49±0.04b	0.68±0.06b
16:0	20.94±1.21a	22.33±1.20a	22.39±1.23a	25.00±1.33a	23.87±1.22a	25.37±1.20a
17:0	0.52±0.05a	0.27±0.01b	0.14±0.01c	0.27±0.02b	0.55±0.04a	0.67±0.05a
18:0	10.48±1.01a	11.38±1.11a	10.43±1.10a	9.14±0.99a	10.07±1.03a	7.72±0.77a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>35.01±1.33a</b>	<b>36.48±1.38a</b>	<b>34.28±1.34a</b>	<b>36.35±1.39a</b>	<b>36.18±1.36a</b>	<b>35.81±1.30a</b>
16:1n-7	4.83±0.43a	3.88±0.40a	2.56±0.23b	3.61±0.34a	3.05±0.30a	2.72±0.22b
18:1n-9	20.07±1.20a	21.45±1.22a	20.96±1.28a	21.63±1.23a	19.54±1.09a	17.56±1.07a
20:1n-9	0.34±0.03a	0.68±0.05b	0.75±0.05b	0.76±0.06b	0.93±0.09b	0.90±0.08b
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>25.24±1.22a</b>	<b>26.01±1.25a</b>	<b>24.27±1.23a</b>	<b>26.00±1.26a</b>	<b>23.52±1.28a</b>	<b>21.18±1.21b</b>
18:2n-6	3.45±0.31a	3.59±0.34a	1.87±0.12b	2.41±0.22ab	2.46±0.23ab	2.64±0.22ab
18:3n-3	1.47±0.14a	1.32±0.11a	1.10±0.10a	1.55±0.15a	1.10±0.18a	0.86±0.07a
20:2n-6	0.57±0.04a	0.27±0.02b	0.60±0.05a	0.58±0.04a	0.55±0.03a	0.32±0.01b
20:3n-6	1.52±0.11a	0.52±0.03b	0.63±0.05b	0.52±0.04b	0.65±0.05b	0.71±0.07b
20:4n-6	8.09±0.84a	7.69±0.73a	10.30±1.01a	8.00±0.80a	9.34±0.91a	10.05±1.00a
20:5n-3	5.12±0.51a	5.58±0.55a	5.65±0.45a	5.54±0.48a	4.96±0.49a	5.94±0.54a
22:5n-3	3.51±0.33a	3.32±0.30a	3.25±0.29a	3.21±0.31a	3.78±0.35a	3.94±0.43a
22:6n-3	15.36±1.05a	14.77±1.04a	17.96±1.21a	15.76±1.05a	17.39±1.20a	18.48±1.08a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>39.09±1.39a</b>	<b>37.06±1.36a</b>	<b>41.36±1.40a</b>	<b>37.57±1.38a</b>	<b>40.23±1.44a</b>	<b>42.94±1.35a</b>
ω3	25.46±1.05a	24.99±1.13a	27.96±1.25a	26.06±1.22a	27.23±1.20a	29.22±1.31a
ω6	13.63±1.03a	12.07±1.00a	13.40±1.15a	11.51±1.01a	13.00±1.03a	13.72±1.11a
ω3/ω6	1.86	2.07	1.93	2.26	2.09	2.12

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 25: Dişi *S. triostegus*'un kas triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.11±0.01a	0.23±0.02b	-	-	0.23±0.03b	-
12:0	0.11±0.01a	0.17±0.02a	0.15±0.01a	0.26±0.02b	-	-
13:0	0.26±0.02a	0.33±0.03a	-	-	-	0.18±0.07b
14:0	5.21±0.52a	3.76±0.31b	1.41±0.11c	3.35±0.39b	3.57±0.31b	3.90±0.33b
15:0	0.79±0.07a	0.71±0.06a	0.30±0.02b	0.33±0.01b	0.64±0.05a	0.72±0.06a
16:0	22.64±1.25a	26.10±1.22a	30.71±1.33b	27.33±1.27b	22.58±1.20a	28.26±1.31ab
17:0	0.53±0.04a	0.35±0.03a	0.20±0.01b	0.74±0.06c	0.55±0.04a	0.47±0.03a
18:0	4.73±0.41a	6.76±0.56a	3.65±0.33b	5.00±0.51a	5.95±0.56a	5.18±0.51a
<b>∑S.F.A</b>	<b>34.38±1.33a</b>	<b>38.41±1.30a</b>	<b>36.42±1.38a</b>	<b>37.01±1.35a</b>	<b>33.52±1.37a</b>	<b>38.71±1.35a</b>
16:1n-7	13.59±1.03a	10.62±0.99a	9.19±0.91a	10.60±1.01a	12.28±1.10a	10.04±0.92a
18:1n-9	29.69±1.27a	29.80±1.28a	30.50±1.33a	24.28±1.22b	28.74±1.30a	23.33±1.28b
20:1n-9	1.18±0.11a	1.31±0.13a	0.22±0.02b	0.26±0.01b	1.40±0.13a	1.61±0.17a
<b>∑M.U.F.A</b>	<b>44.46±1.44a</b>	<b>41.73±1.40a</b>	<b>39.91±1.36a</b>	<b>35.14±1.34b</b>	<b>42.42±1.44a</b>	<b>34.98±1.31b</b>
18:2n-6	4.17±0.41a	2.60±0.22b	6.23±0.65a	5.46±0.45a	3.47±0.33b	4.94±0.40a
18:3n-3	3.22±0.33a	2.02±0.20a	0.94±0.08b	2.28±0.27a	3.61±0.36a	1.86±0.16ab
20:2n-6	0.33±0.03a	0.27±0.02a	2.19±0.22b	0.20±0.02a	0.42±0.04c	0.26±0.02a
20:3n-6	0.29±0.03a	0.61±0.06b	0.42±0.04ab	0.34±0.03a	0.33±0.02a	0.45±0.04ab
20:4n-6	2.34±0.21a	2.62±0.20a	0.65±0.05b	2.90±0.26a	2.75±0.30a	3.21±0.33a
20:5n-3	4.65±0.45a	3.40±0.33a	5.02±0.52a	5.80±0.55a	4.51±0.41a	6.02±0.65a
22:5n-3	1.99±0.29a	2.15±0.22a	1.08±0.10b	2.30±0.26a	2.59±0.27a	3.15±0.34c
22:6n-3	4.12±0.41a	6.09±0.66b	7.04±0.70b	8.55±0.88b	6.28±0.66b	6.32±0.48b
<b>∑P.U.F.A</b>	<b>21.11±1.27a</b>	<b>19.76±1.00a</b>	<b>23.57±1.28a</b>	<b>27.83±1.22b</b>	<b>23.96±1.30a</b>	<b>26.21±1.27b</b>
ω3	13.98±1.03a	13.66±1.04a	14.08±1.10a	18.93±1.08b	16.99±1.13b	17.35±1.07b
ω6	7.13±0.71a	6.10±0.65a	9.49±0.99b	8.90±0.87b	6.97±0.63a	8.86±0.88b
ω3/ω6	1.96	2.23	1.48	2.12	2.43	1.95

\* 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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 26: Erkek *S. triostegus*'un kas triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.40±0.04a	0.18±0.01b	0.41±0.03a	0.31±0.03a	-	0.22±0.01b
12:0	0.27±0.02a	0.12±0.01b	0.50±0.04c	-	0.21±0.01a	-
13:0	0.46±0.03a	0.28±0.02b	-	0.76±0.06c	-	-
14:0	2.93±0.21a	3.84±0.37a	4.57±0.45b	4.67±0.47b	2.97±0.23a	3.25±0.39a
15:0	0.62±0.05a	0.71±0.07a	1.64±0.11b	0.71±0.07a	1.07±0.10b	1.12±0.12b
16:0	25.72±1.23a	27.13±1.20a	32.61±1.33b	28.22±1.26a	29.04±1.34a	27.72±1.27a
17:0	0.88±0.07a	0.38±0.03b	0.98±0.08a	0.98±0.09a	0.91±0.10a	0.98±0.11a
18:0	5.88±0.55a	5.93±0.56a	6.16±0.61a	5.78±0.56a	6.72±0.63a	5.77±0.57a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>37.16±1.33a</b>	<b>38.57±1.38a</b>	<b>46.87±1.40b</b>	<b>41.43±1.44a</b>	<b>40.92±1.39a</b>	<b>39.06±1.36a</b>
16:1n-7	10.92±1.01a	10.39±1.10a	9.27±0.92a	9.46±0.99a	6.67±0.65b	9.44±0.73a
18:1n-9	30.30±1.35a	31.80±1.38a	23.57±1.27b	30.92±1.29a	31.12±1.30a	31.26±1.35a
20:1n-9	1.56±0.11a	1.30±0.16a	0.68±0.06b	0.76±0.07b	1.00±0.95a	2.81±0.23c
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>42.78±1.45a</b>	<b>43.49±1.49a</b>	<b>33.52±1.36b</b>	<b>41.14±1.48a</b>	<b>38.79±1.34c</b>	<b>43.51±1.44a</b>
18:2n-6	4.60±0.45a	2.61±0.22b	3.08±0.35ab	3.22±0.30ab	2.77±0.21b	3.65±0.34ab
18:3n-3	1.58±0.15a	1.97±0.17a	3.07±0.38b	1.79±0.17a	1.02±0.14c	1.04±0.13c
20:2n-6	0.10±0.03a	0.30±0.04b	0.32±0.05b	0.20±0.01ab	0.51±0.03c	0.91±0.09d
20:3n-6	0.66±0.07a	0.45±0.04a	0.68±0.06a	0.30±0.03b	0.25±0.02b	0.59±0.06a
20:4n-6	2.88±0.24a	2.22±0.27a	2.12±0.28a	1.36±0.15b	2.83±0.20a	2.16±0.22a
20:5n-3	2.24±0.25a	3.22±0.33a	3.70±0.34a	2.20±0.27a	3.95±0.45a	2.12±0.26a
22:5n-3	1.43±0.13a	1.71±0.17a	1.06±0.11a	1.42±0.10a	1.35±0.14a	1.89±0.17a
22:6n-3	6.56±0.65a	5.45±0.45a	5.49±0.56a	6.84±0.66a	7.51±0.72a	4.97±0.45a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>20.05±1.23a</b>	<b>17.93±1.07a</b>	<b>19.52±1.20a</b>	<b>17.33±1.12a</b>	<b>20.19±1.25a</b>	<b>17.33±1.07a</b>
ω3	11.81±1.01a	12.35±1.15a	13.32±1.10a	12.25±1.01a	13.83±1.18a	10.02±1.07a
ω6	8.24±0.89a	5.58±0.55a	6.20±0.67a	5.08±0.45a	6.36±0.67a	7.31±0.77a
ω3/ω6	1.43	2.21	2.14	2.41	2.17	1.37

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Atatürk Baraj Gölü'nden topladığımız her üç balığın kas lipitlerindeki PL fraksiyonunda bulunan yağ asitlerini karşılaştırdığımızda, ortak olan bulgular, *C. carpio* ve *T. grypus*'un PL fraksiyonunda üremeden hemen önceki dönem olan mart ayında  $\Sigma$ SFA'lerin azalması, üç balık türünde bu bileşenlerin üremeden sonraki dönem olan eylül ve kasım aylarında artmasıdır. *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'un dişi bireylerinde  $\Sigma$ MUFA oranı üremeden sonraki (temmuz ve eylül) dönemlerde azalmış, *C. carpio* ve *S. triostegus*'un dişilerinde ise üreme döneminde (mart ve mayıs) artmıştır. Her iki balık türünün dişi bireylerinde  $\Sigma$ PUFA oranı üremeden sonraki dönem olan temmuz ayında artmıştır. Aynı türlerin erkek bireylerinde ise bu bileşenler temmuz ayında azalma göstermiştir. *C. carpio* ve *S. triostegus*'un dişilerinde 16:0, üremeden sonraki dönem olan eylül ve kasım ayında, 18:1n-9 ise mart ve mayıs dönemlerinde artış belirlenmiştir. *S. triostegus* ile *T. grypus*'un dişilerinde 20:5n-3, *C. carpio* ve *S. triostegus*'un erkeklerinde 22:6n-3 mart ayında artmıştır. Her üç balık türünde de  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$  PUFA içinde yüzde olarak en çok  $\Sigma$ PUFA, daha sonra  $\Sigma$ SFA, en az  $\Sigma$ MUFA saptanmıştır.

Üç balık türün PL fraksiyonundaki kantitatif yağ asidi içerikleri genellikle benzer bulunmuştur. Ancak *C. carpio*'da 20:5n-3'ün, *T. grypus*'ta da 22:6n-3'ün yüzdesi diğerlerine oranla daha yüksek olarak saptanmıştır.

*T. grypus* ve *S. triostegus*'un TAG fraksiyonunda,  $\Sigma$ SFA dişilerde ve her üç türün erkek bireylerinde üreme dönemi olan mayıs ayında azalmıştır. *C. carpio* ile *T. grypus*'un erkek bireylerinde  $\Sigma$ SFA üreme sonrası dönem olan temmuz ayında, *C. carpio* ve *S. triostegus*'un dişi ve erkek bireylerinde  $\Sigma$ MUFA oranı üreme dönemi olan mayısta artış göstermiştir. *S. triostegus*'un her iki eşeyi, *T. grypus*'un dişileri ile *C. carpio*'nun erkeklerinde temmuz ayında  $\Sigma$ PUFA yüzdesi azalmıştır. Elde ettiğimiz veriler, mevsime bağlı olarak  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA değişimi bakımından *C. carpio* ile *S. triostegus*'un benzer özellikler taşıdığını söyleyebiliriz. Her iki balığın erkek ve dişi bireylerinde 16:0, eylül ayında artarken, üç tür balığın erkek ve dişi bireylerinde mayıs ayında azalmıştır. Diğer major yağ asitleri olan 18:1n-9 ile aşırı doymamış yağ asitleri, mevsime bağlı olarak türler arasında benzer artış ve azalışlar göstermemiştir.

*T. grypus*'ta 16:1n-7 ve 18:2n-6, diğer iki türe oranla daha az, 22:6n-3 ise daha fazla oranda bulunmuştur. Analiz yapılan tüm dönemler göz önünde

bulundurulduğunda *T. grypus*'un her iki eşeyinin PL ve TAG fraksiyonundaki n-3/n-6 oranının, diğer iki türe oranla daha fazla olduğu söylenebilir.

Kasın yağ içeriğindeki değişimleri anlamak ve balığın besinsel değerini tespit etmek için başlıca lipid sınıfları olan PL ve TAG fraksiyonlarının yağ asidi kompozisyonunu ortaya çıkarmak gerekir (Shirai ve ark. 2002). Bu nedenle, bir yıl boyunca her üç balık türünün kas, karaciğer ve gonatlarının hem total lipidlerindeki hem de PL ve TAG fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriğini inceledik.

Fosfolipit ve TAG'ün balık metabolizmasında farklı rolleri vardır. Fosfolipitlerin yapısındaki özellikle aşırı doymamış yağ asitleri, hücre membranı ve yapısının temel bileşeni ve eikosanoidlerin öncül maddeleri olarak görev yapar. Buna karşılık TAG'ler de başlıca adipoz dokuda depo edilirler ve enerji rezervi görevi görürler (Sargent ve ark. 1995, Kiessling ve ark. 2001).

Balıkların yağ asidi ile ilgili yapılan kimi çalışmalarda, çeşitli dokulardaki total lipidler; TAG ve PL olarak fraksiyonlandıktan sonra bu fraksiyonlardaki yağ asitlerinin analizi yapılmıştır.

#### **4.18. Kas Lipitlerinin Fosfolipit Yağ Asidi Analizi**

Hindistan'daki beş sazan türünün kas PL'inde  $\Sigma$ SFA, dört türde % 31.1-35.7 arasında değişmiştir. Sadece *C. catla*'da % 50 civarında bulunan 16:0'dan dolayı % 63.5 oranında bulunmuştur. Dört türde  $\Sigma$ MUFA oranı % 15.1-21.3,  $\Sigma$ PUFA ise % 33-56 arasında saptanmıştır. Dört türün kas PL'inde; 16:0 % 11.8-15.1, 18:0 % 8.5-10.7, 18:1n-9 % 5.9-10.7, 16:1n-7 % 2.2-3.1, 18:2n-6 % 2.8-6.4, 18:3n-3 % 2.8-3.5, 20:4n-6 % 5.7-10.6, 20:5n-3 % 3.0-4.5, 22:6n-3 % 9.6-16.1, *C. catla*'da, 16:0 % 54.5, 18:0 % 5.4, 18:1n-9 % 3.7, 16:1n-7 % 1.5, 18:2n-6 % 1.0, 18:3n-3 % 0.4, 20:4n-6 % 2.8, 20:5n-3 % 2.0, 22:6n-3 % 6.4 olarak bulunmuştur (Ackman ve ark. 2002).

Çalıştığımız türlerden iki sazan türü ile Siluriformes'ten *S. triostegus*'ta, Hindistan'daki dört sazan türünün kas PL'indeki gibi en çok  $\Sigma$ PUFA daha sonra  $\Sigma$ SFA en az ise  $\Sigma$ MUFA bulunmuştur. Ayrıca major yağ asitleri de benzerlik göstermektedir. Çünkü, doymuş yağ asitlerinden en çok 16:0, doymamış yağ asitleri içinde 18:1n-9, aşırı doymamış yağ asitleri içinde de 22:6n-3 yüzde olarak en fazla bulunan bileşenlerdir. Ancak kantitatif içerik farklıdır. Örneğin, çalıştığımız balıklar, Hindistan'daki dört sazan türüne oranla 16:0, 16:1n-7, 18:1n-9, 20:5n-3 ve 22:6n-3 yağ



asitlerini daha fazla, 18:2n-6 ve 18:3n-3 bileşenleri ise daha az oranda içerdiler. Bunun nedeni besin ve coğrafik bölge olabilir.

Çalıştığımız balık örneklerinin kas lipit PL fraksiyonunda, en fazla bulunan PUFA, diğer çalışmalarda saptandığı gibi (Henderson ve Tocher 1987) 22:6n-3'tir.

#### **4.19. Kas Lipitlerinin Triaçilgliserol Yağ Asidi Analizi**

Doğada yakalanan balıklarda TAG'de en çok monoenler sonra doymuşlar ondan sonra PUFA yer alır (Henderson ve Tocher 1987).

*C. baicalensis*'te incelenen tüm dokuların (kas, karaciğer ve gonat) nötral lipitlerinde en çok bulunan MUFA, sonra SFA ve en son PUFA (Kozlova ve Khotimchenko 2000), bir deniz balığı türü olan *P. marinus* nötral lipidinde, en çok MUFA sonra SFA en son PUFA (Pinela ve ark. 2009) tespit edilmiştir.

Bir başka deniz balığı olan *D. sargus*'un TAG fraksiyonunda, n-3HUFA'ler düşük oranda, monoen yağ asitleri ise yüksek oranda saptanmıştır (Cejas ve ark. 2003).

Araştırmacılar, balıkların, daha çok doymuş ve tekli doymamış yağ asitlerini depo olarak kullandıklarını belirtmişlerdir (Gunstone ve ark. 1978, Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Çalıştığımız balıklardan *T. grypus*'ta da sıralama MUFA, SFA ve PUFA şeklinde oluşmuştur. Ancak, *C. carpio*'da temmuz ve eylül aylarında en çok SFA, diğer aylarda MUFA daha baskın belirlenmiştir. *S. triostegus*'un dişilerinde mart ayı hariç diğer aylarda en çok MUFA iken erkeklerde mayıs, temmuz ve mart aylarında en çok MUFA, eylül ve ocak aylarında en çok SFA, en az PUFA saptanmıştır. Sonuç olarak çalıştığımız balıkların kas TAG'lerinde, diğer çoğu tatlisu balıklarında olduğu gibi, ağırlıklı olarak MUFA ve SFA'lerin olduğunu söyleyebiliriz. Bunun nedeni, MUFA'lerden 18:1n-9 yüzdesinin fazla olmasıdır.

Palmitik asit, 16:1n-7, 18:1n-9 gibi yağ asitleri, depo lipitlerinde fazla bulunurlar (Ackman 1992).

Verilerimiz de bu sonuçla uyumludur. Çalışmamızda her üç türün her iki eşeyinin TAG fraksiyonunda, 16:0, 16:1n-7, 18:1n-9 gibi yağ asitleri PL fraksiyonuna oranla daha fazla oranda saptanmıştır.

*C. baicalensis*'in kas nötral lipidinde 16:0, % 14.3 bulunmuştur. Aynı balığın nötral lipidinde kasta 16:1n-7, %11.1 olarak saptanmıştır. Palmitik asit ve 16:1n-7, hemen hemen yakın yüzdelerde bulunmaktadır (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Ackman ve Takeuchi (1986), 16:1n-7 dağılımının, tatlısu balıklarının nötral lipitleri için, karakteristik olduğunu belirttiler.

Ancak çalıştığımız türlerin TAG'ünde 16:0, 16:1n-7'ten üç dört kat daha fazla oranda bulunmuştur. Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan iki türden *C. trutta*'da 16:1n-7 oranı % 30.15 (Kaçar ve ark. 2010a), *C. regium*'da ise % 10.21 (Kaçar ve ark. 2010b) olarak saptanmıştır. Bu veriler, tatlısu balıklarının nötral lipitleri için 16:1n-7 oranının balıklarda farklı olduğunu göstermektedir.

*C. pabda*'nın TAG fraksiyonunda SFA'ler içinde 16:0, % 19.42; 18:0, % 11.26; MUFA'ler içinde 18:1n-9, % 17.01; 16:1n-7, %12.01; C20 PUFA'lerden 20:4n-6, % 10.36; 20:5n-3, % 7.5; 22:6n-3, % 9.11 oranında bulunmuştur. Hindistan balıklarında genellikle 20:4n-6 miktarı yüksektir (Ghosh ve Dua 1997).

Hindistan'da çalışılan *C. pabda*, çalıştığımız balıklarla karşılaştırıldığında kantitatif bakımdan bazı farklılıkların olduğu görülür. *C. pabda*'daki 18:0, 20:4n-6, 20:5n-3 ve 22:6n-3'nin yüzde oranları daha fazla, 16:0 ve 18:1n-9'un oranları ise daha azdır.

Japon ve Tayvan Kedi balığının TAG'ündeki esas yağ asitleri, 16:0 18:1n-9, 18:2n-6'tir. Arakidonik asit, EPA ve DHA gibi PUFA yüzdeleri TAG'de düşüktür. Japon Kedi balığında 18:1n-9 miktarı yaza oranla kışın daha fazladır. Tayvan Kedi balığı; Japon Kedi balığına oranla 16:0 ve 18:1n-9 bakımından yüksek; EPA ve DHA gibi n-3PUFA bakımından düşüktür (Shirai ve ark. 2002).

İncelediğimiz türlerden, Mezopotamya yayını olarak bilinen Kedi balığı *S. triostegus*'ta elde edilen veriler Tayvan Kedi balığına benzerdir. *S. triostegus* kas TAG'ünde de 16:0 ve 18:1n-9 oranı yüksek, EPA ve DHA düşüktür.

*H. molitrix*'in TAG yağ asidi kompozisyonu, 16:0 % 15.4, 18:0 % 3.2, 18:3n-3 % 7.0, 20:4n-6 % 3.3, 20:5n-3 % 6.6, 22:6n-3 % 6.0, n-3PUFA % 21.6, n-6PUFA % 11.0, n-3/n-6 2.0; *A. nobilis*'in TAG yağ asidi kompozisyonu, 16:0 % 10.8, 18:0 % 2.5, 18:3n-3 % 7.8, 20:4n-6 % 3.3, 20:5n-3 % 10.7, 22:6n-3 % 9.9, n-3PUFA % 30.5, n-6PUFA % 9.7, n-3/n-6 3.1 olarak saptanmıştır (Mieth ve ark. 1989a, 1989b).

Örneklerimizden iki sazan türü olan *C. carpio* ve *T. grypus*, bu iki sazan türü ile karşılaştırıldığında, 16:0 ve 18:0'in oranı çalıştığımız sazanlarda daha yüksek, 18:3n-3, 20:4n-6 ve 20:5n-3'in ise daha az olduğunu söyleyebiliriz.

Doğal besin ile beslenen *C. carpio*'nun kas TAG'ünde yağ asidi kompozisyonu 16:0 % 15.9, 16:1n-7 % 11.7, 18:1n-9 % 27.8, 18:2n-6 % 15.2, 18:3n-3 % 8.7, 20:4n-6 % 2.2, 20:5n-3 % 3.3, 22:6n-3 % 1.0, n-3PUFA % 15.3, n-6PUFA % 19.4 olarak belirlenmiştir (Steffens ve Wirth 1997).

Atatürk Baraj Gölü'nden topladığımız *C. carpio*'nun kas TAG'ündeki yağ asitleri içeriği, Avrupa'daki *C. carpio* ile karşılaştırıldığında, örneğimizde 16:0 ve 22:6n-3'in daha yüksek, 18:2n-6 ve 18:3n-3'in daha düşük olduğunu belirtebiliriz. Ayrıca, analizlerimizde n-3/n-6 oranının da fazla olması, çalıştığımız örneğin besin kalitesi bakımından daha değerli olduğunu göstermektedir.

Tatlısu balıklarının TAG'lerindeki n-3/n-6 oranı deniz balıklarından yüksek olup, 1 ile 3 aralığındadır (Steffens ve Wirth 2005).

Çalıştığımız örneklerden *C. carpio*'nun mevsime bağlı olarak her iki eşeyinde n-3/n-6 oranı, 0.87-2.85; *T. grypus*'da, 2.06-4.63; *S. triostegus*'ta, 1.37-2.41 aralığında bulunmuştur.

Sonuç olarak, örneklerimizin kas PL ve TAG'ündeki kalitatif yağ asidi içeriğinin, çalışılan diğer tatlısu balıklarına benzediğini, kantitatif içeriğin ise balıklarda farklı olduğunu söyleyebiliriz. Bunun başlıca nedenleri, besin, sıcaklık, balığın yakalandığı lokalite veya coğrafik bölge gibi faktörler olabilir.

#### **4.20. Triaçilgliserol ve Fosfolipit Fraksiyonundaki Yağ Asidi İçeriğine Etki Eden Faktörler**

Enerji rezervi olarak kullanılan nötral lipitlerin önemli bir kısmını oluşturan TAG yağ asitleri, başta besin olmak üzere, üreme durumu (yumurtlama dönemi) gibi faktörlerce etkilenmektedir. Hücre ve organel zarlarında yapısal olarak bulunan PL ise zarların sıvı-akıcı özeliğinin korunmasını, permeabilityi etkilemesi nedeniyle, daha çok ortam sıcaklığından etkilenmektedir. (Christie 1987, Arts ve ark. 2001).

Hücre ve organel membranlarında fosfolipitlerin biyolojik aktivitelerinden dolayı, nötral lipitlere oranla daha hızlı değişimlere uğrarlar (Parker ve ark. 1980).

##### **4.20.1. Triaçilgliserol ve Fosfolipit Fraksiyonundaki Yağ Asidi İçeriğine Besinin Etkisi**

Besinsel lipitlerin vücut lipitlerinin yağ asidi kompozisyonuna etkisi, trigliserit ve fosfolipitler arasında farklılık gösterir. Bazı çalışmalarda fosfolipit, bazılarında ise triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asitlerinin besinden önemli derecede etkilendiği

saptanmıştır. Tatlısu balıklarında besinle alınan linoleik ve linolenik asit, enzimlerle zincir uzamasına uğratarak doymamışlık dereceleri artırılır ve arakidonik asit, dokosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik asitlere dönüştürülerek PL'lerin yapısına girerler. Bununla beraber bu yağ asitlerinin (18:2n-6, 18:3n-3) TAG'de değişime uğramadan depolandığı saptanmıştır (Takeuchi ve Watanabe 1977, Farkas ve ark. 1980).

Çalıştığımız türlerden omnivor beslenme özelliğine sahip *C. carpio* ile *T. grypus*'ta PUFA'ı oluşturan yağ asitlerinin mayıs ve temmuz dönemlerinde artması, bu balıkların besinlerinin bir bölümünü oluşturan su alglerinin bu dönemlerde maksimum seviyede olmasından kaynaklanabilir. Balıklar bu yağ asitlerini sentezleyemedikleri için dışarıdan besinle almak zorundadırlar.

#### **4.20.2. Triaçilgliserol ve Fosfolipit Fraksiyonundaki Yağ Asidi İçeriğine Sıcaklığın Etkisi**

Doku yağ asidi kompozisyonları, termal aklimatizasyon (Soğukkanlılarda sıcaklığa karşı fizyolojik adaptasyon) esnasında değişir.

Hücreler kendi zarlarının lipit bileşimini, değişen sıcaklığa uyum sağlamak üzere değiştirebilirler. Örneğin soğuk ortamda yaşayan balıklar; hücre zarlarının kış mevsiminde katılaşmasını önleyici bir adaptasyon olarak fosfolipitlerindeki doymamış yağ asitlerini artırırlar. Çünkü yağ asitlerinde doymamışlık artınca erime noktası da azalır (Çelik ve ark. 2008).

Sıcaklığın etkisi, nötral lipitlere oranla fosfolipitler üzerine daha çok etkilidir (Jobling ve Bendiksen 2003). Düşük sıcaklığa maruz bırakılma sonucunda, fosfolipitlerde, UFA:SFA oranları daha yüksek bulunmuştur. Bu durum, membran akışkanlığının sürdürülmesi olarak yorumlanmaktadır. Düşük su sıcaklıklarında membran fosfolipitlerinin, esnekliğinin ve geçirgenliğinin sürdürülebilmesi için gerekli olan n-3 yapısı, doymamışlık derecesinin artmasını sağlar (Lovell 1991). Genellikle, sıcaklıktaki azalma, doymamışlık derecesinin artmasıyla sonuçlanır (Henderson ve Tocher 1987).

Sıcaklık düştüğünde, nötral ve PL'deki doymamış yağ asitleri miktarı artar (Farkas 1979, Farkas ve ark. 1980). Düşük sıcaklığa maruz bırakılma ile SFA oranı düşer. Doymamış yağ asitleri oranı ise artar (Jobling ve Bendiksen 2003). Artan

doymamış yağ asitleri, ya monoen ya da polien sınıfına girenlerdir (Wallaert ve Babin 1994, Fodor ve ark. 1995, Logue ve ark. 2000).

Çalışmamızda da incelediğimiz türlerden *C. carpio*'da yaza oranla kışın  $\Sigma$ MUFA, *T. grypus*'ta ise  $\Sigma$ PUFA artmıştır. Aşırı doymamış yağ asitlerinin kışın artması beklenir. Ancak, incelediğimiz iki türde farklı sonuçlar saptanmıştır. Örneğin, *C. carpio*'da temmuz ayı ile karşılaştırıldığında, ocak ayında 22:6n-3'ten dolayı PUFA ve n-3/n-6 oranı azalırken, *T. grypus*'ta bu bileşenler artmıştır. *S. triostegus*'ta ise n-3/n-6 oranı her iki dönemde oldukça benzer olarak bulunmuştur.

Elde ettiğimiz veriler, incelediğimiz balık türlerinin kas TAG'üne sıcaklığın etkisinin PL fraksiyonundakine benzer olduğunu göstermektedir. Örneğin, *C. carpio*'nun her iki bireyinin hem kas TAG'ündeki hem de kas PL'indeki  $\Sigma$ MUFA oranı kışın artmıştır. *T. grypus*'un dişi bireylerinin kas PL ve TAG'ünde kışın  $\Sigma$ SFA'ler azalmış, 22:6n-3'ten dolayı  $\Sigma$ PUFA ve n-3/n-6 oranı her iki bireyin hem PL hem de TAG'ünde kışın artmıştır. Ortam sıcaklığının artması PL'deki n-3 birikimini azaltır (Delgado ve ark. 1994).

Poiklotermlerde, suyun tuzluluğunun ve sıcaklığının değişmesi, membran PLindeki yağ asitlerinin uzunluğunu ve doymamışlık derecesini etkilemektedir (Cordier ve ark. 2002). Japon Kedi balığında 18:1n-9 miktarı yaza oranla kışın daha fazla bulunmuştur (Shirai ve ark. 2002).

Çalıştığımız tatlısu balıklarından *C. carpio*, *S. triostegus* ve *T. grypus*'tan elde ettiğimiz verilere dayanarak balıkların kas PL'indeki yağ asitlerinin yüzde içeriği üzerine sıcaklığın etkisinin hem çalışılan üç tür üzerinde hem de aynı türün eşeyleri üzerinde farklı etki ettiğini söyleyebiliriz. Örneğin, sıcaklığın 28 °C temmuz ayına oranla sıcaklığın 10 °C olduğu ocak ayında, *C. carpio*'da 18:1n-9 ve buna bağlı olarak  $\Sigma$ MUFA ile 18:2n-6, 18:3n-3, artarken aynı bileşenler *T. grypus*'ta aynı dönemde azalma göstermiştir. *C. carpio*'nun dişilerinde 22:6n-3 oranı ocak ayında artarken aynı türün erkeklerinde bu bileşen aynı dönemde azalmıştır. Yine *S. triostegus*'un dişi bireylerinde 18:2n-6 ocakta artarken erkek bireylerde azalmıştır. Arakidonik asit, dişilerde ocak ayında azalırken erkeklerde artmıştır. Demek ki değişen fizyolojik koşullara karşı aynı türün farklı eşeyleri farklı tepki gösterebilirler.

Gallagher ve ark. (1991), aynı türün dişi ve erkek bireylerinin fizyolojik olaylara karşı gösterdiği adaptasyonların değişebildiğini ileri sürdüler.

#### 4.21. Kas Lipitlerinin Triaçilgliserol ve Fosfolipit Fraksiyonundaki Yağ Asidi İçeriklerinin Karşılaştırılması

Enerji amaçlı olarak kullanılan nötral lipitler; fazla miktarda doymuş ve tekli doymamış yağ asitleriyle beraber önemli fizyolojik PUFA'leri geçici olarak depolarlar (Tocher ve ark. 1985, Napolitano ve ark. 1988).

Doğal balıkların dokularındaki total PL'ler; TAG'e oranla karakteristik olarak daha fazla PUFA ve daha az MUFA içerirler. Aşırı doymamış yağ asitlerinin PL fraksiyonundaki içeriği % 58'e kadar çıkabilir. Fakat doymuşlar benzer düzeydedir (Henderson ve Tocher 1987). Ayrıca, Christie'ye göre (1982), balık dokularındaki lipit fraksiyonlarından, fosfolipitte çoklu doymamış yağ asitleri; triaçilgliserolde ise tekli doymamış yağ asitleri, özellikle 18:1n-9 daha fazla bulunur.

Portekiz'in Minho, Tagus, Guadiana nehirlerinden alınan *P. marinus* (deniz balığı)'un kaslarının nötral lipit ve fosfolipit yağ asidi kompozisyonunda, nehirler arasında ve nötral lipit ile PL arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Nötral lipidin yağ asidi profilinde benzerlikler bulunmuştur. Tekli doymamış yağ asitleri içeriği, en fazla olup (% 60) daha sonra SFA (% 35) en son PUFA'ler (% 1.5) gelmektedir (Pinela ve ark. 2009).

Dişi *S. t. caspius*, *S. t. labrax* ve *S. t. macrostigma* alabalıklarının, nötral ve fosfolipit fraksiyonlarında, major yağ asitleri olarak, 16:0, 18:1n-9, 22:6n-3 ve 18:2n-6 bulunmuştur. Eikosapentaenoik ve 22:6n-3 yüzdeleri ve buna bağlı olarak n-3/n-6 oranları, kışın en yüksek miktarda bulunmuştur. Her üç alabalık türünde fosfolipit fraksiyonunda 16:0 ve dolayısıyla SFA, nötral lipitten fazla bulunmuştur (Bayır ve ark. 2009).

Yılan balığının kas yağ asitleri PL fraksiyonunda 18:0, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:5n-3 ve 22:6n-3 daha fazla iken total ve TAG fraksiyonunda 16:1n-7, 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3 daha fazla tespit edilmiştir (Oku ve ark. 2009).

Doymuş yağ asitlerinin miktarı, *O. mykiss* TAG ve PL'de değişmemiştir. Doymuş yağ asitlerinin her iki fraksiyonundaki dağılımı benzer, MUFA ve PUFA'lerin ise farklı bulunmuştur. Tekli doymamış yağ asitleri, TAG'de daha fazla olarak saptanmıştır (Kiessling ve ark. 2001).

Bir yıl boyunca iki ayda bir çalıştığımız üç tatlısu balığının da kas lipit PL fraksiyonu, TAG'e oranla daha fazla PUFA içermiştir. Oleik asit ve dolayısıyla MUFA yüzdesi ise genellikle TAG fraksiyonunda fazla bulunmuştur.

Hindistan'da çalışılan beş sazan türünün kas ve karaciğer lipitlerin TAG ve PL yağ asidi içeriği araştırılmıştır. Çalışılan sazanlarda, 22:6n-3'in daha fazla miktarda bulunması (PL fraksiyonunda % 6-16; TAG'de % 0.7-4.3) balık kas PL'sinin temel bir ihtiyacındandır ve bunun tropikal sulardaki balık habitatlarıyla bir ilgisi yoktur. Balıkların kas TAG'deki fonksiyonel olarak önemli yağ asitleri olan 18:2n-6 ve 18:3n-3 asitlerinin her biri % 5 civarındadır. Bu bileşenlerin PL'de miktarı daha azdır. Uzun zincirli olan 20:4n-6, 20:5n-3 ve 22:6n-3'ler ise çoğunlukla polar lipitlerde bulunurlar. Fosfolipit fraksiyonunda PUFA'lerden; 20:5n-3 genellikle % 5-6 civarındadır. Balıklarda çoğunlukla SFA'lerin dominant olduğu bunu da monoenler ile polienlerin izlediği görülmüştür (Ackman ve ark. 2002).

Çalışmamızda, PL ve TAG'de saptanan major yağ asitleri, diğer sazan türlerinden (Ackman ve ark. 2002) ve tatlısu balıklarından belirlenenlere benzerlik göstermektedir. Araştırmamızda, her üç balık türünün kas lipit TAG fraksiyonunda, depo lipitlerin bileşenleri olan 16:0, 16:1n-7 ve 18:1n-9 ile birlikte balık tarafından sentezlenmeyen ve dışarıdan besinle alınan 18:2n-6 ve 18:3n-3 gibi yağ asitlerini daha fazla miktarda, PL fraksiyonunda ise doymuş yağ asitlerinden 18:0 ile aşırı doymamış yağ asitlerinden 20:4n-6, 20:5n-3 ve 22:6n-3 gibi yağ asitleri daha fazla oranda tespit edilmiştir.

C20+C22 PUFA'ler PL fraksiyonunda, C18 PUFA'ler ise TAG fraksiyonunda daha fazla bulunduğu için, PL'de, C20+C22 PUFA'lerin C18 PUFA'lere oranı nötral lipitlere oranla 4.3-9.8 kat daha fazladır. Ilıman türlerde total PL'in genel bileşeni olan 20:5n-3 ve 20:4n-6'in miktarı türlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. (Henderson ve Tocher 1987).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan Cyprinid türlerinden dişi *C. trutta*'nın TAG fraksiyonunda,  $\Sigma$ MUFA % 44.4,  $\Sigma$ SFA % 33.54,  $\Sigma$ PUFA % 21.98, PL fraksiyonunda,  $\Sigma$ PUFA % 43.51,  $\Sigma$ SFA % 31.9,  $\Sigma$ MUFA % 24.51 (Kaçar ve ark. 2010a); *C. regium*'un TAG fraksiyonunda,  $\Sigma$ SFA % 44.82,  $\Sigma$ MUFA % 31.72,  $\Sigma$ PUFA % 23.37, PL fraksiyonunda,  $\Sigma$ PUFA % 40.24,  $\Sigma$ SFA % 35.98,  $\Sigma$ MUFA % 23.69 bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010b).

*C. carpio* ile yapılan çalışmada, 16:1n-7, 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3 ve  $\Sigma$ MUFA, TAG fraksiyonunda, 18:0, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:6n-3,  $\Sigma$ PUFA ile n-3/n-6 oranı da PL de fazladır. Total SFA ise her iki fraksiyonda benzerdir (Mráz ve Pickova 2009).

Atatürk Baraj Gölü'nden topladığımız *C. carpio*'da da benzer sonuçlar saptanmıştır. Balığın kas lipidlerindeki TAG fraksiyonunda 16:0, 16:1n-7, 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3 ve  $\Sigma$ MUFA, PL fraksiyonunda ise, 18:0, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:6n-3,  $\Sigma$ PUFA ile n-3/n-6 oranı daha fazla bulunmuştur. Tekli doymamış yağ asitlerinin; TAG'de daha fazla bulunmasının nedeni, bu bileşenlerin katabolizma olayları için tercihli substrat olarak kullanılmasından kaynaklanabilir (Henderson ve Tocher 1987). Fosfolipit fraksiyonunda; PUFA ve DHA, EPA ve AA gibi yirmi karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinin, TAG'e oranla yüksek miktarda olması, bu yağ asitlerinin membran fosfolipitlerinin bileşenleri olarak önemli olduklarını göstermektedir.

Balıklarda farklı organların yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi özellikle yetiştiricilikte avantaj sağlayacaktır. Örneğin gonatların yağ asidi profilinin belirlenmesi damızlıkların diyetlerinde bulunacak yağ asidi kompozisyonu hakkında bilgi vereceği gibi, bu doğrultuda hazırlanan diyetlerle beslenen damızlıkların yumurta kalitesi üzerine etkileri belirlenebilecektir. Kas dokusu yağ asidi profili de balık etinin n-3 ve n-6 yağ asitleri bakımından zenginliğini göstereceğinden tercih sebebi olacaktır (Güneş 2007).

Karaciğer ve adipoz dokusu özellikle yağların dönüşümünde ve depolanmasında önemli rol alırlar (Halver 1988).

#### **4.22. Karaciğer Total Lipidindeki Yağ Asidi İçeriği**

##### **4.22.1. *C. carpio* bireylerinin karaciğer total lipidindeki yağ asidi içeriği**

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*'nun dişi ve erkek bireylerinin karaciğerindeki 16:0 ve dolayısıyla  $\Sigma$ SFA miktarı üremeden sonraki dönem olan temmuz ayında artmış, üremeden önceki dönem olan mart ayında azalmıştır. Buna karşılık, 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA miktarı her iki eşyede üremeden sonraki dönem olan kasım ayında artarken temmuz ayında azalma göstermiştir. Balıklarda 20:4n-6 ve 22:6n-3 yağ asitleri ve beraberinde  $\Sigma$ PUFA miktarı en yüksek değere ocak ayında ulaşmıştır (Tablo 27 ve 28). Total PUFA yüzdesi dişilerde mart (Tablo 27), erkeklerde de mayıs ayında azalmıştır (Tablo 28). Veriler, mevsime ve üreme dönemine bağlı



olarak, yağ asitlerinde meydana gelen değişikliklerin erkek ve dişi bireylerinde benzer olduklarını göstermektedir.

Bir yıl boyunca  $\Sigma$ SFA'ler içinde 16:0 (dişiler için % 23.69-26.91; erkekler için % 18.94-31.70),  $\Sigma$ MUFA'ler içinde 18:1n-9 (dişiler için % 14.92-26.66; erkekler için % 14.69-27.62),  $\Sigma$ PUFA'ler arasında 22:6n-3 (dişiler için % 8.43-17.51; erkekler için % 7.27-15.94) baskın olarak bulunan yağ asitleridir (Tablo 27 ve 28).

Dişilerde Mayıs ve Temmuzda en çok  $\Sigma$ SFA, Kasım ve Martta  $\Sigma$ MUFA, Ocakta ise en çok  $\Sigma$ PUFA saptanmıştır (Tablo 27). Erkeklerde Temmuz ve Eylül ayında en çok  $\Sigma$ SFA, Kasımda en çok  $\Sigma$ MUFA, Ocakta ise en çok  $\Sigma$ PUFA belirlenmiştir (Tablo 28). Temmuz ayında en çok  $\Sigma$ SFA'in Kasım ayında  $\Sigma$ MUFA'in Ocak ayında  $\Sigma$ PUFA'in en çok bulunması her iki birey için ortak bulgulardır.

*C. carpio*'nun dişi bireylerinde mevsime bağlı olarak karaciğer total yağ asitlerinde n-3/n-6 oranı 1.33 (Mayıs)- 1.75 (Mart); erkeklerde ise 1.35 (Eylül)- 2.55 (Mayıs) arasında değişmiştir (Tablo 27 ve 28).

Tablo 27: Dişi *C. carpio*'nun karaciğer total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>s</sup>	-	-	0.01±0.01	-	-	-
12:0	0.02±0.02a	0.15±0.01b	-	0.10±0.09b	-	0.02±0.01a
13:0	0.43±0.12a	0.79±0.16b	0.50±0.12a	-	0.03±0.02c	-
14:0	1.92±0.11a	3.42±0.15b	1.38±0.10a	1.42±0.14a	0.81±0.55c	2.66±0.17ab
15:0	0.78±0.05a	1.54±0.13b	1.21±0.15b	0.68±0.03a	1.23±0.10b	0.65±0.03a
16:0	23.74±1.13a	26.91±1.15a	25.11±1.17a	23.69±1.13a	25.69±1.15a	24.17±1.13a
17:0	0.55±0.03a	0.68±0.03a	0.39±0.02b	1.09±0.15c	1.06±0.10c	0.34±0.01b
18:0	11.00±0.99a	7.90±0.54b	8.15±0.56b	4.95±0.33c	6.14±0.51b	4.23±0.30c
<b>ΣS.F.A</b>	<b>38.44±1.30a</b>	<b>41.39±1.31a</b>	<b>36.75±1.29ab</b>	<b>31.93±1.25b</b>	<b>34.96±1.23b</b>	<b>32.07±1.21b</b>
16:1n-7	7.00±0.57a	10.06±0.98b	5.05±0.35a	8.96±0.49a	5.57±0.35a	12.13±1.02b
18:1n-9	18.24±1.06a	14.92±1.04b	19.44±1.09a	26.66±1.15c	14.94±1.04b	24.00±1.13c
20:1n-9	0.68±0.03a	0.86±0.05a	2.44±0.12b	1.85±0.18ab	4.26±0.23c	1.68±0.10ab
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>25.92±1.15a</b>	<b>25.84±1.13a</b>	<b>26.93±1.16a</b>	<b>37.47±1.30b</b>	<b>24.77±1.17a</b>	<b>37.81±1.35b</b>
18:2n-6	3.48±0.21a	3.92±0.22a	1.99±0.10b	1.18±0.19b	1.66±0.16b	2.75±0.15ab
18:3n-3	0.66±0.01a	1.22±0.10b	0.90±0.05ab	1.17±0.10b	0.28±0.01c	0.81±0.02ab
20:2n-6	0.74±0.03a	0.81±0.04a	0.45±0.04b	0.81±0.04a	0.41±0.03b	0.27±0.01c
20:3n-6	0.84±0.04a	0.52±0.03b	0.33±0.02c	0.57±0.03b	0.45±0.02b	0.64±0.03b
20:4n-6	10.18±0.99a	7.25±0.57b	11.57±0.97a	9.47±0.81a	13.14±1.02a	7.22±0.56b
20:5n-3	6.47±0.53a	7.42±0.54a	3.12±0.23b	4.18±0.28b	3.55±0.23b	5.50±0.24ab
22:5n-3	3.90±0.23a	3.11±0.24a	2.58±0.18b	4.01±0.24a	3.21±0.26a	1.04±0.10c
22:6n-3	9.27±0.67a	8.43±0.66a	15.28±1.03b	9.11±0.87a	17.51±1.05b	11.79±0.99a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>35.54±1.28a</b>	<b>32.68±1.27b</b>	<b>36.22±1.19a</b>	<b>30.50±1.09b</b>	<b>40.21±1.31c</b>	<b>30.02±1.09b</b>
ω3	20.30±1.06a	20.18±1.07a	21.88±1.01a	18.47±1.03a	24.55±1.15a	19.14±1.05a
ω6	15.24±1.04a	12.50±1.04a	14.34±1.02a	12.03±1.05a	15.66±1.09a	10.88±0.99a
ω3/ω6	1.33	1.61	1.52	1.53	1.56	1.75

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

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

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

Tablo 28: Erkek *C. carpio*'nun karaciğer total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.22±0.05a	-	-	0.01±0.01b	-	-
12:0	0.09±0.05a	0.01±0.01b	-	0.04±0.03c	0.23±0.01d	0.04±0.03c
13:0	0.03±0.02a	0.02±0.02a	0.15±0.01b	0.09±0.06c	0.05±0.04d	0.84±0.02e
14:0	2.39±0.12a	1.89±0.13b	2.82±0.12a	1.73±0.13b	1.01±0.14b	1.75±0.15b
15:0	0.83±0.55a	1.40±0.15b	1.25±0.11b	0.35±0.01c	1.26±0.12b	0.79±0.02a
16:0	26.54±1.15a	31.70±1.19b	27.41±1.15a	25.66±1.14a	24.91±1.14a	18.94±1.13c
17:0	0.71±0.03a	0.31±0.02b	1.04±0.13c	0.67±0.02a	1.18±0.17c	0.87±0.04a
18:0	8.96±0.56a	10.49±0.92a	7.68±0.55a	5.12±0.15b	6.66±0.18b	3.76±0.12c
<b>∑S.F.A</b>	<b>39.77±1.32a</b>	<b>45.82±1.36b</b>	<b>40.35±1.32a</b>	<b>33.67±1.31c</b>	<b>35.30±1.31c</b>	<b>26.99±1.15d</b>
16:1n-7	11.17±0.90a	5.04±0.15b	6.91±0.16b	13.05±1.03a	5.74±0.15b	12.46±1.02a
18:1n-9	26.00±1.15a	14.69±1.04b	22.31±1.14c	27.62±1.15a	17.55±1.07b	21.10±1.14c
20:1n-9	1.33±0.14a	0.99±0.07a	0.43±0.03b	2.18±0.14c	1.21±0.19a	1.96±0.16c
<b>∑M.U.F.A.</b>	<b>38.50±1.32a</b>	<b>20.72±1.15b</b>	<b>29.65±1.16c</b>	<b>42.85±1.32a</b>	<b>24.50±1.15b</b>	<b>35.52±1.31a</b>
18:2n-6	2.63±0.14a	1.83±0.14b	4.96±0.16c	2.68±0.14a	3.77±0.13ac	3.59±0.13ac
18:3n-3	0.58±0.03a	0.42±0.12a	1.18±0.15b	0.27±0.02c	0.30±0.02c	1.71±0.14b
20:2n-6	0.25±0.01a	0.03±0.02b	0.53±0.02c	0.85±0.04d	1.10±0.13d	0.30±0.02a
20:3n-6	0.42±0.02a	0.15±0.01b	0.45±0.03a	0.54±0.04a	0.65±0.04a	0.68±0.04a
20:4n-6	2.79±0.13a	9.36±0.83b	6.74±0.52c	4.24±0.15c	10.25±0.92b	6.98±0.55c
20:5n-3	2.40±0.12a	3.16±0.14a	6.24±0.53b	3.03±0.14a	4.96±0.15b	5.90±0.16b
22:5n-3	1.91±0.11a	2.55±0.12b	2.53±0.12b	1.62±0.17a	4.19±0.14c	3.15±0.13bc
22:6n-3	10.65±0.93a	15.94±1.05b	7.27±0.56a	10.15±0.93a	14.88±1.04b	15.08±1.05b
<b>∑P.U.F.A</b>	<b>21.63±1.12a</b>	<b>33.44±1.31b</b>	<b>29.90±1.16c</b>	<b>23.38±1.16a</b>	<b>40.10±1.32d</b>	<b>37.39±1.32bd</b>
ω3	15.54±1.05a	22.07±1.12b	17.22±1.07a	15.07±1.05a	24.33±1.15b	25.84±1.17b
ω6	6.09±0.17a	11.34±1.01b	12.68±1.04b	8.31±0.15a	15.77±1.05b	11.55±1.01b
ω3/ω6	2.55	1.94	1.35	1.81	1.37	2.23

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

#### 4.22.2. *T. grypus* bireylerinin karaciğerindeki total lipidin yağ asidi içeriği

Mevsime bağlı olarak dişilerde  $\Sigma$ SFA oranı benzerlik göstermektedir (Tablo 29). Erkeklerde 16:0 ve dolayısıyla  $\Sigma$ SFA, temmuz ayında artmış, mart ayında ise azalmıştır (Tablo 30). Oleik asit ve buna bağlı olarak  $\Sigma$ MUFA her iki bireyde diğer dönemlere oranla üreme dönemi olan mart, mayıs ve temmuz ayında daha fazla, üreme dönemi sonrası olan eylül ve kasımda düşme saptanmıştır. Total PUFA'ler dişi ve erkeklerde üreme dönemi sonrası olan eylül ve kasım aylarında fazla bulunmuştur. Dokosaheksaenoik asit ve dolayısıyla PUFA'ler her iki bireyde üreme dönemi sonrası olan eylül ayında fazla saptanmıştır (Tablo 29 ve 30).

Dişi bireylerde mayıs, temmuz aylarında en çok  $\Sigma$ SFA, diğer aylarda  $\Sigma$ PUFA en fazla iken, en az ise  $\Sigma$ MUFA bulunmuştur (Tablo 29). Erkek bireylerde temmuz ve ocak aylarında  $\Sigma$ SFA, eylül ve kasım aylarında  $\Sigma$ PUFA fazla bulunmuştur (Tablo 30).

Bir yıl boyunca yüzde olarak en fazla bulunan yağ asitleri  $\Sigma$ SFA'ler içinde 16:0 (dişiler için % 25.18-30.67; erkekler için % 21.46-31.10),  $\Sigma$ MUFA'ler içinde 18:1n-9 (dişiler için % 15.41-21.96; erkekler için % 16.47-28.48),  $\Sigma$ PUFA'ler arasında 22:6n-3 (dişiler için % 14.94-27.08; erkekler için % 9.78-25.08) (Tablo 29 ve 30).

N-3/n-6 oranı, dişilerde 1.30 (mart)- 3.50 (eylül); erkeklerde 1.51 (ocak)- 3.17 (eylül) aralığında değişmiştir. *T. grypus*'un her iki eşeyinde n-3/n-6 oranı, eylül ayında yüksek ve birbirine yakın değerlerde oldukları görülmüştür (Tablo 29 ve 30).

Tablo 29: Dişi *T. grypus*'un karaciğer total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.13±0.01	-	-	-	-	-
12:0	-	-	-	-	-	-
13:0	0.24±0.02a	0.08±0.06b	-	-	-	-
14:0	1.58±0.11a	2.14±0.21b	1.18±0.18a	1.26±0.15a	1.44±0.16a	1.64±0.19a
15:0	0.63±0.06a	0.71±0.05a	0.44±0.03a	0.76±0.07a	0.52±0.05a	0.75±0.06a
16:0	26.72±1.27a	25.18±1.29a	30.67±1.30a	25.34±1.27a	27.61±1.24a	26.27±1.23a
17:0	0.30±0.03a	0.32±0.02a	0.34±0.03a	0.38±0.02a	0.49±0.04a	0.78±0.06b
18:0	10.49±1.01a	9.33±0.98a	7.33±0.71a	7.49±0.74a	6.57±0.67a	7.37±0.70a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>40.09±1.49a</b>	<b>37.76±1.37a</b>	<b>39.96±1.36a</b>	<b>35.23±1.48a</b>	<b>36.63±1.35a</b>	<b>36.81±1.33a</b>
16:1n-7	5.66±0.53a	4.99±0.46a	2.69±0.21b	3.43±0.38b	4.98±0.48a	2.78±0.23b
18:1n-9	20.14±1.22a	21.96±1.29a	15.41±1.05b	15.71±1.03b	16.76±1.06b	20.24±1.28a
20:1n-9	0.98±0.97a	1.14±0.13a	0.43±0.04b	1.89±0.18a	0.97±0.08a	1.47±0.17a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>26.78±1.28a</b>	<b>28.09±1.29a</b>	<b>18.53±1.08b</b>	<b>21.03±1.06b</b>	<b>22.71±1.22b</b>	<b>24.49±1.24ab</b>
18:2n-6	2.15±0.20a	1.64±0.17a	0.60±0.05b	1.68±0.16a	1.56±0.12a	1.55±0.13a
18:3n-3	1.14±0.14a	1.16±0.10a	0.58±0.04b	1.24±0.12a	0.79±0.07b	0.68±0.06b
20:2n-6	0.41±0.03a	0.30±0.02a	0.32±0.03a	0.20±0.01b	0.38±0.03a	0.31±0.04a
20:3n-6	-	0.30±0.02a	-	0.29±0.02a	0.27±0.01a	0.29±0.02a
20:4n-6	6.44±0.65a	7.74±0.73a	8.19±0.81a	8.19±0.80a	9.19±0.91a	14.58±1.05b
20:5n-3	3.58±0.34a	3.38±0.33a	2.75±0.22a	4.35±0.41b	6.10±0.10b	3.39±0.34a
22:5n-3	3.04±0.31a	2.94±0.20a	1.91±0.11b	2.80±0.22a	3.10±0.34a	2.89±0.25a
22:6n-3	16.28±1.17a	16.59±1.19a	27.08±1.23b	24.93±1.29b	19.18±1.02a	14.94±1.22a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>33.04±1.35a</b>	<b>34.05±1.39a</b>	<b>41.43±1.48b</b>	<b>43.68±1.46b</b>	<b>40.57±1.40b</b>	<b>38.63±1.37c</b>
ω3	24.04±1.22a	24.07±1.20a	32.32±1.37b	33.32±1.34b	29.17±1.28c	21.90±1.20a
ω6	9.00±0.92a	9.98±0.95a	9.11±0.98a	10.36±1.02a	11.40±1.04a	16.73±1.07b
ω3/ω6	2.67	2.41	3.50	3.21	2.55	1.30

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 30: Erkek *T. grypus*'un karaciğer total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	-	-	-	-	-	-
12:0	0.02±0.01	-	-	-	-	-
13:0	0.07±0.04	-	-	-	-	-
14:0	2.46±0.23a	3.10±0.33a	1.42±0.12b	1.52±0.15b	2.33±0.20a	2.26±0.31a
15:0	0.47±0.04a	0.55±0.05a	0.59±0.04a	0.49±0.03a	0.91±0.08b	0.93±0.07b
16:0	21.46±1.28a	31.10±1.31b	25.99±1.27a	23.64±1.20a	29.51±1.36b	23.98±1.28a
17:0	0.51±0.04a	0.41±0.03a	0.05±0.01b	0.96±0.07c	0.75±0.06c	1.03±0.18c
18:0	6.33±0.64a	10.41±1.02b	8.39±0.89ab	5.89±0.56a	6.87±0.69a	6.24±0.57a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>31.32±1.37a</b>	<b>45.57±1.46b</b>	<b>36.44±1.35a</b>	<b>32.50±1.32a</b>	<b>40.37±1.45b</b>	<b>34.44±1.37a</b>
16:1n-7	5.71±0.54a	3.73±0.34a	3.65±0.39a	4.39±0.48a	5.94±0.51a	4.47±0.44a
18:1n-9	27.85±1.23a	28.48±1.20a	16.47±1.06b	20.24±1.20b	24.47±1.29a	27.35±1.27a
20:1n-9	1.83±0.13a	0.61±0.06b	1.17±0.11a	2.14±0.24c	1.85±0.16a	2.62±0.22c
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>35.39±1.38a</b>	<b>32.82±1.30a</b>	<b>21.29±0.21b</b>	<b>26.77±1.29c</b>	<b>32.26±1.30a</b>	<b>34.44±1.39a</b>
18:2n-6	2.10±0.27a	1.41±0.13b	1.34±0.12b	1.98±0.17a	2.29±0.23a	3.42±0.32a
18:3n-3	1.56±0.18a	0.50±0.05b	0.76±0.04b	2.58±0.22c	0.93±0.07ab	0.99±0.66ab
20:2n-6	0.40±0.04a	0.31±0.02a	0.33±0.03a	0.21±0.01b	0.28±0.02b	0.46±0.03a
20:3n-6	0.37±0.02a	0.33±0.03a	0.18±0.01b	0.56±0.04c	0.28±0.02a	0.36±0.03a
20:4n-6	6.03±0.60a	4.96±0.45a	8.26±0.81b	7.08±0.78ab	8.21±0.80b	8.11±0.81b
20:5n-3	5.43±0.53a	2.37±0.23b	3.80±0.31b	3.47±0.30b	3.42±0.45b	3.58±0.40b
22:5n-3	2.58±0.22a	1.89±0.11a	2.44±0.23a	2.85±0.25a	2.01±0.20a	2.83±0.19a
22:6n-3	14.73±1.03a	9.78±0.99b	25.08±1.27c	21.92±1.20c	9.87±0.98b	11.27±1.01ab
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>33.20±1.33a</b>	<b>21.55±1.29b</b>	<b>42.19±1.45c</b>	<b>40.65±1.42c</b>	<b>27.29±1.29d</b>	<b>31.02±1.31a</b>
ω3	24.30±1.23a	14.54±1.17b	32.08±1.39c	30.82±1.36c	16.23±1.15b	18.67±1.16ab
ω6	8.90±0.81a	7.01±0.72a	10.11±1.05a	9.83±0.93a	11.06±1.03a	12.35±1.04a
ω3/ω6	2.73	2.07	3.17	3.13	1.46	1.51

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

#### 4.22.3. *S. triostegus* bireylerinin karaciğerindeki total lipidin yağ asidi içeriği

Doymuş yağ asitleri ile 16:0 oranı, dişi ve erkeklerde, diğer aylara oranla ocak ve mart aylarında düşmüş, erkeklerde her iki bileşen mayıs ayında en fazla bulunmuştur. Erkek ve dişilerde  $\Sigma$ MUFA ve 18:1n-9 oranı, ocak ve mart ayında yüksek seviyede tespit edilmiştir. İki bireyde de eylül ayında ise azalmıştır. Her iki eşeyde  $\Sigma$ PUFA eylül ayında yüksek bulunmuştur (Tablo 31 ve 32). Dişilerde mayısta (Tablo 31) erkeklerde temmuz ayında (Tablo 32) düşmüştür. Arakidonik asidin dişilerde en düşük olduğu mayıs ayında erkeklerde en yüksek değer tespit edilmiştir. Dokosaheksaenoik asit ise her iki bireyde temmuz ve eylül aylarında artmıştır (Tablo 31 ve 32). Dişi bireylerde mayıs, temmuz ve kasım ayında en çok  $\Sigma$ SFA, ocak ayında ise en çok  $\Sigma$ PUFA, en az  $\Sigma$ MUFA; erkek bireylerde eylül ayında  $\Sigma$ PUFA, temmuz, kasım, ocak ve mart aylarında ise  $\Sigma$ MUFA daha yüksek saptanmıştır (Tablo 31 ve 32). Bir yıl boyunca baskın bulunan yağ asitleri  $\Sigma$ SFA'ler içinde 16:0 (dişiler için % 19.49-26.85; erkekler için % 17.28-23.46),  $\Sigma$ MUFA'ler içinde 18:1n-9 (dişiler için % 20.13-23.52; erkekler için % 21.59-30.91),  $\Sigma$ PUFA'ler arasında 22:6n-3 (dişiler için % 13.80-18.96; erkekler için % 8.05-15.67) (Tablo 31 ve 32). N-3/n-6 oranı, dişilerde 2.00 (eylül)- 2.61 (ocak); erkeklerde 1.15 (mayıs)- 2.75 (ocak) aralığında bulunmuştur. Her iki eşeyde, en yüksek değer aynı ayda ve birbirine yakın olarak belirlenmiştir (Tablo 31 ve 32). Üç tür balığın karaciğer total lipitlerindeki yağ asidi içeriğini karşılaştırdığımızda ortak ve farklı noktaların bulunduğunu söyleyebiliriz. Örneğin, *C. carpio* ile *T. grypus* erkeklerinde 16:0 ve buna bağlı olarak  $\Sigma$ SFA temmuz ayında artmış, mart ayında ise azalmıştır. Bunun nedeni doymuş yağ asitlerinin, üreme için gonada mobilize olmasından kaynaklanabilir. Tekli doymamış yağ asitlerinin ise her üç türde üreme dönemi sonrası azaldığı görülmüştür. Örneğin, *T. grypus* ile *S. triostegus*'ta bu bileşenler ve 18:1n-9, eylül ayında; *C. carpio*'da ise temmuz ayında azalmıştır. *T. grypus* ile *S. triostegus*'ta her iki bireyde PUFA'ler ve 22:6n-3 oranı, eylül ayında artış göstermiştir. *C. carpio*'da MUFA'lerin her iki bireyde kasım ayında, *T. grypus*'ta mayıs ayında, *S. triostegus*'ta ise ocak ayında artması, balıklarda farklı bulunan bulgulardır. Ayrıca her üç balığın eşeylerinde, kastaki gibi kantitatif yağ asidi içeriğinin benzer olduğu görülmüştür. Balıkların karaciğer total lipit analizinde, SFA'ler içinde en çok 16:0 ve 18:0 MUFA'ler arasında 18:1n-9, PUFA'lerden de 22:6n-3, 20:4n-6 ve 20:5n-3 saptanmışlardır.

Tablo 31: Dişi *S. triostegus*'un karaciğer total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	-	-	-	-	-	-
12:0	0.05±0.02a	-	0.01±0.01b	-	0.12±0.05c	0.07±0.04a
13:0	0.32±0.03a	0.21±0.02a	-	-	-	-
14:0	1.59±0.16a	1.75±0.11a	1.47±0.17a	1.10±0.10a	1.14±0.16a	1.98±0.67a
15:0	0.72±0.07a	0.26±0.02b	0.47±0.03ab	0.01±0.01d	0.35±0.02b	0.47±0.05ab
16:0	25.53±1.26a	26.85±1.20a	24.60±1.22a	22.49±1.25b	19.49±1.09b	19.91±1.14b
17:0	0.42±0.03a	0.18±0.01b	0.28±0.02c	0.31±0.03ac	0.36±0.02ac	0.56±0.05a
18:0	9.95±0.99a	10.47±1.10a	10.66±1.01a	14.15±1.14b	8.95±0.88a	9.21±0.91a
<b>∑S.F.A</b>	<b>38.58±1.37a</b>	<b>39.72±1.40a</b>	<b>37.49±1.33a</b>	<b>38.06±1.36a</b>	<b>30.41±1.30b</b>	<b>32.20±1.44b</b>
16:1n-7	7.97±0.77a	4.11±0.41b	3.26±0.30b	7.41±0.66a	7.40±0.59a	7.72±0.69a
18:1n-9	22.24±1.28a	20.93±1.20a	20.57±1.19a	20.13±1.10a	21.36±1.17a	23.52±1.22a
20:1n-9	0.71±0.07a	2.17±0.29b	1.64±0.11c	2.07±0.24b	3.21±0.33d	1.93±0.17b
<b>∑M.U.F.A</b>	<b>30.92±1.33a</b>	<b>27.21±1.28a</b>	<b>25.47±1.26b</b>	<b>29.61±1.30a</b>	<b>31.97±1.38a</b>	<b>33.17±1.42a</b>
18:2n-6	2.52±0.24a	1.40±0.11a	1.69±0.16a	2.55±0.22a	1.94±0.18a	2.14±0.25a
18:3n-3	1.22±0.17a	0.57±0.05b	0.93±0.08a	1.20±0.12a	1.34±0.16a	1.14±0.18a
20:2n-6	0.45±0.04a	0.61±0.06a	0.76±0.07ab	0.90±0.09b	0.54±0.05a	0.72±0.07ab
20:3n-6	0.48±0.04a	0.46±0.03a	0.58±0.05a	1.25±0.13b	0.57±0.05a	0.46±0.04a
20:4n-6	4.37±0.39a	7.78±0.76b	9.29±0.91b	4.64±0.44a	7.09±0.78b	7.05±0.71b
20:5n-3	3.97±0.36a	2.08±0.23a	1.74±0.14b	4.56±0.48ac	5.10±0.56c	4.68±0.41ac
22:5n-3	1.05±0.10a	2.28±0.22b	3.03±0.38b	3.13±0.33b	5.80±0.59c	4.62±0.48bc
22:6n-3	15.42±1.05a	17.80±1.17a	18.96±1.15a	14.02±1.04a	14.27±1.14a	13.80±1.13a
<b>∑P.U.F.A</b>	<b>30.48±1.30a</b>	<b>32.98±1.22a</b>	<b>36.98±1.33b</b>	<b>32.25±1.38a</b>	<b>36.65±1.34b</b>	<b>34.61±1.42ab</b>
ω3	21.66±1.27a	22.73±1.20a	24.66±1.30a	22.91±1.25a	26.51±1.29a	24.24±1.09a
ω6	8.82±0.89a	10.25±0.99a	12.32±1.02a	9.34±0.87a	10.14±1.10a	10.37±1.00a
ω3/ω6	2.45	2.21	2.00	2.45	2.61	2.33

\* 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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.



Tablo 32: Erkek *S. triostegus*'un karaciğer total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	-	-	0.03±0.01	-	-	-
12:0	0.06±0.02a	-	-	0.01±0.01b	0.12±0.04c	0.11±0.01c
13:0	0.13±0.05a	0.15±0.03a	0.07±0.04b	-	-	-
14:0	2.47±0.21a	1.19±0.11b	2.07±0.25a	1.45±0.17b	1.26±0.16b	1.96±0.17a
15:0	0.54±0.04a	0.17±0.03b	0.54±0.04a	0.11±0.03b	0.25±0.02c	0.60±0.05a
16:0	23.46±1.26a	20.48±1.28a	20.89±1.09a	21.00±1.30a	17.28±1.17b	18.43±1.08b
17:0	0.42±0.04a	0.23±0.01b	0.51±0.05a	0.26±0.01b	0.27±0.03b	0.64±0.05a
18:0	9.94±0.99a	11.55±1.01a	8.58±0.87a	7.78±0.77a	4.84±0.45b	5.97±0.57b
<b>ΣS.F.A</b>	<b>36.96±1.33a</b>	<b>33.77±1.44ab</b>	<b>32.69±1.29ab</b>	<b>30.61±1.38b</b>	<b>24.02±1.28c</b>	<b>27.71±1.29b</b>
16:1n-7	5.77±0.55a	4.25±0.43a	5.68±0.45a	5.55±0.56a	8.60±0.83b	6.64±0.63a
18:1n-9	21.80±1.26a	30.91±1.30b	21.59±1.27a	30.01±1.38b	30.79±1.36b	29.10±1.28b
20:1n-9	0.86±0.05a	3.16±0.32b	1.31±0.10c	0.99±0.08a	4.78±0.43b	2.70±0.29bc
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>28.43±1.27a</b>	<b>38.32±1.43b</b>	<b>28.58±1.26a</b>	<b>36.55±1.33b</b>	<b>44.17±1.54c</b>	<b>38.44±1.45b</b>
18:2n-6	3.51±0.32a	0.88±0.07b	2.96±0.27a	2.79±0.22a	1.55±0.22c	3.80±0.36a
18:3n-3	1.22±0.13a	0.49±0.05b	1.93±0.16a	3.29±0.37c	0.79±0.07ab	2.32±0.25ac
20:2n-6	0.49±0.03a	0.34±0.02a	0.80±0.07b	0.38±0.04a	0.70±0.05b	1.26±0.17c
20:3n-6	0.54±0.04a	0.51±0.03a	0.70±0.07a	0.33±0.02b	0.68±0.06a	0.72±0.07a
20:4n-6	11.42±1.01a	5.75±0.56b	8.93±0.88a	6.26±0.65b	5.28±0.58b	4.96±0.44b
20:5n-3	5.38±0.59a	1.97±0.17b	4.68±0.42a	2.84±0.21b	3.86±0.36a	5.42±0.55a
22:5n-3	3.84±0.37a	2.21±0.20a	4.47±0.45b	2.05±0.36a	3.30±0.31a	3.51±0.33a
22:6n-3	8.05±0.86a	15.67±1.15b	14.21±1.07b	13.91±1.19b	14.69±1.04b	10.86±0.98a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>34.45±1.39a</b>	<b>27.82±1.22b</b>	<b>38.68±1.44a</b>	<b>31.85±1.30b</b>	<b>30.85±1.27b</b>	<b>32.85±1.43a</b>
ω3	18.49±1.08a	20.34±1.29a	25.29±1.33a	22.09±1.32a	22.64±1.20a	22.11±1.38a
ω6	15.96±1.05a	7.48±0.77b	13.39±1.04a	9.76±0.98b	8.21±0.87b	10.74±1.10b
ω3/ω6	1.15	2.71	1.88	2.26	2.75	2.05

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Karaciğer, lipit metabolizması bakımından önemli bir organdır. Bu organ; aynı zamanda yağ asitlerinin alımı, oksidasyonu ve dönüşümü ile uzun zincirli yüksek derecede doymamış yağ asitlerinin diğer dokulara sağlanması gibi, önemli role de sahiptir (Rincon-Sanchez ve ark. 1992).

Günümüzde, balık ve balık yağlarına içerdikleri PUFA'lerden dolayı büyük bir ilgi vardır. Balık karaciğeri, görme ve büyüme problemleri ile ilgili sorunların önlenmesi için gerekli olan yağların kaynağıdır (Njinkoué ve ark. 2002).

Kendi doğal ekosistemlerinde yaşayan balıklarda kas ve karaciğer gibi dokularının yağ asidi profilinin analizi; değerli bilgiler vermektedir (Kiessling ve ark. 2001, Rodriguez ve ark. 2004).

Yapılan analizler genellikle besini oluşturan balık kasını oluşturur. Fakat balık karaciğeri de; uzun zincirli PUFA'lerin başlıca organı olup fazla analiz edilmemiştir (Ackman ve ark. 2002).

Tatlısu levreğinin karaciğer yağ asidi içeriğinde,  $\Sigma$ SFA % 25.2,  $\Sigma$ MUFA % 12.5,  $\Sigma$ PUFA % 62.3, n-3 % 48.3, n-6 % 14.0 olarak bulunmuştur (Agren ve ark. 1987).

Senegal kıyılarındaki *S. maderensis*, *S. aurita* ve *C. taeniops*'ın karaciğer total yağ asitlerinde 16:0, % 20-33 oranında, 18:1n-9, *S. maderensis*'in karaciğerinde % 27.2 ve *S. aurita*'da % 44.7 olarak bulunmuştur. Arakidonik asit yüzdesi ise çok düşük olarak saptanmıştır (Njinkoué ve ark. 2002).

*S. t. labraks*'ın karaciğer yağ asitlerinde 16:0 % 21.09, 18:1n-9 % 20, 20:4n-6 % 3.3, 22:5n-3 % 2.8, 22:6n-3 % 18,  $\Sigma$ SFA % 32.14,  $\Sigma$ MUFA % 27.73, n-3PUFA % 26.57, n-6PUFA % 3.07, n-3/n-6 7.76 olarak belirlenmiştir (Aras ve ark. 2003b).

Balıkların kasında olduğu gibi karaciğer lipitlerinde, major yağ asitleri benzerlik gösterir. İncelenen birçok balıkta doymuş yağ asitleri içinde en çok 16:0, tekli doymamışlar içinde 18:1n-9, çoklu doymamışlar içinde ise 22:6n-3 ve 20:5n-3 bulunmaktadır. Atatürk Baraj Gölü'nden topladığımız üç tatlısu balığında da benzer sonuçlar saptanmıştır. Ancak karaciğerdeki kantitatif yağ asidi içeriği farklılıklar göstermektedir. Örneğin, bir Cyprinid türü olan *L. rohita*'nın karaciğerinde, 16:0 % 31, 18:0 % 16, 18:1n-9 % 11, 18:2n-6 % 5, 18:3n-3 % 1.05, 20:4n-6 % 6, 20:5n-3 % 1.56, 22:6n-3 % 10, n-6/n-3 1.16 bulunmuştur (Sharma ve ark. 2009). Bir başka sazan balığı türü olan, *C. idella*'da karaciğer yağ asidi kompozisyonu; 16:0 % 19.5,

16:1n-7 % 8.5, 18:0 % 3.9, 18:1n-9 % 25.4, 18:2n-6 % 5.1, 18:3n-3 % 7.2, 20:4n-6 % 4.3, 20:5n-3 % 5.0, 22:5n-3 % 2.6, 22:6n-3 % 11.6, n-3/n-6 2.6 olarak tespit edilmiştir (Steffens ve Wirth 1997).

Çek Cumhuriyeti'nde havuzlardan alınan *C. carpio* karaciğerinde; 16:0, 16:1n-7, 18:1n-9, 18:3n-3, 20:5n-3 ve 22:6n-3 asitlerin yüzde dağılımında en fazla bulunan yağ asitleri oldukları saptanmıştır. Arakidonik asit yüzdesi ise düşük bulunmuştur (Kminkova ve ark. 2001).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan dişi *C. trutta* karaciğerinde,  $\Sigma$ PUFA % 36.01,  $\Sigma$ MUFA % 32.8,  $\Sigma$ SFA % 31.09, n-3/n-6 oranı 4.22 bulunmuştur. Tekli doymamış yağ asitlerinden en fazla 16:1n-7 ve 18:1n-9, SFA'lerden en fazla 16:0, 18:0 ve PUFA'lerden en fazla 20:5n-3 ile 22:6n-3 tespit edilmiştir (Kaçar ve ark. 2010a). Araştırmamızda mevsime bağlı olarak *C. carpio*'nun her iki eşeyinde  $\Sigma$ SFA oranı % 26.99-45.82,  $\Sigma$ MUFA % 20.72-38.50,  $\Sigma$ PUFA % 21.63-40.21; *T. grypus*'ta  $\Sigma$ SFA % 31.32-45.57,  $\Sigma$ MUFA % 18.53-35.39,  $\Sigma$ PUFA % 21.55-43.68; *S. triostegus*'ta  $\Sigma$ SFA % 24.02-39.72,  $\Sigma$ MUFA % 25.47-44.17,  $\Sigma$ PUFA % 27.82-38.68 olarak belirlenmiştir. Görüldüğü gibi çalışmamızda, balıklarda mevsime bağlı olarak, SFA, MUFA ve PUFA oranları değişse de, aynı yağ asitleri major olarak saptanmıştır.

#### **4.23. Karaciğer Total Yağ Asitlerinde N-3/n-6 Oranı**

Bir sazan balığı türü olan, *C. idella*'da karaciğerde n-3/n-6 oranı, 2.6 (Steffens ve Wirth 1997), Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan dişi *C. trutta*'da 4.22 (Kaçar ve ark. 2010a) olarak bulunmuştur.

Analizlerimizde, mevsime bağlı olarak, n-3/n-6 oranı *C. carpio* dişilerinde 1.33-1.75; erkeklerde 1.35-2.55; *T. grypus* dişilerinde 1.3-3.5; erkeklerde 1.46-3.17; *S. triostegus* dişilerinde 2.00-2.61; erkeklerde 1.15-2.75 olarak bulunmuştur. Veriler, karaciğer total lipitlerindeki n-3/n-6 oranının hem türler arasında hem de aynı türün eşeylerinde farklı olabileceğini göstermektedir. Bu da lipitlerde, n-3PUFA'leri oluşturan 18:3n-3, 20:5n-3, 22:5n-3 ve 22:6n-3 ile n-6PUFA'leri oluşturan 18:2n-6, 20:3n-6 ve 20:4n-6 asitlerin yüzde miktarına bağlıdır.

Yapılan çalışmalarda, balık karaciğeri lipitlerindeki yağ asidi içeriğine eşeyin ve mevsimin dolayısıyla üreme periyodunun etki ettiği saptanmıştır.

#### 4.24. Karaciğer Total Yağ Asidi İçeriğine Mevsim ve Eşeyin Etkisi

Mogan Gölü'nde yaşayan *C. carpio*'nun karaciğer yağ asitlerinin eşeye ve mevsime bağlı değişimleri araştırılmıştır. Uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitlerinin, doymuş yağ asitlerine nazaran daha fazla değişime uğradıkları gözlenmiştir. Bu değişimlerde, gonat gelişimi ve üreme periyotlarının doğrudan doğruya etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Akpınar 1986b).

Yaptığımız çalışmada, *C. carpio*'nun karaciğer lipitlerindeki yağ asidi bileşimine mevsimin (üremenin) etki edebileceğini söyleyebiliriz. Örneğin, balıkta 16:0 ve dolayısıyla,  $\Sigma$ SFA üremeden sonra (temmuz) artmış, üremeden hemen önce ise azalmıştır. Bu azalmanın nedeni, karaciğerdeki doymuş yağ asitlerinin üreme evresinde gonada mobilize olmasından kaynaklanabilir. Arakidonik asit, 22:6n-3 ve buna bağlı olarak  $\Sigma$ PUFA yüzdesi ocak ayında artmıştır. Bu da, balığın diğer aylara oranla daha soğuk olan ortama adaptasyonundan kaynaklanabilir. Ancak bu dönemde n-6 yağ asitlerinden 20:4n-6 yüzdesinin artışı n-3/n-6 oranını biraz düşürmüştür.

Erkek *C. c. umbla*'nın karaciğerinde toplam doymamış,  $\omega$ 3,  $\omega$ 6 ve polienoik yağ asidi miktarı, üreme dönemi sonrasında önemli seviyede azalırken, doymuş yağ asitleri miktarında kısmen azalış görülmüştür. Dişi bireyin karaciğerinde toplam  $\omega$ 3 miktarı ise kısmen artmıştır. Dişi bireyin karaciğerinde toplam  $\omega$ 3 miktarı üreme dönemi sonrasında kısmen azalırken, toplam doymamış,  $\omega$ 6 ve polien miktarında belirgin bir şekilde azalmıştır. Toplam doymamış yağ asitleri ise önemli seviyede artmıştır (Yılmaz ve ark. 1995).

Çalıştığımız balıklardan *T. grypus*'un her iki eşeyi ile *S. triostegus*'un erkek bireylerinde, *C. c. umbla*'daki gibi, üreme sonrası dönem olan temmuz ayında PUFA yüzdesi azalmıştır.

İki farklı besinle beslenen *O. mykiss*'in karaciğerinde, 16:0, 18:2n-6 ve 22:6n-3; balığın her iki eşeyinde başlıca bileşenlerdir (Görgün ve Akpınar 2007).

Eğirdir Gölü'ndeki *S. lucioperca*'nın karaciğerinde 16:0, doymuş yağ asitleri içinde, en fazla bulunan yağ asididir. Her iki eşeyde de tekli doymamış yağ asitlerin oranı, çoklu doymamış yağ asitlerinden daha fazladır. Dokosaheksaenoik asit, 20:5n-3 ve 20:4n-6, PUFA'lerden en fazla bulunanlardır. Mevsimsel değişimler, diğer yağ asitlerine oranla PUFA'leri etkilerler. Özellikle n-3 yağ asitleri, sıcaklığın düştüğü kış ayında maksimum oranda artar (Uysal ve ark. 2006).

Araştırmamızda *C. carpio*'nun her iki bireyinde, sıcaklığın en düşük olduğu ocak ayında 20:4n-6 ve 22:6n-3 dolayısıyla PUFA yüzdesi artmıştır. Benzer olarak, aşırı doymamış yağ asitleri oranı, *T. grypus*'un dişilerinde kasım ayında artış göstermiştir.

#### **4.25. *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'un Karaciğer Lipitlerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Yağ Asidi İçeriği**

*C. carpio*'nun her iki eşeyinin karaciğer PL fraksiyonunda SFA'lerden 16:0 % 21.83-29.15, 18:0 % 6.04-10.74, MUFA'lerden 18:1n-9 % 17.39-26.08, 16:1n-7 % 3.94-8.26, PUFA'lerden 20:4n-6 % 6.47-12.79, 20:5n-3 % 2.31-6.50, 22:6n-3 % 10.00-16.64; TAG fraksiyonunda 16:0 % 26.28-31.93, 18:0 % 2.48-5.98, 18:1n-9 % 21.76-31.15, 16:1n-7 % 5.22-13.29, 20:4n-6 % 1.02-6.84, 20:5n-3 % 2.09-4.79, 22:6n-3 % 3.56-13.70 (Tablo 33-36); *T. grypus*'un her iki eşeyinin kas PL fraksiyonunda 16:0 % 24.42-29.45, 18:0 % 8.01-15.22, 18:1n-9 % 13.10-16.71, 16:1n-7 % 1.18-3.92, 20:4n-6 % 9.56-18.23, 20:5n-3 % 2.12-4.26, 22:6n-3 % 15.67-27.42, TAG fraksiyonunda 16:0 % 24.74-31.84, 18:0 % 4.52-7.62, 18:1n-9 % 22.60-34.84, 16:1n-7 % 4.06-9.02, 20:4n-6 % 2.36-6.21, 20:5n-3 % 1.91-4.44, 22:6n-3 % 7.29-10.88 (Tablo 37-40); *S. triostegus*'un her iki eşeyinin kas PL fraksiyonunda 16:0 % 20.31-26.66, 18:0 % 9.00-14.74, 18:1n-9 % 15.09-19.16, 16:1n-7 % 2.02-5.58, 20:4n-6 % 7.46-12.82, 20:5n-3 % 2.08-8.89, 22:6n-3 % 15.53-21.78; TAG fraksiyonunda 16:0 % 20.22-30.78, 18:0 % 3.62-7.24, 18:1n-9 % 26.58-33.60, 16:1n-7 % 7.32-16.74, 20:4n-6 % 2.31-5.97, 20:5n-3 % 1.28-5.73, 22:6n-3 % 2.98-7.83 (Tablo 41-44) aralığında tespit edilmiştir.

##### **4.25.1. *C. carpio* bireylerinin karaciğer lipidindeki fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi içeriği**

*C. carpio*'nun kas fosfolipit fraksiyonunda  $\Sigma$ SFA oranı, dişilerde, % 31.83-38.77; erkeklerde % 34.23-42.60;  $\Sigma$ MUFA dişilerde % 22.91-36.77; erkeklerde % 24.59-29.80;  $\Sigma$ PUFA dişilerde % 31.30-38.41; erkeklerde % 31.62-37.27 aralığında değişmiştir. Her iki eşeyde  $\Sigma$ SFA, üremeden hemen önceki dönem olan mart ayında;  $\Sigma$ MUFA ise üreme sonrası dönem olan temmuz ayında azalma göstermiştir (Tablo 33 ve 34). Oleik asit ve dolayısıyla  $\Sigma$ MUFA dişilerde en fazla mart ayında (Tablo 33), erkeklerde mayısta (Tablo 34) fazla oranda saptanmıştır. Total PUFA oranı, dişilerde ocak ve mart aylarında, erkeklerde mart, mayıs ve ocak aylarında azalmıştır.

Diğer aylarda birbirine yakın olarak saptanmıştır. Aşırı doymamış yağ asitlerinden, 20:5n-3 oranı her iki bireyde dalgalanmalar göstermiştir. DHA ise, her iki eşeyde kasım ayında artma göstermiştir (Tablo 33 ve 34).

*C. carpio*'nun karaciğer lipit PL fraksiyonunda, eşeyler arasında belirli aylardaki yağ asitleri içeriklerinde benzerlik ve farklılıklar belirlenmiştir. Örneğin, dişilerde mayıs ve ocakta en çok  $\Sigma$ SFA, eylül ve kasımda  $\Sigma$ PUFA, mart ayında ise  $\Sigma$ MUFA bulunurken, erkek bireylerde; mayıs, temmuz, ve ocak aylarında  $\Sigma$ SFA, mart ayında ise  $\Sigma$ PUFA saptanmıştır. Fosfolipit fraksiyonu olmasına rağmen, özellikle erkek bireylerde üç ayda en çok  $\Sigma$ SFA'in bulunması oldukça ilginçtir. Dişilerde mart ayı hariç her iki bireyde benzer olan bulgu, diğer beş ayda  $\Sigma$ MUFA yüzdesinin en az bulunmasıdır.

Balığın, karaciğer fosfolipit fraksiyonunda n-3/n-6 oranı dişilerde 1.33 (ocak)-1.93 (kasım); erkeklerde 1.03 (ocak)-1.94 (mayıs) aralığında saptanmıştır. Balığın her iki bireyinde en düşük oran, ocak ayında belirlenmiştir.

*C. carpio*'nun kas triaçilgliserol fraksiyonunda,  $\Sigma$ SFA oranı dişi bireylerde % 36.32-40.63; erkeklerde % 35.35-43.74;  $\Sigma$ MUFA oranı dişilerde % 35.38-45.63; erkeklerde % 29.10-39.71;  $\Sigma$ PUFA oranı dişilerde % 16.30-23.89; erkeklerde % 19.92-27.52 olarak saptanmıştır. Her iki bireyde  $\Sigma$ SFA oranı üreme sonrası dönem olan temmuz ayında artmış, üreme öncesi ve gonatların olgunlaştığı dönem olan mart ayında azalma göstermiştir. Total MUFA oranı, her iki bireyde kasım ayında maksimum seviyede bulunurken, temmuz ayında azalmıştır. Total PUFA oranı, erkek ve dişilerde temmuz ayında yükselmiştir. Bireysel yağ asitlerinden 18:1n-9, her iki eşeyde temmuz ayında azalma göstermiştir (Tablo 35 ve 36).

Dişilerin karaciğer TAG fraksiyonunda, mayıs, eylül, kasım ve mart aylarında yüzde olarak en çok  $\Sigma$ MUFA, temmuz ayında  $\Sigma$ SFA (Tablo 35); erkeklerde temmuz, eylül ve ocakta  $\Sigma$ SFA kasımda  $\Sigma$ MUFA bulunmuştur (Tablo 36). Dişilerde  $\Sigma$ MUFA, erkeklerde  $\Sigma$ SFA'in baskın olduğu görülmektedir. Her iki bireyde, tüm aylarda yüzde olarak en az  $\Sigma$ PUFA'in olması ortak olan bulgudur (Tablo 35 ve 36). Triaçilgliserol fraksiyonu olduğu için, bu bulgu doğaldır.

*C. carpio*'nun karaciğer TAG fraksiyonunda n-3/n-6 oranı dişilerde 1.33 (ocak)-1.91 (kasım); erkeklerde 1.36 (kasım)- 2.06 (temmuz) aralığında saptanmıştır (Tablo 35 ve 36).

Fosfolipit ve TAG fraksiyonunu karşılaştırdığımızda, 16:0 ve dolayısıyla,  $\Sigma$ SFA oranlarının benzer olduğu görülmektedir. Oysa bu bileşenlerin, TAG de daha fazla olması beklenmektedir. Oleik asit ve 16:1n-7 ve bu bileşenlere bağlı olarak,  $\Sigma$ MUFA yüzdeleri TAG fraksiyonunda,  $\Sigma$ PUFA oranları ise PL fraksiyonunda daha fazla bulunmuştur. Aşırı doymamış yağ asitlerinden 18:2n-6 ile 18:3n-3 TAG de; 18:0, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:5n-3 ve 22:6n-3 ise PL fraksiyonunda daha fazla oranda saptanmıştır.

Eikosapentaenoik asit, 22:5n-3 ve 22:6n-3 gibi n-3 yağ asitlerinin PL fraksiyonunda fazla yüzdede bulunması, bu fraksiyonda n-3/n-6 oranını çok daha fazla olmasını gerektirir. Ancak, aynı fraksiyonda, n-6 yağ asitlerinden 20:4n-6'nın TAG fraksiyonuna oranla 4-5 kat fazla bulunması bu oranı düşürmüştür.

Hem fosfolipit hem de triaçilgliserol fraksiyonunda saptanan ortak bulgu,  $\Sigma$ SFA oranının, üremeden hemen önceki mart ayında,  $\Sigma$ MUFA oranının ise üremeden sonraki dönem olan temmuz ayında azalmasıdır.

Tablo 33: Dişi *C. carpio*'nun karaciğer fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	1.44±0.10a	1.19±0.12a	1.09±0.13a	1.17±0.11a	0.74±0.06b	1.61±0.18a
15:0	0.88±0.55a	1.47±0.14a	1.09±0.11a	0.59±0.03b	1.48±0.11a	0.14±0.09c
16:0	25.44±1.13a	26.92±1.16a	23.76±1.12a	24.69±1.11a	28.86±1.14a	21.83±1.10b
17:0	0.27±0.01a	0.23±0.01a	0.41±0.02b	0.66±0.03b	1.21±0.12c	0.25±0.02a
18:0	10.74±0.98a	8.77±0.62a	9.29±0.71a	7.56±0.66b	6.04±0.59b	8.00±0.68a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>38.77±1.32a</b>	<b>38.58±1.33a</b>	<b>35.64±1.36a</b>	<b>34.67±1.35a</b>	<b>38.33±1.34a</b>	<b>31.83±1.12b</b>
16:1n-7	5.26±0.36a	3.94±0.21b	5.12±0.35a	5.09±0.36a	7.23±0.55c	8.26±0.58c
18:1n-9	18.33±1.11a	17.39±1.17a	21.23±1.13b	20.72±1.12b	19.91±1.10ab	26.08±1.14c
20:1n-9	0.74±0.05a	1.58±0.14b	0.76±0.05a	1.47±0.10b	2.24±0.21c	2.43±0.18c
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>24.33±1.13a</b>	<b>22.91±1.12a</b>	<b>27.11±1.14b</b>	<b>27.28±1.15b</b>	<b>29.38±1.13b</b>	<b>36.77±1.31c</b>
18:2n-6	2.49±0.12a	1.47±0.18b	1.32±0.17b	2.50±0.12a	1.04±0.16b	0.65±0.05c
18:3n-3	0.39±0.02a	0.19±0.01b	0.32±0.02a	0.25±0.02ab	0.25±0.02ab	0.05±0.03c
20:2n-6	0.66±0.04a	0.56±0.03a	0.68±0.03a	0.90±0.06b	0.45±0.03a	0.88±0.07b
20:3n-6	0.91±0.05a	1.00±0.10a	0.19±0.01b	0.77±0.06a	0.50±0.03c	0.59±0.03c
20:4n-6	11.39±0.98a	11.85±0.98a	12.97±0.99a	8.79±0.67b	11.82±0.99a	10.41±0.98a
20:5n-3	6.50±0.45a	5.61±0.43a	4.16±0.35a	4.90±0.38a	4.46±0.37a	3.46±0.35b
22:5n-3	4.26±0.38a	4.19±0.33a	4.85±0.36a	3.43±0.35a	2.12±0.11b	2.93±0.11a
22:6n-3	10.22±0.98a	13.54±0.95a	12.66±0.99a	16.46±1.09b	11.55±0.97a	12.33±1.01a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>36.82±1.31a</b>	<b>38.41±1.32a</b>	<b>37.15±1.31a</b>	<b>38.00±1.33a</b>	<b>32.19±1.15b</b>	<b>31.30±1.18b</b>
ω3	21.37±1.12a	23.53±1.13a	21.99±1.12a	25.04±1.13a	18.38±1.19b	18.77±1.10b
ω6	15.45±1.03a	14.88±1.06a	15.16±1.03a	12.96±0.97a	13.81±1.01a	12.53±0.99a
ω3/ω6	1.38	1.58	1.45	1.93	1.33	1.49

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.



Tablo 34: Erkek *C. carpio*'nun karaciğer fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
14:0 <sup>s</sup>	1.73±0.10a	1.00±0.16b	2.08±0.12a	1.68±0.15a	0.89±0.06b	1.25±0.13b
15:0	0.86±0.06a	1.68±0.18b	1.29±0.11ab	0.60±0.04a	1.47±0.19b	0.61±0.05a
16:0	25.11±1.15a	29.15±1.18b	24.79±1.19a	24.50±1.17a	27.90±1.16b	24.23±1.15a
17:0	0.26±0.01a	0.20±0.02a	0.39±0.02a	0.31±0.03a	1.32±0.11b	0.75±0.02c
18:0	10.53±0.98a	10.57±0.95a	12.29±1.01a	9.40±0.86a	7.49±0.59b	7.39±0.58b
<b>ΣS.F.A</b>	<b>38.49±1.30a</b>	<b>42.60±1.32b</b>	<b>40.84±1.31ab</b>	<b>36.49±1.29ac</b>	<b>39.07±1.33a</b>	<b>34.23±1.28c</b>
16:1n-7	6.09±0.37a	5.74±0.29a	4.07±0.21a	5.11±0.25a	5.36±0.26a	6.20±0.35a
18:1n-9	22.90±1.13a	18.49±1.11a	19.56±1.16a	19.69±1.18a	22.00±1.13a	20.45±1.16a
20:1n-9	0.81±0.03a	0.36±0.02b	0.35±0.02b	1.95±0.16c	1.18±0.10a	1.62±0.15c
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>29.80±1.19a</b>	<b>24.59±1.15b</b>	<b>23.98±1.16b</b>	<b>26.75±1.13ab</b>	<b>29.54±1.18a</b>	<b>28.27±1.17a</b>
18:2n-6	3.42±0.13a	0.39±0.02b	2.20±0.12a	2.21±0.17a	3.52±0.13a	1.67±0.10c
18:3n-3	0.89±0.45a	0.09±0.01b	0.37±0.13c	0.25±0.12c	0.06±0.01b	0.53±0.14ac
20:2n-6	0.02±0.01a	0.41±0.13b	0.70±0.30c	0.91±0.43c	1.07±0.16c	0.96±0.43c
20:3n-6	0.81±0.35a	0.37±0.25b	0.47±0.21b	0.67±0.27ab	0.59±0.26ab	0.57±0.22ab
20:4n-6	6.47±0.43a	10.24±0.99b	11.80±0.94b	10.14±0.96b	10.70±0.93b	10.63±0.99b
20:5n-3	2.31±0.12a	3.55±0.13a	3.36±0.11a	3.57±0.17a	3.43±0.13a	4.29±0.14b
22:5n-3	2.92±0.12a	2.07±0.12a	2.17±0.15a	2.28±0.18a	2.92±0.13a	3.73±0.19a
22:6n-3	14.78±1.04a	15.59±1.09a	14.01±1.06a	16.64±1.05a	10.00±0.99b	15.04±1.04a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>31.62±1.19a</b>	<b>32.71±1.14a</b>	<b>35.08±1.23b</b>	<b>36.67±1.17b</b>	<b>32.29±1.10a</b>	<b>37.42±1.14b</b>
ω3	20.90±1.10a	21.30±1.18a	19.91±1.14a	22.74±1.11a	16.41±1.05b	23.59±1.12a
ω6	10.72±0.99a	11.41±1.01a	15.17±1.06b	13.93±1.03ab	15.88±1.04b	13.83±1.03ab
ω3/ω6	1.94	1.86	1.31	1.63	1.03	1.70

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 35: Dişi *C. carpio*'nun karaciğer triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>s</sup>	-	0.05±0.03a	0.48±0.03b	-	0.01±0.01c	-
12:0	0.16±0.01a	0.26±0.02b	0.21±0.01b	-	-	-
13:0	0.68±0.05a	0.61±0.05a	0.15±0.01b	1.19±0.11c	0.01±0.01d	-
14:0	3.31±0.12a	4.89±0.23a	3.72±0.12a	1.98±0.12b	2.94±0.14ab	2.21±0.14b
15:0	0.98±0.07a	1.53±0.11b	1.06±0.10a	0.85±0.54a	1.39±0.11b	0.14±0.07c
16:0	29.10±1.20a	26.40±1.15a	26.28±1.15a	26.79±1.15a	28.06±1.28a	29.07±1.27a
17:0	0.51±0.04a	1.18±0.11b	0.73±0.05a	1.43±0.12b	1.27±0.10b	0.19±0.01c
18:0	5.01±0.32a	5.76±0.36a	4.98±0.35a	4.09±0.39a	5.02±0.45a	4.71±0.35a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>39.75±1.33a</b>	<b>40.63±1.31a</b>	<b>37.61±1.29a</b>	<b>36.33±1.23a</b>	<b>38.70±1.30a</b>	<b>36.32±1.29a</b>
16:1n-7	12.78±0.99a	12.5±0.96a	11.62±0.98a	13.29±1.01a	8.14±0.72b	9.08±0.83b
18:1n-9	29.87±1.22a	21.76±1.09b	30.48±1.21a	30.35±1.27a	28.56±1.20a	31.15±1.29a
20:1n-9	1.20±0.13a	1.12±0.18a	1.97±0.15a	1.99±0.10a	1.34±0.16a	1.62±0.11a
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>43.85±1.34a</b>	<b>35.38±1.29b</b>	<b>44.07±1.33a</b>	<b>45.63±1.38a</b>	<b>38.04±1.30b</b>	<b>41.85±1.35a</b>
18:2n-6	4.66±0.33a	5.03±0.34a	3.04±0.29a	4.43±0.32a	2.48±0.16b	3.56±0.28a
18:3n-3	1.84±0.11a	1.62±0.10a	1.97±0.12a	1.05±0.14b	0.87±0.03b	2.07±0.12a
20:2n-6	0.33±0.02a	0.90±0.08b	0.27±0.03a	0.46±0.04c	1.09±0.10b	0.24±0.02a
20:3n-6	0.24±0.02a	0.48±0.03b	0.23±0.03a	0.25±0.02a	0.84±0.05c	0.09±0.03d
20:4n-6	1.57±0.10a	3.19±0.21b	3.76±0.21b	1.02±0.10a	5.51±0.23c	4.58±0.22c
20:5n-3	2.79±0.13a	4.79±0.24b	2.70±0.13a	4.33±0.24b	3.45±0.21ab	2.55±0.13a
22:5n-3	1.31±0.10a	2.69±0.13b	1.65±0.11a	0.57±0.03c	3.14±0.21b	2.20±0.15b
22:6n-3	3.56±0.21a	5.19±0.25b	4.61±0.24ab	5.83±0.25b	5.78±0.25b	6.45±0.26b
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>16.30±1.05a</b>	<b>23.89±1.13b</b>	<b>18.23±1.06a</b>	<b>17.94±1.05a</b>	<b>23.16±1.13b</b>	<b>21.74±1.10b</b>
ω3	9.50±0.51a	14.29±1.04b	10.93±0.98a	11.78±0.99a	13.24±1.06b	13.27±1.03b
ω6	6.80±0.52a	9.60±0.66b	7.30±0.64a	6.16±0.52a	9.92±0.67b	8.47±0.65ab
ω3/ω6	1.39	1.48	1.49	1.91	1.33	1.56

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 36:Erkek *C. carpio*'nun karaciğer triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.21±0.12a	-	0.34±0.13a	0.03±0.02b	-	-
12:0	0.03±0.02a	0.02±0.01a	0.68±0.14b	-	0.23±0.02c	0.03±0.02a
13:0	0.50±0.04a	0.02±0.01b	0.30±0.03c	0.13±0.01d	0.05±0.01e	0.02±0.01b
14:0	1.14±0.10a	2.90±0.12b	4.53±0.14c	1.97±0.10a	3.29±0.13b	1.82±0.10a
15:0	0.10±0.05a	1.70±0.10b	1.32±0.10b	0.35±0.03c	1.19±0.10b	0.72±0.04d
16:0	29.25±1.18a	31.93±1.19a	31.42±1.19a	30.08±1.18a	30.37±1.18a	29.69±1.18a
17:0	0.58±0.03a	0.86±0.04b	0.47±0.02a	0.26±0.01c	1.03±0.10b	0.59±0.03a
18:0	5.21±0.15a	5.85±0.15a	4.68±0.14a	4.47±0.14a	5.98±0.15a	2.48±0.11b
<b>ΣS.F.A</b>	<b>37.02±1.31a</b>	<b>43.28±1.38b</b>	<b>43.74±1.38b</b>	<b>37.29±1.31a</b>	<b>42.14±1.37b</b>	<b>35.35±1.29a</b>
16:1n-7	7.78±0.50a	5.22±0.40a	7.99±0.56a	10.17±0.99b	8.23±0.67ab	10.85±0.99b
18:1n-9	26.80±1.15a	22.63±1.10b	27.12±1.16a	28.39±1.16a	27.06±1.16a	22.13±1.10b
20:1n-9	1.60±0.10a	1.25±0.10a	1.13±0.10a	1.15±0.10a	1.88±0.10a	1.63±0.10a
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>36.18±1.30a</b>	<b>29.10±1.21b</b>	<b>36.24±1.30a</b>	<b>39.71±1.32a</b>	<b>37.17±1.31a</b>	<b>34.61±1.29a</b>
18:2n-6	5.68±0.43a	1.44±0.10b	2.73±0.12c	2.98±0.12c	4.06±0.14a	3.98±0.13a
18:3n-3	3.72±0.23a	0.67±0.03b	0.87±0.04b	0.31±0.02c	0.91±0.05b	2.17±0.12a
20:2n-6	0.55±0.02a	0.25±0.02b	0.64±0.03a	0.69±0.04a	0.66±0.04a	1.04±0.10c
20:3n-6	1.87±0.10a	0.46±0.02b	0.30±0.02b	0.38±0.02b	0.15±0.01c	0.63±0.03d
20:4n-6	2.72±0.12a	6.84±0.15b	3.55±0.13a	5.62±0.14b	2.86±0.12a	5.03±0.14b
20:5n-3	2.09±0.12a	2.18±0.12a	2.97±0.12a	2.38±0.12a	2.16±0.12a	4.04±0.14b
22:5n-3	1.66±0.10a	1.98±0.10a	1.44±0.10a	2.64±0.12b	1.56±0.10a	2.24±0.12b
22:6n-3	8.41±0.55a	13.70±1.03b	7.42±0.54a	7.90±0.54a	8.23±0.55a	10.88±0.99b
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>26.70±1.15a</b>	<b>27.52±1.16a</b>	<b>19.92±1.04b</b>	<b>22.90±1.03b</b>	<b>20.59±1.02b</b>	<b>30.01±1.19a</b>
ω3	15.88±1.05a	18.53±1.08a	12.70±1.03b	13.23±1.06b	12.86±1.01b	19.33±1.11a
ω6	10.82±0.99a	8.99±0.58a	7.22±0.55a	9.67±0.67a	7.73±0.56a	10.68±0.9a
ω3/ω6	1.46	2.06	1.75	1.36	1.66	1.80

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

#### 4.25.2. *T. grypus* bireylerinin karaciğer lipidindeki fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi içeriği

*T. grypus*'un karaciğer PL fraksiyonunda mevsime bağlı olarak  $\Sigma$ SFA oranı dişi bireylerde % 38.21-40.50, erkekler bireylerde % 38.18-41.36;  $\Sigma$ MUFA oranı dişilerde % 16.43-20.16, erkeklerde % 16.16-18.50;  $\Sigma$ PUFA oranı dişilerde % 40.72-42.99, erkeklerde % 40.87-43.26 aralığında saptanmıştır. Görüldüğü gibi,  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA yüzdeleri, her iki bireyde tüm aylarda birbirine yakın değerlerde bulunmuştur. Palmitik asit ve 18:1n-9 oranı, dönemler arasında farklılık göstermemiştir. Arakidonik asit, her iki eşeyde üreme öncesi dönem olan mart ve üreme dönemi olan mayıs ayında diğer dönemlere oranla biraz daha fazla oranda bulunmuştur. Dokosaheksaenoik asit, erkeklerde eylül ayında yüksek, mart ayında ise düşük yüzdede saptanmıştır (Tablo 37 ve 38).

Her iki bireyde tüm dönemlerde en çok  $\Sigma$ PUFA, daha sonra  $\Sigma$ SFA en az olarak  $\Sigma$ MUFA bulunmuştur. Fosfolipit fraksiyonunda en çok  $\Sigma$ PUFA'in olması, beklenen bir sonuçtur (Tablo 37 ve 38).

*T. grypus*'un karaciğer fosfolipit fraksiyonundaki kantitatif yağ asidi içeriğinin her iki eşeyde oldukça benzer olduğu söylenebilir.

N-3/n-6 oranı dişilerde 1.49 (mart)-2.46 (ocak), erkeklerde 1.18 (mart)-2.91 (eylül) aralığında saptanmıştır. Her iki bireyde n-3/n-6 oranı, mart ayında en düşük saptanmıştır (Tablo 37 ve 38).

Balığın, karaciğer TAG fraksiyonunda mevsime bağlı olarak  $\Sigma$ SFA oranı dişi bireylerde % 36.8-43.50, erkek bireylerde % 34.58-39.62;  $\Sigma$ MUFA oranı dişilerde % 30.94-42.38; erkeklerde % 35.12-41.11;  $\Sigma$ PUFA oranı dişilerde % 19.41-26.76; erkeklerde ise % 20.65-26.02 arasında değişmiştir (Tablo 39 ve 40). Dişilerde 16:0 ve  $\Sigma$ SFA oranı kasım ve mart aylarında, erkeklerde ocak ayında düşmüştür. Her iki eşeyde 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA yüzdesi mayıs ayında,  $\Sigma$ PUFA ise mart ayında azalmıştır. Arakidonik asit, dalgalanmalar oluşturmuştur. Dokosaheksaenoik asit yüzdesi, her iki eşeyde dönemler arasında benzerlik göstermiştir (Tablo 39 ve 40).

Dişi balığın TAG fraksiyonunda dönemler arasında, çoktan aza doğru sıralanma; mayıs, temmuz, eylül ve ocakta,  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA; kasım ve martta  $\Sigma$ MUFA,  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ PUFA erkek bireylerde ise; mayıs ve kasımda  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA; temmuz, eylül, ocak ve martta ise  $\Sigma$ MUFA,  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ PUFA

şeklinde oluşmuştur. İki eşeyde de tüm aylarda  $\Sigma$ PUFA en düşük yüzdelerde saptanmıştır. Dişilerde  $\Sigma$ SFA, erkeklerde  $\Sigma$ MUFA oranının daha baskın olduğu saptanmıştır (Tablo 39 ve 40).

*T. grypus*'un karaciğer TAG fraksiyonunda n-3/n-6 oranı dişilerde 1.88 (temmuz)-2.83 (eylül), erkeklerde 1.91 (temmuz)-2.85 (eylül) aralığında bulunmuştur. Her iki bireyde en düşük oran, temmuz ayında saptanmıştır (Tablo 39 ve 40).

Balığın karaciğer lipit PL ve TAG fraksiyonunun karşılaştırıldığında;  $\Sigma$ PUFA ların PL fraksiyonunda,  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ MUFA'lerin TAG fraksiyonunda daha fazla oranda bulunduğu görülür. Fosfolipitte en az yüzde de  $\Sigma$ MUFA, TAG'de ise  $\Sigma$ PUFA saptanmıştır. Bireysel yağ asitlerinden, 16:1n-7, 18:1n-7, 18:2n-6 ve 18:3n-3 yüzdeleri TAG'de 18:0, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:5n-3 ve 22:6n-3 ise PL'de daha yüksek bulunmuştur.

*C. carpio*'da olduğu gibi, PL'inde 20:4n-6 oranının TAG'e oranla çok fazla olması, n-3/n-6 oranının her iki fraksiyonda benzer olmasına neden olmuştur.

Tablo 37: Dişi *T. grypus*'un karaciğer fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
14:0 <sup>s</sup>	0.72±0.06a	0.84±0.08a	1.97±0.18b	0.60±0.05a	0.68±0.04a	1.21±0.13b
15:0	0.60±0.05a	0.40±0.03a	1.07±0.13b	0.67±0.05a	0.41±0.04a	0.99±0.07b
16:0	25.86±1.33a	27.85±1.32a	24.42±1.14a	28.97±1.21a	27.57±1.23a	29.45±1.27a
17:0	0.25±0.02a	0.10±0.03b	0.66±0.05c	0.28±0.01a	0.66±0.05c	0.84±0.07c
18:0	10.78±0.96a	9.56±0.89a	11.02±1.10a	8.94±0.91a	10.13±0.99a	8.01±0.85a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>38.21±1.54a</b>	<b>38.75±1.59a</b>	<b>39.14±1.55a</b>	<b>39.46±1.58a</b>	<b>39.45±1.56a</b>	<b>40.50±1.83a</b>
16:1n-7	3.92±0.33a	2.92±0.21a	3.33±0.34a	3.09±0.35a	2.58±0.26a	2.56±0.27a
18:1n-9	15.82±1.07a	16.22±1.08a	15.05±1.05a	14.39±1.03a	15.00±1.05a	13.10±1.21a
20:1n-9	0.42±0.04a	0.74±0.06b	0.69±0.05b	1.16±0.13c	1.05±0.17c	0.77±0.06b
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>20.16±1.11a</b>	<b>19.88±1.09a</b>	<b>19.07±1.10a</b>	<b>18.64±1.08a</b>	<b>18.63±1.16a</b>	<b>16.43±1.14a</b>
18:2n-6	0.59±0.05a	0.59±0.04a	1.15±0.11b	1.20±0.14b	0.61±0.05a	0.81±0.07a
18:3n-3	0.21±0.01a	0.22±0.02a	0.76±0.06b	0.48±0.04c	0.18±0.01a	0.28±0.02a
20:2n-6	0.24±0.02a	0.46±0.03b	0.25±0.02a	0.28±0.01a	0.44±0.03b	0.13±0.01c
20:3n-6	0.44±0.03a	0.43±0.03a	0.10±0.01b	0.07±0.03b	0.16±0.01b	0.07±0.01b
20:4n-6	13.69±1.06a	10.81±1.10a	12.42±1.02a	11.69±1.17a	10.85±1.11a	16.19±1.16b
20:5n-3	3.49±0.37a	4.26±0.41a	3.70±0.31a	3.30±0.33a	3.57±0.36a	3.29±0.35a
22:5n-3	1.91±0.17a	1.55±0.15a	1.96±0.18a	1.03±0.10b	2.10±0.25a	1.59±0.15a
22:6n-3	20.15±1.15a	22.97±1.17a	21.18±1.15a	23.66±1.09a	23.87±1.13a	20.63±1.19a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>40.72±1.59a</b>	<b>41.29±1.56a</b>	<b>41.52±1.58a</b>	<b>41.71±1.63a</b>	<b>41.78±1.78a</b>	<b>42.99±1.95a</b>
ω3	25.76±1.33a	29.00±1.28b	27.60±1.39ab	28.47±1.43b	29.72±1.67b	25.79±1.34a
ω6	14.96±1.05a	12.29±1.02a	13.92±1.06a	13.24±1.09a	12.06±1.11a	17.20±1.07b
ω3/ω6	1.72	2.35	1.98	2.15	2.46	1.49

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 38: Erkek *T. grypus*'un karaciğer fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	1.28±0.11a	1.01±0.10a	0.53±0.05b	0.44±0.42b	1.01±0.12a	0.49±0.04b
15:0	0.29±0.02a	0.25±0.03a	0.45±0.04b	0.41±0.04b	1.07±0.13c	0.52±0.05b
16:0	25.97±1.14a	26.42±1.16a	26.28±1.19a	25.16±1.15a	26.32±1.22a	26.44±1.19a
17:0	0.11±0.01a	0.15±0.02a	0.13±0.01a	0.13±0.01a	1.00±0.13b	0.27±0.01c
18:0	12.00±0.99a	11.63±1.01a	13.23±1.08a	15.22±1.07a	11.23±1.10a	10.46±1.01a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>39.65±1.45a</b>	<b>39.46±1.38a</b>	<b>40.62±1.55a</b>	<b>41.36±1.67a</b>	<b>40.63±1.40a</b>	<b>38.18±1.59a</b>
16:1n-7	2.43±0.22a	1.18±0.17b	1.74±0.05ab	1.54±0.51b	3.05±0.03a	2.42±0.18a
18:1n-9	13.51±1.03a	16.71±1.05a	13.72±1.04a	15.69±1.02a	13.38±1.01a	14.58±1.04a
20:1n-9	1.42±0.12a	0.61±0.05b	0.70±0.06b	0.45±0.04b	1.19±1.13a	1.48±1.23a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>17.36±1.09a</b>	<b>18.50±1.11a</b>	<b>16.16±1.10a</b>	<b>17.68±1.07a</b>	<b>17.62±1.01a</b>	<b>18.48±1.13a</b>
18:2n-6	1.04±0.11a	0.93±0.95a	0.99±0.34a	0.81±0.71a	1.06±0.12a	1.34±0.14a
18:3n-3	0.48±0.04a	0.37±0.03a	0.30±0.02a	0.14±0.01b	0.11±0.01b	0.48±0.03a
20:2n-6	0.29±0.02a	0.43±0.03b	0.32±0.03a	0.18±0.01a	0.30±0.02a	0.20±0.02a
20:3n-6	0.54±0.04a	0.58±0.05a	0.15±0.01b	0.14±0.01b	0.36±0.02c	0.02±0.01d
20:4n-6	13.50±1.04a	11.07±0.99a	9.56±0.85a	10.66±0.98a	12.52±1.02a	18.23±1.08b
20:5n-3	2.12±0.23a	2.16±0.24a	2.54±0.20a	3.04±0.35a	2.42±0.24a	4.78±0.41b
22:5n-3	2.20±0.21a	2.65±0.29a	1.85±0.18b	1.88±0.15b	2.52±0.23a	2.54±0.29a
22:6n-3	22.75±1.29a	23.77±1.26a	27.42±1.27b	24.02±1.24a	22.39±1.26a	15.67±1.05c
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>42.92±1.55a</b>	<b>41.96±1.49a</b>	<b>43.13±1.40a</b>	<b>40.87±1.47a</b>	<b>41.68±1.53a</b>	<b>43.26±1.48a</b>
ω3	27.55±1.28a	28.95±1.29a	32.11±1.31b	29.08±1.27a	27.44±1.28a	23.47±1.23c
ω6	15.37±1.05a	13.01±1.03a	11.02±1.10a	11.79±1.12a	14.24±1.04a	19.79±1.21b
ω3/ω6	1.79	2.22	2.91	2.46	1.92	1.18

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 39: Dişi *T. grypus*'un karaciğer triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.93±0.06a	0.47±0.04b	0.27±0.02c	-	-	-
12:0	0.31±0.03a	0.18±0.01b	0.33±0.03a	0.21±0.02b	0.25±0.01b	0.17±0.01b
13:0	0.51±0.04a	0.21±0.02b	-	0.03±0.01c	-	0.07±0.02d
14:0	2.72±0.23a	2.02±0.20a	3.34±0.33a	2.82±0.25a	2.82±0.29a	2.73±0.27a
15:0	0.99±0.08a	0.58±0.05b	1.19±0.12a	1.04±0.17a	0.85±0.7a	0.75±0.06a
16:0	31.10±1.28a	30.78±1.33a	31.84±1.34a	27.01±1.28a	29.79±1.25a	27.93±1.27a
17:0	0.22±0.02a	0.33±0.03a	0.44±0.03b	0.55±0.05b	0.64±0.05c	0.69±0.06c
18:0	6.60±0.62a	6.30±0.64a	6.09±0.66a	5.14±0.59a	6.64±0.62a	4.52±0.41a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>43.38±1.55a</b>	<b>40.87±1.47a</b>	<b>43.50±1.40a</b>	<b>36.80±1.39b</b>	<b>40.99±1.40a</b>	<b>36.86±1.36b</b>
16:1n-7	7.30±0.71a	4.06±0.43b	6.78±0.65a	9.02±0.91a	6.27±0.57a	8.86±0.83a
18:1n-9	22.60±1.12a	26.34±1.16a	26.76±1.15a	26.67±1.18a	30.60±1.27b	30.17±1.30b
20:1n-9	1.04±0.13a	1.07±0.14a	0.30±0.02b	3.05±0.34c	1.87±0.15a	3.35±0.35c
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>30.94±1.30a</b>	<b>31.47±1.31a</b>	<b>33.84±1.37a</b>	<b>38.74±1.38b</b>	<b>38.74±1.30b</b>	<b>42.38±1.43c</b>
18:2n-6	2.67±0.25a	1.59±0.14a	2.05±0.23a	2.94±0.28a	2.08±0.20a	1.86±0.15a
18:3n-3	1.87±0.18a	1.02±0.17b	1.37±0.10b	2.29±0.22a	1.10±0.11b	1.26±0.19b
20:2n-6	0.23±0.02a	0.27±0.01a	0.10±0.02b	0.43±0.04c	0.44±0.03c	0.38±0.02c
20:3n-6	0.51±0.04a	1.22±0.12b	0.09±0.03c	0.14±0.02d	0.25±0.03d	0.22±0.15d
20:4n-6	5.06±0.45a	6.21±0.61a	3.66±0.33b	3.47±0.35b	2.36±0.25b	3.56±0.39b
20:5n-3	4.44±0.41a	3.16±0.27a	3.05±0.32a	2.84±0.20a	2.87±0.23a	1.91±0.16b
22:5n-3	1.86±0.13a	2.41±0.21b	1.87±0.17a	2.23±0.22b	1.44±0.14a	2.67±0.22b
22:6n-3	8.96±0.72a	10.88±0.93a	10.41±0.97a	9.27±0.87a	8.87±0.81a	8.07±0.83a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>25.60±1.30a</b>	<b>26.76±1.29a</b>	<b>22.60±1.27b</b>	<b>23.61±1.23b</b>	<b>19.41±1.09c</b>	<b>19.93±1.10c</b>
ω3	17.13±1.07a	17.47±1.06a	16.70±1.11a	16.63±1.13a	14.28±1.14a	13.91±1.02a
ω6	8.47±0.88a	9.29±0.93a	5.90±0.52b	6.98±0.63b	5.13±0.52b	6.02±0.61b
ω3/ω6	2.02	1.88	2.83	2.38	2.78	2.31

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.



Tablo 40: Erkek *T. grypus*'un karaciğer triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.05±0.01a	0.04±0.01a	0.01±0.01b	-	-	-
12:0	0.04±0.02a	0.05±0.03a	0.04±0.02a	-	0.04±0.02a	0.25±0.01b
13:0	0.11±0.03a	0.04±0.02b	0.20±0.06c	0.05±0.03b	-	-
14:0	3.08±0.31a	2.81±0.29a	3.12±0.31a	2.18±0.27a	2.84±0.26a	3.73±0.34a
15:0	0.53±0.04a	0.32±0.03b	0.71±0.05a	1.02±0.11c	0.76±0.05a	1.04±0.10c
16:0	29.11±1.28a	25.64±1.24b	25.44±1.22b	30.89±1.30a	24.74±1.29b	26.81±1.26b
17:0	0.56±0.03a	0.43±0.04a	0.58±0.04a	1.00±0.09b	0.65±0.06a	0.96±0.07b
18:0	5.29±0.05a	7.62±0.06b	5.63±0.53a	4.48±0.42a	5.55±0.52a	4.62±0.47a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>38.77±1.56a</b>	<b>36.96±1.50a</b>	<b>35.73±1.36a</b>	<b>39.62±1.47a</b>	<b>34.58±1.33a</b>	<b>37.41±1.39a</b>
16:1n-7	6.85±0.65a	4.79±0.48a	8.75±0.84b	6.14±0.62a	6.79±0.45a	7.23±0.72ab
18:1n-9	26.58±1.24a	34.84±1.34b	31.32±1.31b	27.17±1.25a	31.55±1.30b	31.32±1.34b
20:1n-9	1.69±0.14a	1.20±0.12a	0.25±0.03b	2.75±0.16c	1.76±0.17a	2.56±0.25c
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>35.12±1.35a</b>	<b>40.83±1.47b</b>	<b>40.32±1.45b</b>	<b>36.06±1.36a</b>	<b>40.10±1.40b</b>	<b>41.11±1.39b</b>
18:2n-6	2.85±0.23a	1.74±0.17b	2.50±0.28a	2.36±0.27a	3.26±0.33a	3.70±0.30a
18:3n-3	2.53±0.26a	1.26±0.12b	1.72±0.11b	2.96±0.27a	1.31±0.31b	1.38±0.14b
20:2n-6	0.38±0.03a	0.24±0.02a	0.20±0.01a	0.20±0.02a	0.36±0.03a	0.21±0.01a
20:3n-6	0.34±0.02a	0.35±0.03a	0.33±0.03a	0.19±0.01b	0.34±0.02a	0.21±0.01b
20:4n-6	5.03±0.50a	5.27±0.54a	3.16±0.42b	4.08±0.39a	2.95±0.26b	2.52±0.23b
20:5n-3	2.75±0.25a	2.88±0.28a	3.15±0.31a	3.39±0.30a	3.45±0.28a	3.15±0.45a
22:5n-3	2.57±0.26a	1.53±0.16b	2.06±0.23a	2.08±0.25a	2.78±0.27a	2.19±0.20a
22:6n-3	9.57±0.93a	8.85±0.88a	10.72±1.01a	9.04±0.98a	10.77±1.03a	7.29±0.76a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>26.02±1.26a</b>	<b>22.12±1.20b</b>	<b>23.84±1.28b</b>	<b>24.30±1.19ab</b>	<b>25.22±1.25a</b>	<b>20.65±1.20b</b>
ω3	17.42±1.08a	14.52±1.05a	17.65±1.07a	17.47±1.10a	18.31±1.11a	14.01±1.04a
ω6	8.60±0.85a	7.60±0.73a	6.19±0.61a	6.83±0.56a	6.91±0.59a	6.64±0.60a
ω3/ω6	2.02	1.91	2.85	2.55	2.64	2.10

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

#### 4.25.3. *S. triostegus* bireylerinin karaciğer lipidindeki fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi içeriği

*S. triostegus*'un karaciğer lipit PL fraksiyonunda mevsime bağlı olarak  $\Sigma$ SFA oranı, dişilerde % 35.49-39.87, erkeklerde % 34.56-39.57;  $\Sigma$ MUFA oranı, dişilerde % 19.03-23.23, erkeklerde % 20.0-23.98;  $\Sigma$ PUFA oranı, dişilerde % 39.78-45.40, erkeklerde % 39.50-44.04 aralığında bulunmuştur. Verilerden de görüleceği gibi,  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA yüzdeleri, her iki bireyde tüm aylarda benzer oranlarda saptanmıştır. Aynı şekilde 16:0, 18:1n-9, 20:4n-6, 20:5n-3 ve 22:6n-3 gibi major bileşenlerin yüzdeleri aylar arasında farklılık göstermemiştir (Tablo 41 ve 42) .

*S. triostegus*'un her iki eşeyinde, analizi yapılan tüm dönemlerde yüzde olarak en çok  $\Sigma$ PUFA, daha sonra  $\Sigma$ SFA, en az da  $\Sigma$ MUFA saptanmıştır (Tablo 41 ve 42).

Balıkta, n-3/n-6 oranı dişilerde 1.75 (kasım)-2.97 (ocak), erkeklerde 1.85 (mayıs)-2.76 (ocak) aralığında saptanmıştır. Görüldüğü gibi, her iki bireyde, n-3/n-6 oranı ocak ayında artmıştır (Tablo 41 ve 42).

*S. triostegus*'un karaciğer TAG fraksiyonunda mevsime bağlı olarak  $\Sigma$ SFA oranı, dişilerde % 35.28-41.86, erkeklerde % 28.55-42.46;  $\Sigma$ MUFA oranı, dişilerde % 37.49-45.39, erkeklerde % 37.29-51.50;  $\Sigma$ PUFA oranı, dişilerde % 16.79-21.89, erkeklerde % 15.48-29.75 aralığında bulunmuştur (Tablo 43 ve 44). Palmitik asit ve dolayısıyla,  $\Sigma$ SFA oranı, erkek bireylerde üreme sonrası dönem olan eylül ayında artmış, üremeden hemen önceki dönem olan mart ayında ise azalmıştır. Palmitoleik asit ve  $\Sigma$ MUFA oranı, dişilerde kasım ve ocak, erkeklerde temmuz ile ocak ayında en yüksek yüzdede saptanmıştır. Bu bileşenler; üreme dönemi olan mayıs ayında ise her iki bireyde azalmıştır (Tablo 43 ve 44).

Dişi balıkların TAG'ünde; mayıs ayında en çok  $\Sigma$ SFA; kasım, ocak ve mart aylarında  $\Sigma$ MUFA bulunmuştur (Tablo 43). Diğer iki ayda bu bileşenlerin oranı benzerdir. Erkeklerde; eylül ayı dışındaki tüm aylarda en çok  $\Sigma$ MUFA saptanmıştır (Tablo 44). Her iki eşeyin TAG'ünde en az orana sahip bileşen  $\Sigma$ PUFA'tir. Bu fraksiyonda  $\Sigma$ MUFA oranlarının fazla olması dikkati çekmektedir.

*S. triostegus*'un karaciğer TAG fraksiyonunda n-3/n-6 oranı dişilerde 1.34 (mart)-1.93 (kasım), erkeklerde 1.32 (eylül)-2.01 (kasım) aralığında saptanmıştır. Her iki bireyde en yüksek n-3/n-6 oranı kasım ayında belirlenmiştir (Tablo 43 ve 44).

Balığın PL ve TAG fraksiyonunu karşılaştırdığımızda; PL fraksiyonunda en çok  $\Sigma$ PUFA, TAG fraksiyonunda ise  $\Sigma$ MUFA olduğu görülür. Bireysel yağ asitleri arasında 16:0, 16:1n-7, 18:1n-9, 18:2n-6 ve 18:3n-3 daha çok TAG'de; 18:0, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:5n-3 ve 22:6n-3 ise daha çok PL'de bulunmuştur.

Bir başka bulgu da n-3/n-6 oranının PL fraksiyonunda daha fazla bulunmasıdır. Her üç balığın PL fraksiyonunda ortak olarak, *C. carpio*'nun dişilerinde eylül ve kasımda, erkeklerinde mart ayı ile *T. grypus* ile *S. triostegus*'un her iki eşeyinde analiz yapılan tüm aylarda  $\Sigma$ PUFA yüzdesinin daha yüksek bulunmasıdır. Bunu  $\Sigma$ SFA izler,  $\Sigma$ MUFA ise genellikle en düşük yüzdede bulunmuştur. Üç balık türünde de, TAG'e oranla PL fraksiyonunda 18:0, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:5n-3 ve 22:6n-3 yüzdeleri daha fazla olarak saptanmıştır.

Balıkların TAG fraksiyonunda  $\Sigma$ SFA oranı mart ayında azalmıştır. *C. carpio*'nun her iki eşeyi ile *S. triostegus*'un dişilerinde  $\Sigma$ MUFA oranı kasım ayında artarken, *T. grypus* ve *S. triostegus*'ta mayıs ayında azalmıştır. *C. carpio* dişilerinde genellikle en çok  $\Sigma$ MUFA, erkeklerinde  $\Sigma$ SFA, *T. grypus* dişilerinde genellikle  $\Sigma$ SFA, erkeklerinde  $\Sigma$ MUFA, *S. triostegus*'un her iki eşeyinde genellikle  $\Sigma$ MUFA daha fazla oranda bulunmaktadır. Her üç balık türünün iki eşeyinde de en az oranda  $\Sigma$ PUFA saptanmıştır. Balıklarda 16:0, 16:1n-7, 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3 daha çok TAG fraksiyonunda bulunmaktadır.

Tablo 41: Dişi *S. triostegus*'un karaciğer fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.45±0.03a	1.44±0.12b	1.61±0.16b	1.00±0.10b	1.01±0.34b	1.25±0.33b
15:0	0.40±0.03a	0.24±0.02b	0.58±0.05a	0.25±0.02b	0.44±0.03a	0.43±0.02a
16:0	22.75±1.20a	20.34±1.19a	24.79±1.22a	23.79±1.28a	20.63±1.18a	20.31±1.10a
17:0	0.18±0.01a	0.15±0.02a	0.28±0.03b	0.40±0.04c	0.62±0.05c	0.85±0.07d
18:0	11.71±1.09a	14.74±1.14a	11.86±1.01a	14.43±1.09a	13.81±1.12a	14.68±1.17a
<b>∑S.F.A</b>	<b>35.49±1.36a</b>	<b>36.91±1.39a</b>	<b>39.12±1.40a</b>	<b>39.87±1.33a</b>	<b>36.50±1.45a</b>	<b>37.52±1.37a</b>
16:1n-7	2.40±0.29a	3.21±0.31a	3.01±0.33a	3.26±0.27a	2.02±0.20a	3.88±0.41a
18:1n-9	16.01±1.17a	17.24±1.15a	17.05±1.08a	14.48±1.17a	19.16±1.09a	15.66±1.63a
20:1n-9	0.62±0.05a	2.56±0.21b	0.98±0.07ac	1.40±0.10c	2.05±0.23b	1.13±0.18c
<b>∑M.U.F.A</b>	<b>19.03±1.09a</b>	<b>23.01±1.22a</b>	<b>21.04±1.20a</b>	<b>19.14±1.09a</b>	<b>23.23±1.29a</b>	<b>20.67±1.30a</b>
18:2n-6	1.58±0.16a	0.79±0.07b	1.42±0.11a	2.58±0.28c	1.66±0.27a	1.39±0.16a
18:3n-3	0.47±0.05a	0.44±0.03a	0.75±0.06b	0.68±0.05b	0.72±0.07b	0.51±0.03a
20:2n-6	0.42±0.04a	0.88±0.07b	0.73±0.05b	0.49±0.04a	0.53±0.04a	0.47±0.03a
20:3n-6	0.76±0.07a	0.59±0.03b	0.57±0.04b	1.25±0.12c	0.46±0.03b	0.28±0.01d
20:4n-6	12.82±1.02a	9.03±0.99a	9.34±0.97a	10.53±1.13a	7.46±0.77b	10.80±1.01a
20:5n-3	5.23±0.55a	2.08±0.22b	4.02±0.40a	4.55±0.34a	5.11±0.51a	5.28±0.50a
22:5n-3	4.23±0.33a	4.70±0.45a	3.35±0.31a	3.04±0.39a	3.59±0.54a	3.54±0.33a
22:6n-3	19.89±1.09a	21.40±1.20a	19.60±1.20a	17.79±1.07a	20.69±1.27a	19.45±1.08a
<b>∑P.U.F.A</b>	<b>45.40±1.46a</b>	<b>39.91±1.38b</b>	<b>39.78±1.35b</b>	<b>40.91±1.44b</b>	<b>40.22±1.39b</b>	<b>41.72±1.50b</b>
ω3	29.82±1.22a	28.62±1.34a	27.72±1.28a	26.06±1.27a	30.11±1.31a	28.78±1.32a
ω6	15.58±1.05a	11.29±1.01a	12.06±1.12a	14.85±1.04a	10.11±1.10a	12.94±1.02a
ω3/ω6	1.91	2.53	2.29	1.75	2.97	2.22

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 42: Erkek *S. triostegus*'un karaciğer fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	1.79±0.10a	1.15±0.11a	1.89±0.13a	1.47±0.16a	1.18±0.18a	1.41±0.19a
15:0	0.49±0.04a	0.26±0.02b	0.57±0.03a	0.11±0.01c	0.36±0.03ab	0.74±0.06d
16:0	20.98±1.20a	23.47±1.19a	23.99±1.29a	22.66±1.22a	26.56±1.32b	23.51±1.22a
17:0	0.48±0.04a	0.17±0.01b	0.34±0.03a	0.27±0.02c	0.40±0.03a	0.99±0.01d
18:0	12.56±1.02a	11.38±1.01a	12.78±1.13a	10.05±0.98a	9.00±1.01a	9.13±0.97a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>36.30±1.33a</b>	<b>36.43±1.35a</b>	<b>39.57±1.40a</b>	<b>34.56±1.29a</b>	<b>37.50±1.30a</b>	<b>35.78±1.34a</b>
16:1n-7	3.36±0.34a	3.07±0.32a	3.76±0.31a	5.58±0.54a	4.04±0.40a	3.32±0.32a
18:1n-9	15.74±1.05a	19.83±1.09b	15.66±1.15a	16.72±1.06a	17.00±1.07a	15.09±1.15a
20:1n-9	0.90±0.09a	1.08±0.10a	1.31±0.11a	0.52±0.04b	1.03±0.15a	1.68±0.13a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>20.00±1.20a</b>	<b>23.98±1.26a</b>	<b>20.73±1.19a</b>	<b>22.82±1.29a</b>	<b>22.07±1.21a</b>	<b>20.09±1.25a</b>
18:2n-6	1.24±0.11a	1.72±0.16a	2.18±0.20b	1.24±0.13a	1.22±0.16a	2.05±0.20b
18:3n-3	0.53±0.04a	0.47±0.03a	1.34±0.12b	0.22±0.02c	0.59±0.04a	0.78±0.06d
20:2n-6	0.69±0.05a	0.25±0.02b	0.84±0.07a	0.26±0.02b	0.50±0.03a	0.73±0.07a
20:3n-6	0.83±0.05a	0.55±0.04a	0.71±0.06a	0.31±0.02b	0.75±0.06a	0.50±0.04a
20:4n-6	12.54±1.02a	9.33±0.98a	10.02±1.00a	12.46±1.03a	8.25±0.83a	8.83±0.78a
20:5n-3	5.35±0.54a	4.69±0.43a	4.46±0.34a	4.86±0.44a	5.31±0.54a	8.89±0.87b
22:5n-3	4.84±0.47a	3.00±0.31a	4.54±0.42a	3.39±0.33a	2.00±0.21b	3.64±0.35a
22:6n-3	17.60±1.07a	19.49±1.09a	15.53±1.15b	19.79±1.20a	21.78±1.21c	18.62±1.08a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>43.62±1.43a</b>	<b>39.50±1.40b</b>	<b>39.62±1.38b</b>	<b>42.53±1.44a</b>	<b>40.40±1.40b</b>	<b>44.04±1.41a</b>
ω3	28.32±1.22a	27.65±1.26a	25.87±1.34a	28.26±1.21a	29.68±1.30a	31.93±1.34b
ω6	15.30±1.54a	11.85±1.01a	13.75±1.03a	14.27±1.14a	10.72±1.01a	12.11±1.12a
ω3/ω6	1.85	2.33	1.88	1.98	2.76	2.63

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 43:Dişi *S.triostegus*'un karaciğer triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.18±0.01a	0.48±0.03b	-	-	-	-
12:0	0.49±0.03a	0.19±0.01b	-	-	-	-
13:0	0.94±0.08a	0.50±0.04b	0.66±0.05b	0.92±0.08a	-	-
14:0	4.00±0.40a	2.51±0.25b	2.84±0.24b	2.70±0.22b	2.01±0.20b	3.73±0.33a
15:0	0.92±0.07a	0.47±0.04b	0.88±0.07a	0.40±0.03b	0.74±0.07a	1.09±0.10a
16:0	30.30±1.33a	30.78±1.30a	28.02±1.27a	30.27±1.29a	27.16±1.28a	29.07±1.28a
17:0	0.94±0.09a	0.44±0.04b	0.30±0.03b	1.03±0.10a	0.55±0.04c	0.59±0.05c
18:0	4.09±0.43a	3.62±0.34a	5.41±0.54a	4.72±0.44a	4.82±0.40a	5.19±0.51a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>41.86±1.40a</b>	<b>38.99±1.33a</b>	<b>38.11±1.38a</b>	<b>40.04±1.44a</b>	<b>35.28±1.33a</b>	<b>39.67±1.42a</b>
16:1n-7	9.01±0.07a	10.54±1.08a	11.62±1.10a	15.17±1.05a	14.05±1.14a	12.59±1.02a
18:1n-9	27.56±1.28a	26.91±1.22a	26.81±1.25a	26.58±1.39a	29.60±1.34a	29.44±1.30a
20:1n-9	0.92±0.08a	1.88±0.16b	1.47±0.11ab	1.35±0.19ab	1.74±0.20b	1.07±0.17a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>37.49±1.38a</b>	<b>39.33±1.33a</b>	<b>39.90±1.40a</b>	<b>43.10±1.41b</b>	<b>45.39±1.52b</b>	<b>43.10±1.55b</b>
18:2n-6	3.05±0.34a	2.83±0.22a	2.54±0.35a	2.57±0.29a	2.40±0.28a	2.86±0.27a
18:3n-3	1.77±0.11a	1.07±0.16a	1.45±0.19a	1.07±0.20a	1.39±0.16a	1.27±0.18a
20:2n-6	0.25±0.02a	0.50±0.04b	1.07±0.19c	0.42±0.04b	0.67±0.05b	0.83±0.07bc
20:3n-6	0.30±0.02a	0.46±0.03a	0.29±0.05a	0.24±0.03a	0.27±0.02a	0.61±0.05b
20:4n-6	4.53±0.44a	5.38±0.50a	3.68±0.36a	2.50±0.20b	3.71±0.32a	3.03±0.33a
20:5n-3	2.54±0.29a	2.64±0.23a	3.49±0.44a	1.86±0.16b	2.35±0.22a	1.74±0.19b
22:5n-3	2.23±0.20a	2.32±0.22a	1.85±0.16a	1.30±0.15b	2.38±0.27a	2.08±0.31a
22:6n-3	5.89±0.55a	6.38±0.34a	7.52±0.77a	6.83±0.66a	6.07±0.60a	4.76±0.45a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>20.56±1.22a</b>	<b>21.58±1.39a</b>	<b>21.89±1.29a</b>	<b>16.79±1.06b</b>	<b>19.24±1.09a</b>	<b>17.18±1.17b</b>
ω3	12.43±1.02a	12.41±1.12a	14.31±1.04a	11.06±1.10a	12.19±1.03a	9.85±0.99b
ω6	8.13±0.78a	9.17±0.88a	7.58±0.70a	5.73±0.51b	7.05±0.69a	7.33±0.77a
ω3/ω6	1.52	1.35	1.88	1.93	1.72	1.34

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 44: Erkek *S. triostegus*'un karaciğer triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.30±0.03a	0.11±0.01b	-	-	-	-
12:0	0.14±0.02a	0.16±0.05a	-	-	-	-
13:0	0.34±0.05a	0.33±0.06a	0.77±0.06b	-	-	-
14:0	2.61±0.22a	2.69±0.26a	4.56±0.44b	1.95±0.19a	2.35±0.26a	2.96±0.30a
15:0	0.52±0.04a	0.35±0.03b	1.16±0.16c	0.31±0.03b	0.40±0.02ab	0.70±0.06a
16:0	21.88±1.20a	21.30±1.19a	28.52±1.27b	27.42±1.30b	26.48±1.27b	20.22±1.27a
17:0	0.40±0.04a	0.27±0.01b	0.21±0.08b	0.16±0.01c	0.25±0.01b	0.61±0.05a
18:0	6.69±0.65a	5.23±0.52a	7.24±0.77a	6.55±0.56a	3.75±0.31b	4.06±0.40b
<b>∑S.F.A</b>	<b>32.88±1.33a</b>	<b>30.44±1.30a</b>	<b>42.46±1.40b</b>	<b>36.39±1.44c</b>	<b>33.23±1.36a</b>	<b>28.55±1.29d</b>
16:1n-7	7.32±0.67a	16.74±1.06b	13.99±1.03b	14.00±1.14b	15.99±1.05b	11.09±0.99c
18:1n-9	28.74±1.27a	33.69±1.33b	26.63±1.25a	32.80±1.29b	32.76±1.39b	30.78±1.30ab
20:1n-9	1.23±0.10a	1.07±0.09a	0.83±0.07a	0.42±0.04b	2.09±0.02c	1.69±0.11a
<b>∑M.U.F.A</b>	<b>37.29±1.33a</b>	<b>51.50±1.59b</b>	<b>41.45±1.44c</b>	<b>47.22±1.52b</b>	<b>50.84±1.56b</b>	<b>43.56±1.43c</b>
18:2n-6	4.31±0.46a	3.89±0.32a	3.88±0.33a	2.50±0.22b	1.93±0.19b	5.02±0.56a
18:3n-3	2.14±0.21a	2.50±0.28a	3.38±0.33b	2.27±0.28a	3.95±0.30b	2.62±0.20a
20:2n-6	0.33±0.03a	0.36±0.02a	0.40±0.03a	0.15±0.01b	0.33±0.02a	1.81±0.11c
20:3n-6	0.63±0.05a	0.43±0.04a	0.14±0.01b	0.18±0.01b	0.50±0.04a	0.86±0.07c
20:4n-6	5.97±0.55a	2.45±0.22b	2.47±0.28b	2.31±0.30b	2.80±0.31b	3.92±0.38b
20:5n-3	5.73±0.55a	1.28±0.11b	1.75±0.10b	1.31±0.17b	1.48±0.15b	2.59±0.27c
22:5n-3	2.81±0.29a	1.12±0.10b	1.01±0.13b	0.26±0.01c	0.94±0.07b	4.76±0.04d
22:6n-3	7.83±0.71a	5.93±0.56a	2.98±0.23b	6.50±0.68a	3.90±0.33b	6.21±0.56a
<b>∑P.U.F.A</b>	<b>29.75±1.28a</b>	<b>17.96±1.07b</b>	<b>16.01±1.16b</b>	<b>15.48±1.05b</b>	<b>15.83±1.03b</b>	<b>27.79±1.22a</b>
ω3	18.51±1.08a	10.83±1.10b	9.12±0.99b	10.34±1.00b	10.27±1.07b	16.18±1.10a
ω6	11.24±1.12a	7.13±0.88b	6.89±0.65b	5.14±0.51b	5.56±0.45b	11.61±1.03a
ω3/ω6	1.64	1.51	1.32	2.01	1.84	1.39

\* 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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Çalışmalarda, karaciğerdeki total lipitlerin yağ asidi kompozisyonu dışında, kimi balık türlerinde total lipitteki yapısal lipitler olan fosfolipit ile depo lipitleri olan triaçilgliserollerin yağ asidi analizi de yapılmıştır. Fakat bu çalışmaların azlığı dikkati çekmektedir.

#### 4.26. Karaciğer Lipitlerindeki Triaçilgliserol Yağ Asidi Analizleri

Baykal Gölü'ndeki *C. baicalensis*'in, karaciğer nötral lipitlerini en çok  $\Sigma$ MUFA oluşturmuştur. Bunu  $\Sigma$ SFA, izlemiş en az  $\Sigma$ PUFA'ler oluşturmuştur. Total MUFA'ler içinde en çok 18:1n-9, SFA'lerden ise 16:0 en çok saptanmıştır. Diğer major yağ asitleri 16:1n-7, 18:1n-7 ve 20:5n-3'tir (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Hindistan'da çalışılan balıklardan, *L. rohita*, *L. bata*, *L. calbasu*, *C. catla*, *C. mrigala* türlerinin karaciğer TAG içeriğinde  $\Sigma$ SFA, % 32.5-65.2;  $\Sigma$ MUFA, % 20.8-41.6;  $\Sigma$ PUFA, % 21-29 arasında bulunmuştur. Yağ asitleri arasında ise 16:0, % 19.8-33.4; 18:0, % 4.2-8.8; 18:1n-9, % 6.8-27.7; 16:1n-7, % 4.6-9.8; 18:2n-6, % 2.5-10.3; 18:3n-3, % 2.0-6.7; 20:4n-6, % 0.4-1.9; 20:5 n-3, % 0.4- 3; 22:6n-3, % 0.5-4.3 oranında tespit edilmiştir (Ackman ve ark. 2002).

Atatürk Baraj Gölü'nden kasım ayında toplanan dişi *C. trutta*'nın karaciğer TAG fraksiyonunda,  $\Sigma$ MUFA, % 43.13;  $\Sigma$ SFA, % 40.3;  $\Sigma$ PUFA, % 16.47; n-3/n-6 oranı, 2.36 olarak bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010a). Görüldüğü gibi, balıkların karaciğer lipit TAG'ünde en çok bulunan bileşenler farklı olabilmektedir. Örneğin, Baykal Gölü'ndeki ergin dişi *C. baicalensis* ile Atatürk Baraj Gölü'nden *C. trutta*'da en çok  $\Sigma$ MUFA, Hindistan'daki balıklarda ise  $\Sigma$ SFA bulunmaktadır. Çalışmamızda incelediğimiz üç türde, analiz yaptığımız birçok ayda en çok  $\Sigma$ MUFA, bir kısmında ise  $\Sigma$ SFA bulunmuştur. Bu veriler, kasta olduğu gibi balık karaciğer lipit TAG'lerinde  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ SFA'lerin daha fazla oranda biriktiğini göstermektedir. Bu fraksiyonda bulunan major yağ asitleri balıklar arasında benzerlik gösterir. Çalışılan balıklar ile bizim örneklerde de en çok, doymuş yağ asitleri içinde 16:0, tekli doymamışlarda 16:1n-7 ile 18:1n-9, çoklu doymamış yağ asitleri arasında 18:2n-6 ve 18:3n-3 bulunmaktadır. Kasım ayında, *T. grypus* dişilerinde saptadığımız n-3/n-6 oranı, aynı dönemde *C. trutta*'dan elde edilene benzerlik gösterir. Ancak *C. carpio* ile *S. triostegus*'tan elde ettiğimiz oranlar daha düşük bulunmuştur.



#### 4.27. Karaciğer Lipitlerindeki Fosfolipit Yağ Asidi Analizleri

*L. bata*'nın PL'inde, 16:0, % 23.7; 18:1n-9, % 7; 18:2n-6, % 1.9; 18:3n-3, % 2.6; 20:4n-6, % 2.6; 20:5n-3, % 2.6; 22:6n-3, % 10.3;  $\Sigma$ SFA, % 43.8  $\Sigma$ MUFA, % 20.6  $\Sigma$ PUFA, % 36; *C. catla*'da ise 16:0, % 17.4; 18:1n-9, % 3.2; 18:2n-6, % 1.8; 18:3n-3, % 1.8; 20:4 n-6, % 3.5; 20:5n-3, % 2.9; 22:6n-3, % 15.6;  $\Sigma$ SFA, % 47.6,  $\Sigma$ MUFA, % 20.8  $\Sigma$ PUFA, % 32 oranında belirlenmiştir. Bu iki türde sıralama çoktan aza doğru  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ PUFA ve  $\Sigma$ MUFA şeklindedir (Ackman ve ark. 2002).

Atatürk Baraj Gölü'nden kasım ayında toplanan dişi *C. trutta*'nın karaciğer PL fraksiyonunda,  $\Sigma$ SFA % 44.24,  $\Sigma$ PUFA % 35.71,  $\Sigma$ MUFA % 19.95, n-3/n-6 oranı 2.86 olarak belirlenmiştir (Kaçar ve ark. 2010a).

Ancak çalıştığımız üç balık türünün PL'inde çoğu aylarda en çok  $\Sigma$ PUFA saptanmıştır. Kasım ayında *S. triostegus* ile *T. grypus* dişilerinde  $\Sigma$ SFA ile  $\Sigma$ PUFA benzer oranda bulunmuştur. Bu ayda, *S. triostegus* dişilerinde n-3/n-6 oranı 1.75, *T. grypus*'ta 2.15, *C. carpio*'da 1.93 olarak saptanmıştır.

#### 4.28. Karaciğer Lipitlerindeki Fosfolipit ve Triasilgliserol Yağ Asidi İçeriğini Etkileyen Faktörler: Mevsim ve Üreme Zamanı

Hazel (1979), Gökkuşuğu alabalığının karaciğer TAG'ünde n-3 ve n-6PUFA'ı oluşturan yağ asitlerinin, sıcaklığın azalmasıyla arttığını belirtmiştir.

Çalıştığımız her üç türde de benzer bir sonuç saptanmamıştır. Bunun nedeni, balıkların yaşamış olduğu su sıcaklığı olabilir. Alabalıklar, soğuk sularda yaşadıkları için böyle bir adaptasyon göstermeleri doğaldır.

Doğal ve kültür Japon Kedi balığı *S. asotus*'un karaciğer lipit içeriği ve yağ asidi kompozisyonuna; yumurtlama ve mevsimin etkisi araştırılmıştır. Yumurtlama mevsimi esnasında karaciğer TAG'ünde n-7MUFA'lerin miktarı yüksek bulunmuştur. Yaz ve kış mevsimlerinde kültür Kedi balığının karaciğerindeki lipit içeriğinde bir fark görülmemiştir. Balığın karaciğerdeki AA miktarı; yazın kışa göre daha yüksek saptanmıştır. Karaciğerde, yumurtlamaya ve mevsime bağlı olarak lipit sınıflarında farklılıklar tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre balığın lipit metabolizmasının yumurtlamaya ve mevsime bağlı olarak değiştiği ileri sürülmüştür (Shirai ve Wada 2001).

Çalıştığımız her üç balık türünün karaciğer lipit TAG'ünde, mart ayında (üremeden hemen önce ve gonatların olgunlaştığı dönem) 16:0 ve  $\Sigma$ SFA; *T. grypus* ve

*S. triostegus*'ta ise mayıs ayında (üreme dönemi)  $\Sigma$ MUFA yüzdesi azalmıştır. Bu bileşenler üreme için gonada mobilize olduklarından dolayı miktarları düşmüş olabilir.

#### **4.29. Gonat Total Lipidindeki Yağ Asidi İçeriği**

##### **4.29.1. *C. carpio* bireylerinin gonat total lipidindeki yağ asidi içeriği**

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*'nun dişi ve erkek bireylerinde 16:0 ve  $\Sigma$ SFA miktarı üremeden sonraki dönem olan temmuz ayında artarken, dişilerde ocak (Tablo 45), erkeklerde eylül ayında (Tablo 46) azalmıştır. Oleik asit ve  $\Sigma$ MUFA miktarı, her iki bireyde ocak ayında azalma göstermiştir (Tablo 45 ve 46). Arakidonik asit, 20:5n-3, 22:6n-3 ve bu bileşenlere bağlı olarak  $\Sigma$ PUFA oranı dişilerde, diğer aylara oranla daha soğuk olan kasım ve ocak aylarında (Tablo 45), erkeklerde eylül ve ocak aylarında (Tablo 46) artmıştır.

Dişi balıklarda, mayıs ve temmuz aylarında en çok  $\Sigma$ SFA, kasım ve ocak aylarında  $\Sigma$ PUFA, gonatların gelişimi olan mart ayında ise en çok  $\Sigma$ MUFA; erkeklerde; mayıs ve temmuz aylarında en çok  $\Sigma$ SFA, eylül, ocak ve martta  $\Sigma$ PUFA, kasım ayında  $\Sigma$ MUFA bulunmuştur (Tablo 45 ve 46).

Her iki bireyde, su sıcaklığının arttığı dönemde en çok doymuş yağ asitleri, sıcaklığın azaldığı dönemlerde ise doymamış yağ asitlerinin arttığı görülmüştür. Palmitik asit ve  $\Sigma$ SFA yüzdesinin temmuz ayında artması; oleik asit ve dolayısıyla  $\Sigma$ MUFA oranının ocak ayında azalması, aşırı doymamış yağ asitlerinin aynı dönemde artması, n-3/n-6 oranının üreme dönemi olan mayıs ayında artması, balığın her iki eşeyinde de ortak bulunan diğer bulgulardır.

Bir yıl boyunca baskın bulunan yağ asitleri  $\Sigma$ SFA'ler içinde 16:0 (dişiler için % 21.99-30.31; erkekler için % 15.61-29.27),  $\Sigma$ MUFA'ler içinde 18:1n-9 (dişiler için % 16.17-26.76; erkekler için % 8.83-19.94),  $\Sigma$ PUFA'ler arasında 22:6n-3 (dişiler için % 10.35-24.26; erkekler için % 5.82-23.27) (Tablo 45 ve 46).

*C. carpio* dişi bireylerinin gonat total lipidinde n-3/n-6 oranı, 1.96 (temmuz)-2.90 (mayıs); erkeklerinde 1.41 (kasım)-2.66 (mayıs) aralığında saptanmıştır (Tablo 45 ve 46).

Tablo 45: Dişi *C. carpio*'nun gonat total yağ asidinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.02±0.01	-	-	-	-	-
12:0	-	0.18±0.01a	0.02±0.02b	0.01±0.01c	0.03±0.02b	0.04±0.03d
13:0	0.01±0.01a	0.31±0.02b	0.16±0.01c	0.04±0.03d	-	-
14:0	1.12±0.15a	3.49±0.13b	1.10±0.11a	1.34±0.13a	0.60±0.02c	1.12±0.18a
15:0	0.76±0.05a	1.26±0.16b	1.13±0.14b	1.07±0.17b	0.74±0.56a	0.44±0.02c
16:0	29.14±1.14a	30.31±1.14a	25.56±1.12b	23.59±1.12b	21.99±1.11b	23.31±1.12b
17:0	0.35±0.02a	1.17±0.16b	0.24±0.01a	0.80±0.05b	0.59±0.03ab	0.51±0.03ab
18:0	6.20±0.56a	9.34±0.78b	6.30±0.56a	4.17±0.37a	4.38±0.32a	5.47±0.34a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>37.60±1.17a</b>	<b>46.06±1.35b</b>	<b>34.51±1.14a</b>	<b>31.02±1.15c</b>	<b>28.34±1.09c</b>	<b>30.89±1.15c</b>
16:1n-7	7.03±0.56a	7.10±0.56a	4.32±0.14b	6.07±0.56a	7.04±0.56a	14.84±1.04c
18:1n-9	22.85±1.12a	17.86±1.07b	26.76±1.13a	16.17±1.06b	16.61±1.06b	24.21±1.12a
20:1n-9	1.19±0.16a	0.92±0.67a	1.50±0.14a	1.56±0.14a	1.32±0.19a	1.63±0.15a
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>31.07±1.15a</b>	<b>25.88±1.09b</b>	<b>32.58±1.16a</b>	<b>23.80±1.08b</b>	<b>24.97±1.08b</b>	<b>40.68±1.22c</b>
18:2n-6	1.76±0.13a	2.26±0.12b	2.11±0.12b	2.84±0.12b	0.99±0.78a	1.47±0.10a
18:3n-3	0.42±0.02a	0.87±0.07b	1.69±0.10c	0.47±0.03a	0.33±0.02a	0.56±0.03a
20:2n-6	0.47±0.03a	0.33±0.02a	0.59±0.03a	0.72±0.04b	0.25±0.01c	0.49±0.03a
20:3n-6	0.32±0.03a	0.42±0.03a	0.41±0.04a	0.56±0.03b	0.35±0.03a	0.67±0.04b
20:4n-6	5.46±0.15a	6.43±0.16a	7.75±0.56a	8.48±0.67a	13.85±1.03b	6.56±0.16a
20:5n-3	3.67±0.13a	4.50±0.14a	2.72±0.12b	5.47±0.15c	6.15±0.16c	3.53±0.13a
22:5n-3	2.15±0.12a	2.82±0.14a	2.03±0.11a	2.28±0.12a	4.09±0.14b	2.29±0.12a
22:6n-3	17.03±1.07a	10.35±0.90b	15.52±1.05a	24.26±1.29c	20.61±1.08a	12.82±1.02b
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>31.28±1.15a</b>	<b>27.98±1.07b</b>	<b>32.82±1.16a</b>	<b>45.08±1.34c</b>	<b>46.62±1.35c</b>	<b>28.39±1.09b</b>
ω3	23.27±1.09a	18.54±1.08a	21.96±1.11a	32.48±1.16b	31.18±1.15b	19.20±1.08a
ω6	8.01±0.67a	9.44±0.68a	10.86±0.9a	12.6±1.02b	15.44±1.05b	9.19±0.67a
ω3/ω6	2.90	1.96	2.02	2.57	2.01	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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 46: Erkek *C. carpio*'nun gonat total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.24±0.02a	-	-	-	0.04±0.03b	-
12:0	0.08±0.05a	0.09±0.06a	0.05±0.03b	0.15±0.01a	0.11±0.06a	0.01±0.01c
13:0	0.47±0.02a	0.11±0.04b	0.23±0.01c	0.69±0.03a	-	0.02±0.02d
14:0	1.56±0.11a	2.76±0.12b	1.22±0.16a	5.31±0.15c	0.40±0.02d	1.86±0.17a
15:0	0.82±0.44a	1.73±0.16b	0.99±0.54a	0.96±0.56a	0.54±0.31c	0.92±0.58a
16:0	25.43±1.08a	29.27±1.09a	15.61±1.05b	17.57±1.07b	17.04±1.07b	17.75±1.07b
17:0	0.28±0.03a	0.83±0.44b	0.47±0.27c	0.62±0.44c	1.06±0.10b	1.06±0.17b
18:0	11.52±1.01a	6.36±0.46b	6.58±0.49b	6.67±0.47b	9.45±0.86a	6.28±0.43b
<b>ΣS.F.A</b>	<b>40.40±1.29a</b>	<b>41.15±1.29a</b>	<b>25.15±1.08b</b>	<b>31.97±1.09c</b>	<b>28.49±1.08c</b>	<b>27.87±1.08bc</b>
16:1n-7	5.19±0.34a	7.31±0.44a	2.82±0.12b	8.07±0.67a	2.06±0.12b	6.38±0.43a
18:1n-9	12.45±1.01a	17.59±1.07b	10.07±0.91a	19.94±1.08b	8.83±0.56c	17.76±1.07b
20:1n-9	0.75±0.45a	5.16±0.33b	0.94±0.07a	7.39±0.45b	1.19±0.15c	2.70±0.12d
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>18.39±1.08a</b>	<b>30.06±1.09b</b>	<b>13.83±1.03c</b>	<b>35.40±1.25b</b>	<b>12.08±1.02c</b>	<b>26.84±1.08d</b>
18:2n-6	1.33±0.16a	3.88±0.27b	3.32±0.24b	6.28±0.42c	5.72±0.41c	4.47±0.33bc
18:3n-3	0.32±0.02a	2.14±0.12b	1.22±0.10c	1.31±0.18c	0.43±0.26a	1.95±0.15b
20:2n-6	0.12±0.01a	0.51±0.33b	2.34±0.12c	1.57±0.17d	1.17±0.16d	0.88±0.43b
20:3n-6	0.50±0.32a	0.39±0.02a	0.94±0.67b	0.75±0.67b	1.19±0.18b	0.76±0.67b
20:4n-6	9.19±0.91a	5.20±0.33b	14.66±1.04c	4.85±0.31b	14.52±1.04c	9.06±0.94a
20:5n-3	7.95±0.44a	4.45±0.34b	8.54±0.58a	9.21±0.96a	7.26±0.44a	6.58±0.39ab
22:5n-3	3.76±0.23a	2.70±0.12a	6.71±0.33b	2.72±0.12a	5.77±0.33b	3.99±0.21a
22:6n-3	17.37±1.07a	9.42±0.86b	23.21±1.08c	5.82±0.15d	23.27±1.08c	17.51±1.07a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>40.42±1.36a</b>	<b>28.69±1.09b</b>	<b>60.94±1.44c</b>	<b>32.51±1.24b</b>	<b>59.33±1.43c</b>	<b>45.20±1.29d</b>
ω3	29.40±1.09a	18.71±1.08b	39.68±1.36c	19.06±1.07b	36.73±1.25c	30.03±1.29a
ω6	11.02±1.15a	9.98±0.83a	21.26±1.08b	13.45±1.01a	22.60±1.08b	15.17±1.05c
ω3/ω6	2.66	1.87	1.86	1.41	1.62	1.97

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

#### 4.29.2. *T. grypus* bireylerinin gonat total lipidindeki yağ asidi içeriği

Palmitik asit ve  $\Sigma$ SFA, dişi bireylerde, diğer dönemlere oranla daha sıcak olan mart, mayıs ve temmuz (Tablo 47); erkeklerde mayıs aylarında (Tablo 48) artmıştır. Bu bileşenler, her iki eşeyde ocak ayında; 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA'ler ise gonatların olgunlaştığı dönem olan mart ve üreme dönemi olan mayıs ayında azalma göstermiştir. Arakidonik asit, 22:6n-3 ve dolayısıyla PUFA, her iki eşeyde mart ayında artmıştır (Tablo 47 ve 48).

Dişilerde, mayıs ve temmuz aylarında en çok  $\Sigma$ SFA, eylül ayında  $\Sigma$ MUFA, ocak ve mart aylarında ise  $\Sigma$ PUFA (Tablo 47); erkeklerde, mayıs ayında  $\Sigma$ SFA, temmuz, eylül, kasım ve ocak aylarında  $\Sigma$ MUFA, mart ayında ise en çok  $\Sigma$ PUFA bulunmuştur (Tablo 48).

Bir yıl boyunca baskın bulunan yağ asitleri  $\Sigma$ SFA'ler içinde 16:0 (dişiler için % 22.76-28.89; erkekler için % 22.60-29.26),  $\Sigma$ MUFA'ler içinde 18:1n-9 (dişiler için % 18.00-33.64; erkekler için % 16.77-30.06),  $\Sigma$ PUFA'ler arasında 22:6n-3 (dişiler için % 10.87-18.00; erkekler için % 10.09-17.74) (Tablo 47 ve 48).

*T. grypus* dişi bireylerinin gonat total lipidinde n-3/n-6 oranı, 1.22 (mart)-3.32 (eylül); erkeklerinde 1.81 (mart)-3.79 (kasım) aralığında saptanmıştır (Tablo 47 ve 48).

Her iki eşeyde ortak bulunan başlıca bulgular; mayıs ayında en çok  $\Sigma$ SFA, eylülde  $\Sigma$ MUFA, mart ayında (gonatların olgunlaştığı dönem) ise  $\Sigma$ PUFA'in olmasıdır. Diğer ortak sonuçlar,  $\Sigma$ SFA'lerin mayıs ayında artması ocak ayında ise azalması, 18:1n-9 ile  $\Sigma$ MUFA'lerin mart ve mayısta azalma göstermesi, 22:6n-3 ve dolayısıyla  $\Sigma$ PUFA'lerin mart ayında artması, n-3/n-6 oranının en düşük olarak mart ayında saptanmasıdır.

Tablo 47: Dişi *T. grypus*'un gonat total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	-	-	-	-	-	-
12:0	-	-	0.03±0.01	-	-	-
13:0	0.08±0.07	-	-	-	-	-
14:0	1.82±0.13a	2.42±0.20b	2.82±0.21b	2.03±0.28b	1.26±0.12a	1.18±0.11a
15:0	0.81±0.07a	0.68±0.06a	0.44±0.04b	0.78±0.07a	0.49±0.03b	0.77±0.05a
16:0	28.07±1.27a	27.96±1.25a	24.65±1.24b	23.17±1.20b	22.76±1.29b	28.89±1.22a
17:0	0.40±0.04a	0.28±0.02b	0.48±0.04a	0.54±0.03a	0.44±0.04a	0.58±0.03a
18:0	8.31±0.81a	8.39±0.88a	5.17±0.56a	6.62±0.65a	7.81±0.77a	5.35±0.53a
<b>∑S.F.A</b>	<b>39.49±1.39a</b>	<b>39.73±1.40a</b>	<b>33.59±1.31b</b>	<b>33.14±1.33b</b>	<b>32.76±1.30b</b>	<b>36.77±1.36ab</b>
16:1n-7	5.64±0.54a	5.07±0.50a	7.22±0.71b	4.88±0.48a	5.61±0.52a	3.14±0.33a
18:1n-9	18.00±1.08a	22.73±1.22b	33.64±1.38c	26.94±1.26b	22.93±1.28b	19.46±1.09a
20:1n-9	1.12±0.11a	0.95±0.09a	1.63±0.11a	2.52±0.21b	1.45±0.18a	1.16±0.16a
<b>∑M.U.F.A</b>	<b>24.76±1.29a</b>	<b>28.75±1.22a</b>	<b>42.49±1.42b</b>	<b>34.34±1.30c</b>	<b>29.99±1.29a</b>	<b>23.76±1.26a</b>
18:2n-6	1.75±0.10a	1.62±0.13a	1.41±0.14a	2.02±0.20b	2.20±0.22b	3.74±0.37b
18:3n-3	0.88±0.07a	0.94±0.09a	1.11±0.10a	1.45±0.13b	0.62±0.05c	0.56±0.04c
20:2n-6	0.33±0.03a	0.30±0.02a	1.18±0.11b	0.13±0.01c	0.36±0.02a	0.42±0.03a
20:3n-6	0.29±0.02a	0.36±0.03a	0.31±0.02a	0.36±0.02a	0.33±0.01a	0.17±0.02b
20:4n-6	6.74±0.66a	7.96±0.71a	2.61±0.12b	5.99±0.55a	8.96±0.81a	13.37±1.03c
20:5n-3	5.28±0.51a	3.41±0.41a	3.74±0.38a	3.49±0.23a	4.57±0.41a	3.16±0.33a
22:5n-3	2.37±0.23a	2.41±0.23a	2.60±0.28a	3.05±0.34a	3.58±0.32a	1.93±0.11a
22:6n-3	18.00±1.08a	14.45±1.04b	10.87±0.99c	15.96±1.15b	16.52±1.23a	16.04±1.06a
<b>∑P.U.F.A</b>	<b>35.64±1.35a</b>	<b>31.45±1.42a</b>	<b>23.83±1.25b</b>	<b>32.45±1.32a</b>	<b>37.14±1.30a</b>	<b>39.39±1.40a</b>
ω3	26.53±1.26a	21.21±1.22b	18.32±1.08c	23.95±1.22b	25.29±1.29a	21.69±1.30b
ω6	9.11±0.99a	10.24±1.01a	5.51±0.55b	8.50±0.83a	11.85±1.10a	17.70±1.07c
ω3/ω6	2.91	2.07	3.32	2.81	2.13	1.22

\* 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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 48: Erkek *T. grypus*'un gonat total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	-	0.01±0.01	-	-	-	-
12:0	-	0.04±0.01a	0.02±0.02b	-	-	-
13:0	0.11±0.04a	0.32±0.02b	0.09±0.05a	-	-	-
14:0	1.93±0.16a	3.55±0.33b	2.58±0.23a	2.50±0.22a	2.58±0.21a	1.36±0.12a
15:0	0.57±0.05a	0.62±0.04a	0.58±0.05a	0.50±0.04a	0.68±0.06a	0.81±0.07b
16:0	29.26±1.27a	25.28±1.20a	22.60±1.21b	23.37±1.28b	22.08±1.27b	22.09±1.24b
17:0	0.22±0.02a	0.60±0.04b	0.54±0.05b	1.39±0.11c	0.18±0.01a	0.96±0.06bc
18:0	9.93±0.98a	4.54±0.44b	5.90±0.50b	4.69±0.41b	5.16±0.51b	6.96±0.66b
<b>ΣS.F.A</b>	<b>42.02±1.42a</b>	<b>34.96±1.33b</b>	<b>32.31±1.38b</b>	<b>32.45±1.30b</b>	<b>30.68±1.30b</b>	<b>32.18±1.31b</b>
16:1n-7	3.57±0.35a	7.30±0.77b	6.38±0.61b	7.25±0.71b	7.68±0.70b	3.80±0.31a
18:1n-9	16.77±1.06a	29.60±1.29b	28.44±1.26b	28.15±1.28b	30.06±1.30b	21.52±1.22a
20:1n-9	0.79±0.07a	1.26±0.10b	1.21±0.15b	2.04±0.21c	1.70±0.16b	2.00±0.21c
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>21.13±1.20a</b>	<b>38.16±1.37b</b>	<b>36.03±1.33b</b>	<b>37.44±1.30b</b>	<b>39.44±1.40b</b>	<b>27.32±1.26c</b>
18:2n-6	1.37±0.11a	2.83±0.23b	1.90±0.16a	2.49±0.24b	3.22±0.31b	2.77±0.25b
18:3n-3	0.78±0.05a	3.13±0.31b	1.34±0.16c	3.55±0.33b	1.42±0.14c	1.20±0.17c
20:2n-6	0.24±0.01a	0.34±0.02a	0.08±0.01b	0.40±0.03c	0.42±0.03c	0.52±0.05c
20:3n-6	0.25±0.01a	0.33±0.03a	0.35±0.02a	0.34±0.02a	0.35±0.01a	0.37±0.02a
20:4n-6	11.02±1.01a	3.58±0.34b	7.78±0.77c	3.03±0.33b	3.04±0.34b	10.67±1.00a
20:5n-3	5.12±0.51a	3.67±0.23a	4.54±0.44a	4.02±0.40a	4.15±0.49a	3.90±0.39a
22:5n-3	2.55±0.25a	2.78±0.28a	3.01±0.30a	3.40±0.33a	3.45±0.44a	3.23±0.29a
22:6n-3	15.44±1.05a	10.09±1.01b	12.58±1.02b	12.80±1.00b	13.74±1.04b	17.74±1.07a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>36.77±1.35a</b>	<b>26.75±1.28b</b>	<b>31.58±1.30c</b>	<b>30.03±1.34c</b>	<b>29.79±1.29c</b>	<b>40.40±1.40d</b>
ω3	23.89±1.26a	19.67±1.09b	21.47±1.20ab	23.77±1.26a	22.76±1.22a	26.07±1.30c
ω6	12.88±1.02a	7.08±0.71b	10.11±1.01a	6.26±0.65b	7.03±0.71b	14.33±1.04a
ω3/ω6	1.85	2.77	2.12	3.79	3.23	1.81

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

#### 4.29.3. *S. triostegus* bireylerinin gonat total lipidindeki yağ asidi içeriği

Palmitik asit ve  $\Sigma$ SFA, her iki eşeyde ocak ayında azalmış, dişilerde temmuz (Tablo 49), erkeklerde eylül ayında artmıştır (Tablo 50). Total MUFA, dişilerde üreme sonrası olan kasım ayında, erkeklerde üreme sonrası olan eylül ve üreme öncesi olan ocak ayında artmıştır. Total PUFA, her iki eşeyde gonatların olgunlaşma dönemi olan mart ayında artış göstermiştir. Oleik asit yüzdesi, her iki bireyde farklılık göstermemiştir (Tablo 49 ve 50). Arakidonik asit ve 22:6n-3, dişilerde eylül ayında artmıştır (Tablo 49). Dişilerde mayıs ve temmuz aylarında en çok  $\Sigma$ SFA, eylül ve mart aylarında  $\Sigma$ PUFA, kasımda  $\Sigma$ MUFA; erkeklerde eylül ayında en çok  $\Sigma$ SFA, kasımda  $\Sigma$ MUFA, ocak ve mart aylarında  $\Sigma$ PUFA belirlenmiştir (Tablo 49 ve 50). Bir yıl boyunca baskın bulunan yağ asitleri  $\Sigma$ SFA'ler içinde 16:0 (dişiler için % 18.43-27.20; erkekler için % 18.95-29.77),  $\Sigma$ MUFA'ler içinde 18:1n-9 (dişiler için % 21.77-26.24; erkekler için % 19.48-20.73),  $\Sigma$ PUFA'ler arasında 22:6n-3 (dişiler için % 6.52-15.29; erkekler için % 9.21-16.74) (Tablo 49 ve 50).

*S. triostegus* dişi bireylerinin gonat total lipidinde n-3/n-6 oranı, 1.33 (mayıs)-3.37 (mart); erkeklerinde 1.53 (eylül)- 2.41 (kasım) aralığında saptanmıştır (Tablo 49 ve 50). Balığın gonat total lipit yağ analizinde mevsime bağlı olarak her iki eşeyde hem ortak hem de farklı bulgular saptanmıştır. Ortak bulunan başlıca bulgular; 16:0 ve dolayısıyla  $\Sigma$ SFA'in ocak ayında azalması,  $\Sigma$ PUFA'in mart ayında artması, kasım ayında  $\Sigma$ MUFA'in en yüksek yüzdeye sahip olmasıdır. Saptanan başlıca farklılıklar, dişi bireylerde eylül ayında 22:6n-3 (% 15.29) ve dolayısıyla  $\Sigma$ PUFA (% 37.02) yüzdesi en yüksek seviyede iken erkek bireyde bu bileşenler en az yüzdede saptanmıştır (22:6n-3 % 9.21,  $\Sigma$ PUFA % 28.03).

Her üç balık türünde, gonat total lipit yağ asitleri içinde ortak olan bulgu, 16:0 ve  $\Sigma$ SFA'lerin *C. carpio*'nun iki eşeyi ile *T. grypus* ve *S. triostegus*'un dişi bireylerinde temmuz ayında artmasıdır. Bu bileşenler, *C. carpio* ve *T. grypus* dişilerinde ve *S. triostegus*'un her iki bireyinde ocak ayında azalmıştır. *C. carpio* erkekleri ile *S. triostegus*'un dişilerinde 20:4n-6 ve 22:6n-3 eylül ayında artış göstermiştir. *C. carpio*'nun her iki eşeyi ile *T. grypus* ve *S. triostegus*'un dişi bireylerinde mayıs ve temmuz ayında en çok  $\Sigma$ SFA bulunmuştur. *C. carpio*'nun her iki eşeyi ile *T. grypus*'un dişi bireylerinde ocak ayında en çok  $\Sigma$ PUFA, *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'un erkek bireylerinde kasım ayında en çok  $\Sigma$ MUFA saptanmıştır.



Tablo 49: Dişi *S. triostegus*'un gonat total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.25±0.02	-	-	-	-	-
12:0	-	0.04±0.01a	0.01±0.01b	0.03±0.02a	0.07±0.05c	-
13:0	1.22±0.22	-	-	-	-	-
14:0	4.75±0.43a	2.75±0.25b	1.38±0.15c	1.03±0.16c	1.19±0.19c	1.94±0.22c
15:0	0.72±0.07a	0.85±0.06a	0.46±0.04b	0.27±0.02c	0.32±0.03bc	0.47±0.04b
16:0	24.62±1.22a	27.20±1.27a	22.83±1.30ab	22.79±1.29ab	18.43±1.18b	20.73±1.09b
17:0	0.44±0.03a	0.49±0.04a	0.43±0.05a	0.41±0.03a	0.39±0.05a	0.44±0.04a
18:0	5.38±0.55a	8.07±0.80b	9.23±0.91b	8.73±0.87b	9.07±0.91b	7.58±0.78b
<b>ΣS.F.A</b>	<b>37.38±1.40a</b>	<b>39.40±1.33a</b>	<b>34.34±1.39a</b>	<b>33.26±1.32a</b>	<b>29.47±1.29b</b>	<b>31.16±1.30b</b>
16:1n-7	8.18±0.89a	8.74±0.90a	5.03±0.50b	9.65±0.98a	9.11±0.92a	5.88±0.56b
18:1n-9	24.68±1.24a	26.24±1.38a	22.17±1.20a	25.38±1.27a	23.77±1.32a	21.77±1.25a
20:1n-9	0.72±0.07a	0.97±0.08a	1.36±0.12a	2.17±0.23c	2.20±0.26c	1.73±0.13b
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>33.58±1.33a</b>	<b>35.95±1.37a</b>	<b>28.56±1.29b</b>	<b>37.20±1.30a</b>	<b>35.08±1.35a</b>	<b>29.38±1.29b</b>
18:2n-6	3.61±0.33a	4.60±0.45a	1.73±0.12b	2.58±0.27ab	1.72±0.14b	1.84±0.17b
18:3n-3	2.70±0.26a	2.97±0.28a	0.81±0.08b	1.00±0.10b	1.22±0.16b	0.97±0.08b
20:2n-6	0.07±0.02a	0.31±0.03b	0.62±0.05c	0.28±0.01b	0.43±0.04c	0.51±0.05c
20:3n-6	0.24±0.02a	0.98±0.07b	0.51±0.05c	0.95±0.08b	0.66±0.05c	0.47±0.04c
20:4n-6	8.48±0.89a	4.54±0.48b	9.27±0.93a	4.44±0.45b	5.76±0.53b	5.97±0.59b
20:5n-3	3.74±0.36a	2.89±0.28a	4.61±0.47b	4.97±0.48b	6.31±0.66b	7.08±0.78b
22:5n-3	1.82±0.16a	1.80±0.19a	4.18±0.43b	3.57±0.37b	4.92±0.48b	8.16±0.89c
22:6n-3	8.29±0.87a	6.52±0.45a	15.29±1.05b	11.70±1.10b	13.43±1.13b	13.48±1.03b
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>28.95±1.27a</b>	<b>24.61±1.22a</b>	<b>37.02±1.39b</b>	<b>29.49±1.28a</b>	<b>34.45±1.33b</b>	<b>38.48±1.38b</b>
ω3	16.55±1.16a	14.18±1.15a	24.89±1.20b	21.24±1.22b	25.88±1.27b	29.69±1.32b
ω6	12.40±1.12a	10.43±1.10a	12.13±1.26a	8.25±0.98b	8.57±0.87b	8.79±0.85b
ω3/ω6	1.33	1.35	2.05	2.57	3.01	3.37

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 50: Erkek *S. triostegus*'un gonat total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.02±0.01	-	-	-	-	-
12:0	0.21±0.02a	0.09±0.07b	-	0.86±0.06c	0.78±0.05c	0.57±0.04d
13:0	0.45±0.03a	-	0.26±0.02b	-	-	-
14:0	1.15±0.12a	1.70±0.16a	2.90±0.23b	1.48±0.16a	1.11±0.19a	1.18±0.10a
15:0	0.56±0.06a	1.16±0.13b	1.24±0.15b	0.93±0.07b	0.45±0.05a	0.57±0.07a
16:0	23.44±1.27a	23.20±1.20a	29.77±1.35b	20.17±1.20a	19.22±1.19a	18.95±1.08a
17:0	0.12±0.01a	0.13±0.02a	0.46±0.03b	0.14±0.01a	0.55±0.04b	0.85±0.07c
18:0	10.81±1.10a	11.99±1.02a	9.20±0.90a	9.73±0.99a	10.44±1.17a	10.82±1.01a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>36.76±1.37a</b>	<b>38.27±1.30a</b>	<b>43.83±1.56b</b>	<b>33.31±1.34c</b>	<b>32.55±1.38c</b>	<b>32.94±1.33c</b>
16:1n-7	5.34±0.54a	3.16±0.31b	6.93±0.67a	5.24±0.54a	5.98±0.67a	3.92±0.35b
18:1n-9	19.48±1.17a	20.28±1.24a	20.73±1.21a	19.56±1.18a	20.62±1.32a	19.92±1.19a
20:1n-9	0.49±0.04a	0.64±0.05a	0.39±0.03b	0.47±0.02a	2.09±0.22c	1.15±0.15d
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>25.31±1.27a</b>	<b>24.08±1.29a</b>	<b>28.05±1.30a</b>	<b>25.27±1.33a</b>	<b>28.69±1.37a</b>	<b>24.99±1.27a</b>
18:2n-6	1.05±0.18a	1.04±0.10a	2.11±0.21b	2.15±0.23b	2.11±0.11b	2.92±0.27b
18:3n-3	1.27±0.21a	0.44±0.03b	1.03±0.12a	1.49±0.17a	1.03±0.18a	1.06±0.14a
20:2n-6	0.64±0.06a	0.62±0.05a	0.27±0.01b	0.26±0.02b	0.15±0.01c	0.59±0.04a
20:3n-6	0.34±0.03a	0.33±0.02a	0.17±0.01b	0.62±0.05c	0.73±0.06c	0.78±0.07c
20:4n-6	8.94±0.89a	9.33±0.98a	8.49±0.78a	9.05±0.67a	10.33±1.14a	11.93±1.09a
20:5n-3	5.64±0.54a	4.43±0.34a	4.33±0.39a	7.95±0.78b	5.83±0.55a	5.54±0.65a
22:5n-3	3.98±0.37a	3.73±0.32a	2.42±0.27b	4.22±0.41a	4.59±0.46a	4.65±0.67a
22:6n-3	15.43±1.17a	16.74±1.14a	9.21±0.93b	15.46±1.05a	13.69±1.12a	14.08±1.04a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>37.29±1.36a</b>	<b>36.66±1.40a</b>	<b>28.03±1.27b</b>	<b>41.20±1.52c</b>	<b>38.46±1.44a</b>	<b>41.55±1.47c</b>
ω3	26.32±1.22a	25.34±1.35a	16.99±1.18b	29.12±1.30a	25.14±1.52a	25.33±1.45a
ω6	10.97±0.98a	11.32±1.15a	11.04±1.01a	12.08±1.05a	13.32±1.32a	16.22±1.16b
ω3/ω6	2.39	2.23	1.53	2.41	1.88	1.56

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

#### 4.30. Gonat Gelişiminde Yağ Asitlerinin Rolü

Önemli enerji kaynağı olan lipitler; metabolizma, büyüme ve gamet üretimi için kullanılırlar. Tocher ve Sargent (1984), yağ asitlerinin, embriyonun büyümesi için, yumurta hücresinde biriktiğini ve özellikle PUFA'lerin, embriyonun büyümesinde kullanıldığını belirttiler. Eşey hücrelerinin oluşmasında çoklu doymamış yağ asitlerine büyük gereksinim vardır. Bu yağ asitlerinin eksikliği kısırlığa sebep olur (Soivio ve ark. 1989).

Birçok çalışmaya göre, 16:0, dişi balıklarda yumurtaların oluşum safhasında temel metabolik enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Oleik asit, gonat gelişimi esnasında, PUFA'ler de üreme esnasında metabolik enerji kaynağı olarak rol oynamaktadır (Huynh 2007).

Genellikle yağ asitleri; gonadogenezis esnasında balık adipoz dokusunun nötral lipit rezervlerinde mobilize edilir ve karaciğere serum yoluyla transfer edilmektedir. Burada lipoprotein olarak vitellogeninde toplanır. Mobilize olan yağ asitlerinin % 60'i doymuş ve tekli doymamış yağ asitleri olup bu yağ asitleri yumurta lipoprotein sentezi için ihtiyaç duyulan metabolik enerjiyi sağlamak için katabolize edilirler. Kalan yağ asitleri özellikle n-3PUFA'ler, vitellogenine sokulurlar (Sargent ve Henderson 1995).

Aşırı doymamış yağ asitleri, balık vücudunda homeostasi için gereklidir. Kemikli balıkların gonatlarında AA'ten türeyen, PGE<sub>2</sub>, ovaryum ve testiküler steroidogenezisi 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 görev alır, embriyonik gelişimde immun sistem üzerine, yumurtadan çıkma ve erken larval dönemde önemli rol oynarlar. Bu nedenle eikosanoidlerin öncül maddeleri olan C20 PUFA'ler, tercihen değişik fizyolojik amaçlar için gonatlarda birikebilirler (Jeong ve ark. 2002).

Dişiler, gonat olgunlaşması için enerji ihtiyacı olarak başlıca SFA'leri kullanırlarken erkekler, MUFA'leri kullanırlar. Fakat, vitellogenezis esnasında dişiler, gonat olgunlaşması için depo edilen n-3 ve n-6 yağ asitlerini (18:2n-6 ile 18:3n-3) mobilize ederler (Medford ve Mackay 1978, Cejas ve ark. 2003).

#### 4.31. Gonat Yağ Asidi Analizleri

Yılmaz ve ark. (1995), *C. c. umbla*'nın dişi ve erkek bireylerinin üreme öncesi ve sonrasında gonatlarında başlıca 16:0, 18:1n-9, 18:2n-6, 20:0, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:6n-3 ve 24:1n-9 tespit etmişlerdir.

Ceyhan Nehri'nden toplanan *C. regium*'un gonat dokusunda, 16:0 ve 18:1n-9 en fazla bulunan yağ asitleridir (Kara ve Çelik 2000).

Çek Cumhuriyeti'nden *C. carpio*'nun testisleri; 16:0, 18:1n-9, 20:5n-3 ve 22:6n-3; ovaryumları ise 16:0, 18:1n-9 ve 22:6n-3 bakımından zengindir (Kminkova ve ark. 2001).

Doğal ve kültür Japon Kedi balığının (*S. asotus*) ovaryum yağ asidi kompozisyonu ve lipit içeriğine yumurtlama ve mevsimin etkileri incelenmiştir. Balığın ovaryumunda 16:0, 18:1n-9 ve 22:6n-3 dominant yağ asitleri olarak bulunmuştur (Shirai ve Wada 2001).

Bir deniz balığı olan *D. sargus*'un ovaryum yağ asidi analizinde, 16:0 % 18.4, 16:1n-7 % 7.3, 18:0 % 4.8, 18:1n-9 % 19.0, 18:2n-6 % 5.4, 18:3n-3 % 0.82, 20:4n-6 % 3.4, 20:5n-3 % 4.9, 22:5n-3 % 1.94, 22:6n-3 % 23.09, ΣSFA % 26.4, ΣMUFA % 27.84, n-3 % 32, n-6 % 10.0 olarak saptanmıştır (Cejas ve ark. 2003).

*S. t. labrax*'ın gonat yağ asitleri, 16:0 % 19.38, 18:1n-9 % 26.00, 20:4n-6 % 2.18, 20:5n-3 % 2.88, 22:6n-3 % 15.5, ΣSFA % 29.13, ΣMUFA % 37.16, n-3PUFA % 23.88, n-6PUFA % 4.79, n-3/n-6 oranı 5.23 olarak bulunmuştur. Tüm dokularda en çok 16:0, 18:1n-9 ve 22:6n-3 asitleri tespit edilmiştir (Aras ve ark. 2003b). *S. t. macrostigma*'da farklı dokularının yağ asidi kompozisyonları araştırılmıştır. Gonatlarda 16:0 % 21.13, 18:1n-9 % 15.72, 20:4n-6 % 5.42, 20:5n-3 % 14.81, 22:6n-3 % 16.82, 22:5n-3 % 6.16, ΣSFA % 34.07, ΣMUFA % 23.56, n-3 % 36.58, n-6 % 8.07, n-3/n-6 4.65 olarak bulunmuştur (Aras ve ark. 2003a).

*S. lucioperca*'nın hem testis hem de ovaryumlarda doymuş yağ asitlerinden 16:0, MUFA'lerden 18:1n-9, PUFA'lerden 22:6n-3, 20:5n-3 ve 20:4n-6 asitler en çok bulunan yağ asitleridir (Uysal 2004).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan dişi *C. regium*'un gonadında, ΣSFA % 35.80, ΣMUFA % 32.58, ΣPUFA % 30.63 ve n-3/n-6 oranı 1.88 olarak tespit edilmiştir. Doymuş yağ asitlerinden en fazla 16:0, MUFA'lerden 16:1n-7, 18:1n-9 ve PUFA'lerden 20:5n-3 ile 22:6n-3 bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010b).

Araştırmamızda bir yıl boyunca iki ayda bir çalıştığımız her üç balık türünün ovaryum ve testislerinde, tüm dönemlerde kas ve karaciğerde olduğu gibi, yüzde olarak, SFA'leri içinde en çok 16:0, MUFA'leri arasında 18:1n-9 ve 16:1n-7, PUFA'leri arasında 22:6n-3, 20:4n-6 ve 20:5n-3 saptanmıştır. Bunlar arasında oran olarak en çok bulunan ilk üç bileşen; 16:0, 18:1n-9 ve 22:6n-3 asitlerdir. Bu veriler, diğer balıklardan elde edilenlere uygunluk göstermektedir.

#### **4.32. Gonatlardaki Yağ Asidi Değişiminin Nedenleri**

Hem doğal hem de kültür balıklarında (*P. altivelis*) gonatlar, kaslara göre daha fazla DHA, EPA ve AA içermiştir. Bu PUFA'lerden EPA ve AA, doğal balık gonatlarında; DHA ise kültür balık gonatlarında fazla bulunmuştur (Jeong ve ark. 2002).

Yirmi karbonlu ve C22 PUFA'ler kaslardan ziyade balık gonatlarında özellikle testislerde birikirler. İncelediğimiz balıklarda, C20 PUFA'lerin kaslara oranla gonatlarda daha fazla biriktiği saptanmıştır. *C. carpio* ve *T. grypus*'un her iki eşeyi ile *S. triostegus*'un erkek bireylerinin gonadındaki 20:4n-6 yüzdesi, kaslara oranla çok daha fazla bulunmuştur. Erkeklerde kasım ayı hariç, *C. carpio*'nun her iki eşeyinde analiz yapılan tüm dönemlerde, *T. grypus* erkeklerinde mart ve mayıs, *S. triostegus*'un dişilerinde mart, erkeklerinde mayıs döneminde, C22 PUFA'lerden 22:6n-3'in gonatlardaki yüzdesi, kastan daha fazla saptanmıştır. Sonuç olarak, her üç balık türünde de gonatların olgunlaşma dönemi olan mart ayında, gonattaki PUFA'ler, kaslardan daha yüksek yüzdede tespit edilmiştir. Bu veriler; "C20 PUFA'lerin tercihen testis veya ovaryumda farklı fizyolojik fonksiyonlar görmek üzere biriktikleri" görüşünü desteklemektedir (Jeong ve ark. 2002). Arakidonik asitin kaslara oranla gonatlarda fazla bulunmasının nedeni, bu bileşenin üremede aktif rol oynamasından kaynaklanabilir. Bu bileşenden sentezlenen PGE<sub>2</sub>, 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), eikosanoitler, ovulasyon kontrolünde önemlidir.

#### **4.33. Gonat Yağ Asidi Analizini Etkileyen Faktörler**

Farklı Cyprinid türlerinde karaciğer, kas ve gonatlarında yağ asidi kompozisyonu; mevsime, beslenmeye, çevresel faktörlere ve üreme periyoduna bağlıdır (Akpınar 1986a, 1987a; Akpınar ve Aksoylar 1988; Metin ve Akpınar 2000).

*S. lucioperca*'da yumurtlamadan hemen önce gonatların olgun olduğu mart ayında testislerde 14:0, 15:0, 16:0, 18:1n-9 önemli derecede düşerken 16:1n-7, 18:2n-3, 18:3n-3, 20:1n-9, 20:5n-3, 22:2n-6, 24:1n-9 yağ asitleri de yükselmiştir. Ovaryumlarda ise 12:0, 16:0, 18:1n-9, 20:4n-6 düşüş gösterirken 14:1n-9, 16:1n-7, 18:2n-3, 18:3n-3, 20:1n-9, 20:2n-6 ve 24:1n-9 yükselmiştir. Burada dikkat çeken hem testis hem de ovaryumlarda, 18:3n-3 ve 18:2n-6'lerin gonatların olgun dönemi olan mart ayında önemli oranda artmış olmasıdır. Genel olarak her iki dokuda da mart ayında doymamış yağ asitleri kasım ayına göre artış gösterirken doymuş yağ asitleri de düşüş göstermiştir. Mart ayında çoklu doymamış yağ asitlerindeki artış dikkat çekmektedir (Uysal 2004).

Doğal Japon Kedi balığı *S. asotus*'un yumurtlama mevsiminde ovaryumdaki 20:4n-6 yüzdesi, yumurtlama sonrasında daha düşük oranda bulunmuştur. Bu bileşen, yumurtlamayı sürdürmek için gereklidir. Eikosapentaenoik asit ve DHA içeriği, ovaryum olgunlaşmasıyla birlikte artmıştır (Shirai ve ark. 2001).

#### **4.33.1. Gonat Yağ Asidi İçeriğine Mevsimin ve Üreme Döneminin Etkisi**

Mogan Gölü'ndeki *C. carpio*'nun gonatlarında yapılan çalışmada, 20:3n-6, 20:5n-3, 22:5n-3, 22:6n-3 asitlerinin mart, nisan, mayıs aylarında, olgun testis ve ovaryumlarda daha yüksek yüzdelerde buldukları saptanmıştır. Bu durumda, bu yağ asitlerinin balıkların üremesinde önemli rol oynadıkları sonucu ortaya çıkmaktadır (Akpınar 1985).

Yılmaz ve ark. (1995), *C. c. umbla*'nın dişi ve erkek bireyinin üreme öncesi ve sonrasında gonatlarında yağ asidi analizini çalışmışlardır. Her iki eşeyin incelenen bütün dokularında, üreme sonrasında yağ asitleri miktarında özellikle dişilerde 20:4n-6, 20:5n-3 ve 22:6n-3 gibi aşırı doymamış yağ asitlerinde önemli derecede azalma olduğu görülmüştür. Bu durum aşırı doymamış yağ asitlerinin, gonatların gelişmesinde (Akpınar 1987a) ve yumurta yapımında kullanılmalarından kaynaklanmaktadır (Atchison 1975). Toplam doymuş yağ asitleri ise değişim göstermemiştir.

Araştırmamızda, saptanan tüm yağ asitleri içersinde yüzde olarak yüksek miktarda bulunan doymuş yağ asitlerinden 16:0 ve tekli doymamış yağ asitlerinden 18:1n-9, *C. carpio*, *S. triostegus* ve *T. grypus* dişilerinde genellikle ocak ayı ile gonat gelişiminin olduğu mart ayında yüzde olarak azalma göstermiştir. Bu bulgu, anılan bileşenlerin gonat gelişimi esnasında enerji kaynağı olarak kullanılabileceğini

göstermektedir. Palmitik asit ve 18:1n-9, dişi balıklarda yumurtaların oluşum safhasında temel metabolik enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır (Huynh 2007).

Analizlerimizde, *C. carpio*'nun dişilerinde  $\Sigma$ SFA, erkeklerinde  $\Sigma$ MUFA; *T. grypus*'un her iki eşeyinde  $\Sigma$ MUFA yüzdesi, üreme sonrası evre olan temmuz ayına oranla, üreme periyodunda (mayıs) azalma göstermiştir. İlgili bileşenlerin mayıs ayında azalması, gonat gelişimi ve gamet oluşumundaki fonksiyonlarından ileri gelebilir.

*C. carpio* ve *T. grypus* dişilerinde  $\Sigma$ SFA, aynı türlerin erkek bireylerinde  $\Sigma$ MUFA oranı, üreme ayına (mayıs) oranla, gonatların olgunlaştığı ayda (mart) azalma göstermiştir. Bunun nedeni, ilgili bileşenlerin, enerji amacıyla kullanılmalarından kaynaklanabilir.

Balık dokularındaki ve yumurtasındaki yağ asidi kompozisyonu, besinin yağ asidi içeriğini yansıtır. Bu nedenle, çiftlik balıklarının doku ve yumurta lipitlerinin yağ asitleri kompozisyonu, doğal balıkların lipit kompozisyonundan farklılık gösterebilir (Cejas ve ark. 2003).

#### **4.34. Balık Testis ve Ovaryumdaki Yağ Asidi İçeriğinin Karşılaştırması**

*S. lucioperca*'nın kasım ve mart ayı verilerinin ortalamaları alınarak testis ve ovaryumların yağ asidi bileşimindeki farklılıklar incelendiğinde; testislerde toplam doymamış, çoklu doymamış ve n-3 yağ asitleri oranının gonatlardan daha fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca doymuş yağ asitleri oranı, ovaryumlarda önemli derecede fazla bulunmuştur. Sonuçlar, testislerin olgunlaşması için ovaryumlardan daha fazla aşırı doymamış yağ asitlerine ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir (Uysal 2004).

Çalışmamızdan benzer sonuçlar elde edilmiştir. *C. carpio* ve *T. grypus* ovaryumlarında daha çok  $\Sigma$ SFA, her üç balık testislerinde ise  $\Sigma$ PUFA daha fazla yüzdede bulunmuştur. Demek ki PUFA'ler erkek bireylerin üremelerinde daha fazla kullanılırlar. Soivio ve ark. (1989), balıkların gametlerin olgunlaşması için,  $\Sigma$ PUFA'lere gereksinim duydukları belirtilmiştir. Ovaryumlarda daha fazla  $\Sigma$ SFA'in bulunmasının nedeni, bu bileşenlerin gonat olgunlaşması için enerji ihtiyacı olarak kullanılmalarından ileri gelebilir (Medford ve Mackay 1978).

#### **4.35. *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'un Gonat Lipitlerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Yağ Asidi İçeriği**

*C. carpio*'nun her iki eşeyinin gonat PL fraksiyonunda SFA'lerden 16:0 % 19.27-31.42, 18:0 % 4.79-15.29, MUFA'lerden 18:1n-9 % 9.84-19.89, 16:1n-7

% 2.49-9.06, PUFA'lerden 20:4n-6 % 5.46-15.84, 20:5n-3 % 2.47-9.71, 22:6n-3 % 16.44-22.61; TAG fraksiyonunda 16:0 % 24.60-35.49, 18:0 % 2.25-5.49, 18:1n-9 % 18.15-26.91, 16:1n-7 % 12.14-20.15, 20:4n-6 % 1.69-5.36, 20:5n-3 % 1.21-5.10, 22:6n-3 % 5.34-10.69 (Tablo 51-54); *T. grypus*'un her iki eşeyinin kas PL fraksiyonunda 16:0 % 20.95-25.32, 18:0 % 12.04-15.91, 18:1n-9 % 11.39-17.25, 16:1n-7 % 1.78-4.58, 20:4n-6 % 9.99-17.42, 20:5n-3 % 2.58-5.77, 22:6n-3 % 18.50-24.67, TAG fraksiyonunda 16:0 % 23.25-29.50, 18:0 % 4.20-7.69, 18:1n-9 % 25.12-35.96, 16:1n-7 % 4.96-9.38, 20:4n-6 % 2.30-4.92, 20:5n-3 % 2.07-7.12, 22:6n-3 % 4.24-10.91 (Tablo 55-58); *S. triostegus*'un her iki eşeyinin kas PL fraksiyonunda 16:0 % 19.88-24.42, 18:0 % 9.68-12.93, 18:1n-9 % 14.94-22.03, 16:1n-7 % 2.14-6.74, 20:4n-6 % 5.89-13.03, 20:5n-3 % 4.26-8.07, 22:6n-3 % 14.81-20.71; TAG fraksiyonunda 16:0 % 20.08-29.81, 18:0 % 2.76-7.75, 18:1n-9 % 19.09-30.58, 16:1n-7 % 6.83-15.83, 20:4n-6 % 1.60-6.59, 20:5n-3 % 2.01-7.64, 22:6n-3 % 3.24-8.19 (Tablo 59-62) aralığında tespit edilmiştir.

#### **4.35.1. *C. carpio* bireylerinin gonat lipidindeki fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi içeriği**

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*'nun gonat PL fraksiyonunda mevsime bağlı olarak yağ asitlerinin değişimi eşeyler arasında farklılık göstermiştir. Total SFA oranı dişi bireylerde % 30.52-39.47; erkeklerde % 34.25-43.42;  $\Sigma$ MUFA oranı dişilerde % 18.32-24.74; erkeklerde % 14.87-19.10;  $\Sigma$ PUFA oranı dişilerde % 36.26-44.67; erkeklerde % 38.19-50.81 arasında bulunmuştur (Tablo 51 ve 52). Dişilerde  $\Sigma$ SFA oranı, gonat gelişiminin gerçekleştiği mart ayında azalma göstermiştir (Tablo 51). Diğer aylarda değişim saptanmamıştır. Erkeklerde 16:0 ve buna bağlı olarak  $\Sigma$ SFA, üreme dönemi olan mayıs ve temmuz aylarında artmıştır (Tablo 52). Oleik asit ve  $\Sigma$ MUFA oranı, dişilerde üreme sonrası dönem olan temmuz ve kasım aylarında, erkeklerde eylül ayında azalmıştır. Dişilerde ocak, mart ve mayıs dönemlerinde, erkeklerde de eylül ayı dışında diğer dönemlerde fazla değişim göstermemiştir. Arakidonik asit ve  $\Sigma$ PUFA oranı, her iki eşeyde üreme döneminde (mayıs) azalmış, üreme sonrasında (eylül) artmaya başlamıştır. Eikosapentaeoik asit, her iki eşeyde mart ayında artmıştır (Tablo 51 ve 52). Dokosaheksaeoik asit, erkeklerde aylar arasında çok fazla değişim göstermezken (Tablo 52), dişilerde ise üreme sonrası dönem olan temmuz ayında azalmıştır (Tablo 51). *C. carpio*'nun gonat PL



fraksiyonunda n-3/n-6 oranı dişilerde 1.62 (temmuz)-3.55 (mayıs); erkeklerde 1.58 (eylül)-2.60 (mayıs) oranında saptanmıştır (Tablo 51 ve 52).

Her iki bireyde ortak olan, 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA'lerin üremeden sonraki dönemde, 20:4n-6 ve  $\Sigma$ PUFA'lerin üreme dönemi olan mayıs ayında azalması ve bu dönemden sonra artmaya başlaması, mayıs ayı dışında analizi yapılan tüm dönemlerde en çok  $\Sigma$ PUFA, daha sonra  $\Sigma$ SFA, en az ise  $\Sigma$ MUFA'lerin saptanmış olmasıdır. N-3/n-6 oranı, en fazla mayıs ayında tespit edilmiştir.

*C. carpio*'nun gonat TAG fraksiyonunda,  $\Sigma$ SFA oranı dişilerde % 34.36-47.06; erkeklerde % 34.20-38.25;  $\Sigma$ MUFA oranı dişilerde % 33.38-46.43; erkeklerde % 37.22-40.81;  $\Sigma$ PUFA oranı dişilerde % 18.96-26.94; erkeklerde % 23.29-26.01 aralığında bulunmuştur (Tablo 53 ve 54). Dişilerde 16:0 ve  $\Sigma$ SFA oranı, eylül ayında azalıp temmuz ayında artmıştır (Tablo 53). Erkeklerde fazla değişim görülmemiştir (Tablo 54). Oleik asit ve  $\Sigma$ MUFA oranı, dişilerde gonatların olgunlaştığı dönem olan mart ayında artmış fakat üremeden sonraki dönem olan temmuz ayında azalmıştır. Arakidonik asit, 20:5n-3, 22:6n-3 ve buna bağlı olarak  $\Sigma$ PUFA oranı, dişilerde üremeden sonraki dönem olan eylül ayında artmıştır (Tablo 53). Total SFA,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA oranı erkek bireylerde farklılık göstermemiştir. Erkeklerde bu yağ asitleri de fazla değişmemiştir (Tablo 54). Bu fraksiyonda ortak olarak dişilerde temmuz ayı dışında en çok  $\Sigma$ MUFA, en az  $\Sigma$ PUFA saptanmıştır. *C. carpio*'nun gonat TAG fraksiyonunda n-3/n-6 dişilerde 1.23 (kasım)-2.14 (eylül); erkeklerde de 1.07 (temmuz)-1.73 (mart) aralığında bulunmuştur (Tablo 53 ve 54).

Her iki fraksiyondaki farklılıklar ise, çoktan aza sıralama PL fraksiyonunda mayıs ayı hariç,  $\Sigma$ PUFA,  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ MUFA olarak sıralanırken, TAG'de dişilerde temmuz ayında en çok  $\Sigma$ SFA, diğer aylarda  $\Sigma$ MUFA daha baskın; erkeklerde tüm aylarda en çok  $\Sigma$ MUFA bulunmuştur. Bu fraksiyonda en az  $\Sigma$ PUFA saptanmıştır. Kas ve karaciğerde olduğu gibi gonat TAG'ünde PL ile karşılaştırıldığında, 14:0, 16:0, 16:1n-7, 18:1n-9, 18:2n-6 ve 18:3n-3 daha fazla yüzdede, PL'de ise 18:0, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:6n-3 daha fazla oranda bulunmuştur. Her iki bireyde PL'deki n-3/n-6 oranı TAG'ündeki orana göre yüksek olarak saptanmıştır.

Tablo 51: Dişi *C. carpio*'nun gonat fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.78±0.55a	1.09±0.11b	1.01±0.13b	1.34±0.15b	0.70±0.55a	0.70±0.55a
15:0	0.71±0.54a	1.23±0.13b	1.27±0.10b	1.27±0.10b	1.06±0.18b	0.40±0.13c
16:0	30.01±1.16a	23.84±1.12b	28.76±1.15a	31.42±1.16a	30.88±1.16a	23.11±1.12b
17:0	0.25±0.02a	0.44±0.12b	0.38±0.13a	0.65±0.15b	0.79±0.16b	0.54±0.15b
18:0	7.20±0.56a	11.95±1.01b	6.12±0.55a	4.79±0.45a	5.23±0.53a	5.77±0.51a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>38.95±1.32a</b>	<b>38.55±1.32a</b>	<b>37.54±1.31a</b>	<b>39.47±1.33a</b>	<b>38.66±1.32a</b>	<b>30.52±1.16b</b>
16:1n-7	4.02±0.41a	2.49±0.21b	6.46±0.56a	3.72±0.34b	9.06±0.78c	6.62±0.56a
18:1n-9	19.87±1.11a	16.23±1.06a	13.39±1.03b	13.52±1.03b	14.15±1.04b	17.20±1.06a
20:1n-9	0.80±0.02a	0.18±0.01b	0.34±0.03c	1.08±0.14a	0.91±0.05a	0.92±0.05a
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>24.69±1.13a</b>	<b>18.90±1.07b</b>	<b>20.19±1.11b</b>	<b>18.32±1.16b</b>	<b>24.12±1.12a</b>	<b>24.74±1.12a</b>
18:2n-6	1.25±0.10a	1.10±0.16a	1.05±0.10a	2.38±0.13b	1.16±0.10a	1.20±0.18a
18:3n-3	0.23±0.01a	0.46±0.02b	0.35±0.02ab	0.25±0.02a	0.11±0.01c	0.16±0.01c
20:2n-6	0.52±0.03a	0.52±0.03a	0.27±0.01b	0.46±0.03a	0.25±0.02b	0.39±0.02ab
20:3n-6	0.47±0.02a	0.51±0.03a	0.16±0.01b	0.44±0.03a	0.35±0.02a	0.82±0.05c
20:4n-6	5.72±0.51a	14.07±1.04b	12.70±1.02b	8.80±0.57c	12.06±1.02b	9.42±0.81c
20:5n-3	4.28±0.44a	3.52±0.36a	2.47±0.28b	5.46±0.45a	4.72±0.43a	9.71±0.84c
22:5n-3	2.35±0.12a	4.60±0.49b	2.58±0.23a	2.01±0.26a	2.06±0.25a	3.46±0.33ab
22:6n-3	21.44±1.12a	17.67±1.07b	22.61±1.12a	22.34±1.12a	16.44±1.06b	19.51±1.08ab
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>36.26±1.31a</b>	<b>42.45±1.33b</b>	<b>42.19±1.33b</b>	<b>42.14±1.33b</b>	<b>37.15±1.31a</b>	<b>44.67±1.34b</b>
ω3	28.30±1.15a	26.25±1.14a	28.01±1.15a	30.06±1.16b	23.33±1.12c	32.84±1.16b
ω6	7.96±0.67a	16.20±1.06b	14.18±1.04b	12.08±1.02c	13.82±1.03c	11.83±0.99c
ω3/ω6	3.55	1.62	1.97	2.48	1.68	2.77

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 52: Erkek *C. carpio*'nun gonat fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
14:0 <sup>s</sup>	1.79±0.17a	0.26±0.03b	0.51±0.02c	0.44±0.02c	1.59±0.11a	0.40±0.02c
15:0	0.45±0.02a	0.96±0.08b	0.97±0.08b	0.96±0.08b	1.65±0.15c	0.62±0.03a
16:0	25.67±1.09a	25.06±1.09a	19.83±1.08b	21.46±1.12b	19.27±1.08b	23.47±1.09a
17:0	0.22±0.02a	0.33±0.02b	0.36±0.02b	0.45±0.02b	0.65±0.03c	0.89±0.04d
18:0	15.29±1.05a	12.67±1.02a	12.58±1.02a	13.34±1.03a	11.68±1.05a	11.37±1.01a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>43.42±1.34a</b>	<b>39.28±1.28b</b>	<b>34.25±1.24c</b>	<b>36.65±1.26c</b>	<b>34.84±1.24c</b>	<b>36.75±1.26c</b>
16:1n-7	4.67±0.14a	3.56±0.13a	2.33±0.12b	3.39±0.13a	3.59±0.13a	5.52±0.15a
18:1n-9	13.50±1.03a	13.45±1.03a	10.63±0.90a	14.25±1.04a	14.08±1.04a	9.84±0.67b
20:1n-9	0.12±0.07a	0.24±0.02b	1.91±0.15c	1.23±0.17c	1.43±0.18c	1.93±0.13c
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>18.29±1.08a</b>	<b>17.25±1.07a</b>	<b>14.87±1.04b</b>	<b>18.87±1.08a</b>	<b>19.10±1.08a</b>	<b>17.29±1.07a</b>
18:2n-6	3.79±0.13a	2.76±0.12a	2.35±0.12a	3.22±0.13a	5.81±0.15b	1.17±0.10c
18:3n-3	0.61±0.04a	0.75±0.06a	0.51±0.04a	0.65±0.06a	1.20±0.10b	0.26±0.02c
20:2n-6	0.34±0.02a	0.35±0.02a	1.06±0.15b	1.12±0.14b	1.88±0.17b	0.30±0.02a
20:3n-6	0.25±0.03a	0.88±0.04b	0.44±0.02c	0.96±0.06b	1.44±0.10d	0.45±0.02c
20:4n-6	6.21±0.16a	10.23±0.92b	15.84±1.05b	9.21±0.67b	5.46±0.15a	13.54±1.03b
20:5n-3	4.58±0.14a	5.53±0.15a	7.82±0.34b	5.66±0.15a	2.80±0.12c	7.12±0.34b
22:5n-3	2.85±0.12a	2.43±0.16a	4.25±0.14b	3.45±0.13ab	5.86±0.15b	2.73±0.12a
22:6n-3	19.56±1.08a	20.44±1.09a	18.54±1.08a	20.11±1.07a	21.51±1.05a	20.31±1.09a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>38.19±1.28a</b>	<b>43.37±1.34b</b>	<b>50.81±1.50c</b>	<b>44.38±1.34b</b>	<b>45.96±1.34b</b>	<b>45.88±1.34b</b>
ω3	27.60±1.08a	29.15±1.10a	31.12±1.15b	29.87±1.19a	31.37±1.15b	30.42±1.15b
ω6	10.59±0.90a	14.22±1.04b	19.69±1.16c	14.51±1.04b	14.59±1.04b	15.46±1.05b
ω3/ω6	2.60	2.04	1.58	2.05	2.15	1.96

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

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

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

Tablo 53: Dişi *C. carpio*'nun gonat triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.25±0.02	-	-	-	-	-
12:0	0.26±0.02a	0.91±0.07b	0.38±0.02a	0.02±0.01c	0.01±0.01d	0.04±0.03e
13:0	0.24±0.03a	1.32±0.11b	0.52±0.02c	0.03±0.02d	-	0.02±0.01d
14:0	2.82±0.12a	2.76±0.12a	2.80±0.13a	3.01±0.13a	2.63±0.12a	2.25±0.12a
15:0	1.16±0.13a	1.37±0.14a	1.28±0.18a	1.41±0.16a	1.68±0.14a	0.46±0.02b
16:0	31.04±1.16a	35.49±1.17a	24.60±1.13b	29.27±1.15a	30.18±1.15a	27.36±1.14b
17:0	0.79±0.04a	0.78±0.05a	0.77±0.03a	1.71±0.16b	0.73±0.03a	0.43±0.02c
18:0	2.25±0.13a	4.43±0.14b	5.49±0.15b	3.61±0.13a	4.35±0.14b	3.80±0.14a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>38.81±1.18a</b>	<b>47.06±1.36b</b>	<b>35.84±1.17c</b>	<b>39.06±1.20a</b>	<b>39.58±1.20a</b>	<b>34.36±1.17c</b>
16:1n-7	18.24±1.08a	12.14±1.02b	15.62±1.05ab	14.49±1.04b	13.73±1.03b	18.43±1.08a
18:1n-9	22.67±1.12a	20.83±1.14a	20.71±1.17a	25.63±1.13a	23.62±1.12a	26.91±1.13a
20:1n-9	1.22±0.19a	0.41±0.03b	0.79±0.04ab	1.26±0.13a	1.07±0.15a	1.09±0.17a
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>42.13±1.33a</b>	<b>33.38±1.16b</b>	<b>37.12±1.18b</b>	<b>41.38±1.31a</b>	<b>38.42±1.18ab</b>	<b>46.43±1.35a</b>
18:2n-6	3.76±0.13a	2.59±0.12b	2.63±0.12b	5.88±0.15c	2.51±0.12b	2.80±0.12b
18:3n-3	0.99±0.04a	0.77±0.03a	1.53±0.15b	1.89±0.14b	0.75±0.03a	0.76±0.03a
20:2n-6	0.26±0.02a	0.92±0.04b	0.39±0.02c	0.76±0.03b	0.48±0.02c	0.60±0.05c
20:3n-6	0.40±0.03a	0.99±0.04b	0.19±0.01c	0.41±0.02a	0.41±0.02a	0.23±0.01c
20:4n-6	2.55±0.12a	3.90±0.13a	5.36±0.15b	1.69±0.15c	3.94±0.13a	3.85±0.13a
20:5n-3	1.57±0.19a	2.65±0.12ab	3.91±0.13b	1.81±0.17a	3.90±0.16b	2.72±0.12ab
22:5n-3	0.42±0.03a	2.31±0.12b	2.24±0.12b	0.51±0.03a	2.49±0.12b	0.99±0.04c
22:6n-3	9.01±0.80a	5.34±0.15b	10.69±0.99a	6.57±0.23b	7.43±0.28b	7.23±0.28b
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>18.96±1.08a</b>	<b>19.47±1.07a</b>	<b>26.94±1.15b</b>	<b>19.52±1.09a</b>	<b>21.91±1.12a</b>	<b>19.18±1.09a</b>
ω3	11.99±1.01a	11.07±1.01a	18.37±1.08b	10.78±0.90a	14.57±1.04c	11.70±1.01a
ω6	6.97±0.16a	8.40±0.76a	8.57±0.76a	8.74±0.76a	7.34±0.66a	7.48±0.76a
ω3/ω6	1.72	1.31	2.14	1.23	1.98	1.56

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 54: Erkek *C. carpio*'nun gonat triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2008) (ORT±S.H)*	Mart(2008) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.87±0.06a	0.01±0.01b	-	-	-	-
12:0	0.98±0.05a	0.02±0.02b	0.01±0.01c	0.25±0.09d	0.02±0.01b	0.23±0.07d
13:0	0.96±0.07a	0.16±0.07b	0.13±0.01b	0.34±0.02c	0.29±0.03c	-
14:0	1.09±0.11a	1.24±0.13a	1.31±0.17a	1.29±0.13a	0.21±0.02b	1.74±0.16a
15:0	1.29±0.15a	0.99±0.04a	0.77±0.03b	0.35±0.02c	0.69±0.05b	0.24±0.01c
16:0	27.90±1.09a	28.88±1.09a	30.29±1.14a	26.66±1.08a	30.84±1.18a	30.25±1.14a
17:0	1.21±0.14a	1.22±0.16a	0.61±0.03b	0.76±0.04b	1.47±0.18a	0.28±0.01c
18:0	3.95±0.20a	3.28±0.22a	2.53±0.12b	4.55±0.33a	3.19±0.26a	4.20±0.39a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>38.25±1.28a</b>	<b>35.80±1.25a</b>	<b>35.65±1.25a</b>	<b>34.20±1.21a</b>	<b>36.71±1.25a</b>	<b>36.94±1.25a</b>
16:1n-7	16.34±1.06a	17.33±1.07a	20.15±1.12b	19.45±1.09b	18.21±1.08ab	15.88±1.05a
18:1n-9	18.97±1.08a	22.21±1.09a	19.28±1.08a	19.68±1.08a	18.15±1.08a	20.24±1.16a
20:1n-9	1.91±0.10a	1.27±0.14a	0.25±0.02b	0.56±0.03c	0.87±0.07c	1.17±0.14a
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>37.22±1.27a</b>	<b>40.81±1.29a</b>	<b>39.68±1.19a</b>	<b>39.69±1.19a</b>	<b>37.23±1.27a</b>	<b>37.29±1.27a</b>
18:2n-6	5.15±0.15a	4.76±0.14a	4.56±0.14a	4.98±0.14a	4.84±0.14a	4.28±0.14a
18:3n-3	1.76±0.16a	1.25±0.17a	1.96±0.10a	0.89±0.56b	0.81±0.56b	0.77±0.56b
20:2n-6	0.05±0.03a	0.04±0.03a	0.76±0.30b	0.28±0.01c	0.85±0.50b	0.34±0.03c
20:3n-6	1.22±0.15a	1.55±0.18a	0.26±0.01b	0.96±0.04a	0.95±0.04a	1.00±0.14a
20:4n-6	3.72±0.13a	4.87±0.14a	3.71±0.13a	4.21±0.14a	4.46±0.14a	3.76±0.13a
20:5n-3	2.64±0.12a	1.21±0.10b	3.02±0.13a	5.10±0.15c	3.72±0.13a	2.97±0.12a
22:5n-3	1.15±0.10a	2.38±0.12b	1.48±0.10a	3.20±0.13c	2.22±0.12b	3.73±0.13c
22:6n-3	8.74±0.67a	7.23±0.56a	8.82±0.67a	6.39±0.45a	8.11±0.67a	8.82±0.67a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>24.43±1.04a</b>	<b>23.29±1.04a</b>	<b>24.57±1.04a</b>	<b>26.01±1.05a</b>	<b>25.96±1.04a</b>	<b>25.67±1.04a</b>
ω3	14.29±1.04a	12.07±1.02a	15.28±1.05a	15.58±1.05a	14.86±1.04a	16.29±1.06a
ω6	10.14±0.93a	11.22±1.10a	9.29±0.67a	10.43±0.96a	11.10±1.14a	9.38±0.67a
ω3/ω6	1.40	1.07	1.64	1.49	1.33	1.73

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

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

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

#### 4.35.2. *T. grypus* bireylerinin gonat lipidindeki fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi içeriği

*T. grypus* gonat PL fraksiyonunda  $\Sigma$ SFA oranı dişi bireylerde % 38.48-40.27; erkeklerde % 31.82-39.43;  $\Sigma$ MUFA oranı dişilerde % 14.34-21.55; erkeklerde % 16.73-21.22;  $\Sigma$ PUFA oranı dişilerde % 38.69-45.34; erkeklerde % 39.62-48.18 arasında bulunmuştur (Tablo 55 ve 56). Total SFA oranı, erkek bireylerde gonatların olgunlaşma dönemi olan mart ayında azalmış (Tablo 56), dişilerde ise değişim göstermemiştir (Tablo 55). Oleik asit ve  $\Sigma$ MUFA oranı, her iki bireyde üremeden sonraki eylül ayında azalmıştır. Bu dönemden sonra artmaya başlamıştır. Arakidonik asit ve  $\Sigma$ PUFA oranı, her iki bireyde eylül ayında artmıştır. Yağ asitleri tüm dönemlerde bireyler arasında çok fazla değişim göstermemiştir (Tablo 55 ve 56).

*T. grypus*'un gonat PL fraksiyonunda n-3/n-6 oranı dişilerde 1.90 (mart)-2.72 (temmuz); erkeklerde 1.35 (eylül)-2.30 (temmuz) oranında saptanmıştır (Tablo 55 ve 56).

Oleik asit ve  $\Sigma$ MUFA yüzdesinin, üremeden sonraki dönem olan eylül ayında azalması buna karşılık aynı dönemde  $\Sigma$ PUFA'lerin artması (MUFA ile ters), n-3/n-6 oranının en fazla temmuz ayında saptanması ve analizi yapılan tüm aylarda en fazla  $\Sigma$ PUFA, daha sonra  $\Sigma$ SFA en az ise  $\Sigma$ MUFA'in bulunması, her iki bireyde ortak olan bulgulardır.

*T. grypus*'un gonat TAG fraksiyonunda,  $\Sigma$ SFA oranı dişi bireylerde % 36.39-41.62; erkeklerde % 31.94-37.14;  $\Sigma$ MUFA oranı dişilerde % 35.50-43.50; erkeklerde % 37.71-41.38;  $\Sigma$ PUFA oranı dişilerde % 17.89-24.15; erkeklerde % 22.19-28.67 aralığında bulunmuştur (Tablo 57 ve 58). Total SFA oranı, dişilerde ve erkeklerde pek fazla değişim göstermemiştir. Dişilerde 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA oranı, mart ayında artmış, mayıs ayında ise azalmıştır. Ancak  $\Sigma$ MUFA'in tersine  $\Sigma$ PUFA oranı, dişilerde mart ayında azalmış, mayıs ayında artmıştır (Tablo 57). Eikosapentaeoik asit ve 22:6n-3, erkeklerde eylül ayında artarken, mayıs ayında ise azalmıştır (Tablo 58).

*T. grypus*'un gonat TAG fraksiyonunda n-3/n-6 oranı dişilerde 1.55 (mayıs)-3.69 (ocak); erkeklerde 1.68 (mayıs)-3.74 (kasım) oranında saptanmıştır (Tablo 57 ve 58).

Her iki fraksiyondaki farklılıklar ise PL fraksiyonunda çoktan aza doğru sıralama,  $\Sigma$ PUFA,  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ MUFA olarak düzenlenirken, dişilerin gonat TAG'ünde mayıs, temmuz ve kasım aylarında en çok  $\Sigma$ SFA, diğer aylarda  $\Sigma$ MUFA daha baskın; erkeklerde tüm aylarda en çok  $\Sigma$ MUFA bulunmuştur. Bu fraksiyonlarda en az  $\Sigma$ PUFA saptanmıştır. Triaçilgliserolde 14:0, 16:0, 16:1n-7, 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3; PL de ise 18:0, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:6n-3 daha fazla yüzdede bulunmuştur. N-3/n-6 oranı TAG fraksiyonunda daha fazla saptanmıştır. Bu beklenmeyen bir durumdur. Nedeni ise, n-6 yağ asitlerinden 20:4n-6 oranının PL fraksiyonunda TAG'e oranla iki kat daha fazla bulunmasıdır. Bu nedenle bu bileşen PL de n-3/n-6 oranını düşürmüştür.

Tablo 55: Dişi *T. grypus*'un gonat fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.54±0.04a	0.59±0.05a	0.57±0.05a	0.82±0.07b	0.79±0.06b	0.43±0.04a
15:0	0.55±0.04a	0.81±0.07b	0.87±0.06b	0.87±0.08b	0.84±0.07b	0.91±0.09b
16:0	21.56±1.28a	23.64±1.20a	24.58±1.24a	20.95±1.22a	21.90±1.26a	22.90±1.23a
17:0	0.23±0.01a	0.56±0.04b	0.27±0.02a	0.43±0.03b	0.88±0.07c	1.58±0.11d
18:0	15.60±1.05a	14.33±1.04a	13.98±1.03a	15.91±1.09a	14.41±1.08a	13.15±1.11a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>38.48±1.35a</b>	<b>39.93±1.39a</b>	<b>40.27±1.42a</b>	<b>38.98±1.37a</b>	<b>38.82±1.35a</b>	<b>38.97±1.36a</b>
16:1n-7	2.58±0.23a	2.39±0.25a	2.38±0.11a	4.16±0.41b	4.58±0.40b	3.78±0.33ab
18:1n-9	15.99±1.15a	14.29±1.10a	11.39±1.01b	17.04±1.27a	16.10±1.06a	15.67±1.05a
20:1n-9	0.96±0.07a	0.40±0.04b	0.57±0.05b	0.35±0.03b	0.69±0.05b	1.14±0.10a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>19.53±1.09a</b>	<b>17.08±1.07a</b>	<b>14.34±1.14b</b>	<b>21.55±1.21a</b>	<b>21.37±1.22a</b>	<b>20.59±1.20a</b>
18:2n-6	1.07±0.09a	1.03±0.10a	1.67±0.12a	0.84±0.08b	1.10±0.13a	2.27±0.20c
18:3n-3	0.47±0.04a	0.39±0.03a	0.56±0.05a	0.20±0.02b	0.35±0.03a	0.44±0.05a
20:2n-6	0.26±0.01a	0.24±0.02a	-	0.56±0.04b	0.51±0.05b	0.75±0.06b
20:3n-6	0.21±0.02a	0.20±0.01a	0.32±0.03a	0.06±0.01b	0.57±0.05c	0.37±0.03a
20:4n-6	9.99±0.97a	10.03±1.01a	11.47±1.16a	9.34±0.95a	9.38±0.88a	10.51±1.05a
20:5n-3	4.73±0.43a	5.77±0.56a	4.91±0.49a	4.35±0.42a	3.02±0.31b	4.05±0.30a
22:5n-3	2.24±0.22a	2.18±0.20a	3.19±0.37a	1.25±0.14b	1.86±0.15b	2.47±0.28a
22:6n-3	22.94±1.22a	23.05±1.28a	23.22±1.20a	22.09±1.29a	22.93±1.27a	19.48±1.09a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>41.91±1.46a</b>	<b>42.89±1.40a</b>	<b>45.34±1.45a</b>	<b>38.69±1.38b</b>	<b>39.72±1.37b</b>	<b>40.34±1.44ab</b>
ω3	30.38±1.33a	31.39±1.32a	31.88±1.38a	27.89±1.30b	28.16±1.29b	26.44±1.27b
ω6	11.53±1.01a	11.50±1.07a	13.46±1.03a	10.80±1.07a	11.56±1.11a	13.90±1.16a
ω3/ω6	2.63	2.72	2.36	2.58	2.43	1.90

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.



Tablo 56: Erkek *T. grypus*'un gonat fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
14:0 <sup>s</sup>	1.04±0.14a	1.94±0.11b	0.71±0.07a	1.33±0.16a	0.97±0.09a	0.42±0.04c
15:0	0.59±0.05a	0.72±0.06b	0.60±0.05a	0.85±0.07b	0.86±0.08b	0.56±0.05a
16:0	23.07±1.23a	22.95±1.28a	25.32±1.20a	24.80±1.22a	22.23±1.28a	21.39±1.17a
17:0	0.36±0.03a	0.13±0.01b	0.21±0.02a	0.27±0.03a	0.81±0.07c	0.73±0.08c
18:0	12.15±1.02a	13.35±1.31a	12.38±1.12a	12.18±1.02a	12.04±1.04a	8.72±0.85b
<b>ΣS.F.A</b>	<b>37.21±1.37a</b>	<b>39.09±1.33a</b>	<b>39.22±1.42a</b>	<b>39.43±1.40a</b>	<b>36.91±1.36a</b>	<b>31.82±1.31b</b>
16:1n-7	3.41±0.30a	3.27±0.26a	1.78±0.17b	3.65±0.32a	2.19±0.28b	2.52±0.25b
18:1n-9	16.70±1.18a	17.25±1.07a	14.46±1.13a	16.45±1.10a	15.06±1.05a	15.85±1.51a
20:1n-9	0.69±0.06a	0.70±0.07a	0.49±0.04a	0.68±0.06a	1.32±0.13b	1.56±0.65b
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>20.80±1.20a</b>	<b>21.22±1.22a</b>	<b>16.73±1.06a</b>	<b>20.78±1.21a</b>	<b>18.57±1.08a</b>	<b>19.93±1.20a</b>
18:2n-6	1.72±0.11a	1.36±0.13a	0.83±0.07b	2.26±0.21c	1.19±0.19a	1.36±0.11a
18:3n-3	0.49±0.04a	0.74±0.06b	0.10±0.01c	0.24±0.02d	0.12±0.01c	0.20±0.02d
20:2n-6	0.41±0.04a	0.32±0.03a	0.30±0.02a	0.50±0.05a	0.18±0.01b	0.54±0.04a
20:3n-6	0.64±0.05a	0.18±0.01b	0.15±0.02b	0.40±0.04c	0.35±0.03c	0.39±0.02c
20:4n-6	11.22±1.02a	10.13±0.99a	17.42±1.07b	11.10±1.01a	13.97±1.13a	13.54±1.14a
20:5n-3	5.09±0.51a	3.46±0.34b	4.38±0.41ab	2.58±0.26b	3.01±0.30b	4.36±0.44ab
22:5n-3	2.06±0.20a	1.51±0.15a	2.29±0.25a	2.69±0.23b	2.74±0.29b	3.09±0.31b
22:6n-3	20.28±1.20a	21.92±1.26a	18.50±1.08a	19.97±1.19a	22.88±1.22a	24.67±1.28a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>41.91±1.45a</b>	<b>39.62±1.39a</b>	<b>43.97±1.40b</b>	<b>39.74±1.41a</b>	<b>44.44±1.40b</b>	<b>48.15±1.54c</b>
ω3	27.92±1.24a	27.63±1.27a	25.27±1.34a	25.48±1.30a	28.75±1.29a	32.32±1.30b
ω6	13.99±1.03a	11.99±1.11a	18.70±1.08b	14.26±1.05a	15.69±1.15a	15.83±1.17a
ω3/ω6	1.99	2.30	1.35	1.78	1.83	2.04

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 57: Dişi *T. grypus*'un gonat triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.76±0.07	-	-	-	-	-
12:0	0.26±0.01a	-	0.10±0.01b	-	-	-
13:0	0.35±0.02a	0.17±0.01b	0.15±0.01b	-	-	-
14:0	4.13±0.41a	3.24±0.32a	3.00±0.30a	4.24±0.41a	2.72±0.27a	3.06±0.33a
15:0	1.27±0.12a	0.81±0.07a	0.47±0.04b	1.61±0.17a	0.64±0.06b	1.00±0.10a
16:0	28.61±1.28a	28.44±1.29a	25.65±1.31a	29.50±1.30a	25.97±1.24a	28.31±1.27a
17:0	0.66±0.06a	0.31±0.03b	0.61±0.05a	0.25±0.02b	0.62±0.05a	0.97±0.09c
18:0	4.20±0.42a	6.76±0.66a	7.69±0.71a	6.02±0.60a	6.44±0.62a	5.19±0.51a
<b>∑S.F.A</b>	<b>40.24±1.43a</b>	<b>39.73±1.38a</b>	<b>37.67±1.33b</b>	<b>41.62±1.44a</b>	<b>36.39±1.38b</b>	<b>38.53±1.38ab</b>
16:1n-7	9.38±0.91a	8.80±0.88a	7.48±0.71a	6.69±0.66b	7.16±0.73a	4.96±0.40b
18:1n-9	25.12±1.28a	27.25±1.22a	29.72±1.33b	29.41±1.27b	31.25±1.30b	35.96±1.42c
20:1n-9	1.00±0.13a	1.04±0.11a	1.70±0.17a	2.61±0.23b	1.22±0.19a	2.58±0.22b
<b>∑M.U.F.A</b>	<b>35.50±1.33a</b>	<b>37.09±1.39a</b>	<b>38.90±1.35a</b>	<b>38.71±1.40a</b>	<b>39.63±1.28a</b>	<b>43.50±1.44b</b>
18:2n-6	2.79±0.27a	1.74±0.15b	1.69±0.16b	2.46±0.23a	2.14±0.22a	3.08±0.34a
18:3n-3	1.53±0.12a	1.06±0.06a	1.37±0.17a	0.89±0.07a	1.42±0.14a	1.14±0.18a
20:2n-6	-	0.26±0.02a	0.28±0.02a	-	0.31±0.03a	0.45±0.04b
20:3n-6	3.37±0.35a	0.30±0.03b	0.22±0.01b	0.48±0.04c	0.34±0.02b	0.09±0.01d
20:4n-6	3.29±0.31a	3.66±0.26a	4.48±0.45a	3.83±0.33a	2.30±0.20b	2.66±0.26b
20:5n-3	4.57±0.45a	3.09±0.21a	3.31±0.29a	2.15±0.26b	3.82±0.34a	2.85±0.22b
22:5n-3	2.16±0.26a	2.28±0.20a	2.49±0.31a	2.34±0.35a	3.06±0.37b	3.38±0.39b
22:6n-3	6.44±0.66a	10.69±1.01b	8.59±0.88ab	7.46±0.79a	10.50±1.02b	4.24±0.46a
<b>∑P.U.F.A</b>	<b>24.15±1.26a</b>	<b>23.08±1.27a</b>	<b>22.43±1.20a</b>	<b>19.61±1.09b</b>	<b>23.89±1.31a</b>	<b>17.89±1.20b</b>
ω3	14.7±1.05a	17.12±1.07a	15.76±1.15a	12.84±1.02b	18.80±1.08a	11.61±1.11b
ω6	9.45±0.91a	5.96±0.56b	6.67±0.66b	6.77±0.63b	5.09±0.54b	6.28±0.67b
ω3/ω6	1.55	2.87	2.36	1.89	3.69	1.84

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 58: Erkek *T. grypus*'un gonat triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.54±0.05	-	-	-	-	-
12:0	0.19±0.01a	0.04±0.02b	0.03±0.02b	-	-	-
13:0	1.75±0.15a	0.18±0.11b	0.08±0.03c	-	-	-
14:0	4.50±0.40a	3.60±0.33a	2.85±0.25b	2.69±0.26b	2.82±0.22b	2.46±0.20b
15:0	0.80±0.06a	0.61±0.06a	0.58±0.05a	0.60±0.04a	0.75±0.07a	0.65±0.05a
16:0	24.19±1.28a	24.21±1.20a	23.25±1.22a	25.66±1.30a	25.12±1.25a	26.06±1.30a
17:0	0.42±0.04a	0.58±0.05a	0.55±0.03a	1.25±0.12b	0.66±0.06a	0.64±0.04a
18:0	4.75±0.43a	5.46±0.54a	4.60±0.44a	4.75±0.49a	5.66±0.55a	5.28±0.34a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>37.14±1.33a</b>	<b>34.68±1.34a</b>	<b>31.94±1.30b</b>	<b>34.95±1.39a</b>	<b>35.01±1.40a</b>	<b>35.09±1.47a</b>
16:1n-7	9.19±0.91a	7.27±0.77a	8.06±0.83a	6.36±0.65a	6.85±0.69a	8.01±0.84a
18:1n-9	30.34±1.30a	29.28±1.27a	29.34±1.26a	31.32±1.31a	31.80±1.33a	32.02±1.39a
20:1n-9	1.04±0.11a	1.16±0.18a	1.90±0.16a	1.04±0.17a	1.77±0.20a	1.35±0.23a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>40.57±1.44a</b>	<b>37.71±1.38a</b>	<b>39.30±1.33a</b>	<b>38.72±1.39a</b>	<b>40.42±1.40a</b>	<b>41.38±1.65a</b>
18:2n-6	4.52±0.34a	3.84±0.35a	2.12±0.22b	2.56±0.28b	3.04±0.30a	2.18±0.29b
18:3n-3	3.49±0.39a	3.24±0.33a	1.50±0.15b	3.14±0.31a	1.34±0.11b	2.76±0.25a
20:2n-6	0.39±0.03a	0.35±0.02a	0.34±0.03a	0.22±0.03a	0.39±0.03a	0.37±0.03a
20:3n-6	0.34±0.02a	0.33±0.02a	0.27±0.01a	0.24±0.01a	0.33±0.02a	0.27±0.02a
20:4n-6	3.00±0.32a	3.62±0.33a	3.53±0.35a	2.51±0.26b	2.39±0.20b	4.92±0.29a
20:5n-3	3.90±0.37a	3.93±0.33a	7.12±0.71b	5.14±0.52ab	3.34±0.21a	2.07±0.27c
22:5n-3	1.83±0.18a	2.72±0.22b	2.88±0.28b	2.63±0.32b	2.86±0.29b	2.78±0.21b
22:6n-3	4.72±0.44a	9.46±0.97b	10.91±1.01b	9.81±0.99b	10.79±1.07b	8.09±0.81b
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>22.19±1.22a</b>	<b>27.49±1.19b</b>	<b>28.67±1.29b</b>	<b>26.25±1.31b</b>	<b>24.48±1.20a</b>	<b>23.44±1.34a</b>
ω3	13.94±1.03a	19.35±1.09b	22.41±1.23b	20.72±1.20b	18.33±1.45b	15.70±1.05a
ω6	8.25±0.85a	8.14±0.83a	6.26±0.67a	5.53±0.55a	6.15±0.53a	7.74±0.76a
ω3/ω6	1.68	2.37	3.57	3.74	2.98	2.02

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

#### 4.35.3. *S. triostegus* bireylerinin gonat lipidindeki fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi içeriği

*S. triostegus* gonat PL fraksiyonunda  $\Sigma$ SFA oranı dişi bireylerde % 33.46-38.34; erkeklerde % 32.59-36.63;  $\Sigma$ MUFA oranı dişilerde % 17.90-27.48; erkeklerde % 23.03-25.84;  $\Sigma$ PUFA oranı dişilerde % 37.50-43.68; erkeklerde % 38.88-43.44 arasında bulunmuştur (Tablo 59 ve 60). Oleik asit ve  $\Sigma$ MUFA oranı, dişilerde temmuz ayında azalmıştır. Total PUFA oranı, dişilerde mart ayına oranla mayıs ayında bir miktar artmıştır. Arakidonik asit, her iki bireyde kasım ayında azalma gösterirken bu dönemden sonra artmaya başlamış ve mayıs ayında en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Erkeklerde ise mart ayında artmıştır. Eikosapentaenoik asit, dişilerde mart ayında artıp mayıs ayında azalma göstermiştir. Dokosaheksaenoik asit, her iki bireyde dalgalanmalar göstermiştir (Tablo 59 ve 60). *S. triostegus*'un gonat PL fraksiyonunda n-3/n-6 oranı dişilerde 1.81 (mayıs)-3.11 (ocak); erkeklerde 1.80 (mart)-2.63 (kasım) oranında saptanmıştır (Tablo 59 ve 60).

Balığın gonat TAG fraksiyonunda  $\Sigma$ SFA oranı dişi bireylerde % 30.11-40.87; erkeklerde % 35.76-43.17;  $\Sigma$ MUFA oranı dişilerde % 38.96-47.54; erkeklerde % 35.04-41.47; PUFA oranı dişilerde % 18.53-26.86; erkeklerde % 18.41-29.11 arasında bulunmuştur (Tablo 61 ve 62). Palmitik asit ve  $\Sigma$ SFA oranı, dişilerde mayıs ayında azalmış, temmuz ayında artmıştır. Erkeklerde ocak ayında artıp mart ayında azalmıştır. Total MUFA oranı, dişilerde ocak ve mart aylarında artmıştır. Total PUFA oranı, dişilerde mart ayında, erkeklerde kasım ayında azalmıştır. Dişilerde mayıs ayında yüksek yüzdede iken erkeklerde mart ayında yüksek olarak saptanmıştır. Arakidonik asit, dişilerde temmuz ayında artarken mayısta azalmış, erkeklerde ise temmuzda azalmıştır. Eikosapentaenoik asit, dişilerde mayısta artıp ocakta azalmıştır. Erkeklerde temmuz ve eylülde artmıştır. Dokosaheksaenoik asit, dişilerde temmuzda ayında azalıp eylül ayında artmıştır. *S. triostegus*'un gonat TAG fraksiyonunda n-3/n-6 oranı dişilerde 1.20 (temmuz)-2.22 (mayıs); erkeklerde 1.32 (kasım)-2.73 (eylül) oranında saptanmıştır (Tablo 61 ve 62).

Her iki fraksiyondaki farklılıklar ise PL fraksiyonunda en çok  $\Sigma$ PUFA daha sonra  $\Sigma$ SFA ve en az  $\Sigma$ MUFA olarak saptanırken, dişi gonat TAG'ünde temmuz ayında en çok  $\Sigma$ SFA, diğer aylarda  $\Sigma$ MUFA daha baskın; erkeklerde eylül, ocak aylarında en çok  $\Sigma$ SFA diğer aylarda  $\Sigma$ MUFA daha fazla yüzdede bulunmuştur. Bu fraksiyonda en

az  $\Sigma$ PUFA saptanmıştır. Triaçilgliserolde 14:0, 16:0, 16:1n-7, 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3; PL de ise 18:0, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:6n-3 daha fazla yüzdede bulunmuştur.

Her üç türün gonadındaki PL fraksiyonunu karşılaştırdığımızda *C. carpio* ile *S. triostegus*'un dişilerinde 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA temmuz ayında azalmıştır. *T. grypus*'un her iki eşeyinde de eylül ayında azalma göstermiştir. Demek ki 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA'ler üreme döneminde kullanıldıkları için, üremeden sonraki dönemde azalmaktadır. *C. carpio*'nun her iki eşeyinde PUFA'ler mayısta azalırken aynı dönemde bu bileşenler *S. triostegus*'un dişilerinde artmıştır. Arakidonik asit, *C. carpio*'nun erkekleri ile *T. grypus* her iki eşeyinde eylülde artmıştır. Eikosapentaeoik asit, *C. carpio*'nun her iki eşeyi ile *S. triostegus*'un dişilerinde mart ayında artmıştır. Analiz yapılan her dönemde üç balık türünün her iki eşeyinde en çok  $\Sigma$ PUFA, daha sonra  $\Sigma$ SFA, en az  $\Sigma$ MUFA saptanmıştır. *C. carpio* ile *T. grypus*'un erkelerinde n-3/n-6 oranı en az eylül ayında tespit edilmiştir. *T. grypus*'un dişileri ile *S. triostegus*'un erkeklerinde n-3/n-6 oranı en az mart ayında belirlenmiştir.

Her üç türün gonadındaki TAG fraksiyonunu karşılaştırdığımızda *C. carpio* ve *S. triostegus*'un dişilerinde 16:0 ve  $\Sigma$ SFA oranı, temmuz ayında artmış fakat *T. grypus*'un dişilerinde mevsimler arasında pek farklılık bulunmamıştır. Total SFA, *T. grypus* ile *S. triostegus*'un erkeklerinde martta azalmıştır. *C. carpio* erkeklerinde ise dönemler arasında pek fazla değişiklik saptanmamıştır. Her üç balık türünün dişilerinde 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA mart ayında artmıştır. *C. carpio* ile *S. triostegus*'un dişilerinde  $\Sigma$ PUFA'ler eylül ayında, *T. grypus* dişilerinde ise mayıs ayında artmıştır. *T. grypus* dişileri ile *S. triostegus*'un dişilerinde  $\Sigma$ PUFA'ler mart ayında azalmıştır. *C. carpio*'da C20 PUFA'lerden 20:4n-6, 20:5n-3 ve 22:6n-3; *T. grypus*'un erkeklerinde 20:5n-3 ve 22:6n-3; *S. triostegus*'un erkeklerinde 20:5n-3, dişilerinde ise 22:6n-3 eylül ayında artmıştır. *C. carpio* dişileri ile *S. triostegus* erkeklerinde en düşük n-3/n-6 oranı kasım ayında, *C. carpio* erkekleri ile *S. triostegus* dişilerinde en düşük oran temmuz ayında, *C. carpio* dişileri ile *S. triostegus* erkeklerinde en yüksek oran eylül ayında saptanmıştır. Çalışılan balıkların PL ve TAG fraksiyonu karşılaştırıldığında, PL fraksiyonunda 18:0, 20:4n-6, 20:5n-3 ve 22:6n-3; TAG fraksiyonunda ise 16:0, 16:1n-7, 18:1n-9, 18:2n-6 ve 18:3n-3 asitler daha fazla bulunmuştur. Fosfolipit fraksiyonunda sıralama çoktan aza doğru  $\Sigma$ PUFA,  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ MUFA iken, TAG'de  $\Sigma$ MUFA,  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ PUFA şeklinde belirlenmiştir.

Tablo 59: Dişi *S. triostegus*'un gonat fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.55±0.05a	1.70±0.11b	0.18±0.01c	0.91±0.07d	0.90±0.05d	1.55±0.11b
15:0	0.28±0.02a	0.70±0.06b	0.48±0.03ab	0.24±0.02a	0.34±0.03ab	0.39±0.04ab
16:0	23.32±1.22a	24.42±1.29a	24.32±1.27a	21.25±1.20a	22.62±1.33a	22.56±1.36a
17:0	0.17±0.02a	0.15±0.04a	0.23±0.02b	0.23±0.03b	0.50±0.04c	0.54±0.04c
18:0	10.10±1.01a	11.37±1.13a	9.68±0.98a	10.83±0.99a	12.93±1.12a	10.03±1.10a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>34.42±1.35a</b>	<b>38.34±1.43a</b>	<b>34.89±1.38a</b>	<b>33.46±1.36a</b>	<b>37.29±1.42a</b>	<b>35.07±1.43a</b>
16:1n-7	4.33±0.44a	2.14±0.20b	2.89±0.27b	6.74±0.67a	5.74±0.55a	5.25±0.67a
18:1n-9	18.11±1.18a	14.94±1.19b	20.78±1.29a	19.39±1.09a	17.34±1.17a	20.68±1.30a
20:1n-9	0.56±0.05a	0.82±0.07b	1.29±0.17c	1.35±0.14c	1.96±0.25c	1.40±0.16c
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>23.00±1.30a</b>	<b>17.90±1.24b</b>	<b>24.96±1.22a</b>	<b>27.48±1.31a</b>	<b>25.04±1.28a</b>	<b>27.33±1.34a</b>
18:2n-6	1.63±0.17a	1.14±0.11a	1.01±0.12a	3.08±0.32b	1.56±0.17a	1.31±0.18a
18:3n-3	0.74±0.06a	0.39±0.04b	0.60±0.05a	1.03±0.16c	0.87±0.07a	0.64±0.05a
20:2n-6	0.14±0.03a	0.96±0.07b	0.57±0.05c	0.32±0.01ac	0.39±0.03ac	0.27±0.02d
20:3n-6	0.32±0.02a	0.78±0.07b	0.38±0.02a	1.05±0.16c	0.68±0.06b	0.15±0.03d
20:4n-6	13.03±1.13a	12.01±1.04a	10.70±1.00a	5.89±0.55b	6.50±0.63b	7.69±0.77b
20:5n-3	4.49±0.40a	6.56±0.63ab	5.52±0.56a	6.03±0.60ab	7.38±0.70b	8.07±0.81b
22:5n-3	4.40±0.43a	3.09±0.33a	4.09±0.45a	5.59±0.54a	4.79±0.48a	4.56±0.40a
22:6n-3	17.75±1.08a	18.75±1.09a	17.20±1.17a	16.01±1.15a	15.40±1.24a	14.81±1.05a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>42.50±1.55a</b>	<b>43.68±1.59a</b>	<b>40.07±1.53a</b>	<b>39.00±1.40b</b>	<b>37.57±1.39b</b>	<b>37.50±1.47b</b>
ω3	27.38±1.33a	28.79±1.29a	27.41±1.31a	28.66±1.48a	28.44±1.37a	28.08±1.26a
ω6	15.12±1.06a	14.89±1.15a	12.66±1.03a	10.34±0.9b	9.13±0.95b	9.42±0.78b
ω3/ω6	1.81	1.93	2.16	2.77	3.11	2.98

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 60: Erkek *S. triostegus*'un gonat fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.52±0.05a	0.91±0.07b	0.98±0.03b	0.74±0.07ab	0.41±0.04a	0.35±0.02a
15:0	0.93±0.07a	0.36±0.03b	0.41±0.02b	0.22±0.01b	0.73±0.05a	0.58±0.04b
16:0	19.88±1.19a	22.29±1.23a	21.65±1.28a	20.77±1.20a	22.56±1.21a	21.57±1.22a
17:0	0.28±0.01a	0.22±0.02a	0.20±0.03a	0.42±0.04b	0.73±0.06c	0.05±0.04d
18:0	10.98±1.01a	11.54±1.11a	12.91±1.02a	11.29±1.09a	12.20±1.20a	10.91±0.99a
<b>∑S.F.A</b>	<b>32.59±1.34a</b>	<b>35.32±1.40a</b>	<b>36.15±1.37a</b>	<b>33.44±1.30a</b>	<b>36.63±1.29a</b>	<b>33.46±1.30a</b>
16:1n-7	4.41±0.41a	2.42±0.20b	3.26±0.38ab	3.76±0.33ab	4.41±0.40a	4.92±0.47a
18:1n-9	20.76±1.29a	22.03±1.27a	20.47±1.20a	21.40±1.33a	19.08±1.19a	17.33±1.07a
20:1n-9	0.67±0.05a	0.49±0.04a	0.37±0.02b	0.42±0.04a	0.90±0.07c	0.78±0.05ac
<b>∑M.U.F.A</b>	<b>25.84±1.22a</b>	<b>24.94±1.20a</b>	<b>24.10±1.33a</b>	<b>25.58±1.39a</b>	<b>24.39±1.27a</b>	<b>23.03±1.26a</b>
18:2n-6	0.59±0.05a	0.73±0.07b	1.17±0.17c	2.20±0.23d	2.22±0.33d	1.90±0.17d
18:3n-3	0.44±0.05a	0.26±0.01b	0.59±0.06a	1.21±0.16c	0.74±0.07ac	1.05±0.16c
20:2n-6	0.93±0.08a	0.27±0.02b	0.32±0.03b	0.41±0.02c	0.36±0.06b	0.59±0.05c
20:3n-6	0.66±0.05a	0.48±0.04a	0.34±0.02b	0.67±0.05a	0.69±0.07a	0.75±0.04a
20:4n-6	10.23±1.01a	9.84±0.99a	10.65±1.10a	7.96±0.76b	10.29±0.97a	12.27±1.12a
20:5n-3	4.26±0.43a	5.45±0.58a	4.84±0.44a	6.28±0.60a	4.89±0.49a	5.21±0.53a
22:5n-3	3.15±0.36a	3.17±0.39a	3.28±0.43a	2.65±0.22a	3.71±0.44a	3.38±0.29a
22:6n-3	20.71±1.27a	19.45±1.09a	18.47±1.18a	19.53±1.19a	15.98±1.05a	18.29±1.07a
<b>∑P.U.F.A</b>	<b>40.97±1.55a</b>	<b>39.65±1.40a</b>	<b>39.66±1.43a</b>	<b>40.91±1.44a</b>	<b>38.88±1.37a</b>	<b>43.44±1.48a</b>
ω3	28.56±1.29a	28.33±1.27a	27.18±1.22a	29.67±1.30a	25.32±1.20a	27.93±1.33a
ω6	12.41±1.12a	11.32±1.01a	12.48±1.13a	11.24±1.03a	13.56±1.14a	15.51±1.05a
ω3/ω6	2.30	2.50	2.17	2.63	1.86	1.80

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Tablo 61: Dişi *S. triostegus*'un gonat triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	-	0.32±0.02	-	-	-	-
12:0	0.06±0.04a	0.61±0.05b	-	-	-	-
13:0	0.14±0.01a	0.46±0.03b	1.06±0.16c	-	-	-
14:0	3.77±0.33a	4.57±0.41a	2.06±0.28b	3.81±0.37a	2.42±0.22b	3.53±0.38a
15:0	0.59±0.04a	1.80±0.12b	0.59±0.04a	0.20±0.01c	0.55±0.04a	0.78±0.06a
16:0	20.08±1.22a	27.17±1.28b	23.56±1.30a	28.65±1.31b	24.01±1.36ab	26.78±1.29b
17:0	0.70±0.05a	0.60±0.06a	0.72±0.07a	0.43±0.04b	0.42±0.03b	0.47±0.05b
18:0	4.77±0.43a	5.34±0.54a	5.08±0.55a	2.76±0.21b	3.96±0.33ab	3.55±0.39ab
<b>ΣS.F.A</b>	<b>30.11±1.30a</b>	<b>40.87±1.40b</b>	<b>33.07±1.39a</b>	<b>35.85±1.26ab</b>	<b>31.36±1.37a</b>	<b>35.11±1.33ab</b>
16:1n-7	11.76±1.01a	9.84±0.99a	9.40±0.96a	11.03±1.11a	14.28±1.04b	14.27±1.13b
18:1n-9	29.83±1.27a	28.56±1.22a	28.75±1.25a	30.38±1.33a	30.58±1.30a	30.14±1.29a
20:1n-9	1.35±0.13a	0.56±0.04b	2.00±0.21c	2.36±0.26c	2.68±0.28c	1.86±0.17ac
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>42.94±1.45a</b>	<b>38.96±1.44a</b>	<b>40.15±1.40a</b>	<b>43.77±1.49a</b>	<b>47.54±1.55b</b>	<b>46.27±1.52b</b>
18:2n-6	4.76±0.04a	2.46±0.22b	3.07±0.34ab	2.66±0.21b	2.44±0.28b	2.47±0.26b
18:3n-3	4.08±0.44a	1.99±0.11b	1.71±0.16b	3.89±0.37a	2.33±0.28b	2.43±0.21b
20:2n-6	0.42±0.04a	0.23±0.02b	0.92±0.08c	0.36±0.03ab	0.45±0.04a	0.70±0.07c
20:3n-6	0.35±0.03a	0.23±0.02a	0.52±0.05b	0.33±0.03a	0.47±0.04b	0.19±0.01d
20:4n-6	2.80±0.22a	6.18±0.62b	3.84±0.36a	3.76±0.32a	5.33±0.55b	4.05±0.40ab
20:5n-3	5.22±0.51a	2.42±0.23b	3.81±0.37b	2.89±0.19b	2.01±0.21b	2.44±0.32b
22:5n-3	2.92±0.28a	1.57±0.15b	4.63±0.48c	1.65±0.12b	2.43±0.28a	3.01±0.30a
22:6n-3	6.31±0.66a	4.98±0.43a	8.19±0.81b	4.74±0.48a	5.55±0.54a	3.24±0.34c
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>26.86±1.27a</b>	<b>20.06±1.26b</b>	<b>26.69±1.30a</b>	<b>20.28±1.20b</b>	<b>21.01±1.36b</b>	<b>18.53±1.18b</b>
ω3	18.53±1.08a	10.96±1.10b	18.34±1.09a	13.17±1.13b	12.32±1.12b	11.12±1.10b
ω6	8.33±0.88a	9.10±0.90a	8.35±0.78a	7.11±0.71a	8.69±0.89a	7.41±0.76a
ω3/ω6	2.22	1.20	2.19	1.85	1.41	1.50

\*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.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.



Tablo 62: Erkek *S. triostegus*'un gonat triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Mayıs(2008) (ORT±S.H)*	Temmuz(2008) (ORT±S.H)*	Eylül(2008) (ORT±S.H)*	Kasım(2008) (ORT±S.H)*	Ocak(2009) (ORT±S.H)*	Mart(2009) (ORT±S.H)*
10:0 <sup>§</sup>	0.02±0.01a	0.10±0.01b	-	-	-	-
12:0	0.55±0.05a	0.52±0.04a	0.29±0.01b	-	-	-
13:0	0.17±0.02a	0.13±0.04a	0.51±0.04b	-	-	-
14:0	4.21±0.43a	5.60±0.66a	4.83±0.44a	3.08±0.30b	3.69±0.31b	3.16±0.38b
15:0	1.32±0.13a	1.22±0.11a	1.21±0.18a	1.33±0.17a	1.11±0.10a	1.65±0.19a
16:0	24.92±1.29a	26.05±1.28a	24.67±1.20a	27.73±1.26a	29.81±1.30a	24.33±1.24a
17:0	1.28±0.16a	1.82±0.11a	2.04±0.20a	0.74±0.67a	0.81±0.80a	0.74±0.45a
18:0	5.32±0.55a	4.31±0.44a	5.26±0.53a	6.65±0.65a	7.75±0.76a	5.88±0.45a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>37.79±1.39a</b>	<b>39.75±1.40a</b>	<b>38.81±1.38a</b>	<b>39.53±1.42a</b>	<b>43.17±1.44b</b>	<b>35.76±1.38a</b>
16:1n-7	12.98±1.02a	15.83±1.15a	15.86±1.16a	10.12±1.01a	6.83±0.65b	8.57±0.82b
18:1n-9	25.67±1.27a	22.08±1.23a	19.09±1.09b	29.73±1.33a	30.00±1.30a	25.91±1.28a
20:1n-9	1.09±0.12a	1.37±0.15a	1.23±0.17a	1.62±0.19a	1.50±0.11a	0.56±0.06b
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>39.74±1.30a</b>	<b>39.28±1.40a</b>	<b>36.18±1.39a</b>	<b>41.47±1.55a</b>	<b>38.33±1.37a</b>	<b>35.04±1.36a</b>
18:2n-6	2.46±0.20a	3.65±0.35ab	2.60±0.32a	4.29±0.42b	3.00±0.37ab	4.45±0.49b
18:3n-3	1.93±0.29a	1.61±0.28a	2.21±0.27b	1.18±0.27c	1.45±0.16a	2.60±0.22b
20:2n-6	0.56±0.04a	0.35±0.03b	0.45±0.02a	0.57±0.04a	0.30±0.02b	0.27±0.01b
20:3n-6	0.47±0.04a	0.41±0.03a	0.24±0.02b	0.56±0.06a	0.51±0.05a	0.59±0.04a
20:4n-6	4.67±0.42a	1.60±0.16b	3.38±0.32a	2.73±0.27ab	2.58±0.36ab	6.59±0.65c
20:5n-3	3.86±0.38a	6.75±0.67b	7.64±0.72b	3.06±0.30a	2.69±0.22a	5.04±0.59b
22:5n-3	2.33±0.22a	1.63±0.13b	2.70±0.28a	0.99±0.07c	1.90±0.19b	3.12±0.35a
22:6n-3	5.98±0.52a	4.87±0.47a	5.67±0.59a	5.55±0.62a	5.98±0.65a	6.45±0.54a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>22.26±1.27a</b>	<b>20.87±1.20a</b>	<b>24.89±1.32a</b>	<b>18.93±1.06b</b>	<b>18.41±1.09b</b>	<b>29.11±1.22c</b>
ω3	14.10±1.04a	14.86±1.13a	18.22±1.16a	10.78±0.98b	12.02±1.02b	17.21±1.07a
ω6	8.16±0.82a	6.01±0.65a	6.67±0.55a	8.15±0.82a	6.39±0.67a	11.90±1.10b
ω3/ω6	1.72	2.47	2.73	1.32	1.88	1.44

\*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.:

Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

#### 4.36. Gonat Lipidindeki Triaçilgliserol ve Fosfolipit Yağ Asidi İçeriği

Doğal ve kültür Japon Kedi balığı *S. asotus*'un yumurtlama mevsimi esnasında ovaryum TAG'ünde n-7MUFA'lerin miktarı yüksek bulunmuştur. Ovaryumun PC ve PE'deki DHA miktarı; yumurtlama esnasında ve yumurtlama sonrasında yüksek bulunmuştur. Kültür Kedi balığının ovaryumundaki AA miktarı; yazın kışa göre daha yüksek olarak saptanmıştır. Ovaryumda yumurtlamaya ve mevsime bağlı olarak lipid sınıflarında farklılıklar tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre bu balığın lipid metabolizmasının yumurtlamaya ve mevsime bağlı olarak değiştiği söylenebilir (Shirai ve Wada 2001).

Çalıştığımız balıklardan *S. triostegus*'un ovaryum TAG'ünde  $\Sigma$ MUFA oranı, gonatların olgunlaştığı mart ayında artmıştır. *S. asotus*'ta olduğu gibi (Shirai ve Wada 2001), aynı cinsten olan bu balıkta da ovaryum PL'inde 22:6n-3 oranı, yumurtlama öncesi evre olan ocak ve mart ayına oranla, yumurtlama dönemi (mayıs) ve yumurtlama sonrasında (temmuz); AA miktarı da, yazın (temmuz) kışa (ocak) oranla daha fazla bulunmuştur.

Doğal Kedi balığında ovaryum PC ve PE'leri yumurtlama mevsimi esnasında, yumurtlama sonrası mevsime göre fazla miktarda EPA ve DHA içerirken, az miktarda AA içerirler. Bu sonuçlara göre, Japon Kedi balığı, ovulasyondan sonra yumurtaların gelişimi için EPA ve DHA ya ihtiyaç duyarlar (Shirai ve Wada 2001).

Analizlerimizde, *S. triostegus*'ta EPA yüzdesi, *S. asotus*'un aksine, yumurtlama öncesi döneme oranla yumurtlama sonrası dönemde artmıştır. Diğer C20 PUFA'ler olan 22:6n-3 ve 20:4n-6 oranı bu dönemlerde değişmemiştir. *S. triostegus* ile *C. carpio*'nun ovaryum PL ve TAG'ünde üreme döneminde (mayıs), üreme sonrası döneme oranla (temmuz)  $\Sigma$ MUFA'lerin yüksek olması, bu bileşenlerin yumurtlamada rol oynadıklarını göstermiştir.

Baykal Gölü'nde ergin dişi *C. baicalensis*'te ovaryumlarının nötral lipidlerinde en çok  $\Sigma$ MUFA oluşturmuştur. Bunu  $\Sigma$ SFA'ler izlemiştir en az ise  $\Sigma$ PUFA'ler bulunmuştur. Total MUFA'ler içinde en çok 18:1n-9 saptanmıştır. Total MUFA'ler *C. baicalensis*'in polar lipidlerinde % 19 olarak belirlenmiştir (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Çalıştığımız her üç balık türünün ovaryum ve testis TAG'ünde *C. baicalensis*'te olduğu gibi, analizi yapılan çoğu dönemlerde yüzde olarak en çok  $\Sigma$ MUFA, daha sonra

ΣSFA en az ise ΣPUFA bulunmuştur. Total MUFA'ler içinde de en çok 18:1n-9 bulunmuştur.

*C. dybowski*'nin ovaryum polar lipitlerinde ΣPUFA'lerden 22:6n-3, tüm dokularındaki nötral lipitlerde ise 16:0 en çok bulunmuştur. Analizlerde diğer major yağ asitleri 16:1n-7, 18:1n-7, 20:5n-3'dür (Kozlova ve Khotimchenko 2000). *S. triostegus*, *C. carpio* ve *T. grypus*'un ovaryum ve testis PL'inde en çok ΣPUFA ve PUFA'lerden de 22:6n-3 bulunmuştur.

*D. sargus*'un ovaryum TAG ve PL alt sınıfları incelenmiştir. Balığın TAG fraksiyonunda ΣSFA, % 28.62; ΣMUFA, % 33.76; n-3, % 23.24; n-6, % 11.16, PC fraksiyonunda ΣSFA, % 34.95; ΣMUFA, % 17.8; n-3, % 34.78; n-6, % 9.52, PE fraksiyonunda ΣSFA, % 27.2; ΣMUFA, % 10.3; n-3, % 45.8; n-6, % 13.3 olarak bulunmuştur (Cejas ve ark. 2003).

*D. sargus*'un ovaryum TAG'ünde ΣPUFA oranı, çalıştığımız balıklarinkinden yüksektir. Bunun nedeni, *D. sargus*'un deniz balığı olmasından kaynaklanabilir. Çünkü, deniz balıklarındaki PUFA oranı, tatlısu balıklarına oranla daha yüksektir. Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan, *C. regium*'un gonat TAG fraksiyonunda, ΣMUFA % 43.35; ΣSFA, % 33.39; ΣPUFA, % 23.08; n-3/n-6 oranı, 1.26; PL fraksiyonunda ΣPUFA, % 34.67; ΣSFA, % 32.78; ΣMUFA, % 32.48 ve n-3/n-6 oranı, 1.56 olarak tespit edilmiştir (Kaçar ve ark. 2010b).

Üç balık türü ile ilgili yaptığımız analizler de *C. regium*'a uygunluk göstermektedir. *C. carpio*, *S. triostegus* ve *T. grypus*'un her iki eşeyinde analizi yapılan birçok dönemde, gonat TAG fraksiyonunda *C. regium*'daki gibi en çok ΣMUFA, daha sonra ΣSFA en az ΣPUFA; PL fraksiyonunda ise çoktan aza doğru sıralama ΣPUFA, ΣSFA ve ΣMUFA şeklinde olmuştur.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Atatürk Baraj Gölü'ndeki *Cyprinus carpio*, *Tor grypup* ve *Silurus triostegus*'un kas, karaciğer ve gonatlarının total lipit, ve total lipit ile fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içeriğinin, eşeye ve mevsime bağlı değişimleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, elde edilen veriler ve bazı öneriler aşağıda verilmiştir.

1. *C. carpio*'nun her iki eşeyinde bir yıl boyunca yaş ağırlığa bağlı olarak kas total lipit miktarı (gr /100 gr); 0.41-5.19, karaciğer 0.92-4.84, gonat 0.63-4.11; *T. grypus*'un kasında 0.77-5.31, karaciğerde 0.63-3.71, gonatta 0.97-5.04; *S. triostegus*'un kasında 0.45-1.83; karaciğerde 0.50-2.91, gonatta 0.54-3.75 olarak saptanmıştır. Total lipit miktarı hem türler arasında hem de dokular arasında farklı bulunmuştur.
2. Balık dokularının analizlerinde, on dokuz farklı yağ asidi belirlenmiştir. Doymuş yağ asitleri (SFA) içinde yüzde olarak en çok 16:0 (palmitik asit) ve 18:0 (stearik asit), tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) içinde 18:1n-9 (oleik asit) ve 16:1n-7 (palmitoleik asit), aşırı doymamış yağ asitleri içinde (PUFA) 22:6n-3 (dokosaheksaenoik asit) ve 20:5n-3 (eikosapentaenoik asit) belirlenmiştir.
3. Balık dokularındaki total lipit miktarı ile yağ asidi içerikleri; mevsime, üreme periyoduna, sıcaklığa ve eşeye bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Örneğin, analiz edilen her üç balığın erkek ve dişi bireylerinin kas total lipidinde, üremeden sonraki dönem olan temmuz ve eylül ayında 16:0'in oranı yüksek, 22:6n-3 oranı ise üreme dönemi olan mayıs ayında düşük bulunmuştur.
4. *C. carpio*'nun her iki eşeyinde bir yıl boyunca kas total lipidinde n-3/n-6 oranı 1.15-2.50, *T. grypus*'ta 2.20-4.05, *S. triostegus*'ta 1.82-2.61 olarak saptanmıştır. N-3/n-6 oranı balık yağlarının kalitesini belirlemede kullanılan bir faktördür. Elde edilen verilerden, *S. triostegus* ve *C. carpio*'ya oranla *T. grypus*'ta daha yüksek lipit ve n-3/n-6 oranının bulunması, bu balığın besinsel değerinin daha yüksek olduğunu göstermektedir.
5. Balık dokularının lipitlerindeki fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi içeriği farklı bulunmuştur. Triaçilgliserolde (TAG)  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ SFA ile birlikte 16:0, 18:1n-9, 16:1n-7, 18:2n-6 ve 18:3n-3 yağ asitleri; fosfolipitte (PL) ise  $\Sigma$ PUFA

ile 18:0, 20:3n-6, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:5n-3 ve 22:6n-3 gibi yağ asitleri daha fazla yüzdede bulunmuştur. Dokuların TAG ve PL yağ asidi içeriklerinin de mevsime, üreme periyoduna, sıcaklığa ve eşeye bağlı olarak değiştiği saptanmıştır.

Daha önce Atatürk Baraj Gölü'ndeki *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'un yağ asidi analizi ile ilgili olarak herhangi bir çalışmanın olmaması, bu çalışma ile bir yıl boyunca bu üç tür balığın dokularındaki total lipit ile yağ asidi içeriklerinin belirlenmesi; hem tüketicilerin bilinçli olarak beslenmesine hem de literatürdeki eksiklerin giderilmesine katkı sağlaması bakımından önemlidir. Bundan sonraki süreçte, ilgili balık türlerinin protein ve kolesterol içeriklerini araştırılması, balık besinlerini oluşturan zoo ve fitoplanktonlar ile Baraj Gölü'nde dağılışı gösteren ve ekonomik olarak önemli diğer balık türlerinin yağ asidi analizlerinin yapılmasını önerebiliriz.

## 6. KAYNAKLAR

- Ackman, R.G. 1967. Characteristics of the fatty acid composition and biochemistry of some fresh-water fish oils and lipids in comparison with marine oils and lipids. *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: 838-845.
- Ackman, R.G., Eaton, C.A. 1976. Fatty acid composition of the decapod shrimp, *pandulus borealis*, in relation to that of the euphasiid, *Meganyctiphanes noruegica*. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 33: 1634-1638.
- Ackman, R.G., Takeuchi, T. 1986. Comparison of fatty acids and lipids of smolting hatchery-fed and wild Atlantic salmon *Salmo salar*. *Lipids.*, 21(2): 117-120.
- 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 seafood. *Prog. Food Nutr. Sci.*, 13: 161-241.
- Ackman, R.G., Ratnayake, W.M.N., Macpherson, E.J. 1989. EPA and DHA contents of encapsulated fish oil products. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 66 (8): 1162-1164.
- Ackman, R.G., Ratnayake, W.M.N. 1989. Fish oils, seal oils, esters and acids are all from of omega 3 intake equal. In: *Health effects of fish and fish oils*. Chandra, R.K., eds. Arts Biomedical Publisher and Distributors, p. 373-393. Newfoundland.
- Ackman, R.G. 1990. Seafood lipids and fatty acids. *Food Rev. Int.*, 6 (4): 617-646.
- Ackman, R.G. 1996. Fatty acid analysis of freshwater fish lipids. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 73 (4): 537-538.
- Ackman, R.G. 2002. Freshwater fish lipids-an overlooked source of beneficial long-chain n-3 fatty acids. *Eur. J. Lipid Sci. Tech.*, 104 (5): 253-254.
- 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.
- 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 B: 905-909.
- Ahlgren, G., Gustafsson, I.B., Boberg, M. 1992. Fatty acid content and chemical composition of freshwater microalge. *J. Physiol.*, 28 (1): 37-50.

Ahlgren, G., Blomqvist, P., Bobergi, M., Gustafsson, I.B. 1994. Fatty acid content of the dorsal muscle –an indicator of fat quality in freshwater fish. *J. Fish Biol.*, 45 (1): 131-157

Akpınar, M.A. 1985. *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes, Cyprinidae)'nin ergin ve ergin olmayan bireylerinde gonadların total lipit ve yağ asiti bileşimleri. Doktora Tezi. C. Ü. Fen Ede. Fak. Sivas.

Akpınar, M.A. 1986a. *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)'nın karaciğer ve kasındaki total lipit ve total yağ asidinin mevsimsel değişimi. C.Ü. Fen Ede. Fak. Fen Bil. Derg., 4: 33-42.

Akpınar, M.A. 1986b. *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)'nın karaciğer yağ asitlerinin mevsimsel değişimi. Doğa TU Biyol., 10 (3): 232-239.

Akpınar, M.A. 1987a. 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. 1987b. *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)'nın kas dokusu yağ asitlerinin mevsimsel değişimi. Doğa TU Biyol., 11(1): 1-9.

Akpınar, M.A., Aksoylar, M.Y. 1988. *Garra rufa* Heckel, 1843'nin yağ asidi bileşimine sıcaklığın, besinsel yağ asitlerinin ve açlığın etkileri. Doğa TU Biyol., 12 (1): 1-8.

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.

Akyurt, İ. 1993. Fish nutrition (in Turkish). Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Ders Notları. No: 156, s. 135. Erzurum.

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.

Ando, S., Mori, Y., Nakamura, K., Sugawara, A. 1993. Characteristics of lipid accumulation types in five species of fish. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 59 (9): 1559-1564.

Andrade, A.D., Rubira, A.F., Matsushita, M., Souza, N.E. 1995. Omega-3 fatty acids in freshwater fish from South of Brazil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 72 (10): 1207-1210.

Aras, N.M., Haliloğlu, H.I., Bayır, A., Atamanalp, M., Sirkecioğlu, A.N. 2003a. 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.

Aras, N.M., Haliloğlu, H.I., Ayık, Ö., Yetim, H. 2003b. 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., Güneş, M., Bayır, A., Sirkecioğlu, A.N., Haliloğlu, H.I. 2009. Tuzla Çayı ve Tercan Baraj Gölü'ndeki *Capoeta capoeta umbla* HECKEL, 1843'nin bazı biyo-ekolojik özellikleri ile total yağ ve yağ asitleri kompozisyonlarının karşılaştırılması. *Ekoloji*. 19: 55-64.

Artar, E., Akgün, H. 2006. Adıyaman ilinde yürütülen balıklandırma çalışmalarının balıkçılığa etkisi. I. Balıklandırma ve rezervuar yönetimi sempozyumu. 7-9. Şubat. Antalya. 377-382.

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.

Ashton, H.J., Farkvan, D.O., March, B.E. 1993. Fatty acid composition of lipids in the eggs and alevins from wild and cultured chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 50 (3): 648-655.

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

Bandarra, N.M., Batista, I., Nunes, M.L., Empis, J.M., Christie, W.W. 1997. Seasonal changes in lipid composition of sardine (*Sardina pilchardus*). *J. Food Sci.*, 62 (1): 40-42.

Bates, D., Carlidge, N., French, J.M., Jackson, M.J., Nightingale, S., Shaw, D.A., Smith, S., Woo, E., Hawkins, S.A., Millar, J.H.D., Belin, J., Conroy, D.M., Gill, S.K., Sidey, M., Smith, A.D., Thompson, R.H.S., Zilka, K., Gale, M., Sinclair, H.M. 1989. A double-blind controlled trial of long chain n-3 polyunsaturated fatty acids in the treatment of multiple sclerosis. *J. Neural. Neurosurg. Psychiatr.*, 52: 18-22.

Baylin, A., Kabagambe, E.K., Ascherio, A., Spiegelman, D., Campos, H. 2003. Adipose tissue  $\alpha$ -linolenic acid and nonfatal acute myocardial infarction in Costa Rica. *Circulation*. 107 (12): 1586-1591.

Bayır, A., Haliloğlu, H.I., 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., Sirkecioglu, A.N., Aras, N.M., Aksakal, E., Haliloglu, H.I., Bayır, M. 2009. 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., Dick, J.R., MC Vicar, A.H., Sargent, J.R., Thompson, K.D. 1993. Dietary sunflower, linseed and fish oils affect phospholipid fatty acid composition, development of



cardiac lesions, phospholipase activity and eicosanoid production in Atlantic salmon. *Prostag. Leukotr. Ess.*, 49: 665-673.

Bell, J.G., Tocher, D.R., McDonald, F.M., Sargent, J.R. 1994. Effect of supplementation with (20:3n-6), (20:4n-6) and (20:5n-3) on the production of prostaglandin-e and prostaglandin-f on the 1-series, 2-series and 3-series in turbot (*Scophthalmus maximus*) brain astroglial cells in primary culture. *Biochim. Biophys. Acta.*, 1211: 335-342.

Berg, O.K., Thronaes, E., Bremset, G. 2000. Seasonal cycle of body composition and energy of brown trout (*Salmo trutta*) in a temperate zone lake. *Ecol. Freshwat. Fish.*, 9: 163-169.

Bhujel, R., Yakuptiyage, A., Turner, A.W., Little, C.D. 2001. Selection of a commercial feed for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish breeding in a hapa-in-pond system. *Aquacult.*, 194 (3-4): 303-314.

Bilgüven, M. 2002. Food information, food technology and fish nutrition (in Turkish). Yayın No:1, Akademisyen Yayın Evi, Rize.

Body, D.R., Vlieg, P. 1989. Distribution of the lipid classes and eicosapentaenoic (20:5) and docosahexaenoic (22:6) acids in different sites in blue mackerel (*Scomber australasicus*) fillets. *J. Food. Sci.*, 54: 1752-1757.

Bogut, I.E., Has-Schön, E., Cacic, M., Milakovic, Z., Novoselic, D., Brkic, S. 2002. Linolenic acid supplementation in the diet of European catfish (*Silurus glanis*): Effect on growth and fatty acid composition. *J. Appl. Ichthyol.*, 18 (1):1-6.

Borlongan, I.G, Benitez, L.V. 1992. Lipid and fatty acid composition of milkfish (*Chanos chanos*) grown in freshwater and seawater. *Aquacult.*, 104 (1-2): 79-89.

Bozkurt, R. 1994. Atatürk Baraj Gölü ve Baraj Gölü'ne dökülen derelerdeki balıkların sistematiği. Yüksek Lisans Tezi, H. Ü. Fen Bil. Ens.s. 71. Şanlıurfa.

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.

Budowski, P. 1981. Nutritional effects of n-3 polyunsaturated fatty acids. *Israel J. Med. Sci.*, 17 (4): 223-231.

Burr, G.O., M.M. Burr, 1929. A new deficiency disease produced by the rigid exclusion of fat from the diet. *J. Biol.Chem.*, 82: 345-367.

Burr, M.L., Fehily, A.M. 1990. Fatty fish and heart disease. *World Rev. Nutr. Diet.*, 256-257.

Buzzi, M., Henderson, R.J., Sargent, J.R. 1997a. Biosynthesis of docosahexaenoic acid in trout hepatocytes proceeds via 24-carbon intermediates. *Comp. Biochem. Physiol.*, 116 (2): 263-267.

Buzzi, M., Henderson, R.J., Sargent, J.R. 1997b. The biosynthesis of docosahexaenoic acid [22:6(n-3)] from linolenic acid in primary hepatocytes isolated from wild Northern pike. *J. Fish Biol.*, 51 (1): 1197-1208.

Calder, P.C. 2004. Long-chain n-3 fatty acids and cardiovascular disease: Further evidence and insights. *Nutr. Res.*, 24 (10): 761-772.

Canpolat, A., Konar, V., Yılmaz, Ö. 1999. *Capoeta trutta* ve *Barbus rajanorum mystaceus*'un kas dokularındaki total lipit ve yağ asidi miktar ve bileşimlerinin üreme periyodu süresince değişimi. *Tr. J. Biol.*, 23: 319-330.

Castell, J.D., Sinnhuber, R.O., Wales, J.H., Lee, D.J., 1972a. Essential fatty acids in the diet of rainbow trout (*Salmo gairdneri*): Growth, feed conversion and some gross deficiency symptoms. *J. Nutr.*, 102: 77-86.

Castell, J.D., Lee, D.J., Sinnhuber, R.O. 1972b. Essential fatty acids in the diet of rainbow trout (*Salmo gairdneri*): Lipid metabolism and fatty acid composition. *J. Nutr.*, 102: 93-100.

Castell, J.D. 1979. Review of lipid requirements of finfish. In: J.E. Halver and K. Tiews (Editors), *Finfish Nutrition and Fishfeed Technology*. Vol. 1, p. 59-84. Heinemann, Berlin.

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*). *Aquacult.*, 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 B: 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.

Chen, I.C., Chapman, F.A., Wei, C.I., Portier, K.M., O'Keefe, S.F.J. 1995. Differentiation of cultured and wild sturgeon (*Acipenser 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.

Childs, M.T., King, I.B., Knopp, R.H. 1990. Divergent lipoprotein responses to fish oils with various ratios of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids. *Am. J. Clin. Nutr.*, 52: 632-639.

- Cho, C.Y., Cowey, C.B., Watanabe, T. 1985. Finfish nutrition in Asia. Methodological approaches to research and development. Int. Develop. Res. Cent., 1: 26-33.
- Christie, W.W. 1987. The lipid composition of animal tissues. In HPLC and Lipids: A Practical Guide, W.W. Christie (Ed.), p. 55. Pergamon Press., Oxford, UK.
- Chugunova, N.I. 1963. Age and growth studies in fish. Published for the National Sci. Foundation, Washington, D.C. by the Israel Program, for Scientific Translations, p. 132. Jarusalem.
- Conner, W.E. 1997. The beneficial effects of omega-3 fatty acids: Cardiovascular disease and neurodevelopment. Curr. Opin. Lipidol., 8 (1): 1-3.
- Conner, W.E. 2000. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. Am. J. Clin. Nutr., 17 (1): 171-175.
- Cordier, M., Brichon, G., Weber, J.M., Zwingelstein, G. 2002. Changes in the fatty acid composition of phospholipids in tissues of farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax*) during annual cycle. Roles of environmental temperature and salinity. Comp. Biochem. Physiol., 133 B: 281-288.
- Cowey, C.B., Sargent, J.R. 1972. Fish nutrition. Adv. Mar. Biol., 10: 383-492.
- Cowey, C.B. 1988. The nutrition of fish: The developing scene. Nutr. Res. Rev., 1: 255-280.
- Crowford, R.H., Cusack, R.R., Parlee, T.R. 1986. Lipid content and energy expenditure in the spawning migration of alewife (*Alosa pseudoharengus*) and blueback herring (*Alosa aestivalis*). Can. J. Zool., 64: 1902-1907.
- Csengeri, I., Farkas, T., Majoros, F., Oláh, J., Szalay, M. 1978. Effect of feeds on the fatty acid composition of carp (*Cyprinus carpio* L.). Aquacult. Hung., 1: 24-34.
- Czesny, S., Dobrowski, K. 1998. The effect of egg fatty acid concentrations on embryo viability in wild and domesticated walleye (*Stizostedion vitreum*). Aquat. Living Resour., 11: 371-378.
- Çelik, A., Duman, E. 2001. Atatürk Baraj Gölü Bozova Bölgesi'nde kullanılan balık yakalama aletlerinin yapısı. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi. 18 (3-4): 407-419.
- 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., Diler, A., Küçükgülmez, A. 2005. A comparison of the proximate compositions and fatty acid profiles of zander (*Sander lucioperca*) from two different regions and climatic conditions. Food Chem., 92: 637-641.

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.

Dağlı, M. 2009. Karakaya Baraj Gölü'nde Yaşayan *Acanthobrama marmid* Heckel, 1843, *Leuciscus cephalus* (Normdann, 1840), *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'un total glikojen, total lipid ve total yağ asidi bileşiminin mevsimsel incelenmesi. Doktora Tezi. İnönü Üniversitesi.

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 B (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 (B): 509-515.

Dean, L.M. 1990. Nutrition and preparation. In: R.E. Martin, G.J. Flick eds, The Seafood Industry. Published Van Nostrand Reinhold, p: 255-267. New York.

Delgado, A., Estevez, A., Hortelano, P., Alejandre, M.J. 1994. Analyses of fatty acids from different lipids in liver and muscle of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Influence of temperature and fasting. Comp. Biochem. Physiol., 108 A: 673-680.

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.

Dey, I., Buda, C. Wiik, H., Halver, J.E., Farkas, T. 1993. Molecular and structural composition of phospholipid membranes in livers of marine and freshwater fish in relation to temperate. Proc. Nat. Acad. Sci. USA., 90: 7498-7502.

Dönmez, M., Tatar, O. 2001. Fleto ve bütün olarak dondurulmuş gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* W.) muhafazası süresince yağ asitleri bileşimlerindeki değişmelerin araştırılması. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi. 18 (1-2): 125-134.

Duman, E., Çelik, A. 2001. Atatürk Baraj Gölü Bozova Bölgesi'nde avlanan balıklar ve verimlilikleri. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi. 18 (1-2): 65-69.

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

Dyerberg, J., Bang, H.O., Hjqrne, N. 1975. Fatty acid composition of the plasma lipids in Greenland Eskimos. Am. J. Clin. Nutr., 28: 958-966.

Dyerberg, J. 1990. Conference summary and future directions. World Rev. Nutr. Diet., 66: 16-19.

- Ekingen, G., Sarıeyüboğlu, M. 1981. Keban Baraj Gölü balıkları, F. O. Vet. Fak. Der., 6 (1-2): 8-22.
- Epler, P., Sokolowska-Mikolajczyk, M., Popek, W., Bieniarz, K., Bartel, R., Szczerbowski, J.A. 2001. Reproductive biology of selected fish species from Lakes Tharthar and Habbaniya in Iraq. Arch. Fish. Pol., 9 (1): 199-209.
- Evans, T.S., Burr, M.L. 1929. Human's diets and essentiality fatty acids. 321.
- Fajmonova, E., Zelenka, J., Komprda, T., Kladroba, D., Sarmanova, I. 2003. Effect of sex, growth intensity and heat treatment on fatty acid composition of common carp (*Cyprinus carpio*) fillets. Czech J. Anim. Sci., 48 (2): 85-92.
- Farkas, T. 1970. Fats in freshwater crustaceans, I. Fatty acid composition of lipids obtained from *Eudiaptomus gracilis* G.O. Sars (Copepoda) and *Daphnia cucullata* G.O. Sars (Cladocera), Acta Biol. Acad. Sci. Hung., 21: 225-233.
- 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* Linnaeus 1758. Aquacult., 14: 57-65.
- Farkas, T. 1979. Adaption of fatty acid composition to temperature. A study on planktonic crustaceans. Comp. Biochem. Physiol., 64 B: 71-76.
- 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. Aquacult., 20: 29-40.
- Feeley, R.M., Criner, D.E.C., Watt, B.K. 1972. Cholesterol content of foods. J. Am. Diet. Assos., 61: 134-48.
- Fenton, W.S., Hibbeln, J., Knable, M. 2000. Essential fatty acids, lipid membrane abnormalities, and the diagnosis and treatment of schizophrenia. Biol. Psychiat., 47 (1): 8-21.
- Fodor, E., Jones, R.H., Buda, C., Kitajka, K., Dey, I., Farkas, T. 1995. Molecular architecture and biophysical properties of phospholipids during thermal adaptation in fish: An experimental and model study. Lipids., 30 (12):1119-1126.
- Folch, J., Lees, M., Sladane-Stanley, G.H.A. 1957. Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., 226: 497-509.
- Forss, D.A. 1969. Role of lipids of flavors. J. Agr. Food Chem., 17: 681-685.
- Gallagher, M.L., Harrell, M.L., Rulfson, R.A. 1991. Variation in lipid and fatty acid contents of Atlantic croakers, striped mullet, and summer flounder, Trans. Am. Fish. Soc., 120: 614-619.

- Geldiay, R., Balık, S. 1996. Türkiye tatlısu balıkları. Ege Üni. Su Ürünleri Fak. Yay. No: 46 (II. Baskı), İzmir.
- George, R., Bhopal, R. 1995. Fat composition of free living and farmed sea species: Implications for human diet and sea-farming. *Br. Food J.*, 97:19-22.
- Geri, G., Poli, B.M., Gualtieri, M., Lupi, P., Parisi, G. 1995. Body traits and chemical composition of muscle in the common carp (*Cyprinus carpio* L.) as influenced by age and rearing environment. *Aquacult.*, 129: 329-333.
- Ghosh, M. 1997. Principal fatty acids of phospholipid classes of an Indian fresh water fish (*C. pabda*). *J. Food Lipids.*, 4: 189-197.
- Ghosh, M., Dua, R.D. 1997. Principal fatty acids of lipid classes from fresh water fish (*Callichrous pabda*). *J. Food Lipids.*, 4: 129-135.
- Gibson, R.A., Kneebone, R., Kneebone, G.M. 1984. Comparative levels of arachidonic acid and eicosapentaenoic acid in Malaysian fish. *Comp. Biochem. Physiol.*, 78 C: 325-328.
- Gill, H.S., Weatherley, A.H. 1984. Protein, lipid and caloric content of bluntnose minnow, *pimephales notatus*, rafinosque, during growth at different temperatures, *J. Fish Biol.*, 25: 491-500.
- Gopakumar, K., Nair, M.R. 1972. Fatty acid composition of eight Indian marine fish. *J. Sci. Food. Agric.*, 23: 493-496.
- Göğüş, A.K. 1988. Su ürünleri isleme teknolojisi, K.T.Ü. Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu, Ders Kitabı. No:19, Trabzon.
- Gökçe, M.A., Taşbozan, O., Çelik, M., Tabakoğlu, Ç.S. 2004. Seasonal variations in proximate and fatty acid compositions of female common sole (*Solea solea*). *Food Chem.*, 88: 419-423.
- 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 Foods.*, 62 (3): 351-355.
- Grigorakis, K., Alexis, M.N., Taylor, K.D.A., Hole, M. 2002. Comparison of wild and cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*); Composition, appearance and seasonal variations. *Int. J. Food Sci. Tech.*, 37: 477-484.
- Gruger, E.H., Nelson, R.W., Stansby, M.E. 1964. Fatty acid composition of oils from 21 species of marine fish, freshwater fish and shellfish. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 41: 662-667.
- Gulzar, S., Zuber, M. 2000. Determination of omega-3 fatty acid composition in freshwater fish. *Int. J. Agri. Biol.*, 2: 342-343.

Gunstone, F.D., Wijesundera, R.C., Scrimgeour, C.M. 1978. The component acids of lipids from marine and freshwater species with special reference to furan-containing acids. J. Sci. Food Agric., 29: 539-550.

Gurr, M.I., Harwood, J.L. 1991. Lipid Biochemistry, An Introduction, 4th ed. Chapman and Hall, p. 387. London.

Gurr, M.I. 1992. Role of fats in food and nutrition, 2nd edn. Elsevier Applied Science London. UK.

Gutierrez, L.E., 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.

Güler, G.O., Kızıtanır, B., Aktümsek, A., Çitil, O.B., Özparlak, H. 2008. Determination of the seasonal changes on total fatty acid composition and w3/w6 ratios of carp (*Cyprinus carpio* L.) muscle lipids in Beyşehir Lake (Turkey) Food Chem., 108: 689-694.

Güneş, M. 2007. Tercan Baraj Gölü ve Tuzla Çayı'nda yaşayan *Capoeta capoeta umbla* Heckel, 1843 populasyonlarının bazı biyo-ekolojik özellikleri, total yağ ve yağ asidi kompozisyonlarının karşılaştırılması. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Doktora Tezi, 114.

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. 1972, Fish Nutrition. Academic Press. Inc.111 Fifth Avenue, p. 713. New York.

Halver, J.E. 1988. Fish nutrition. Academic Press, Inc. p. 186-187. California.

Halver, J.E. 1989. Fish nutrition. Academic Press, Inc. 2nd Edition, p.798. New York.

Hanson, B.J., Cummins, K.W., Cagill, A.S., Lowry, R.R. 1985. Lipid content, fatty acid composition, and the effect of diet on fats of aquatic insects. Comp. Biochem. Physiol., 80 B: 257-276.

Hazel, J.R. 1979. The influence of temperature adaptation on the composition of the neutral lipid fraction of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) liver. J. Exp. Zool., 207: 33-41.

- Hearn, T.L., Sgoutas, S.A., Hearn, J.A., Sgoutas, D.S. 1987. Polyunsaturated fatty acid and fat in fish flesh for selecting species for health benefits. *J. Food Sci.*, 52 (5): 1209-1211.
- Henderson, R.J. 1996. Fatty acid metabolism in freshwater fish with particular reference to polyunsaturated fatty acids. *Arch. Amin. Nutr.*, 49: 5-22.
- Henderson, R.J., Tocher, D.R. 1987. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Prog. Lipid Res.*, 26: 281-347.
- Higgs, G.A. 1986. The role of eicosanoids in inflammation. *Prog. Lipid Res.*, 25: 555-561.
- Hilditch, T.P., Williams, P.N. 1964. The chemical constitution of natural fats. 4th edition, Wiley, New York.
- Hirai, A., Terano, T., Saito, H., Tamura, Y., Yoshida, S. 1987. Clinical and epidemiological studies of eicosapentaenoic acid in Japan. In: W.E.M. Lands (Editor), *Proceedings of AOAC Short Course on Polyunsaturated Fatty Acids and Eicosanoids*. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, Illinois, 9-24.
- Holub, D.J., Holub, B.J. 2004. Omega-3 fatty acids from fish oils and cardiovascular disease. *Mol. Cell. Biochem.*, 263: 217-225.
- Horszewicz, L. 1983. Reproductive rhythm in tench, *Tinca tinca* in fluctuating temperatures, *Aquacult.*, 32: 79-92.
- Hoşsu, B., Korkut, A.Y., Fırat, A. 2001. Fish nutrition and food technology I (in Turkish). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları. No: 50, İzmir.
- Hulata, G., Moav, R., Wohlfarth, G. 1974. The relationship of gonad and egg size to weight and age in the European and Chinese races of the common carp, *Cyprinus carpio* L. *J. Fish Biol.*, 6: 745-758.
- Huss, H.H. 1988. Fresh fish: Quality and quality changes. Ministry of Fisheries Technical University Press, No: 29. Copenhagen, Denmark.
- Huynh, M.D. 2007. Comparison of fatty acid profiles of spawning and non-spawning Pacific herring, *Clupea harengus pallasii*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 146 B: 504-511.
- Inhamuns, A.J., Bueno Franco, M.R. 2008. EPA and DHA quantification in two species of freshwater fish from Central Amazonia. *Food Chem.*, 107: 587-591.
- Inhamuns, A.J., Bueno Franco, M.R., Batista, W.L. 2009. Seasonal variations in total fatty acid composition of muscles and eye sockets of tucunaré (*Cichla sp.*) from the Brazilian Amazon Area. *Food Chem.*, 117: 272-275.
- İmre, S., Sağlık, S. 1998. Fatty acid composition and cholesterol content of some Turkish Species. *Turk J. Chem.*, 22: 321-324.



- Jacquot, R. 1961. Organic constituents of fish and other aquatic animals. Fish as food. Borgstrom, G. (Ed.). Academic Press, p. 145-209. New York and London.
- Jangaard, R.G., Ackman, R., Sipos, J.C. 1967. Seasonal changes in fatty acid composition of cod liver, flesh, roe and milt lipids, J. Fish Res. Bd. Can., 24: 613-627.
- Jankowska, B., Zakes, Z., Zmijewski, T., Szczepkowski, M. 2003. A comparison of selected quality features of the tissue and slaughter yield of wild and cultivated pikeperch *Sander lucioperca* (L.). Eur. Food Res. Technol., 217: 401-405.
- Jankowska, B., Zakes, Z., Zmijewski, T., Ulikowski, D., Kowalska, A. 2004. Impact of diet on the fatty acids profile of European catfish (*Silurus glanis* L.). Arch. Pol. Fish., 12: 99-110.
- 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. Fisheries 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 B: 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.
- Johansson, L., Kiessling, A., Kiessling, K.H., Berglund, L. 2000. Effects of altered ration levels on sensory characteristics, lipid content and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) their intrinsic variation and practical implications. Food Qual. Pref., 11 (3): 247-254.
- Jump, D.B. 2002. The biochemistry of n-3 polyunsaturated fatty acids. J. Biol. Chem., 277: 8755-8758.
- Kaçar, S., Başhan, M., Oymak, S.A. *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) (Osteichthyes: Cyprinidae)'nın kas ve karaciğer yağ asitlerinin içeriği. 20. Ulusal Biyoloji Kongresi. 21-25 Haziran 2010a. Pamukkale/Denizli.
- Kaçar, S., Başhan, M., Oymak, S.A. Dişi *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) (Osteichthyes: Cyprinidae)'un kas ve gonat dokusu yağ asitlerinin içeriği. 20. Ulusal Biyoloji Kongresi. 21-25 Haziran 2010b. Pamukkale/Denizli.
- Kalyoncu, L., Kıssal, S., Aktumsek, A. 2009. Seasonal changes in the total fatty acid composition of vimba, *Vimba vimba tenella* (Nordmann, 1840) in Eğirdir Lake. Food Chem., 116: 728-730.

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.

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 Mühendislik Dergisi, 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 Mühendislik Dergisi, 4: 74-78.

Karmeli, R.A. 1987. Omega-3 fatty acids and cancer: A review. In: W.E.M. Lands (Editor), Proceedings of AOAC Short Course on Polyunsaturated Fatty Acids and Eicosanoids, Amer. Oil Chem. Soc. p. 222-231. Champaign, Illinois.

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.

Kelly, P.B., Riser, R., Hood, D.W. 1959. The origin of the marine polyunsaturated fatty acids compositions of marine plankton. J. Am. Oil Chem. Soc., 36: 104-106.

Kelley, V.E., Ferritti, A., Izni, S., Strom, T.B. 1985. A fish oil diet rich in eicosapentaenoic acid reduces cyclooxygenase metabolites and suppresses lupus in MRL-lpr mice. J. Immunol., 134: 1914-1919.

Kiener, A. 1963. Poissons, peche et pisciculture a Madagascar. Centre Technique Forestier Tropical, Nogent-sur-Marne, France. 24: 1-244.

Kiessling, A., Johansson, L., Storebakken, T. 1989. Effects of reduced feed ration levels on fat content and fatty acid composition in white and red muscle from rainbow trout. Aquacult., 79: 169-175.

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. 1977. Fatty acid content and composition of fresh water finfish. Am. Oil Chem. Soc., 54: 424-429.

- Kinsella, J.E., Lokesh, B., Stone, R. A. 1990. Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: Possible mechanisms. *Am. J. Clin. Nutr.*, 52 (1): 1-28.
- Klenk, E., Eberhagen, D. 1962. Über die Zusammensetzung des Fettsäurengemisches verschiedener Fischöle. *Z. Physiol. Chem.*, 328: 180-188.
- 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 B: 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 Ichthyol. Pisc.*, 30: 59-70.
- Konar, V., Canpolat, A., Yılmaz, Ö. 1999. *Capoeta trutta* ve *Barbus rajanorum mystaceus*'un kas dokularındaki total lipit ve yağ asiti 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 B: 477-485.
- Kremer, J.M., Jubiz, W. 1987. Fish oil supplementation in active rheumatized arthritis: A double-blinded, controlled crossover study. In: W.E.M. Lands (Editor), *Proceedings of AOAC Short Course on Polyunsaturated Fatty Acids and Eicosanoids*. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, Illinois.
- Kris-Etherton, P.M., Harris, W.S., Appel, L.J. 2002. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids and cardiovascular disease, *Circulation*. 106: 2747-2757.
- Kurlak, L.O., Stephenson, T.J. 1999. Plausible explanations for effects of long chain polyunsaturated fatty acids (LCPUFA) on neonates. *Arch. Dis. Child Fetal Neonatal*. Ed. 80: F148-F154.
- Kuru, M. 1978. The fresh water fish of South-Eastern Turkey-2 (Euphrates-Tigris Systeme). *Hac. Bull. Nat. Sci. Eng.*, 7-8: 105-114.
- Lands, W.E.M. 1986. *Fish and human health*. Academic Press, p. 170. Orlando.
- Leaf, A., Weber, P.C. 1988. Cardiovascular effects of n-3 fatty acids. *J. Med.*, 318: 549-557.

Leger, C., Bergot, P., Lukuet, P., Flanzky, J., Meurot, J. 1977. Specific distribution of fatty acids in the triglycerides of rainbow trout adipose tissue. Influence of temperature. *Lipids*, 12 (7): 538-543.

Lizenko, E.I. 1980. Lipid composition of gonads of large whitefish of Lakes of Karelia (Lake Onezhskoye basin). In *Biochemistry of Freshwater Fishes of Karelia*. pp. 15-21. Edited by V.S. Sidorov and E.I. Lizenko. Petrozavodsk: Karelski filial AN SSSR.

Logue, J.A., DeVries, A.L., Fodor, E., Cossins, A.R. 2000. Lipid compositional correlates of temperature-adaptive interspecific differences in membrane physical structure. *J. Exp. Biol.*, 203: 2105-2115.

Lovell, R.T. 1991. Nutrition of aquaculture species. *J. Anim. Sci.*, 69 (10): 4193-4200.

Lovell, R.T., 1998. Nutrition and feeding of fish. Second Edition, Auburn University, p. 115-116. Alabama.

Lovern, J.A. 1932. Fat metabolism in fishes. I. General survey of the fatty acid composition of the fats of a number of fishes, both marine and fresh-water. *Biochem. J.*, 26: 1974-1998.

Luzia, L.A., Sampaio, G.R., Castellucci, C.M.N., Torres, E.A.F.S. 2003. The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian Fish. *Food Chem.*, 83: 93-97.

Malak, N.A., Brichon, G., Meister, R., Zwingelstein, G. 1989. Environmental temperature and metabolism of the molecular species of phosphatidylcholine in the tissues of the rainbow trout. *Lipids*, 24: 318-324.

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.

Medford, B.A., Mackay, W.C. 1978. Protein and lipid content of gonads, liver and muscle of Northern pike (*Esox lucius*) in relation to gonad growth. *J. Fish Res. Board Can.*, 35: 213-219.

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.

Mieth, Wirth, G.M., Friedrich, M., Steffens, W., Lieder, U. 1989a. Zur Lipidzusammensetzung von cyprinidearten. 1. Mitt. Lipidgehalt und Fettsäurespektrum von Silberkarpfen (*Hypophthalmichthys molitrix*): *Nahrung*, 33: 91-93.

Mieth, Wirth, G.M., Weigelt, E., Steffens, W., Lieder, U., Friedrich, M. 1989b. Zur Lipidzusammensetzung von Cyprinidearten. 2. Mitt. Lipidgehalt und Fettsäurespektrum von Marmorkarpfen (*Aristichthys nobilis*). *Nahrung*, 33: 909-912.

- 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.
- 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: 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 B: 75-79.
- Nair, P.G.V., Gopakumar, K. 1978. Fatty acid composition of 15 species of fish from tropical waters. *J. Food Sci.*, 43: 1162-1164.
- Napolitano, G.E., Ratmayake, W.M.N., Ackman, R.G. 1988. Fatty acid component of larval *Ostrea edulis* L.: Importance of triacylglycerols as a fatty acid reserve. *Comp. Biochem. Physiol.*, 90 B: 875-883.
- Navarro, J.C., Sargent, J.R. 1992. Behavioural differences in starving herring *Clupea harengus* L. larva correlate with body levels of essential fatty acids. *J. Fish Biol.*, 41: 509-513.
- Nettleton, J.A., Exler, J. 1992. Nutrients in wild and farmed fish and shellfish. *J. Food Sci.*, 57: 257-260.
- Neuhaus, O.W., Halver, J.C. 1969. *Fish in research*, Academic Press. p.135. New York.
- 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.
- Njinkoué, J-M., Barnathan, G., Miralles, J., Gaydou, E.M., Samb, A. 2002. Lipids and fatty acids in muscle, liver and skin of three edible fish from the Senegalese coast: *Sardinella maderensis*, *Sardinella aurita* and *Cephalopholis taeniops*. *Comp. Biochem. Syst.*, 131 B: 395-402.
- Nordoy, A., Marchioli, R., Arnesen, H., Videbaek, J. 2001. N-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular diseases. *Lipids*, 36: 127-129.
- O'Dea, K., Sinclair, A.J. 1982. Increased proportion of arachidonic acid in plasma lipids after 2 weeks on a diet of tropical seafoods. *Am. J. Clin. Nutr.*, 36: 868-872.

- Oku, T., Sugawara, A., Choudhury, M., Komatsu, M., Yamada, S., Ando, S. 2009. Lipid and fatty acid compositions differentiate between wild and cultured Japanese eel (*Anguilla japonica*). Food Chem., 115: 436-440.
- Olgunoğlu, İ.A., Artar, E., Olgunoğlu, M.P., Kokmaz, S. 2009. Adıyaman ili balık avcılığı durumu ve avcılığı yapılan ekonomik balık türleri, HR. Ü. Z. F. Dergisi, 13 (2): 29-34.
- Olley, J., Duncan, W.R.H. 1965. Lipids and protein denaturation in fish muscle. F. Sci. Fd Agric., 16: 99-104.
- 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.
- Osibona, A.O., Kusemiju, K., Akande, G.R. 2009a. Proximate composition and fatty acids profile of the African catfish *Clarias gariepinus*. acta Satech 3 (1): 85-89.
- Osibona, A.O., Kusemiju, K., Akande, G.R. 2009b. Fatty acid composition and amino acid profile of two freshwater species, African catfish (*Clarias gariepinus*) and Tilapia (*Tilapia zillii*). African J. Food Agricult. Nutr. Develop., 1 (9): 609-621.
- 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.
- Oymak, S.A. 1998. Atatürk Baraj Gölü'nde yasayan *Silurus triostegus* (Heckel, 1843) ve *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'un biyo-ekolojik özellikleri. Gazi Üniv. Fen Bil. Enst., Doktora Tezi, Ankara, 118.
- Oymak, S.A., Solak, K., Ünlü, E. 2001. Some biological characteristics of *Silurus triostegus* Heckel, 1843 from Atatürk Dam Lake (Turkey). Turk. J. Zool., 25: 139-148.
- Oymak, SA., Dogan, N., Uysal, E. 2008. Age, growth and reproduction of the shabut *Barbus grypus* (Cyprinidae) in Atatürk Dam-Lake (Euphrates River), Turkey. Cybium. 32 (2): 145-152.
- Özdemir, N. 1996. Elazığ Hazar Gölü'nde bulunan *Capoeta capoeta umbla*'nın kas dokusu yağ asiti bileşiminin mevsimsel değişimi. Tr. J. Biol., 20: 231-243.
- 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.
- Parker, R.S., Selivonchick, D.P., Sinnhuber, R.O. 1980. Turnover of label from 1-14C linolenic acid in phospholipids of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. Lipids, 15: 80-85.
- Piggott, G.M., Tucker, B.W. 1990. Seafood effects of technology on nutrition. Marcel Dekker. Inc. p: 359. New York.

- Pike, I.H. 1990. The role of fish oil in feeds for farmed fish. IAFMM, international association of fish meal manufactureres. 25: 1-12.
- 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.
- Rasoarahona, J.R.E., Barnathan, G., Bianchini, J.P., Gaydou, E.M. 2004. Annual evolution of fatty acid profile from muscle lipids of the common carp (*Cyprinus carpio*) in Madagascar Inland waters *J. Agric. Food Chem.*, 52: 7339-7344.
- Rasoarahona, J.R.E., Barnathan, G., Bianchini, J.P., Gaydou, E.M. 2005. Influence of season on the lipid content and fatty acid profiles of three Tilapia species (*Oreochromis niloticus*, *O. macrochir* and *Tilapia rendalli*) from Madagascar. *Food Chem.*, 91: 683-694.
- Rasoarahona, J.R.E., Ramanoelina, P.A.R., Bianchini, J.P., Gaydou, E.M. 2008. Muscle lipids and fatty acid profiles of the sea catfish (*Arius madagascariensis*) in Madagascar Inland Waters. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 85: 435-440.
- Reilly, M.P., Lawson, J.A., Fitzgerald, G.A. 1998. Eicosanoids and isoeicosanoids: Indices of cellular function and oxidant stress. *J. Nutr.*, 128: 434-438.
- 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. Phys.*, 139 B: 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*. *Aquacult. Nutr.*, 3: 161-165.
- Saify, Z.S., Akhtar, S., Khan, K.M., Perveen, S., Ayattollahi, S.A.M., Hassan, S., Arif, M., Haider, S.M., Ahmad, F., Siddiqui, S., Khan, M.Z. 2003. A study on the fatty acid composition of fish liver oil from two marine fish, *Eusphyra blochii* and *Carcharhinus bleekeri*. *Turk. J. Chem.*, 27: 251-258.
- Saito, H., Yamashiro, R., Alasalvar, C., Konno, T. 1999. Influence of diet on fatty acids of three subtropical fish, subfamily caesioninae (*Caesio diagramma* and *C. tile*) and family siganidae (*Siganus canaliculatus*). *Lipids*, 34: 1073-1082.

- Sargent, J.R., Henderson, R.J., Tocher, D.R. 1989. The lipids. In: Halver, J. (Ed.) Fish Nutrition, 2nd ed. Academic Press, pp. 153-218. New York.
- Sargent, J.R., Henderson, R.J. 1995. Marine n-3 polyunsaturated fatty acids. In: Hamilton, R.J.-Eds. Developments in Oils and Fats. Blackie Academic and Professional, London, p. 32-65.
- Sargent, J.R., Bell, J.G., Bell, M.V., Henderson, R.J., Tocher, D.R. 1995. Requirements criteria for essential fatty acids. J. Appl. Ichthyol., 11: 183-198.
- Sargent, J.R. 1997. Fish oils and human diet. Br. J. Nutr., 78: 5-13.
- Sargent, J.R., McEvoy, L.A., Bell, J.G. 1997. Requirements, presentation and sources of polyunsaturated fatty acids in marine fish larval feeds. Aquacul., 155: 117-127.
- Sargent, J.R., Bell, J.G., McEvoy, L.A., Tocher, D.R., Estevez, A. 1999. Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. Aquacult., 177: 191-199.
- Sarı, M., Çakmak, M.N. 1996. Fish nutrition (in Turkish). Fırat Üniversitesi Yayın No:37, Elazığ.
- Selki, M.S., Başusta, N., Çiftçioğlu, A. 2005. Şabut balığı (*Barbus grypus*) yetiştiriciliği üzerine bir ön çalışma. Ulusal Su Günleri. Türk Sucul Yaşam Dergisi. Düzgüneş, E., Okumuş, İ., Ögüt, H., (Eds.). 3 (4):523-525.
- Sharma, P., Vikas, K., Sinha, A.K., Jayant, R., Kithsiri, H.M.P., Gudipati, V. 2009. Comparative fatty acid profiles of wild and farmed tropical freshwater fish rohu (*Labeo rohita*). Fish Physiol. Biochem., 36 (3):411-417.
- 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. Aquacult., 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*. Fisheries 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 B: 185-195.
- Shirai, N., Suzuki, H., Toukairin, S., Ehara, H., Wada, S. 2002. Dietary and seasonal effects on the dorsal meat lipid composition of Japanese (*Silurus asotus*) and Thai catfish (*Clarias macrocephalus* and hybrid *Clarias macrocephalus* and *Clarias galipinus*). Comp. Biochem. Physiol., 132 A: 609-619.
- Sidhu, K.S. 2003. Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. Regul. Toxicol. Pharmacol., 38 (3): 336-344.



- 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. 1989. Summary of NATO advanced research workshop on dietary n3 and n6 fatty acids: Biological effects and nutritional essentiality. J. Nutr., 199: 512-528.
- Simopoulos, A.P. 1991. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. Am. J. Clin. Nutr., 54: 438-463.
- Sinclair, A.J., O'dea, K.O., 1990. History of fat in the human diet. World Rev. Nutr. Diet., 66: 511-512.
- Singer, P. 1990. N-3 Polyenspuren senken freie fettspuren und triglyceride im serum von patienten mit hyperlipoprotein'rimie starker als n-6 polyensauren. Akt. Ermilmmgsmed., 15: 20-26.
- Siscovick, D.S., Raghunathan, T.E., King, I., et al. 1995. Dietary intake and cell membrane levels of long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids and the risk of primary cardiac arrest. J. Am. Med. Assoc., 274: 1363-1367.
- Skuladottir, G.V., Schiöth, H.B., Gudmundsottir, E., Richards, B., Gardarsson, F., Jonsson, L. 1990. Fatty acid composition of muscle, heart and liver lipids in Atlantic salmon, *Salmo salar*, at extremely low environmental temperature. Aquacult., 84: 71-80.
- Smith, M.W., Miller, N.G.A. 1980. In animals and environmental Fitness, Ed. R. Giles. Pergamon Press, Oxford, UK.
- Soivio, A., Niemistö, M., Backsröm, M. 1989. Fatty acid composition of *Coregonus muksun* Pallas: Changes during incubation, hatching, feeding and starvation. Aquacult., 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, p. 535-537. New York.
- Standby, M.M. 1967. Fatty acid patterns in marine, freshwater and anadromous fish. J. Am. Oil Chem. Soc., 44: 64-74.
- Standby, M.E., Schlenk, H., Gruger, E.H. 1990. Fatty acids composition of fish. In: Standby M.E, ed. Fish oils in nutrition. p. 6-39. Academic Press, New York.
- Steffens, W. 1989. Principles of Fish Nutrition. Ellis Horwood Limited, p. 384. Chichester.

Steffens, W., Wirth, M., Mieth, G., Lieder, U. 1993. Fresh water fish as a source of n-3 poly unsaturated fatty acids and their application to human nutrition. In: S.J Kaushik and P. Luquet (editors), fish nutrition in practice. INRA, p. 469-474. Paris, France.

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

Steffens, W., Wirth, M. 1997. Cyprinids as a valuable source of essential fatty acids for human health: A Review. *Asian Fish. Sci.*, 10: 83-90.

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

Su, X.Q., Antonas, K.N., Li, D. 2004. Comparison of n-3 polyunsaturated fatty acid contents of wild and cultured Australian abalone. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 55: 149-154.

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

Suzuki, H., Okazaki, K., Hayakawa, S., Wada, S., Tamura, S. 1986. Influence of commercial dietary fatty acids on PUFA of cultured freshwater fish and comparison with those of wild fish of the same species. *J. Agric. Food Chem.*, 34: 58-60.

Sykora, M., Valenta, M. 1978. Lipidy rybnicnich ryb celedi Cyprinidae. *Zivocisná Výroba*, 23: 811-824.

Sykora, M., Valenta, M. 1979. Lipidy některých říčních ryb celedi Cyprinidae. *Zivocisná Výroba*, 24: 867-880.

Szypula, J., Epler, P., Bartel, R., Szczerbowski, J.A. 2001. Age and growth of fish in lakes Tharthar, Razzazah, and Habbaniya. *Arch. Pol. Fish.*, 9 (1): 185-197.

Şener, E. 2001. Fish nutrition, Food Substances and The Rules of Foundation Feed (in Turkish). İ.Ü., Üniversite Yayın No: 4290, Su Ürünleri Fak. No: 3, İstanbul.

Şevik, R. 1993. Atatürk Barajı-Suriye sınırı arasındaki Fırat sularında yaşayan *C. regium* ve *C. trutta* türlerinin biyoekolojileri ve et verimleri üzerine araştırmalar. Akdeniz Üniv. Fen Bilimleri Ens. Doktora tezi. Erzurum.

Şevik, R., Hartavi, M. 1997. Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan *Carasobarbus luteus* (Heckel, 1843), üzerinde araştırmalar-I, IX. Ulusal su ürünleri sempozyumu. Eğirdir.

Takahashi, H., Yamada, M. 1976. Lipid composition of seven species of Crustacean plankton. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 42: 769-776.

Takeuchi, T., Watanabe, T. 1977. Requirement of carp for essential fatty acids. *Bull. Japan. Soc. Scient. Fish.*, 43: 541-551.

Tanakol, R., Yazıcı, Z., Sener, E., Sencer, E. 1999. Fatty acid composition of 19 species of fish from the Black Sea and the Marmara Sea. *Lipids*, 34 (3): 291-297.

Tang, H.G., Chen, L.H., Xiao, C.G., Wu, T.X. 2009. Fatty acid profiles of muscle from large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea* R.) of different age., *J. Zhejiang Univ. Sci.*, 10 B: 154-158.

Tawfik, M.S. 2009. Proximate composition and fatty acids profiles in most common available fish speices in Saudi market. *Asian J. Clin. Nutr.*, 1: 50-57.

Tesch, F.W. 1968. Age and Growth. in methods for assessment of fish production in fresh waters (W.E. Ricer, ed.). IBP Handbook, Black Well Sci. Pub. No: 3: 93-123.

Thais, F., Stahl, R.A.K. 1987. Effect of dietary fish oil on renal function in immune mediated glomerular injury. In: W.E.M. Lands (Editor), Proceedings of AOAC Short Course on Polyunsaturated Fatty Acids and Eicosanoids. Am. Oil Chem. Sot., p.123-126. Champaign, Illinois.

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., Faser, A.J., Sargent, J.R., Gamble, J.C. 1985. Fatty acid composition of phospholipids and neutral lipids during embryonic and early larval development in Atlantic herring (*Clupea harengus* L.). *Lipids*, 20: 69-74.

Tokur, B., Özkütük, S., Atıcı, E., Özyurt, G., Özyurt, C.E. 2006. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio* L., 1758), during frozen storage (-18 °C). *Food Chem.*, 99 (2): 335-341.

Ugoala, Chukwuemeka, Ndukwe, G.I., Audu, T.O. 2009. Fatty acids composition and nutritional quality of some freshwater fishes. *Nature Precedings*: doi:10.1038/npre. 3239.1 Posted 12 May 2009.

Ulbricht, T.LV., Southgate, D.A.T. 1991. Coronary heart disease. Seven dietary factors. *Lancet*, 338: 985-992.

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*, s. 66. Eğirdir-Isparta.

Uysal, K. 2004. Gonad olgunlaşması esnasında sudak (*Sander lucioperca*) balığının ovaryum ve testislerinin yağ asidi bileşimindeki değişimler. *DPÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*. 7. Sayı.

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.
- Uysal, K., Bülbül, M., Dönmez, M., Seçkin, A.K. 2008. Changes in some components of the muscle lipids of three freshwater fish species under natural extreme cold and temperate conditions. *Fish Physiol. Biochem.*, 34: 455-463.
- Ünlü, E., Bozkurt, R. 1996. Notes on the catfish, *Silurus triostegus* (Siluridae) from the Euphrates river in Turkey. *Cybiurn*, 20 (3): 315-317.
- Ünlüsayın, M., Aksoylar, M.Y., Gülyavuz, H. 2001. Bazı tatlısu balıklarının sıcak dumanlama sonrası lipidlerindeki kimyasal değişimler. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 25: 341-348.
- Vacha, F., Tvrzicka, E. 1994. Polynenasycené mastné kyseliny a cholesterol v sladkovodních rybách. *Sb. Ref. Ichtyologické Konf. 4-5. Kvetna 1994, VŮRH Vodňany*: 43-47.
- 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.
- Vlaming, V.L.D., Kuris, A., Parker, F.R. 1978. Seasonal variations of reproduction and lipid reserves in some Subtropical Cyprinodontids, *Trans. Am. Fish Soc.*, 107 (3): 464-472.
- Vlieg, P., Body, D.R. 1988. Lipid contents and fatty acid composition of some New Zealand freshwater finfish and Marine finfish, shellfish and roes. *N.Z.J. Mar. Freshwater Res.*, 22: 151-162.
- Voet, D., Voet, J.G. 1990. *Biochemistry*. Wiley, p. 1223. New York.
- Vuorela, R., Kaitaranta, J., Linko, R.R. 1979. Proximate composition of fish roe in relation to maturity. *Can. Inst. Food Sci. Technol. 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.
- Wallaert, C., Babin, P.J. 1994. Thermal adaptation affects the fatty acid composition of plasma phospholipids in trout. *Lipids*, 29: 373-376.
- 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., Takeuchi, T., Wada, M. 1981. Dietary lipid levels and  $\alpha$ -tocopherol requirement of carp. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 47: 1585-1590.
- Watanabe, T. 1982. Lipid nutrition in fish. *Comp. Biochem. Physiol.*, 73 B: 3-15.
- Whelan, E., Surette, M.E., Hardarottir, I. 1993. Dietary arachidonate enhances tissue arachidonate levels and eicosanoid production in Syrian hamsters. *J. Nutr.*, 123: 2174-2185.

Wheeler, S.C., Morrissey, M.T. 2003. Quantification and distribution of lipid, moisture, and fatty acids of West Coast Albacore Tuna (*Thunnus alalunga*). J. Aquat. Food Prod. Tech., 12(2): 3-16.

Wood, B.J.B. 1974. Fatty acid and saponifiable lipids. In: W.D.P. Stewart (Editor). Algae Physiology and Biochemistry. Blackwell, Edinburgh, pp. 29: 236-265.

Yamada, M., Hayashi, K. 1975. Fatty acid composition of lipids from 22 species of fish and mollusk. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 41: 1143-1152.

Yapalak, S., Solak, K., Oymak, A. 1997. Atatürk Baraj Gölü (Fırat)'nde yaşayan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'nin üreme biyolojisi, IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Eğirdir.

Yılmaz, Ö., Konar, V., Çelik, S. 1995. Elazığ Hazar Gölü'ndeki *Capoeta capoeta umbla*'nın dişi ve erkek bireylerinde bazı dokularının total lipit ve yağ asidi bileşimleri. Biyokimya Derg. 20: 31-42.

Yılmaz, Ö., Konar, V., Çelik S. 1996. Elazığ Hazar Gölü'nde yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nin (siraz) total lipit ve yağ asiti miktarının aylara ve mevsimlere göre değişimi. Tr. J. Biol., 20: 245-257.

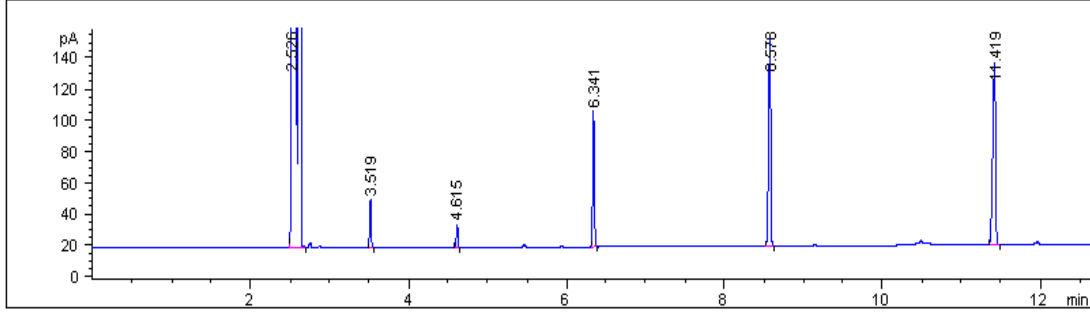
Yılmaz, F., Solak, K. 1999. Dicle Nehri'nde yaşayan *Capoeta trutta* (Heckel;1843)'nin beslenme organizmaları ve bu organizmaların aylara ve yaşlara göre değişimleri Tr. J. Zool., 23 (3): 973-978.

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.

Zibae-Nezhada, M.J., Khosravia, M., Akbaria, S., Bani-Asadia, N.E., Golboostanb, E. 2010. Omega-3 fatty acid composition of Persian gulf fishes. Int. J. Food Prop., 13: 574-579.

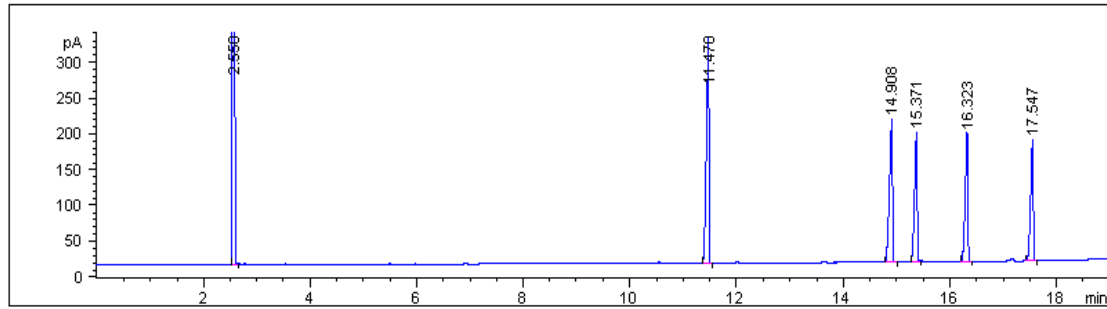
## EKLER: Bazı kromatogram örnekleri

**Ek 1.** Yağ asidi standart kromatogramı (8:0, 10:0, 12:0,14:0, 16:0) (Kolon uzunluğu 60 m)



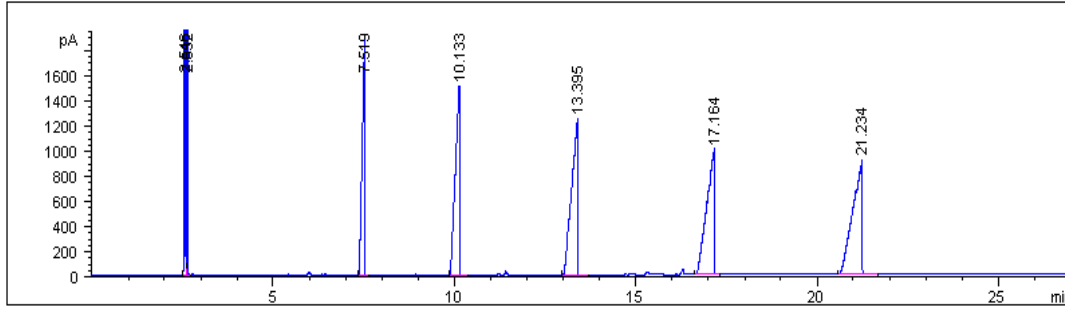
Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %	Yağ Asidi
1	2.526	BB	0.0249	1.31163	8.55498	99.9425	Hekzan
2	3.519	BB	0.0241	44.38808	30.29558	0.00338	8:0
3	4.615	BP	0.0230	21.20956	14.52391	0.00162	10:0
4	6.341	BB	0.0251	134.23943	86.75716	0.01023	12:0
5	8.578	BB	0.0303	260.00970	135.87405	0.01981	14:0
6	11.419	BP	0.0404	294.47949	117.00311	0.02244	16:0

**Ek 2.** Yağ asidi standart kromatogramı (16:0, 18:0, 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3) (Kolon uzunluğu 60m)



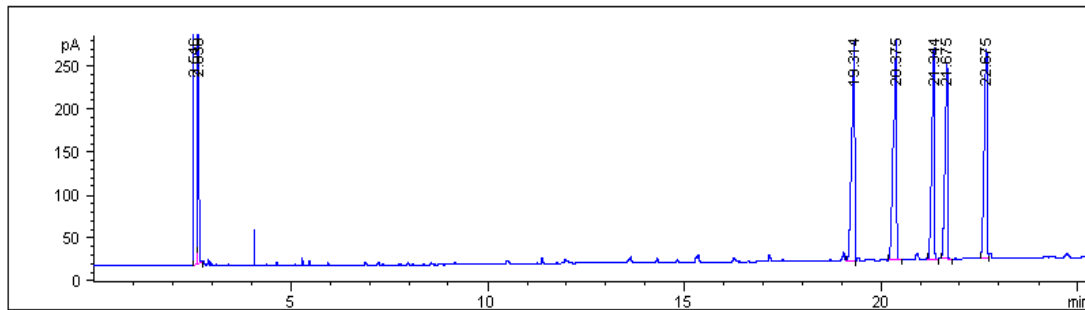
Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %	Yağ Asidi
1	2.550	BB	0.0126	4.25052	5.76332	99.14315	Hekzan
2	11.470	BB	0.0466	1029.51111	311.51059	0.24013	16:0
3	14.908	BP	0.0560	800.58710	198.80794	0.18674	18:0
4	15.371	BB	0.0511	629.52515	178.72008	0.14684	18:1n-9
5	16.323	BB	0.0500	624.22546	177.62010	0.14560	18:2n-6
6	17.547	BP	0.0478	589.68573	168.61406	0.13754	18:3n-3

**Ek 3.** Yağ asidi standart kromatogramı (13:0, 15:0,17:0, 19:0, 21:0) (Kolon uzunluğu 60 m)



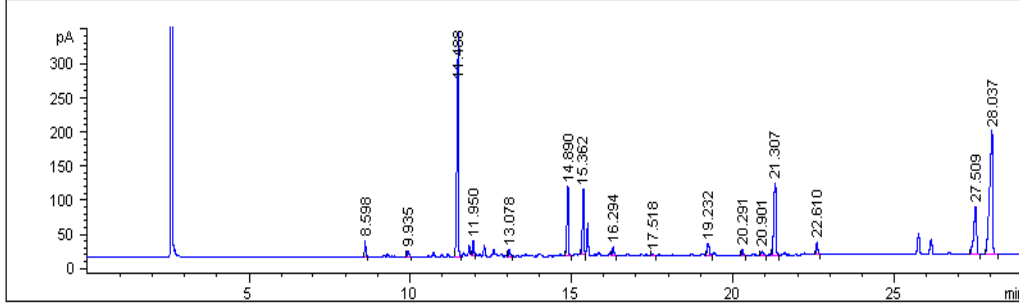
Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %	Yağ Asidi
1	2.546	BV	0.0158	5.32962	5.26484	86.22914	Hekzan
2	7.519	BP	0.0656	9522.87	1865.57776	1.54073	13:0
3	10.133	PB	0.1010	1.21766	1496.02380	1.97008	15:0
4	13.395	BP	0.1465	1.44416	1234.02222	2.33653	17:0
5	17.164	PP	0.1768	1.45875	990.36877	2.36014	19:0
6	21.234	BP	0.2099	1.59926	905.99304	2.58748	21:0

**Ek 4.** Yağ asidi standart kromatogramı (20:1n-9, 20:2n-6, 20:3n-6, 20:4n-6, 20:5n-3) (Kolon uzunluğu 60 m)



Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %	Yağ Asidi
1	2.546	BV	0.0142	7.01208	7.33604	98.81536	Hekzan
2	19.314	VV	0.0711	1386.77539	256.56088	0.19543	20:1n-9
3	20.375	BB	0.0675	1323.62427	255.36229	0.18653	20:2n-6
4	21.344	BP	0.0610	1117.02612	246.07921	0.15741	20:3n-6
5	21.675	BP	0.0642	1087.80066	225.70491	0.15329	20:4n-6
6	22.675	BV	0.0603	1085.88647	242.33458	0.15302	20:5n-3

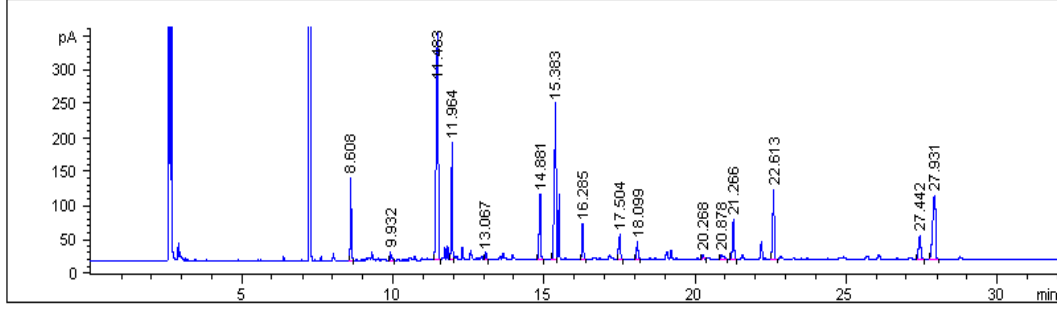
Ek 5. Gonat total lipidindeki fosfolipit yağ asidi kromatogramı (Kolon uzunluğu 60 m)



Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %	Yağ Asidi
1	8.598	PB	0.0407	58.123146	22.11621	1.134668	14:0
2	9.935	BB	0.0422	22.31450	7.84170	0.51605	15:0
3	11.488	BB	0.0463	1130.93921	327.26233	26.15452	16:0
4	11.950	BB	0.0432	59.49638	21.55121	1.37594	16:1n-7
5	13.078	PB	0.0522	29.75943	8.85613	0.68823	17:0
6	14.890	BB	0.0544	368.80527	101.48717	8.52913	18:0
7	15.362	BV	0.0539	328.90930	96.10735	7.60648	18:1n-9
8	16.294	VB	0.0530	44.49071	12.98224	1.02891	18:2n-6
9	17.518	PP	0.0503	7.91053	2.40781	0.18294	18:3n-3
10	19.232	PP	0.0597	60.66540	16.20177	1.40297	20:1n-9
11	20.291	PB	0.0598	30.11522	8.02215	0.69646	20:2n-6
12	20.901	PB	0.0623	22.95870	5.43527	0.53095	20:3n-6
13	21.307	BB	0.0606	403.61609	105.65636	9.33418	20:4n-6
14	22.610	BB	0.0563	66.05515	18.21386	1.52762	20:5n-3
15	27.509	BP	0.0934	425.82016	70.53633	9.84768	22:5n-3
16	28.037	BB	0.0940	1263.97961	179.77545	29.23127	22:6n-3

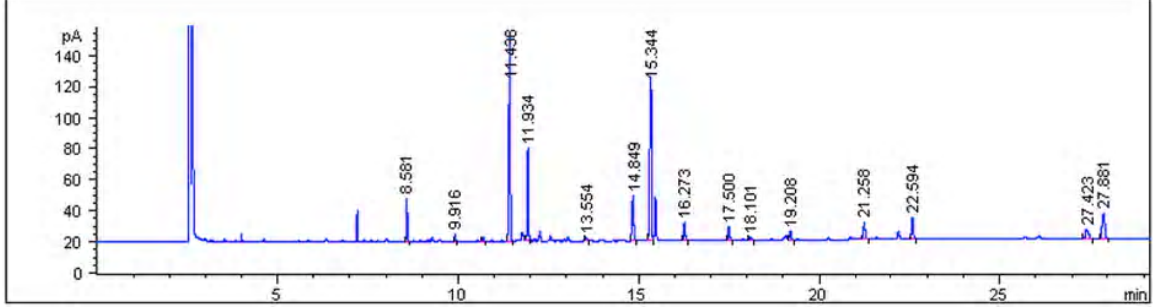


Ek 6. Karaciğer total lipidindeki yağ asidi kromatogramı (Kolon uzunluğu 60 m)



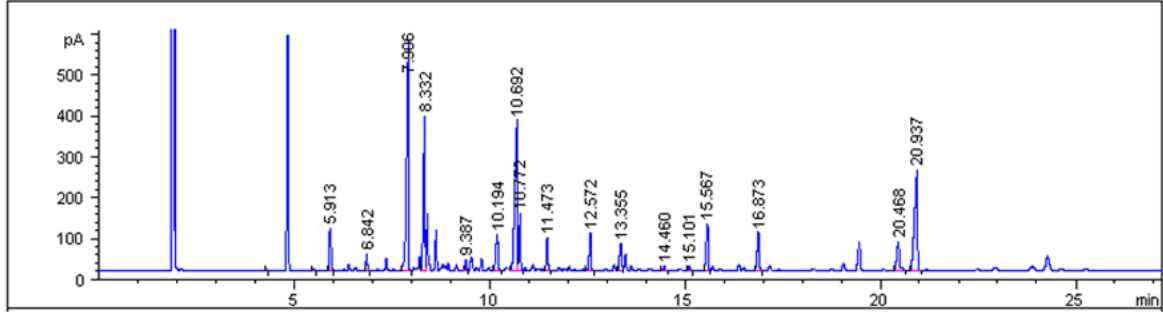
Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %	Yağ Asidi
1	8.608	BB	0.0353	282.33328	120.49547	5.54996	14:0
2	9.932	BB	0.0428	32.02732	11.38817	0.62958	15:0
3	11.483	BB	0.0517	1199.11682	335.84827	23.5716	16:0
4	11.964	VV	0.0431	490.88593	173.04410	9.64957	16:1n-7
5	13.067	VP	0.0490	28.81144	9.33345	0.56636	17:0
6	14.881	BP	0.0571	372.69025	96.44982	7.32615	18:0
7	15.383	BV	0.0564	932.24957	229.60463	18.3256	18:1n-9
8	16.285	BB	0.0507	163.00609	50.41330	3.20429	18:2n-6
9	17.504	PP	0.0490	122.75650	37.65679	2.41308	18:3n-3
10	18.099	PB	0.0519	84.68291	25.36653	1.66465	20:1n-9
11	20.268	PP	0.0497	18.89519	6.34733	0.37143	20:2n-6
12	20.878	PB	0.0977	43.41276	6.04826	0.85338	20:3n-6
13	21.266	BP	0.0547	209.14868	58.51196	4.11133	20:4n-6
14	22.613	BB	0.0581	382.09485	101.02150	7.51102	20:5n-3
15	27.442	PP	0.0776	185.91869	34.12808	3.65469	22:5n-3
16	27.931	BP	0.0825	539.09491	91.85679	10.5972	22:6n-3

Ek 7. Kas total lipidindeki triaçilgliserol yağ asidi kromatogramı (Kolon uzunluğu 60 m)



Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %	Yağ Asidi
1	8.581	BB	0.0306	52.88075	27.26599	4.018	14:0
2	9.916	BP	0.0332	10.05590	4.66142	0.764	15:0
3	11.438	BB	0.0426	366.21964	135.35857	27.83	16:0
4	11.934	BB	0.0392	149.02373	59.53703	11.32	16:1n-7
5	13.057	PB	0.0459	8.77962	3.01843	0.667	17:0
6	14.849	BB	0.0523	94.91397	28.91650	7.213	18:0
7	15.344	BV	0.0504	337.25894	105.12050	25.63	18:1n-9
8	16.273	BB	0.0479	36.58143	11.88663	2.780	18:2n-6
9	17.500	PP	0.0497	28.18851	8.71181	2.142	18:3n-3
10	18.101	PB	0.0510	7.54429	2.25756	0.573	20:1n-9
11	19.208	PP	0.0553	18.42457	5.33357	1.400	20:2n-6
12	21.258	BB	0.0556	36.83216	10.33912	2.799	20:4n-6
13	22.594	PB	0.0562	47.70755	13.50996	3.625	20:5n-6
14	27.423	PP	0.0765	130.23876	15.82887	2.298	22:5n-3
15	27.881	BB	0.0811	85.57214	15.82249	6.503	22:6n-3

**Ek 8.** Kas total lipidindeki yağ asidi kromatogramı (Kolon uzunluğu 30 m)



Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %	Yağ Asidi
1	5.913	BB	0.0334	221.94795	101.88816	2.43973	14:0
2	6.842	BB	0.0356	89.76393	39.31436	0.98672	15:0
3	7.906	BB	0.0522	2156.50732	557.13702	23.70508	16:0
4	8.332	VV	0.0456	1116.14746	376.02283	12.26908	16:1n-7
5	9.524	VV	0.0654	127.09082	31.96722	1.39703	17:0
6	10.194	BB	0.0565	340.75534	87.28612	3.74570	18:0
7	10.692	VV	0.0597	1690.81250	367.18927	18.58600	18:1n-9
8	11.473	BB	0.0472	238.58324	79.05778	2.62259	18:2n-6
9	12.572	VP	0.0494	292.60092	91.23701	3.21637	18:3n-3
10	13.355	VV	0.0553	264.87167	66.77802	2.91156	20:1n-9
11	14.460	BB	0.0546	36.71404	10.05053	0.40357	20:2n-6
12	15.101	PP	0.0527	41.36464	11.57397	0.45469	20:3n-6
13	15.567	BV	0.0591	433.27921	114.62464	4.76276	20:4n-6
14	16.873	BP	0.0556	348.78406	191.28055	3.83396	20:5n-3
15	20.468	BB	0.0701	333.86673	68.16819	3.66998	22:5n-3
16	20.937	BB	0.0681	1287.28076	245.62245	14.15024	22:6n-3

## ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Diyarbakır'da doğdu. İlkokulu Şanlıurfa Vatan İlkokulu'nda, Ortaokul ve Lise öğrenimini Şanlıurfa Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 1998 yılında Dicle Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünü kazandı. 2004 yılında Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda yüksek lisans programına başladı. “*Modicogryllus truncatus* (Tarbinsky, 1940) (Orthoptera:Gryllidae)'ta aşırı doymamış yağ asitlerinin biyosentezi” konulu tezini 2006 yılında tamamladı. Aynı yıl Dicle Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde doktora programına başladı.