

T.C.  
DICLE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

VAN GÖLÜ'NDE YAŞAYAN İNCİ KEFALİ BALIĞININ  
(*ALBURNUS TARICHI*) DEĞİŞİK DOKULARINDAKİ (KAS,  
KARACİĞER VE GONAT) YAĞ ASİTİ İÇERİĞİNİN  
MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

Veysi KIZMAZ

Doktora Tezi

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DIYARBAKIR

Haziran-2015

T.C.  
DICLE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

VAN GÖLÜ'NDE YAŞAYAN İNCİ KEFALİ BALIĞININ  
(*ALBURNUS TARICHI*) DEĞİŞİK DOKULARINDAKİ (KAS,  
KARACİĞER VE GONAT) YAĞ ASİTİ İÇERİĞİNİN  
MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

Veysi KIZMAZ

Doktora Tezi

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

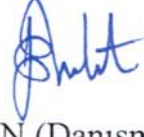

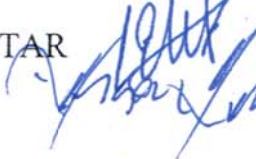


DİYARBAKIR

Haziran-2015

T.C.  
DİCLE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ  
DIYARBAKIR

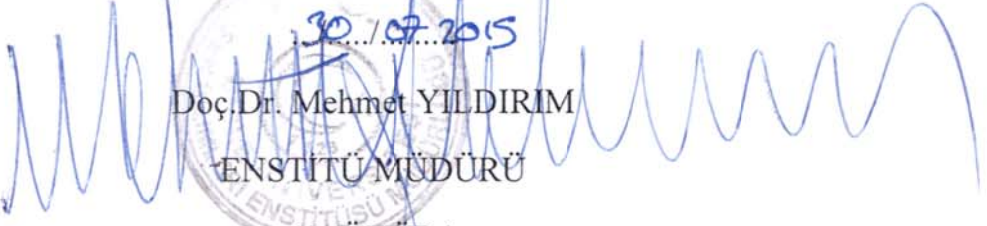
Veysi KIZMAZ tarafından yapılan “Van Gölü’nde Yaşayan İnci Kefali Balığının (*Alburnus tarichi*) Değişik Dokularındaki (Kas, Karaciğer ve Gonat) Yağ Asiti İçeriğinin Mevsimsel Değişimi” konulu bu çalışma, jürimiz tarafından Biyoloji Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyelerinin

	Ünvanı	Adı Soyadı	
Başkan	: Prof. Dr.	Erhan ÜNLÜ	
Üye	: Prof. Dr.	Mehmet BAŞHAN (Danışman)	
Üye	: Prof. Dr.	Elif İpek SATAR	
Üye	: Doç. Dr.	İhsan EKİN	
Üye	: Yrd. Doç. Dr.	Semra KAÇAR	

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 29/06/2015

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

30.07.2015  
  
Doç. Dr. Mehmet YILDIRIM  
ENSTİTÜ MÜDÜRÜ  
(MÜHÜR)

## TEŞEKKÜR

Doktora eğitimi süreci içerisinde tez konusunun belirlenmesinde, yürütülmesinde ve yazımında bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda desteğini gördüğüm, hoşgörü ortamı içerisinde geniş tecrübelerini paylaşan saygıdeğer hocam sayın Prof.Dr. Mehmet BAŞHAN'a, çalışmalarında tecrübelerinden yararlandığım değerli arkadaşım Arő.Gör.Dr. Tarık ÇİÇEK'e en içten saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca DÜBAP13-FF-43 no'lu proje ile maddi katkı sağlayan Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne ve hayatımın her döneminde desteklerini, sevgilerini esirgemeyen çok değerli anne ve babam Sabiha-Enuő KIZMAZ'a, hayatıma renk katan kardeşlerime ve arkadaşlarıma en içten duygularıyla teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>I</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>II</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XII</b>
<b>ÇİZELGE LİSTESİ</b> .....	<b>XV</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>XX</b>
<b>KISALTMA VE SİMGELER</b> .....	<b>XXI</b>
<b>1.GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Yağ Asitlerinin Yapısı .....	1
1.1. Triaçilgliserol .....	5
1.2. Fosfolipit .....	7
1.2.1. Fosfolipit Alt sınıfları.....	9
1.2.1.1. Fosfatidilkolin .....	10
1.2.1.2. Fosfatidiletanolamin.....	11
1.2.1.3. Fosfatidilserin.....	11
1.2.1.4. Fosfatidilinositol .....	12
1.3. Balıkların Besinsel Önemi .....	12
1.4. Balıkların Yağ Asitleri .....	14
1.5. Balık Yağ Asitlerinin Sağlık Açısından Önemi .....	16
1.6. Balıklarda Yağ Asitlerinin Fonksiyonu .....	19
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	<b>23</b>
2.1. Balıkların Kas Total Lipidi ile İlgili Çalışmalar .....	23
2.2. Balıkların Kas Total Lipidine Etki Eden Faktörler .....	26
2.2.1. Balıkların Kas Total Lipidine Üremenin Etkisi .....	26
2.2.2. Doğal ve Kültür Balıklarında Kas Total Lipit İçeriği .....	28
2.2.3. Balıkların Kas Total Lipidine Mevsimlerin Etkisi.....	28
2.2.4. Balıkların Kas Total Lipidine Coğrafik Bölge ve Lokalitenin Etkisi .....	32
2.3. Balıkların Karaciğer Total Lipidi ile İlgili Çalışmalar.....	32
2.4. Balıkların Karaciğer Total Lipidine Etki Eden Faktörler .....	33
2.4.1. Balıkların Karaciğer Total Lipidine Mevsimin Etkisi .....	33
2.4.2. Balıkların Karaciğer Total Lipidine Üremenin Etkisi.....	34

2.5. Karaciğer ve Kas Total Lipitlerinin Karşılaştırılması.....	35
2.6. Dişi ve Erkek Bireylerde Karaciğer Total Lipidin Karşılaştırılması .....	36
2.7. Doğal ve Kültür Balıklarının Karaciğer Total Lipit Miktarı.....	37
2.8. Balıkların Gonat Total Lipidi ile İlgili Çalışmalar.....	37
2.9. Balıkların Gonat Total Lipidine Etki Eden Faktörler .....	38
2.10. Balıkların Ovaryum ve Testislerindeki Total Lipitlerin Karşılaştırılması .....	41
2.11. Balıklarda Kas Total Yağ Asidi Analizi .....	43
2.12. Kas Total Yağ Asidine Etki Eden Faktörler .....	52
2.12.1. Kas Total Yağ Asidine Mevsimin Etkisi .....	52
2.12.2. Kas Total Yağ Asidine Üremenin Etkisi.....	57
2.12.3. Deniz ve Tatlı su Balıklarının Kas Total Yağ Asitlerinin Karşılaştırılması .....	60
2.12.4. Kas Total Yağ Asidine Besinin Etkisi .....	63
2.12.5. Kas Total Yağ Asitlerine Eşeyin Etkisi .....	68
2.12.6. Kas Total Yağ Asidine Sıcaklığın Etkisi .....	69
2.12.7. Kas Total Yağ Asidine Coğrafik Bölge ve Lokalitenin Etkisi.....	71
2.12.8. Kas Total Yağ Asidine Yaşın Etkisi .....	72
2.13. Kültür ve Doğal Balıklarının Kas Total Yağ Asidi Analizi.....	72
2.14. Kas Lipitlerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Yağ Asidi Analizi .....	73
2.14.1. Kas Lipitlerinin Fosfolipit Yağ Asidi Analizi.....	73
2.14.2. Kas Lipitlerinin Triaçilgliserol Yağ Asidi Analizi.....	74
2.15. Kas Lipitlerindeki Triaçilgliserol ve Fosfolipit Yağ Asidi İçeriğine Etki Eden Faktörler.....	77
2.15.1. Kas Lipitlerinin Triaçilgliserol ve Fosfolipit Yağ Asidi İçeriğine Besinin Etkisi .....	78
2.15.2. Kas Lipitlerinin Triaçilgliserol ve Fosfolipit Yağ Asidi İçeriğine Sıcaklığın Etkisi .....	79
2.15.3. Kas Lipitlerinin Triaçilgliserol ve Fosfolipit Yağ Asidi İçeriğine Mevsimin Etkisi .....	80
2.16. Kas Lipitlerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonlarındaki Yağ Asidi İçeriğinin Karşılaştırılması .....	81
2.17. Karaciğer Total Yağ Asidi Analizi .....	84
2.18. Karaciğer Lipitlerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Yağ Asidi Analizi.....	89
2.19. Gonat Gelişiminde Yağ Asitlerinin Rolü.....	91

2.20. Gonat Total Yağ Asidi Analizi .....	93
2.21. Testis ve Ovaryumdaki Yağ Asidi İçeriğinin Karşılaştırılması .....	95
2.22. Gonat Lipitlerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Yağ Asidi İçeriği .....	97
2.23. Balık Kas Total Lipitlerinde n-3/n-6 Oranı.....	98
2.24. N-3/n-6 Oranına Etki Eden Faktörler.....	101
2.24.1. Deniz ve Tatlı su Balıklarında N-3/n-6 Oranı.....	101
2.24.2. N-3/n-6 Oranına Mevsimin Etkisi.....	103
2.24.3. N-3/n-6 Oranına Besinin Etkisi.....	105
2.24.4. Kültür ve Doğal Balıklarda N-3/n-6 Oranı .....	105
2.24.5. Balık Büyüklüğünün N-3/n-6 Oranına Etkisi .....	106
2.25. Fosfolipit Alt Sınıflarının Miktarı ve Yağ Asidi İçeriği .....	106
2.26. Fosfolipit Altsınıfı Yağ Asidi İçeriğine Etki Eden Etmenler.....	108
2.27. Balık Yağının İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri.....	110
2.28. Bireysel Yağ Asitlerinin Fonksiyonu.....	111
<b>3. MATERYAL ve METOT .....</b>	<b>113</b>
3.1 Araştırma Planı.....	113
3.2. Araştırma Alanının Özellikleri.....	113
3.3 Balık Örneklerinin Yakalandığı Lokaliter .....	113
3.4. <i>Alburnus tarichi</i> (Güldenstadt, 1814)'in Biyolojik Özellikleri.....	115
3.5. İnci Kefali'nin Morfolojik Özellikleri .....	115
3.6. İnci Kefali'nin Yaşam Döngüsü.....	116
3.7. İnci Kefali'nin Beslenmesi.....	118
3.8. İnci Kefali'nin Popülasyon Yapısı .....	119
3.9. İnci Kefali'nin Dağılımı.....	121
3.10. Laboratuvarda Yapılan İşlemler.....	123
3.10.1. Ağırlık-Boy ölçümleri.....	123
3.10.2. Eşey Belirlenmesi .....	123
3.10.3. Yaş Tayini .....	123
3.10.4. Doku Örneklerinin Alınması ve Muhafazası .....	126
3.10.5. Lipit Ekstraksiyonu ve Yağ Asidi Metil Esterlerinin (FAME) Hazırlanması... 126	
3.10.5.1. Total, PL ve TAG Yağ Asidi Metil Esterlerinin (FAME) Hazırlanması.....	126

3.10.5.2. Fosfolipit alt sınıflarının Yağ Asidi Metil Esterlerinin (FAME) Hazırlanması .....	127
3.11. Gaz Kromatografisi Koşulları .....	128
3.12. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi .....	131
<b>4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....</b>	<b>133</b>
4.1. <i>Alburnus tarichi</i> Erkek ve Dişi Bireylerinin Kas Total Lipit Miktarı.....	133
4.2. Kas Total Lipit Miktarına Etki Eden Faktörler .....	136
4.2.1. Kas Total Lipit Miktarına Üremenin Etkisi .....	136
4.2.2. Kas Total Lipit Miktarına Mevsimin Etkisi .....	137
4.2.3. Kas Total Lipit Miktarına Eşeyin Etkisi .....	140
4.3. <i>Alburnus tarichi</i> Erkek ve Dişi Bireylerinin Karaciğer Total Lipit Miktarı .....	141
4.4. Karaciğer Total Lipit Miktarına Etki Eden Faktörler .....	142
4.4.1. Karaciğer Total Lipit Miktarına Mevsimin Etkisi .....	142
4.4.2. Karaciğer Total Lipit Miktarına Üremenin Etkisi.....	143
4.5. Dişi ve Erkek Karaciğer Total Lipit Miktarının Karşılaştırılması .....	144
4.6. Karaciğer ve Kas Total Lipit Miktarının Karşılaştırılması .....	145
4.7. <i>Alburnus tarichi</i> erkek ve dişi bireylerinin gonad total lipit miktarı .....	146
4.8. Gonad Total Lipit Miktarına Etki Eden Faktörler .....	147
4.8.1. Gonad Total Lipit Miktarına Üreme ve mevsimin Etkisi .....	147
4.8.2. Gonad Total Lipit Miktarına Eşeyin Etkisi.....	149
4.9. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerinin Kas Total Lipidindeki Yağ Asidi İçeriği.....	150
4.9.1. <i>Alburnus tarichi</i> Erkek ve Dişi Bireylerinin Kas Total Lipitlerindeki Yağ Asidi İçeriğine Mevsimin Etkisi .....	168
4.9.2. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerinin Kasındaki Total Lipidin Yağ Asidi İçeriğine Sıcaklığın Etkisi.....	172
4.9.3. <i>Alburnus tarichi</i> Kasındaki Total Lipidin Yağ Asidi İçeriğine Besinin Etkisi...	175
4.9.4. <i>Alburnus tarichi</i> Kasındaki Total Lipidin Yağ Asidi İçeriğine Eşeyin Etkisi ....	180
4.10. <i>Alburnus tarichi</i> Kas Total Lipitlerinde N-3/n-6 Oranı .....	180
4.11. Deniz ve Tatlı su Balıklarında N-3/n-6 Oranı.....	183
4.12. N-3/n-6 Oranına Mevsimin Etkisi.....	184
4.13. N-3/n-6 Oranına Besinin Etkisi.....	185



4.14. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerinin Karaciğer Total Lipidindeki Yağ Asidi İçeriği .....	186
4.15. Karaciğer Total Yağ Asitlerinde N-3/n-6 Oranı .....	193
4.16. Karaciğer Total Yağ Asidi İçeriğine Mevsim ve Eşeyin Etkisi .....	193
4.17. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerinin Gonat Total Lipidindeki Yağ Asidi İçeriği.....	198
4.18. Gonat Gelişiminde Yağ Asitlerinin Rolü.....	202
4.19. Gonat Yağ Asiti Analizleri .....	203
4.20. Gonat Yağ Asiti Analizini Etkileyen Faktörler.....	204
4.21. Gonat Yağ Asiti İçeriğine Mevsimin ve Üreme Döneminin Etkisi .....	205
4.22. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerinin Kas, Karaciğer ve Gonat Total Lipidindeki Yağ Asidi İçeriği Karşılaştırılması .....	206
4.23. <i>Alburnus tarichi</i> Doku Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişiminde Belirlenen Ortak Bulgular .....	208
4.24. Dişi ve erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin Kas Lipitlerinin Fosfolipit Yağ Asidi Yüzdelerinin Karşılaştırılması .....	210
4.25. Kas Lipitlerinin Fosfolipit Yağ Asidi Analizi.....	214
4.26. Fosfolipit Fraksiyonundaki Yağ Asidi İçeriğine Sıcaklık ve Mevsimin Etkisi ...	216
4.27. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerindeki Karaciğer Lipitlerinin Fosfolipit Yağ Asidi İçeriği.....	220
4.28. Balıkların Karaciğer Lipitlerindeki Fosfolipit Yağ Asidi Analizleri .....	224
4.29. Balıkların Karaciğer Fosfolipit Yağ Asidi İçeriğine Mevsim ve Üreme Etkisi...	225
4.30. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerindeki Gonad Lipitlerinin Fosfolipit Yağ Asidi İçeriği .....	227
4.31. Gonat Lipidindeki Fosfolipit Yağ Asidi İçeriği .....	231
4.32. Gonat Lipidindeki Fosfolipit Yağ Asidi İçeriğine Mevsimin Etkisi.....	233
4.33. Dişi ve erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin Kas, Karaciğer ve Gonad Dokularının Fosfolipit Yağ Asidi Yüzdelerinin Karşılaştırılması .....	234
4.34. Dişi ve Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin Kas Lipitlerinin Triaçilgliserol Yağ Asidi Yüzdelerinin Karşılaştırılması .....	238
4.35. Kas Lipitlerinin Triaçilgliserol Yağ Asidi Analizi.....	242
4.36. Triaçilgliserol Fraksiyonundaki Kas Lipitlerinin Yağ Asidi İçeriğine Etki Eden Faktörler.....	246
4.36.1. Triaçilgliserol Fraksiyonundaki Kas Lipitlerinin Yağ Asidi İçeriğine Besinin Etkisi .....	247

4.36.2. Triaçilgliserol Fraksiyonundaki Kas Lipitlerinin Yağ Asidi İçeriğine Sıcaklığın Etkisi .....	248
4.37. Dişi ve Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin Karaciğer Lipitlerinin Triaçilgliserol Yağ Asidi Yüzdelerinin Karşılaştırılması .....	249
4.38. Balıkların Karaciğer Lipitlerindeki Triaçilgliserol Yağ Asidi Analizleri .....	253
4.39. Karaciğer Lipitlerindeki Triaçilgliserol Yağ Asidi İçeriğine Mevsim ve Üremenin Etkisi .....	255
4.40. Dişi ve Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin Gonad Lipitlerinin Triaçilgliserol Yağ Asidi Yüzdelerinin karşılaştırılması .....	257
4.41. Gonad Lipidindeki Triaçilgliserol Yağ Asidi İçeriği .....	261
4.42. Gonad Lipitlerindeki Triaçilgliserol Yağ Asidi İçeriğine Etki Eden Faktörler ...	262
4.43. Dişi ve Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin Kas, Karaciğer ve Gonad Lipitlerinin Triaçilgliserol Yağ Asidi Yüzdelerinin Karşılaştırılması .....	262
4.44. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerinin Değişik Dokularında Total ile Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonlarındaki Yağ Asidi İçeriklerinin Karşılaştırılması .....	265
4.45. Balıklarda Fosfolipit Altsınıf Miktarları .....	270
4.46. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerindeki Kas Fosfatidilkolin (PC) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi .....	271
4.47. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerindeki Karaciğer Fosfatidilkolin (PC) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi .....	276
4.48. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerindeki Gonad Fosfatidilkolin (PC) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi .....	280
4.49. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerindeki Kas, Karaciğer ve Gonad Fosfatidilkolin (PC) Mevsimsel Yağ Asidi İçeriklerinin Karşılaştırılması .....	284
4.50. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerindeki Kas Fosfatidiletanolamin (PE) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi .....	287
4.51. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerindeki Karaciğer Fosfatidiletanolamin (PE) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi .....	292
4.52. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerindeki Gonad Fosfatidiletanolamin (PE) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi .....	296
4.53. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerindeki Kas, Karaciğer ve Gonad Fosfatidiletanolamin (PE) Mevsimsel Yağ Asidi İçeriklerinin Karşılaştırılması	300
4.54. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerindeki Kas Fosfatidilinositol (PI) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi .....	302

4.55. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerindeki Karaciğer Fosfatidilinositol (PI) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi .....	307
4.56. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerindeki Gonat Fosfatidilinositol (PI) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi .....	312
4.57. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerindeki Kas, Karaciğer ve Gonad Fosfatidilinositol (PI) Mevsimsel Yağ Asidi İçeriklerinin Karşılaştırılması.....	317
4.58. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerindeki Kas Fosfatidilserin (PS) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi.....	320
4.59. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerindeki Karaciğer Fosfatidilserin (PS) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi .....	324
4.60. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerindeki Gonat Fosfatidilserin (PS) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi .....	328
4.61. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerindeki Kas, Karaciğer ve Gonad Fosfatidilserin (PS) Mevsimsel Yağ Asidi İçeriklerinin Karşılaştırılması .....	332
4.62. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerindeki Kas Triaçilgliserol ve Fosfolipit Altsınıf Yağ Asidi İçeriğinin Karşılaştırması .....	335
4.63. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerindeki Karaciğer Triaçilgliserol ve Fosfolipit Altsınıf Yağ Asidi İçeriğinin Karşılaştırması .....	339
4.64. <i>Alburnus tarichi</i> Dişi ve Erkek Bireylerindeki Gonat Triaçilgliserol ve Fosfolipit Altsınıf Yağ Asidi İçeriğinin Karşılaştırması .....	342
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>347</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>349</b>
<b>EKLER: .....</b>	<b>389</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>399</b>

## ÖZET

### VAN GÖLÜ'NDE YAŞAYAN İNCİ KEFALİ BALIĞININ (*ALBURNUS TARICHI*) DEĞİŞİK DOKULARINDAKİ (KAS, KARACİĞER VE GONAT) YAĞ ASİTİ İÇERİĞİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

DOKTORA TEZİ

Veysi KIZMAZ

DİCLE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

2015

Bu çalışmada, Türkiye'nin en büyük gölünde yaşayabilen tek balık olan *Alburnus tarichi*'nin kas, karaciğer ve gonatlarının total lipidi, fosfolipit, triaçilgliserol ve fosfatidilkolin (PC), fosfatidilinositol (PI), fosfatidilserin (PS) ve fosfatidiletanolamin (PE) gibi fosfolipit alt sınıfları fraksiyonundaki yağ asidi bileşiminin, eşeye ve mevsime bağlı değişimleri araştırılmıştır. Balık örnekleri Van Gölü'nden Şubat 2012-Aralık 2012 tarihlerinde ikişer aylık periyotlarla alınmıştır.

Total lipit içeriği yıl içinde dişilerin kas dokusunda % 3.21-5.57, erkeklerin kas dokusunda % 3.33-5.23, ovaryumunda % 4.93-6.95, testislerde % 3.54-7.87, dişilerin karaciğerinde % 7.79-27.27, erkeklerin karaciğerinde % 10.69-29.73 aralığında değişmiştir. *A. tarichi*'nin karaciğeri dokusunun diğer dokulara oranla daha fazla total lipit içerdiği saptanmıştır. *A. tarichi*'nin dokularındaki total lipit miktarı; üreme zamanı ve mevsime bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Örneğin, *A. tarichi*'nin kaslarındaki total lipit içeriğinin, üreme döneminin başlangıcı olan nisan ayında minimum, üreme sonrası dönem olan ağustos ayında maksimum seviyede olduğu tespit edildi. Kasın total lipit içeriği diğer dokulardan daha düşük bulunmuştur. Dişi bireylerin tüm dokularındaki (kas, karaciğer ve ovaryum) total lipit içeriği, diğer periyot ve sezona oranla ağustosta daha yüksek bulunmuştur.

Gaz kromatografi sonuçlarına göre; balıkların kas, gonat ve karaciğer gibi dokularında doymuş yağ asitlerinden 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), Eikosadienoik asit (20:2n-6), eikosatrienoik asit (20:3n-6), arakidonik asit (20:4n-6, AA), eikosapentaenoik asit (20:5n-3, EPA), dokosapentaenoik asit (22:5n-3) ve dokosaheksaenoik asitler (22:6n-3, DHA) tespit edilmiştir.

Balıkların; kas, gonat ve karaciğerlerindeki total lipidi, total fosfolipit, triaçilgliserol ve fosfolipit alt sınıfları (PC, PI, PS ve PE) fraksiyonlarındaki yağ asidi içerikleri; yağ asidi standartları kullanılarak, gaz kromatografi ile belirlenmiştir. Bu çalışmada,  $\sum$ SFA (Saturated Fatty Acids: Doymuş Yağ Asitleri),  $\sum$ MUFA (Monounsaturated Fatty Acids: Tekli Doymamış Yağ Asitleri) ve  $\sum$ PUFA (Polyunsaturated Fatty Acids: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri) düzeylerinin, aynı balık türünün dokuları ve mevsime bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. *A. tarichi*'nin dokularından ekstrakte edilen total lipitlerinde  $\sum$ SFA oranı % 18.90-40.30,  $\sum$ MUFA % 24.75-52.87 arasında değişmiştir. Dokuların total lipidinde  $\sum$ PUFA yüzdesi, % 18.83-45.13 arasında bulunmuştur.

*A. tarichi*'nin karaciğerindeki total lipidin  $\sum$ MUFA yüzdeleri, kas ve gonad dokularından daha yüksek bulunmuştur. Tüm mevsimlerde, İnci Kefali'nin doku lipitlerindeki total lipit, fosfolipit (PL) ve triaçilgliserol (TAG) fraksiyonlarındaki  $\sum$ SFA,  $\sum$ MUFA ve  $\sum$ PUFA dağılımları farklı bulunmuştur. Triaçilgliserol, fosfolipide oranla daha az oranda  $\sum$ PUFA, daha fazla oranda  $\sum$ MUFA; TAG ile karşılaştırıldığında PL daha fazla oranda  $\sum$ PUFA ve  $\sum$ SFA, daha az oranda  $\sum$ MUFA içermiştir.

Tüm mevsimlerde İnci Kefali'nin dokularındaki total lipitlerde SFA içinde temel bileşen 16:0 (% 11.58-21.56), tekli doymamış yağ asitleri içinde 16:1n-7 (% 7.27-21.23) ve 18:1n-9 (% 16.95-36.94), PUFA içinde DHA (% 5.66-20.07) ve EPA (% 5.19-14.38)'tir. İnci Kefali'nin dokularında baskın yağ asitlerinin oranları; üreme zamanı, sıcaklık ve mevsime bağlı olarak değişmiştir. *A. tarichi*'nin her iki eşeyinin kas total lipidindeki 16:0 yüzdesinin, diğer aylarla karşılaştırıldığında şubat ve ağustos aylarında daha yüksek olduğu; buna karşılık DHA yüzdesinin, diğer aylarla karşılaştırıldığında ekim ayında düşük olduğu bulunmuştur.

*A. tarichi*'nin kas lipitlerinin PL fraksiyonunda  $\sum$ SFA ve 16:0'ın oranın üreme dönemi olan haziran ayında düştüğü, buna karşılık  $\sum$ SFA ve 16:0 oranının üreme sonrası ağustos ayında yüksek olduğu belirlenmiştir. İnci kefali'nin her iki eşeyinin total lipitlerinde n-3/n-6 oranı; kasta 3.50-4.41, karaciğerde 3.03-5.54, gonatlarda 3.14-6.09 aralığında tespit edilmiştir. *A. tarichi*'nin dokularındaki TAG ve PL yağ asidi kompozisyonları farklı bulunmuştur. Triaçilgliseroller; yüksek oranda  $\sum$ MUFA, 14:0, 16:1n-7, 18:2n-6 ve 18:3n-3; fosfolipitler ise yüksek miktarda  $\sum$ PUFA, 20:3n-6, AA, EPA, 22:5n-3, DHA ve  $\sum$ SFA'ler içinde 18:0 içermiştir.

Bu çalışmada, İnci Kefali'nin değişik dokularında PC, PE, PS ve PI gibi fosfolipit alt sınıflarının yağ asit içeriklerinin mevsimsel dağılımı da belirlenmiştir. Dokulardaki temel fosfolipitler PC, PE, PI ve PS olarak belirlenmiştir. Kantitatif yağ asiti içeriklerinin PL alt sınıfları arasında değiştiği belirlenmiştir. Örneğin, İnci Kefali'nde PC'nin baskın yağ asitleri 16:0 ve DHA iken; PI'nın 18:0 ve AA'dır. PE'nin temel bileşenleri 18:0 ve DHA olarak belirlenmiştir. Bir yıl boyunca İnci Kefali'nin dokularındaki PL alt sınıflarının yüzdelerinde bazı değişiklikler oluştu. PL fraksiyonlarında bulunan 16:0 ve

doymuş yağ asitleri yüzdesi ağustosta artarken; DHA ve PUFA'ların miktarı aralık artmıştır.

İnci Kefali'nin değişik dokularındaki aynı PL alt sınıfı yağ asit içeriği değiştiği belirlenmiştir. Örneğin, *A. tarichi*'de ovaryumun PI'sı, diğer dokuların PI'sından daha fazla AA içermiştir. Yıl boyunca PC, PE, PI ve PS'nin yağ asitlerinin yüzdelerinde bazı değişiklikler oluştu.

İnci Kefali'nin dokularında TAG ve PL alt sınıflarının yağ asit içerikleri farklıydı. Miristik asit, 16:1n-7, 18:1n-9,  $\Sigma$ MUFA, 18:2n-6 ve 18:3n-3 yüzdeleri TAG'de, PL alt sınıflarında belirlenen değerlere oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. *A. tarichi*'nin PL alt sınıflarında 16:0, 18:0, AA, DHA ve  $\Sigma$ PUFA, TAG fraksiyonundan daha yüksek bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Van Gölü, *Alburnus tarichi*, Mevsimsel Yağ, Asidi İçeriği, Fosfolipit alt sınıfları, Fosfatidilkolin, Fosfatidilinositol, Fosfatidilserin, Fosfatidiletanolamin.

## ABSTRACT

### SEASONAL VARIATION OF TOTAL LIPID AND FATTY ACIDS IN VARIOUS TISSUES AS MUSCLE, LIVER AND GONAD OF THE PEARL MULLET, *ALBURNUS TARICHI* LIVING IN LAKE VAN

PhD THESIS

Veysi KIZMAZ

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

2015

In this study, the sexual and seasonal variations in total lipid and fatty acid composition of total lipid, phospholipid (PL), triacylglycerol (TAG) and phospholipid subclasses such as phosphatidylcholine (PC), phosphatidylinositol (PI), phosphatidylserine (PS) and phosphatidylethanolamine (PE) fractions in muscle, liver and gonads of *Alburnus tarichi*, the only fish that can live in the biggest lake of Turkey were investigated. Fish samples have been obtained from Lake Van in two-month periods between February 2012 and December 2012.

The total lipid content varied seasonally from 3.21 % to 5.57 % in female muscles, 3.33 % to 5.57 % in male muscles, 4.93 % to 6.95 % in ovary, 3.54 % to 7.87 % in testis, 7.79 % to 27.27 % in female livers, 10.69 % to 29.73 % in male livers of wet weight for *A. tarichi*. It was determined that liver of *A. tarichi* contained higher percentages of total lipid than other tissues. The total lipid amount in tissues of *A. tarichi* was influenced by reproduction period and season. For example, the total lipid content in muscles of *A. tarichi* decreased to minimum in april beginning of the reproductive period, increased to maximum in august after spawning. Total lipid content of muscle was found lower than other tissues. Total lipid content of female all tissue (muscle, liver and ovary) was found higher in august than other period and season.

According to the Gas Chromatography results, following saturated fatty acids: 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), eikosadienoic acid (20:2n-6) eikosatrienoic acid (20:3n-6), arachidonic acid (AA), eicosapentaenoic acid (EPA), docosapentaenoic acid (22:5n-3) and docosahexaenoic acid (DHA) were determined in three tissues such as muscle, gonad and liver of fishes.

Fatty acid compositions of total lipid, PL, TAG and PL subclasses (PC, PI, PS and PE) fractions have been determined in muscle, gonad and liver tissues of fish by gas

chromatography using a mixture of fatty acid standards. The present study revealed that  $\Sigma$ SFA (Saturated Fatty Acids),  $\Sigma$ MUFA (Mono unsaturated Fatty Acids) and  $\Sigma$ PUFA (Poly unsaturated Fatty Acids) levels varied among seasons and tissues of the same fish species. The  $\Sigma$ SFA and  $\Sigma$ MUFA percentages of the total lipid extracted from tissues of *A. tarichi* ranged from 18.90 % to 40.30 % and from 24.75 % to 52.87 %, respectively. The  $\Sigma$ PUFA percentages of the total lipid in tissues was found from 18.83 % to 45.13 %.

Generally,  $\Sigma$ MUFA percentages of the total lipid in liver of *A. tarichi* were found higher than muscles and gonads. The distributions of  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA and  $\Sigma$ PUFA proportions were found different among total lipid, PL and TAG fractions from lipids in tissues of pearl mullet in all seasons. Triacylglycerol contained a lower proportion of  $\Sigma$ PUFA and a higher proportion of  $\Sigma$ MUFA than PL while PL contained higher proportion of  $\Sigma$ PUFA and  $\Sigma$ SFA than proportion of  $\Sigma$ MUFA compared to TAG.

The main constituents were 16:0 (11.58-21.56 %) among SFAs, 16:1n-7 (7.27-21.23 %) and 18:1n-9 (16.95-36.94 %) among MUFAs, DHA (5.66-20.07 %) and EPA (5.19-14.38 %) among PUFAs in the total lipid extracted from tissues of pearl mullet in all seasons. The proportions of major fatty acids in tissues of pearl mullet varied 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 *A. tarichi* was higher in February and August than to other months while percentage of DHA was found lower in October than the other months.

The proportion of  $\Sigma$ FA and 16:0 in PL fractions of muscle lipids of *A. tarichi* was found to be low in june prespawning period whereas the proportions of  $\Sigma$ SFA and 16:0 were found to be high august in postspawning. In this study, the n-3/n-6 ratio was determined to range from 3.50 to 4.41 for dorsal muscle, 3.03 to 5.54 for liver and 3.14 to 6.09 for gonads in total lipids in both sexes of pearl mullet. Triacylglycerol and PL fatty acid compositions in tissues of *A. tarichi* were found different. Triacylglycerols were characterized by a high content of  $\Sigma$ MUFA, 14:0, 16:1n-7, 18:2n-6 and 18:3n-3; whereas phospholipids contained a large quantity of  $\Sigma$ PUFA, mainly, 20:3n-6, AA, EPA, 22:5n-3, DHA and 18:0 and among SFAs.

In this study, seasonal variations of fatty acid compositions of phospholipid subclasses such as PC, PE, PI and PS in various tissues of pearl mullet were also determined. The predominant phospholipids in the tissues were PC, PE, PI and PS. It was found that quantitative fatty acid compositions varied among PL subclasses. For example, the predominant fatty acids of PC were 16:0 and DHA while PI had higher 18:0 and AA in pearl mullet. The main constituents of PE were 18:0 and DHA. Some changes in percentages of fatty acids of PL subclasses in tissues of Van fish occurred during the year. The percentages of saturated fatty acids and 16:0 found in PL fractions increased in august while amount of DHA and PUFAs increased in december.



The fatty acid contents of same PL subclasses in various tissues of pearl mullet varied. For example, the PI of ovary had higher percentage of AA than the PI of other tissues in *A. tarichi*. Some changes in percentages of fatty acids of PE, PC, PI and PS occurred during the year.

Furthermore, The fatty acid contents of TAG and PL subclasses in tissues of pearl mullet were different. Myristic acid, 16:1n-7, 18:1n-9,  $\Sigma$ MUFA, 18:2n-6 and 18:3n-3 levels were higher in the TAG than determined for the PL subclasses. Phospholipid subclasses in *A. tarichi* had higher 16:0, 18:0, AA, DHA and  $\Sigma$ PUFA percentages than TAG fraction.

**Key words:** Lake Van, *Alburnus tarichi*, Seasonal Fatty Acid Composition, Phospholipid subclasses, Phosphatidylcholine, Phosphatidylinositol, Phosphatidylserine, Phosphatidylethanolamine.

## ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1 Doymuş yağ asitleri .....	2
Çizelge 1.2 Tek doymamış yağ asitleri.....	3
Çizelge 1.3 Aşırı doymamış yağ asitleri .....	3
Çizelge 1.4 Doymamış yağ asitlerinin omega sınıflandırması .....	3
Çizelge 3.1 İnci Kefali'nin Taksonomisi .....	115
Çizelge 3.2 Otuz m'lik DB-23 kapiller kolonlarda yağ asitlerinin çıkış zamanları (dk). .....	130
Çizelge 4.1 Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin total boy (cm), çatal boy (cm), ağırlık (gr) ve yaşları (yıl) ile kas karaciğer ve testis dokularındaki total lipit yüzdesinin aylara göre değişimi.....	135
Çizelge 4.2 Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin total boy (cm), çatal boy (cm), ağırlık (gr) ve yaşları (yıl) ile kas karaciğer ve ovaryum dokularındaki total lipit yüzdesinin aylara göre değişimi .....	135
Çizelge 4.3 Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin kas total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi.....	152
Çizelge 4.4 Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin kas total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi.....	153
Çizelge 4.5 Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin karaciğer total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi.....	188
Çizelge 4.6 Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin karaciğer total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi.....	189
Çizelge 4.7 Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin ovaryum total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi.....	200
Çizelge 4.8 Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin testis total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi.....	201
Çizelge 4.9 Dişi ve erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin kas, karaciğer, testis ve ovaryum total yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması.....	209
Çizelge 4.10 Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin kas fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi.....	212

<b>Çizelge 4.11</b> Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin kas fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	213
<b>Çizelge 4.12</b> Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin karaciğer fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	222
<b>Çizelge 4.13</b> Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin karaciğer fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	223
<b>Çizelge 4.14</b> Diş <i>Alburnus tarichi</i> 'nin ovaryum fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	229
<b>Çizelge 4.15</b> Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin testis fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	230
<b>Çizelge 4.16</b> Dişi ve erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin kas, karaciğer, testis ve ovaryum fosfolipit yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması .....	237
<b>Çizelge 4.17</b> Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin kas triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	240
<b>Çizelge 4.18</b> Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin kas triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	241
<b>Çizelge 4.19</b> Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin karaciğer triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	251
<b>Çizelge 4.20</b> Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin karaciğer triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	252
<b>Çizelge 4.21</b> Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin ovaryum triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	259
<b>Çizelge 4.22</b> Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin testis triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	260
<b>Çizelge 4.23</b> Dişi ve erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin kas, karaciğer, testis ve ovaryum triacilgliserol yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması .....	264
<b>Çizelge 4.24</b> Dişi ve erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin kas dokusundaki total, fosfolipit ve triacilgliserol yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması .....	267
<b>Çizelge 4.25</b> Dişi ve erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin karaciğer dokusundaki total. fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması .....	268
<b>Çizelge 4.26</b> Dişi ve erkek <i>Aalburnus tarichi</i> 'nin ovaryum ve testis dokusundaki total. fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması .....	269

<b>Çizelge 4.27</b> Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin kas fosfatidilkolin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	274
<b>Çizelge 4.28</b> Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin kas fosfatidilkolin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	275
<b>Çizelge 4.29</b> Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin karaciğer fosfatidilkolin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	278
<b>Çizelge 4.30</b> Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin karaciğer fosfatidilkolin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	279
<b>Çizelge 4.31</b> Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin ovaryum fosfatidilkolin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	282
<b>Çizelge 4.32</b> Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin testis fosfatidilkolin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	283
<b>Çizelge 4.33</b> Dişi ve erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin kas, karaciğer, testis ve ovaryum fosfatidilkolin yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması .....	286
<b>Çizelge 4.34</b> Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin kas fosfatidiletanolamin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	290
<b>Çizelge 4.35</b> Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin kas fosfatidiletanolamin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	291
<b>Çizelge 4.36</b> Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin karaciğer fosfatidiletanolamin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	294
<b>Çizelge 4.37</b> Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin karaciğer fosfatidiletanolamin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	295
<b>Çizelge 4.38</b> Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin ovaryum fosfatidiletanolamin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	298
<b>Çizelge 4.39</b> Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin testis fosfatidiletanolamin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	299
<b>Çizelge 4.40</b> Dişi ve erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin Kas, karaciğer, testis ve ovaryum fosfatidiletanolamin yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması .....	301
<b>Çizelge 4.41</b> Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin kas fosfatidilinositol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	305
<b>Çizelge 4.42</b> Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin kas fosfatidilinositol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	306

<b>Çizelge 4.43</b> Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin karaciğer fosfatidilinositol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	310
<b>Çizelge 4.44</b> Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin karaciğer fosfatidilinositol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	311
<b>Çizelge 4.45</b> Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin ovaryum fosfatidilinositol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	315
<b>Çizelge 4.46</b> Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin testis fosfatidilinositol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	316
<b>Çizelge 4.47</b> Dişi ve erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin kas, karaciğer, testis ve ovaryum fosfatidilinositol yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması .....	319
<b>Çizelge 4.48</b> Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin kas fosfatidiliserin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	322
<b>Çizelge 4.49</b> Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin kas fosfatidiliserin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	323
<b>Çizelge 4.50</b> Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin karaciğer fosfatidiliserin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	326
<b>Çizelge 4.51</b> Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin karaciğer fosfatidiliserin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	327
<b>Çizelge 4.52</b> Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin ovaryum fosfatidiliserin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	330
<b>Çizelge 4.53</b> Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin testis fosfatidiliserin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	331
<b>Çizelge 4.54</b> Dişi ve erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin kas, karaciğer, testis ve ovaryum fosfatidiliserin yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması .....	333
<b>Çizelge 4.55</b> Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin kas dokusundaki triaçilgliserol ve fosfolipit alt sınıflarının yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması .....	337
<b>Çizelge 4.56</b> Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin kas dokusundaki triaçilgliserol ve fosfolipit alt sınıflarının yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması .....	338
<b>Çizelge 4.57</b> Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin karaciğer dokusundaki triaçilgliserol ve fosfolipit alt sınıflarının yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması .....	340
<b>Çizelge 4.58</b> Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin karaciğer dokusundaki triaçilgliserol ve fosfolipit alt sınıflarının yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması .....	341

<b>Çizelge 4.59</b> Dişi <i>Alburnus tarichi</i> 'nin ovaryum dokusundaki triaçilgliserol ve fosfolipit altsınıflarının yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması .....	344
<b>Çizelge 4.60</b> Erkek <i>Alburnus tarichi</i> 'nin testis dokusundaki triaçilgliserol ve fosfolipit altsınıflarının yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması .....	345

## ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1 Doymuş yağ asidi .....	4
Şekil 1.2 Doymamış yağ asidi .....	4
Şekil 1.3 Omega-3 ve omega-6 yağ asidleri .....	4
Şekil 1.4 Triaçil gliserol gösterimi .....	7
Şekil 1.5 Fosfolipid yapısı .....	9
Şekil 1.6 Hücre zarındaki bazı fosfolipitlerin dağılışı .....	9
Şekil 1.7 Fosfatidilkolin.....	10
Şekil 1.8 Fosfatidilkolin.....	10
Şekil 1.9 Fosfatidiletanolamin yapısı.....	11
Şekil 1.10 Fosfatidilserin yapısı.....	11
Şekil 1.11 Fosfatidilinositol yapısı .....	12
Şekil 3.1 Van Gölü'nde alınan örneklerin istasyonu ve gölün genel haritası.....	114
Şekil 3.2 Bazı Fitoplankton ve Zooplantonlar .....	119
Şekil 3.3 <i>Alburnus tarichi</i> ait dişi ve erkek bireylerin genel görünümü.....	125
Şekil 3.4 <i>Alburnus tarichi</i> ait dişi ve erkek bireylerin cinsiyetlerinin belirlenmesi .....	125
Şekil 3.5 <i>Alburnus tarichi</i> ait dişi ve erkek bireylerin yaşlarının belirlenmesi .....	125
Şekil 3.6 Doku örneklerine ait fosfolipid, triaçilgliserol ve fosfolipid alt sınıflarına ait TLC görüntüleri.....	129

## KISALTMA 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: 20:4n-6

EPA: Eikosapentaenoik asit: 20:5n-3

DHA: Dokosaheksaenoik asit: 22:6n-3

ALA: Alfa Linolenik asit: 18:3n-3

LA: Linoleik asit: 18:2n-6

PL: Fosfolipit

TAG: Triaçilgliserol

TLC: Thin layer Chromatography: İnce Kağıt kromatografisi

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

n-3: Omega-3

n-6: Omega-6



## 1.GİRİŞ

### 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 nolu C 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 (SFA: Saturated Fatty Acids) olarak bilinir. Bitki ve hayvanlarda karbon atom sayısı 10-20 arasında değişen bu yağ asitlerinin en önemli bileşeni, palmitik (16:0) asittir. Bunlardan bir çift bağı olanlar tekli doymamış yağ asitleri (MUFA: Monounsaturated Fatty Acids) olarak bilinir. En önemlileri palmitoleik (16:1n-7) ve oleik (18:1n-9) asittir.

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 (polyunsaturated fatty acids, çoklu doymamış yağ asitleri), yirmiden fazla karbon atomu ve dörtten fazla sayıda çift bağ içeren yağ asitlerine ise HUFA (highly unsaturated fatty acids, aşırı doymamış yağ asitleri) adı verilmektedir. Zincir uzunluğu, sayısı ve çift bağın pozisyonu yağın biyolojik özelliklerini belirlemektedir (Voet ve Voet 1990).

## 1. GİRİŞ

---

**Çizelge 1.1** Doymuş yağ asitleri

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

**Çizelge 1.2** Tek doymamış yağ asitleri

Sistemik Adı	Trivial (Genel) Adı	Yapısal Formülü	Kısa yazılım
Cis-9- hegzadekenoik	Palmitoleik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH = CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	16:1(n-7)
Cis-6-oktadekenoik	Petroselinik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> CH = CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH	18:1(n-12)
Cis-9-oktadecenoik	Oleik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH = CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	18:1(n-9)
Cis-11-eikosenoik	Gondoik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH = CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>9</sub> COOH	20:1(n-9)
Cis-13-dokosenoik	Örisik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH = CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>11</sub> COOH	22:1(n-9)

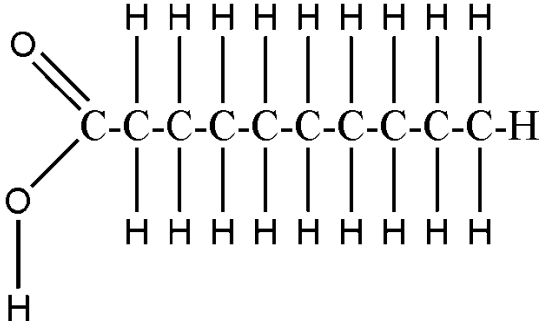
**Çizelge 1.3** Aşırı doymamış yağ asitleri

Sistemik Adı	Trivial (Genel) Adı	Yapısal Formülü	Kısa yazılım
9,12- oktadecadienoik	Linoleik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH = CHCH <sub>2</sub> CH = CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	18:2(n-6)
9,12,15- oktadekatrienoik	α-Linolenik Asit	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH = CHCH <sub>2</sub> CH = CHCH <sub>2</sub> CH = CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	18:3(n-3)
6,9,12- oktadekatrienoik	γ-Linolenik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH = CHCH <sub>2</sub> CH = CHCH <sub>2</sub> CH = CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH	18:3(n-6)
8,11,14- eikosatrienoik	Dihomo-γ- Linolenik Asit	CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> CO OH	20:3(n-6)
5,8,11,14- eikosatetraenoik	Arakidonik Asit	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH= CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CO OH	20:4(n-6)
5,8,11,14,17 eikosapentaenoik	EPA	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH= CHCH <sub>2</sub> CH=C H(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	20:5(n-3)

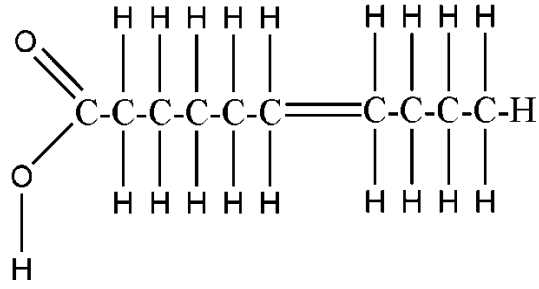
**Çizelge 1.4** Doymamış yağ asitlerinin omega sınıflandırması

n -3	n -6	n -9
α -Linolenik Asit	Linoleik Asit	Oleik Asit
9,12,15-Oktadekatrienoik asit	γ-linolenik Asit	11-eikosenoik Asit
6,9,12,15-Oktadekatetraenoik asit	Arakidonik Asit	13-dokosenoik Asit
8,11,14,17-Eikosatetraenoik asit	7,10,13,16-Dokosatetraenoik asit	Palmitoleik Asit
5,8,11,14,17-Eikosapentaenoik asit		
7,10,13,16,19-Dokosapentaenoik asit		

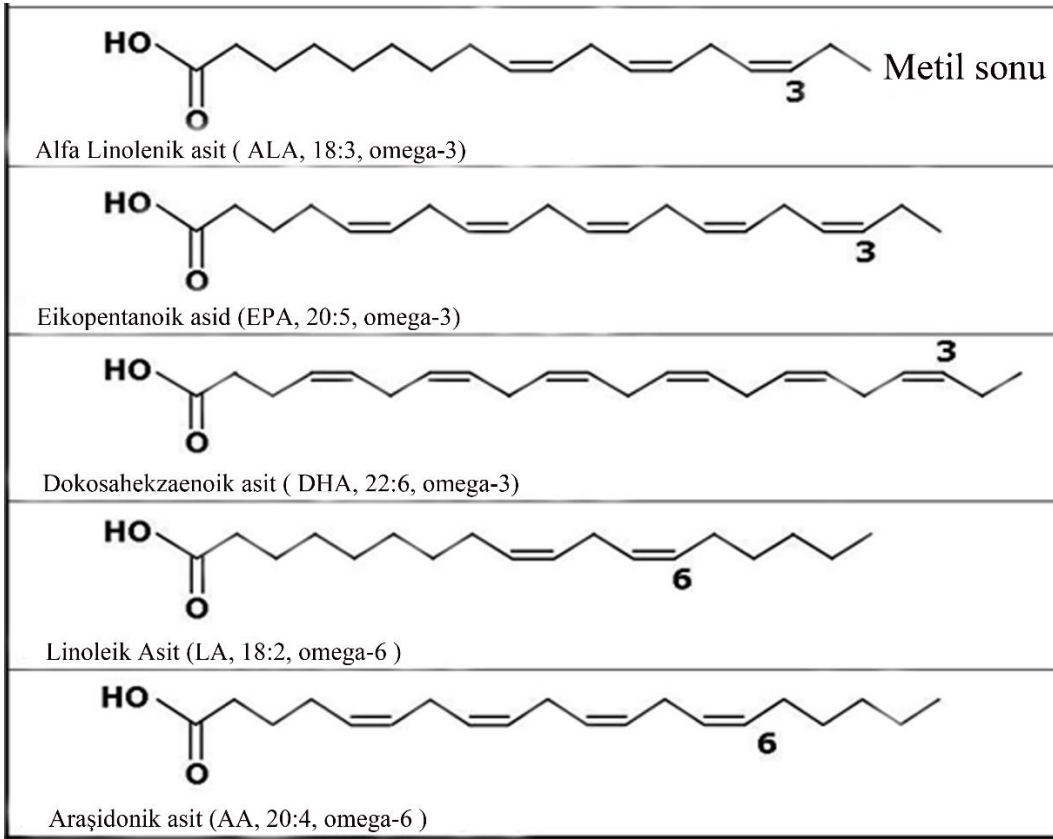
## 1. GİRİŞ



Şekil 1.1 Doymuş yağ asidi



Şekil 1.2 Doymamış yağ asidi



Şekil 1. 3 Omega-3 ve omega-6 yağ asidleri

Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), n-3 ve n-6 olmak üzere iki alt gruptan oluşmaktadır. Total n-6 PUFA'lar, genellikle bitkisel yağlarda bulunan linoleik asit ve bunun türevleri olan gama-linolenik asit (GLA) ve AA'lerdir. Total n-3 PUFA'lar ise,  $\alpha$ -linolenik asit (ALA) ve bunun türevleri olan eikosapentanoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA)'tir.

Biyokimyacılar, yağ asitlerini karbon atomlarıyla bağlı zincirdeki ilk çift bağın durumuna göre ayırırlar. Bu yüzden metil grubundan itibaren üçüncü ve dördüncü karbon atomları arasında oluşan çift bağ, omega-3 ya da n-3 ( $\omega$ -3) yağ asitleri olarak adlandırılırlar. Altıncı ve yedinci karbon atomları arasında çift bağ içerenler ise omega-6 ya da n-6 ( $\omega$ -6) yağ asitleri olarak adlandırılır (Gurr ve Harwood 1991).

Doymamış yağ asitlerinin belirtilmesinde isimlerin yanında özel nümerik sistemler de kullanılmaktadır. Örneğin; 18:3n-3 şeklinde gösterilen alfa-linolenik asidin, 3 adet çift bağ içeren 18 karbon atomundan oluştuğu, (n-3) veya omega-3 ( $\omega$ -3) ifadesi ise ilk çift bağın zincirin ucundaki metil grubundan sayıldığında 3. karbon atomu ile 4. karbon atomu arasında olduğu belirtilmektedir (Voet ve Voet 1990). Altıncı ve yedinci karbon atomları arasında çift bağ içerenler ise omega-6 ya da n-6 ( $\omega$ -6) yağ asitleri olarak adlandırılır (Gurr ve Harwood 1991). Yağ asitlerinin çoğu organizmada triaçilgliserol, fosfolipit, sfingolipit ve mum gibi kompleks lipitlerin yapısına girmekte, çok az bir kısmı ise hücre ve dokularda serbest yağ asiti halinde bulunmaktadır.

### 1.1. Triaçilgliserol

Gliserolün üç alkol grubunun yağ asitleri ile esterleşmesi sonucu oluşan triaçilgliseroller, trigliserid veya yağ olarak adlandırılmaktadır. Gliserolün hidroksilgruplarından birinin yağ asidi ile esterleşmesi ile monoaçilgliserol (monogliserid), iki yağ asiti ile esterleşmesi sonucu diaçilgliserol (digliserid) meydana gelmektedir. Triaçilgliseroller indirgenmiş oldukları için metabolik enerjinin yoğun depolarıdır. Bir yağ asitinin tam oksidasyonu ile 9 kcal/g, karbonhidrat ve proteinlerin oksidasyonundan ise yaklaşık 4 kcal/g elde edilmektedir. Kalori açısından bu büyük farkın nedeni, yağ asitlerinin çok daha indirgenmiş olmalarıdır. Polar olmayan triaçilgliserollerin tamamına yakın bölümü susuz şekilde saklanmaktadır. Polar olan protein ve karbonhidratlar, büyük ölçüde su taşımaktadırlar.

## 1. GİRİŞ

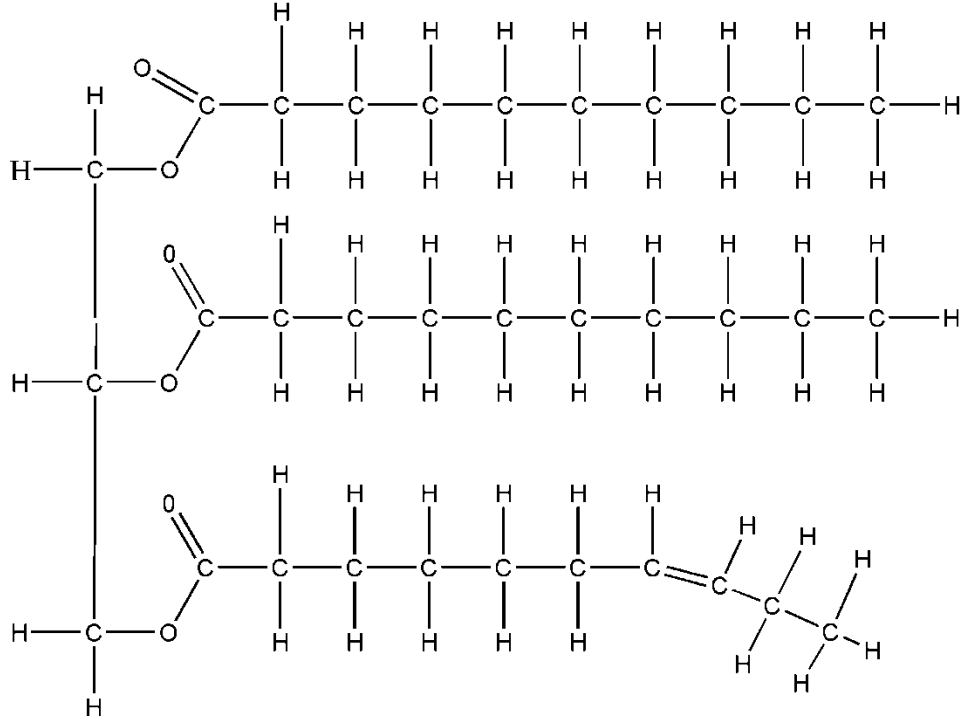
---

Doğal yağlarda aynı tür yağ asitlerini içeren triaçilgliseroller çok az bulunmaktadır. Triaçilgliserollerin yapısında çoğunlukla farklı yağ asitleri yer almaktadır. Aynı cinsten üç yağ asidi içeren triaçilgliseroller, basit triaçilgliserol olarak adlandırılmaktadır. Basit triaçilgliseroller içerdikleri yağ asidine göre tristearin, tripalmitin, triolein gibi isimler almaktadırlar. Karışık triaçilgliseroller, iki veya daha fazla sayıda farklı yağ asidi içermektedirler. 1,3-Distearopalmitin örneğinde olduğu gibi triaçilgliseroller adlandırılırken yağ asitlerinin adı ve konumu belirtilmelidir. Gliserolün karbon atomları sterokimyasal numaralama (sn) sistemine göre isimlendirilmektedir. Triaçilgliserollerin erime derecesi yapılarını oluşturan yağ asidi komponentleri tarafından belirlenmektedir. Genellikle doymuş yağ asitlerinin miktarına ve zincir uzunluğuna paralel olarak yağların erime derecesi yükselmektedir. Örneğin tripalmitin, tristarin gibi doymuş yağ asitlerinin triaçilgliserolleri vücut sıcaklığında katıdır.

Doymamış yağ asitlerinden oluşan triolein veya trilinolein ise sıvıdır. Suda çözünmeyen yağlar, yalnız organik çözücülerde çözünmektedirler. Sıvı yağların doymamış yağ asit içerikleri fazladır. Triglicerid suda çözünmezler ve kendiliklerinden oldukça dağılmış miseller oluşturmazlar. Buna karşın monoaçilgliserol ve diaçilgliserol serbest hidroksil gruplarından dolayı belli bir polariteye sahiptirler ve misel oluştururlar. Bu nedenle mono ve diaçilgliseroller gıda endüstrisinde besinlerin hazırlanmasında geniş kullanım alanına sahiptir. Bu yağlar sindirilebilir özelliğe sahip olup biyolojik olarak da enerji amacıyla kullanılabilir.

Triaçilgliseroller asit ve alkalilerle hidrolize uğradıkları zaman, üç yağ asidi ve gliserole ayrışmaktadırlar. Hidroliz, alkali ile yapılmışsa yağ asitlerinin sodyum veya potasyum tuzları olan sabunlar oluşmaktadır. Hidroliz olayını organizmada lipaz enzimi gerçekleştirmektedir. Gliserolün polar hidroksil grupları, yağ asitlerinin polar karboksil grupları ile esterleştiği için polar olmayan hidrofobik moleküller olan triaçilgliseroller, suda çözünmemektedirler. Lipidlerin özgül ağırlıkları sudan daha düşük olduğu için, su-yağ karışımları iki fazlıdır ve yağ, sulu fazın üstünde yer almaktadır. Memelilerde başlıca adipoz hücrelerin sitoplazmasında depolanan triaçilgliserollerin cilt altındaki depoları, düşük sıcaklıklara karşı izolasyon

sağlamaktadır. Kış uykusuna yatan hayvanlarda büyük yağ depoları, enerji sağlanması için kullanılmaktadır.



Şekil 1.4 Triaçilgliserol gösterimi

## 1.2. Fosfolipit

Fosfolipitlerin yapısında bulunan fosfat grubunun oluşturduğu iki ester bağından birincisini gliserol ile yaptığında gliserofosfolipitler meydana gelmektedir. Fosfogliseridlere fosfolipitler ya da fosfatidler de denilmektedir. Bütün hayvan ve bitki hücrelerinde bulunur. Hücresel membranların en önemli bileşenlerinden olan fosfolipitler salgı bezlerinde, kan plazmasında, yumurta sarısında, baklagillerin tohumlarında, beyin, karaciğer, böbrek, pankreas, akciğer ve kalp kasında yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Eritrosit membran lipidlerinin yapısında yaklaşık % 40 oranında bulunan fosfolipitler, mitokondri iç membranının % 95 kadarından fazlasını oluşturmaktadır.

1 mol gliserin, 2 mol yağ asidi ve 1 mol fosforik asitten oluşan yapıya fosfatidik asit adı verilir. Gliserolün bir ve ikinci hidroksil grubuna genel olarak uzun zincirli iki yağ asidi bağlanmıştır. Yağ asitlerinin birisi doymuş diğeri doymamıştır. Bu yağ asitleri

## 1. GİRİŞ

---

genellikle 16 ya da 18 C'lu yağ asitleridir. Ancak üçüncü hidroksil grubu ise fosforik asitle ester tipi bir bağ yapmıştır.

Fosfoliseridler, polar olmayan uzun bir hidrokarbon kuyruk ile bir de polar baş ihtiva etmektedirler. En polar lipitler olan fosfoliseridler, hidrofilik ve hidrofobik grupları birlikte taşıdıkları için amfipatiktir. Negatif ve pozitif kutupları birlikte taşıdıkları için ise amfoteriktirler. Fosfolipitler; yapısal elementlerin sentezi, membranların permeabilite işlemlerinin düzenlenmesi ve enerji kaynağı olarak rol oynamaktadır. Acil durumlarda, dokular tarafından aşırı bir şekilde kullanılmaktadır; çünkü fosfolipitler farklı kimyasal reaksiyonlarda ihtiyaç duyulan fosfat radikallerinin vericileridir (Reddy ve ark. 1991).

Fosfolipit seviyelerindeki azalmalar, membran bütünlüğü ve permeabilitesinde şiddetli zararlara sebep olmaktadır (Srinivas ve ark. 1991). Arkebakterilerden, bitkiler ve insanlara kadar tüm organizmalarda bulunan fosfolipitler ökaryotik hücre membran lipitlerinin % 60'ını oluştururlar. Bu amfipatik moleküllerin en önemli görevi hücre zarının yapı taşlarını oluşturmasıdır (Vance 2002).

Fosfatidik asidin biyoaktif türevleri daha yaygın olarak karşımıza çıkmaktadır. Zaten gliserolün 3. hidroksil grubuna bağlanan fosforik asit grubu genellikle yalnız kalmaz. Aktif bir amino alkol ester bağı ile buradan yapıya girer. Bu fosfatın hidroksil grubuna kolin, etanolamin, serin ve inositolün bağlanması ile de sitoplazma ve organellerin membran yapısında en çok rastlanan, fosfatidilkolin (lesitin, PC) fosfatidiletanolamin (sefalin, PE), fosfatidilserin (PS) ve fosfatidilinositol (PI) gibi farklı fosfoaçilgliseroller (fosfolipitler) meydana gelmektedir.

Her biri farklı biyokimyasal işleve sahip olan fosfolipitlerin miktarı ve dağılımı organeller arasında ve hatta aynı organel zarının iç ve dış yaprakları arasında da farklılık gösterir. Örneğin, iç yaprakta PS, PI ve PE fazla miktarda iken, PC ve sfingomiyelin dış yaprakta daha fazla bulunur.



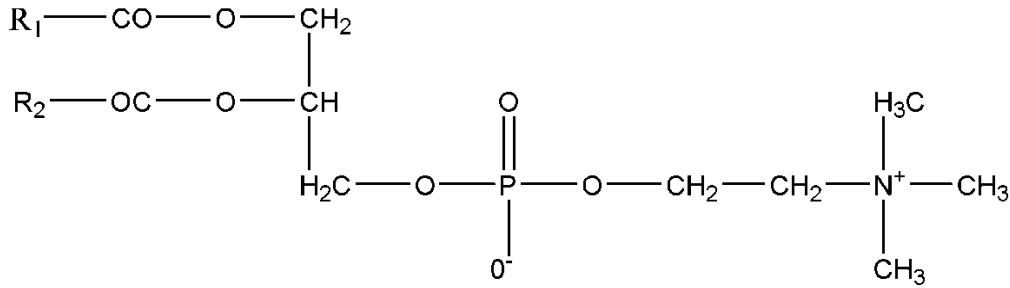


## 1. GİRİŞ

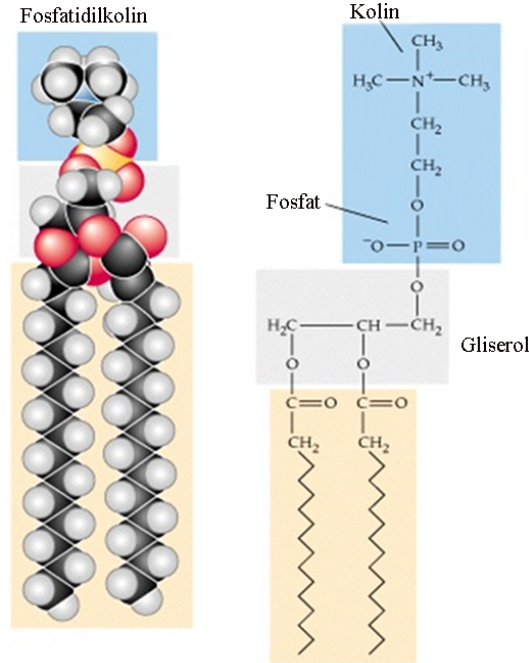
memeli membran bileşenleridir. Farklı memeli hücre ve dokuları karakteristik olarak farklı fosfolipit bileşimine sahiptirler.

### 1.2.1.1. Fosfatidilkolin

Fosfatidilkolin, yapısındaki metil grubundan (-CH<sub>3</sub>) dolayı, protein ve nükleik asit sentezi ve düzenlenmesi, faz-2 hepatik detoksifikasyonu gibi çok sayıda biyokimyasal süreç için oldukça önemlidir. PC'nin birçok beyin sürecinde önemli bir rol oynayan serum asetilkolin düzeylerini arttırdığı gösterilmiştir (Canty ve Zeisel 1994). Hücre zarının dışında bulunan PC molekülleri, prostaglandin/eikosanoid hücrel iletişim fonksiyonları için ve hücre dışından içine sinyal iletimi için yağ asitleri salar.



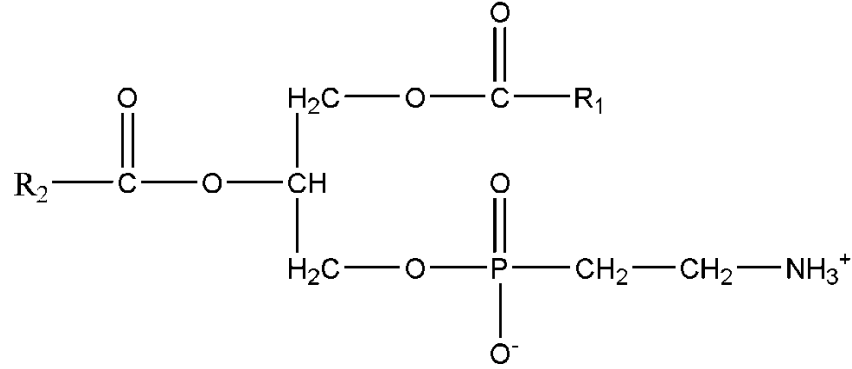
Şekil 1.7 Fosfatidilkolin



Şekil 1.8 Fosfatidilkolin

### 1.2.1.2. Fosfatidiletanolamin

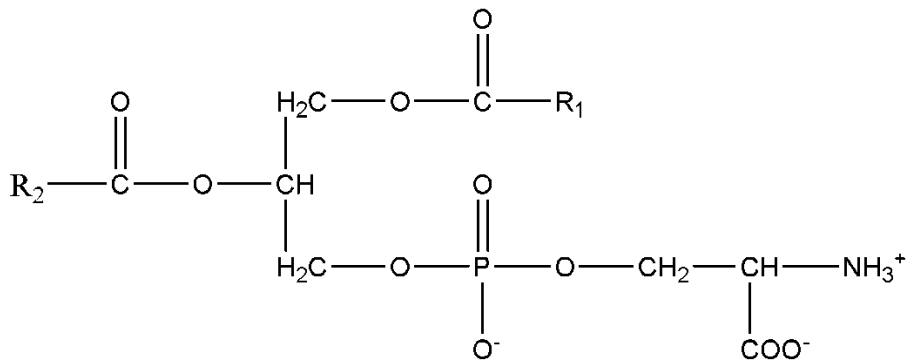
Fosfatidiletanolamin, beyin, omurilik ve diğer sinir dokularında bol olduğu için sefalın olarak bilinir. Beyin fosfolipitlerin % 45 kadarı sefalın içerir. Algı ve hafıza olaylarında önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Bakterilerde, en çok bulunan fosfolipit fosfatidiletanolamindir.



Şekil 1.9 Fosfatidiletanolamin yapısı

### 1.2.1.3. Fosfatidilserin

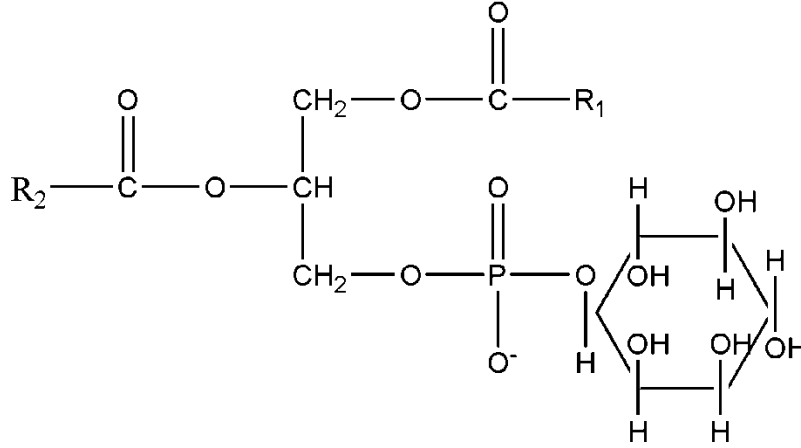
Fosfatidilserin, ağırlıklı olarak beyin beyaz maddesinde bulunur ve özellikle sinir hücreleri arasındaki impulsların iletiminde çok önemlidir. Öğrenme ve hafıza yeteneğinin gelişmesinde rol oynar. Eksikliğinde hafıza fonksiyonları ve yoğunlaşma yeteneği üzerine olumsuz etkiler ortaya çıkar. Fosfatidilserinin, apoptozis sürecinde hayati rol oynadığı bilinmektedir. Apoptotik hücrelerin makrofajlar tarafından tanınmasını sağlar.



Şekil 1.10 Fosfatidilserin yapısı

### 1.2.1.4. Fosfatidilinositol

Fosfatidilinositol, hücre ara yüzeyindeki proteinlerin düzenlenmesi ve hücre içi sinyal iletiminde oldukça önemlidir. Bu moleküller hızlı bir şekilde değişime uğrayarak diaçilgliserol, inositol 1,4,5-trifosfat, fosfatidilinositol 3,4-bisfosfat (PtdIns (3,4)P<sub>2</sub>) ve fosfatidilinositol 3,4,5-trifosfat (PtdIns (3,4,5)P<sub>3</sub>) gibi ikincil habercillere dönüşürler.



Şekil 1.11 Fosfatidilinositol yapısı

### 1.3. Balıkların Besinsel Önemi

Balık ve diğer deniz ürünleri, insanların en eski besin kaynaklarının başında gelmiştir. Bitkilerin ekilip yetiştirilmesi ve hayvanların besin olarak kullanımı için evcilleştirilmesinden önceki dönemlerde en kolay elde edilebilen ve bu nedenle de en çok tüketilen besinlerin balık ve diğer deniz ürünleri olduğu bilinmektedir (Besler).

Balıklar, protein içeriği zengin besinler oldukları için et grubu besinler arasında yer alırlar. Bileşimleri genel olarak sığır, koyun, domuz etleri gibi kırmızı etlere ve kümes hayvanlarının etlerine benzer olmakla beraber; yağ, bazı mineral ve vitamin içerikleri açısından bunlardan farklılık da göstermektedir. Balıklar diğer etler gibi karbonhidrat içermezler; bu nedenle de balık etinin enerjisi yağ ve protein içeriklerinden kaynaklanır. Protein miktarı balık türleri arasında büyük farklılık göstermezken, yağ miktarları arasında büyük farklılıklar vardır. Bu nedenle balıkların enerji değerleri, bileşimlerinde bulunan yağ miktarına göre değişir; yağlı balıkların enerji değerleri yağsız balıklara oranla daha yüksektir. Genel olarak balıkların diğer etlerle karşılaştırıldığında, aynı miktardaki sığır, domuz, koyun veya kümes hayvanlarının etlerinden daha az enerji içerdikleri söylenebilir.

Balıklar, diğer etler gibi proteinden zengin besinlerdir, % 18-20 oranında protein içerirler. Balık etinde bulunan temel proteinler aktin ve miyosindir. Bu proteinler kas dokusunda birleşerek aktomiyosini oluştururlar. Bunların dışında albümin de balık etinde bulunan temel proteinler arasında yer alır. Balık eti proteinleri elzem aminoasitlerin tamamını içerir. Elzem aminoasitler (löysin, izolöysin, lizin, valin, metionin, fenilalanin, treonin, triptofan) insan vücudunda birçok önemli işleve sahip olmalarına karşın vücutta sentezlenemeyen moleküller olduklarından, bu aminoasitleri içeren besin kaynakları diyetin gereken protein kalitesini artırır. Balık eti elzem aminoasitlerden zengin olduğu için, yumurta, et, süt gibi biyolojik kalitesi yüksek besinler arasında yer alır. Balık etinin gerçek protein değeri % 67.5 olarak saptanmıştır (Baysal 2002).

Balık eti içerdiği protein miktarı ve protein kalitesi açısından diğer etlere benzerken; içerdiği bağ doku miktarı açısından bu etlerden büyük farklılık göstermektedir. Kırmızı et ve kümes hayvanlarının etleri ile karşılaştırıldığında, balık eti çok daha az miktarda kollojen içerir. Kara hayvanlarının vücutlarının yaklaşık % 15'ni bağ dokusu oluştururken, balıklar için bu oran sadece % 3'tür. Balık etinin bağ dokusu miktarı gibi, kompozisyonu da diğer etlerden farklıdır; örneğin hidrokspirolin gibi bazı aminoasitler balık bağ dokusunda daha az miktarlarda bulunur. Ayrıca balık eti kasları uzun çizgili yapıya sahip olan memelilerden farklı olarak daha kısadır ve myocommata ile ayrılmış myotomes şeklindedir. Tüm bu farklılıklar balık etinin diğer etlerden daha yumuşak olmasını ve pişirme ile bağ dokunun kolayca dağılmasını sağlar. Böylece balık eti proteinleri sindirim enzimleri tarafından kolayca hidroliz edilebilir. Bu da vücudun bu proteinlerden faydalanım oranını artırır. Bu nedenle kırmızı eti zor tüketen, çiğneme güçlüğü olan hasta bireylerde, yaşlılarda ve çocuklarda balık eti kırmızı etin yerine kullanılabilir. Balıklar B grubu vitaminlerinden tiamin (B<sub>1</sub>), riboflavin (B<sub>2</sub>), niasin (B<sub>3</sub>), B<sub>6</sub> vitamini (pidoksin), ve B<sub>12</sub> vitamininin, ve yağda eriyen vitaminlerden A ve D vitaminlerinin iyi kaynakları olarak kabul edilirler (Brown 2000).

Balıklar D vitamini içerikleri açısından diğer hayvansal kaynaklı besinlerden çok üstündürler. Yağda eriyen diğer bir vitamin olan E vitamini de balık başta olmak üzere deniz ürünlerinin büyük kısmında önemli miktarlarda bulunmaktadır. Balık karaciğer yağı, yağda eriyen vitaminlerin en zengin kaynağı olduğu için 200 yıldan uzun süredir

besin supplementi olarak kullanılmaktadır (Baysal 2002). Balık etinde en az miktarlarda bulunan vitamin ise C vitaminidir (Brown 2000).

Balık ve diğer deniz ürünleri zengin mineral içerikleri açısından sağlıklı beslenme modelinde ayrı bir öneme sahiptirler. Çünkü iyot, selenyum gibi balık ve diğer deniz ürünlerinde bol miktarda bulunan mineraller, bu besinlerin dışındaki besinlerin çoğunda çok az miktarlarda bulunurlar. Balıkların bol miktarda içerdikleri mineraller arasında fosfor, magnezyum ve çinko da yer almakta olup bu minerallerin günlük gereksinmelerinin karşılanmasında balık tüketimi önemlidir (Baysal 2002).

### 1.4. Balıkların Yağ Asitleri

Balık etinin yağ içeriği büyük çeşitlilik göstermektedir; sadece balık türüne göre değil, aynı balık türü içinde mevsimsel koşullar, beslenme özellikleri, suyun tuz oranı ve diğer çeşitli faktörler balık etinin içerdiği yağ miktarını büyük ölçüde değiştirebilmektedir. Bu nedenle balıkların yağ içerikleri ile ilgili genel bir miktar belirtmek zordur; % 1-14 gibi geniş bir aralıkta değişebilir. Ancak balıklar aynı miktardaki sığır, domuz, koyun veya kümes hayvanlarının etleri ile karşılaştırıldığında genellikle daha az miktarda yağ içerirler ve bu nedenle de genellikle düşük yağlı besinler olarak kabul edilirler (Baysal 2002).

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'lar genellikle n-3 ( $\omega$ -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 n-3 serisinden EPA (eikosapentaenoik asit) ve DHA (dokosaheksaenoik asit), balık yağına özgüdür. Balık yağları n-6'dan ziyade, n-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 asiti bileşimi içinde omega-3 (n-3) olarak bilinen yağ asitlerinin miktarları yüksektir. Bu yağ asitlerinin başlıca kaynakları sudaki besin zincirinin ilk halkasını oluşturan planktonik organizmalardır (Canpolat ve ark. 1999).

Tahıl ürünlerinin ve bitkisel gıdaların çoğu n-3 yağ asitlerinin kaynağını oluşturmasına rağmen, DHA ve EPA sadece balıklarda bulunmaktadır. Kimi bitkisel yağlar özellikle keten tohumu, kolza tohumu ve soya yağları yüksek düzeyde  $\alpha$ -linolenik asit içermektedir (Taşçı 2005). N-3 yağ asitlerince zengin olan fitoplaktonlar ve zooplanktonlar, balıkların ana besin maddesini oluşturmaları nedeniyle önemli EPA ve DHA kaynağı olduğu bildirilmiştir (Deslypere 1990).

Balıkların insan sağlığı açısından önemi, özellikle içerdikleri yağdan, yağların önemi ise yapısındaki çoklu doymamış yağ asitlerinden kaynaklanmaktadır. Bu yağ asitlerinin önemli bir bölümünü n-3 olarak bilinen  $\alpha$ -linolenik, eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik yağ asitleri oluşturur. Linoleik asitten oluşan arakidonik asit ve  $\alpha$ -linolenik asitten oluşan EPA, eikosanoidlerin (prostaglandin, tromboksan, lökotrien) öncülleridir. Arakidonik asitten bir yandan prostaglandin G<sub>2</sub>, diğer yandan lökotrien 4 ve lökotrien 5 oluşmaktadır. Prostaglandin G<sub>2</sub>'den ise prostaglandin I<sub>2</sub> (PGI<sub>2</sub>), prostaglandin I<sub>3</sub> (PGI<sub>3</sub>), tromboksan A<sub>2</sub> (TXA<sub>2</sub>) ve tromboksan A<sub>3</sub> (TXA<sub>3</sub>) meydana gelmektedir. EPA'dan DHA ve prostaglandin 3 (PG<sub>3</sub>) oluşmaktadır. PG<sub>3</sub> ise PGI<sub>2</sub>, PGI<sub>3</sub> ile TXA<sub>3</sub>'ün öncüsüdür. EPA, prostaglandin ve lökotrien sentezi için siklooksijenaz ve lipoksijenaz düzeyinde, arakidonik asitle yarış içinde olduğu belirtilmektedir. Diyetle n-3 yağ asitleri arttığında, EPA ve DHA bütün hücrelerin, özellikle trombosit, eritrosit, nötrofil, monosit ve karaciğer hücrelerinin zarlarındaki arakidonik asidin yerini almaktadır. Bunun sonucunda PGE<sub>2</sub> üretimi ile trombosit kümeleşmesine neden olan TXA<sub>2</sub> azalmaktadır. Yangıyı başlatan LTB<sub>4</sub>'un oluşumu azalmakta, daha zayıf kümeleşmeye neden olan TXA<sub>3</sub> artmaktadır. Toplam prostasiklini arttıran PGI<sub>3</sub> artarken, PGI<sub>2</sub> ise değişmemektedir. PGI<sub>2</sub> ve PGI<sub>3</sub> trombosit kümeleşmesini inhibe etmekte ve vazodilatör etkiye sahip oldukları bildirilmektedir (Granstrom ve ark. 1990).

### 1.5. Balık Yağ Asitlerinin Sağlık Açısından Önemi

Balık yağıyla ilgili çok sayıda araştırmalar yapılmış ve balık yağının faydaları üzerine önemli tespitler elde edilmiştir. Kalp hastalıklarından depresyona kadar birçok hastalıkta balık yağının yararları daha fazla bir şekilde gündeme gelmektedir. Balık yağın faydaları içerdiği n-3 yağ asidinden kaynaklanmaktadır. Balık yağının içinde EPA ve DHA adı verilen n-3 yağ asitleri vardır.

Balık ve diğer deniz ürünlerinde bulunan iki baskın n-3 yağ asidi EPA ve DHA'nın tedavi edici özelliği ile ilgili iddialar araştırılmaktadır. N-3 yağ asitlerinin faydalı olduğu ilk olarak Eskimolar üzerinde yapılan araştırmalar sonucu bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda Greenland Eskimolarının tükettikleri yağlı balıklardan dolayı kalp krizi riskinin çok düşük olduğu gözlenmiş, bunun üzerine EPA ve DHA'nın faydaları üzerine yapılan çalışmalara ağırlık verilmiştir. Sonuçta bu yağ asitlerinin kalp krizi, kalp damar hastalıkları, depresyon, migren türü baş ağrıları, eklem romatizmaları, şeker hastalığı, yüksek kolesterol ve tansiyon, bazı alerji türleri ile kanser gibi birçok hastalıktan korunmada önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir (Nettleton 2000).

Uzun zincirli doymamış yağ asitleri görme, motor sinir sistemi gelişimi, bilişsel-duygusal ve davranış gelişimi üzerinde yapısal ve fonksiyonel olarak etkin olduğu bilinmektedir. Yapılan çalışmalarda bebeklerde DHA'nın retinal fonksiyonda önemli rol oynadığı ve görme performansının DHA düzeyiyle ilgili olduğu gösterilmektedir (Lauritzen ve ark. 2001).

DHA bebeğin beyin gelişiminde ve sinir sisteminin fonksiyonel gelişiminde elzemdir. Çalışmalarda DHA'nın bebeğin nöral gelişimindeki fizyolojik önemi gösterilmektedir (Innis ve ark. 2001). N-3 yağ asitleri yetersizliğinde bilişsel ve motor performansının yetersizliği görülmektedir (Lauritzen ve ark. 2001).

Epidemiyolojik çalışmalarda hamilelikte alınan balık ve balık yağı supplementinin bebeğin doğum ağırlığıyla pozitif ilişkili olduğu gösterilmiştir. Düşük miktarda balık tüketen kadınların bebekleri yüksek miktarda balık tüketen kadınların bebeklerine göre daha düşük doğum ağırlığına sahip oldukları saptanmıştır. Doğum ağırlığının fazla olması  $\Sigma$ n-3 PUFA kadar balığın içerdiği protein miktarı ve kalitesiyle de ilişkili olduğu kabul edilmektedir (Thorsdottir ve ark. 2004). Prematüre bebekler, anne sütü almadıklarında



DHA düzeyi düştüğü ve balığı çok tüketen kadınların sütlerinin DHA içeriği, tüketmeyenlerden daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Taşçı 2005).

Diyetle düzenli balık tüketiminin veya uzun zincirli  $\sum n-3$  PUFA'dan (EPA ve DHA) zengin balık yağı suplementi kullanımının, koroner kalp hastalığı riskini azalttığı, ani kardiyak ölümü ve trombozu önlediği, kanama süresini uzattığı, serum kolesterolünü durdurucu etkisiyle de kardiyovasküler hastalıkları engellediği uzun dönemdir bilinen önemli bir gerçektir (Besler). Danimarkalı araştırmacılar Bang ve Dyerberg, Eskimolarda düşük kardiyovasküler hastalık insidansını, balık ve balık-yiyen memelilerin (fok, balina, mors gibi) tüketiminin fazla olması ile açıklamışlardır. Klinik çalışmalarda kardiyovasküler hastalığı olan bireylerin diyetlerine balık ve balık yağı eklendiğinde total ve kardiyovasküler mortalitede azalma olduğunu, özellikle ani ölümlerin önemli düzeyde azaltıldığı göstermektedir (Calder 2004). Balık tüketimi ile serum trigliserit düzeyi azalmakta ve HDL kolesterol düzeyi artmaktadır. Ayrıca çeşitli klinik çalışmalarda balık tüketiminin serum total kolesterol, lipoprotein a düzeylerini düşürdüğü veya değiştirmedeği; apolipoprotein a (ApoA) düzeyini ise artırdığı gösterilmiştir (Lee ve ark. 2003).

Araşonik asitten (AA) sentezlenen  $PGI_2$  vazodilatör,  $TXA_2$  ise vazokonstriktör etkiye sahiptir.  $PGI_2$ 'nin az,  $TXA_2$ 'nin ise fazla sentezlenmesi hipertansiyonun gelişmesine neden olabilmekte veya bu süreci hızlandırabilmektedir. Dolayısıyla EPA ve DHA,  $\sum n-3$  PUFA'dan zengin balık yağının prostaglandinlerin sentezini düzenleyerek, kan basıncını düzenlediği ve hipertansiyonu önleyebildiği düşünülmektedir (Besler).

Son yıllarda yapılan epidemiyolojik, ekolojik ve deneysel çalışmalar balık tüketiminin kanser gelişimini önleyeceği hipotezini ortaya koymaktadır. Yapılan bazı çalışmalarda (Karmali ve ark. 1984) n-6 yağ asitlerinin tümörü ilerlettiği, n-3 yağ asitlerinin ise inhibe ettiği bildirilmektedir. Diyetle n-3 yağ asitlerinin alınması prostaglandin 3 sentezini arttırdığı, hücre zarı akışkanlığı düzenlediği, serbest radikal oluşumunu ve insülin direncini azalttığı için tümör oluşumunu engellediği belirtilmektedir (Baysal 1992). Hayvanlar üzerinde yapılan bir çalışmada, n-3 yağ asitlerinin kanserin gelişimini yavaşlattığı, kemoterapinin etkinliğini artırdığı ve yan etkilerini azalttığı bildirilmiştir. N-3 yağ asitlerinin akciğer, meme, prostat ve kolon kanseri insidansını azalttığı birçok çalışmada vurgulanmıştır (Hardman 2002).

## 1. GİRİŞ

---

Balık tüketiminin genel olarak kanser gelişimini önlemedeki biyolojik mekanizması net olmamakla beraber  $\sum n-3$  PUFA içeriği ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Deneysel çalışmalarda, balık tüketilmesiyle alınan balık yağlarından özellikle n-3 yağ asitlerinin karsinogenezisi inhibe ettiği belirtilmektedir (Kune 1990). İsviçre’de yapılan geniş, ulusal bir çalışma sonucu balık tüketimi ile meme kanseri riski arasında ilişki olduğu saptanmıştır. Çalışmada balık tüketim miktarı kadar tüketilen balık türünün de meme kanser riski ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Terry ve ark. 2002).

Epidemiyolojik araştırmalar balık tüketiminin fazla olduğu toplumlarda diabetes mellitus hastalığının görülme sıklığının daha düşük olduğunu göstermektedir (Besler). Yapılan klinik çalışmalarda bu durum balığın içerdiği  $\sum n-3$  PUFA’nın kan basıncı ve plazma trigliserit düzeylerini düşürerek, insülin direncini azaltabilme yeteneği ile açıklanmıştır (Sidhu 2003).

Diyabetli kişilerde delta-6-desaturaz enzimi inhibe olmakta ve insülin direnci oluşmaktadır. İnsülin, delta-6-desaturaz enziminin aktivitesini arttırmaktadır. Omega-3 ve n-6 yağ asitleri delta-6-desaturaz için rekabete girmekte, n-6 yağ asitleri fazla ise PGI<sub>2</sub> sentezi artmakta ve sonuçta inflamatuvar uyarı hızlanmakta, sitokinleri, trombus emilimini, serbest radikal oluşumunu artırmaktadır. Yapılan bir çalışmada yaşamın ilk yıllarında balık karaciğeri yağı kullanmanın Tip 1 diyabet (Stene ve Geir 2003); başka bir çalışmada n-3 yağ asidi tüketiminin Tip 2 diyabet riskini azalttığı bildirilmiştir (Jain 2002). Ayrıca,  $\sum n-3$  PUFA’nın trombosit kümeleşmesini azaltıcı ve antiaritmik etkilerinin de diyabetik bireylerin kardiovasküler hastalık insidansını azalttığı bildirilmiştir (Besler).

Astımda yaş, cinsiyet, sigara kullanımı ve aile hikayesi gibi değişik risk etmenlerinin yanında, beslenme alışkanlıkları da önemlidir. Japonların yüksek miktarda balık tüketiminin olduğu ve bu ülkedeki astım insidansının batı ülkelerine göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Balık tüketimi ve astım arasındaki pozitif ilişkinin mekanizması net olarak bilinmemekle beraber, çalışmalarda balık yağının zirve akım hızı (FEV<sub>1</sub>) ve antijenlere karşı bronkokonstruktör yanıtı arttırdığı belirtilmektedir. Bununla birlikte siklooksijenaz döngüsünün inhibisyonu ve bronkodilatör prostaglandinlerin yapımının azalmasının astım ataklarına neden olduğu düşünülmektedir (Takemura ve ark. 2002).

Birleşik Amerika Ulusal Sağlık Enstitüsü (NIH) depresyonun hızında izlenen artışın nedenleri arasında, diyetle alınan yağların ve bu yağların birbirleri arasındaki oranın da neden olabileceğini belirtmektedir (Besler). Depresyonlular üzerinde yapılan bir klinik çalışmada  $\sum n-3$  PUFA konsantrasyonunun depresyonlu kişilerde sağlıklı kişilere göre düşük olduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışmada,  $\sum n-3$  PUFA'nın depresyona karşı koruyucu etkisi olduğunu belirtmekte ve yüksek balık tüketimi olan ülkelerdeki düşük depresyon insan dışına dikkat çekilmektedir (Peet 2003).

Epidemiyolojik, biyokimyasal ve hayvan çalışmalarıyla tamamlanan klinik bulgulara göre balık ve balık yağının anti-inflamatuar etkileri vardır. Epidemiyolojik çalışmalarda balık tüketimi yüksek olan Japonlarda romatoid artrit prevalansının düşük olduğu gösterilmiştir. Balık yağı, proinflamatuar sitokinlerin yapımını baskılamaktadır. Romatoid artritli hastalarda balık yağı tüketiminin biyokimyasal etkileri yanında yararlı antiinflamatuar etkileriyle semptomları azalttığı ve hastalığı geciktirici etkileri olduğu saptanmıştır (Editorial 2000).

Laboratuvar çalışmalarında  $\sum n-3$  PUFA'dan zengin diyetle beslenen hayvanların, sinir gelişiminin daha iyi olduğu, antioksidan enzim düzeyinin yükseldiği, öğrenme kapasitesi ve hafıza performansının kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Geniş çalışma grubunda AH'lı hastalarda yapılan çalışmalarda, haftada en az bir kez balık tüketenlerin daha az sıklıkla balık tüketenlere göre Alzheimer hastalığı riskinin % 60 daha az olduğu gösterilmiştir (Morris ve ark. 2003).

### **1.6. 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. Balıklar; normal gelişme, büyüme ve üreme için EPA, DHA ve AA'e 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).

## 1. GİRİŞ

---

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

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'larıdır. Bu bileşenlerin bir diğer fonksiyonu da eikosanoidler olarak bilinen yüksek derecede biyolojik olarak aktif parakrin hormon gruplarının öncül maddeleri olmalarıdır (Sargent ve ark. 1999).

Büyüme ve gelişme için gerekli olan arakidonik asit, balık hücrelerinde, birçok fizyolojik işlevin düzenlenmesini sağlayan eikosanoidlerin öncül maddesidir (Bell ve ark. 1994). Kemikli balıkların gonadlarında AA'dan türetilen PGE<sub>2</sub>, ovaryum ve testiküler steroidogenezisi uyarır (Wade ve Van Der Kraak 1993). Eikosanoidler, ovulasyon kontrolünde ve embriyonik gelişimde immün 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 görev yaparlar. Fosfatidilinositol bakımından zengin olan solungaç dokusunda, yüksek oranda prostaglandin sentezi gerçekleşir. Bu bileşen, balıklarda osmoregülasyon ve solunumu kontrol eder (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 de avantaj sağlayacaktır. Örneğin, gonadların 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 n-3 ve n-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 farklılığına, 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 1995). Üreme, adaptasyon, büyüme ve gelişme gibi besleme ve balık biyolojisi ile ilgili konular üzerine çalışırken de balığın yağ asidi bileşimini bilmek oldukça önemlidir. Türkiye tatlı su balıklarının dokularında fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asiti analizi ile ilgili çalışmalar oldukça az (Cengiz ve ark. 2012), fosfolipit alt sınıflarının yağ asiti analizi ile ilgili çalışma ise hiç yoktur.

İnci Kefali (*Alburnus tarichi*) Van Gölü'nün sodalı, tuzlu sularında yaşayabilen tek balık türü olup, tek başına tüm Türkiye içsu balıkları üretiminin 1/3'ünü oluşturmaktadır (Sarı 1997). Üremesi mayısın ortalarında başlayıp haziran ayının ortasına kadar devam eden (Çetinkaya ve Elp 1995) İnci Kefali'nin besinini planktonlar (Selçuk 1993), Chironomidler ve Copepodlar (Sarı 1997) oluşturmaktadır.

Doğu Anadolu Bölgesi'nde ekonomik olarak önemli bir besin kaynağı olarak tüketilen İnci Kefali, 2012 TÜİK verilerine göre, 2011 yılında 11382 ton olarak yakalanmıştır. Bu miktar, Türkiye'deki tatlı su balıklarının % 28'ine karşılık gelir. Balık taze ve tuzlanarak tüketilir (Ergün ve ark. 1992). Et verimi ortalama olarak % 63.73 olan (Özdemir ve ark. 1985) bu balık türünün et verimi, işlenmesi, stok tahmini, uzunluk-ağırlık ilişkisi, büyümesi ve gonat gelişimi gibi biyo-ekolojik özellikleri ile ilgili çalışmalar yapılmıştır (Akyurt ve ark. 1985, Çetinkaya ve Elp 1995, Odabaşoğlu 1993, Sarı 1997).

Ekolojik ve ekonomik olarak oldukça değerli olan bu endemik balık türünün yağ asiti analizi ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda (Ergün ve ark. 1992, Cital ve Oner 2013, Mısır ve ark. 2013, Çibuk ve ark. 2014), balığın kas dokusu total lipitlerindeki yağ asitleri analizlenmiştir. Ancak bu çalışmalar incelendiğinde bazı yanlışlıkların olduğu görülmüştür. Şöyle ki; Mısır ve ark. (2013) ile Çibuk ve ark. (2014) tarafından yapılan ve farklı dergilerde yayımlanan her iki çalışmada da aynı tarih ve aylarda (eylül, kasım 2012 ve ocak 2013) toplanan balıkların analizlerinin yapıldığı ve balıklardan elde edilen total lipit miktarı ile yağ asiti yüzdelerinin aynı oldukları tarafımızdan saptanmıştır. Cital ve Oner'in (2013) çalışmasında 2010-2011 tarihinde toplanan balıkların yaz ve kış mevsimine ait yağ asiti sonuçları verilmiş, ancak bu analizler incelendiğinde 18:0, 18:2n-6 ve DHA asitlerinin ve diğer çalışma olan Ergün ve ark. (1992) tarafından yapılan çalışmada da 16:1n-7, 18:0 ve 18:2n-6 asitlerin yüzdelerinin, diğer balıklardan elde edilenlerle hiç uyuşmadıkları belirlenmiştir.

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 de balığın yağ asidi bileşimini ve esansiyel yağ asidi ihtiyacını bilmek oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, şubat 2012- aralık 2012 tarihleri arasında iki ayda bir olmak üzere Van Gölü'nden toplanan İnci Kefali'nin (*Alburnus tarichi*) erkek ve dişi bireylerinin kas, karaciğer ve gonat gibi değişik dokularında total lipid, triaçilgliserol fosfolipit ile fosfatidilkolin, fosfatidiletanolamin, fosfatidilinositol ve fosfatidilserin gibi fosfolipit alt sınıflarındaki yağ asitlerinin mevsimsel değişiminin incelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Balıkların Kas Total Lipidi 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 1989, Ackman 1990, Dean 1990). Tatlı su 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. 1972). Tatlı su balıklarının farklı tür ve alttürlerinin total lipit içeriği araştırılmış ve % 0.6-30 aralığında değerler tespit edilmiştir (Atchison 1975, Farkas ve Csengeri 1976, Dave ve ark. 1976, Farkas ve ark. 1978). Henderson ve Tocher (1987), çoğunluğu ılıman bölgelerden olmak üzere 56 tatlı su balığı ile yapılan çalışmaları derlediler 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*, *P. nigromaculatus*, *Perca flavescens*, *Esox lucius*, *Stizostedion vitreum*, *Lucioperca lucioperca*, *Rutilus rutilus*, *Catostomus sp.*, *Lepomis gibbosus*, *Channa argus* ve *Coregenus albula*'da kas lipit içeriği, yaş ağırlığın % 2'sinden daha az bulunmuştur. *Morone chrysops*, *Anneiurus melas*, *Ictalurus nebulosus*, *Aplodinotus grunniens*, *Leucichthys artedi*, *M. amercanus*, *Salvelinus fontinalis*, *Poecilia reticulata*, *Tilapia nilotica*, *Osmerus mordax*, *Hypomesus japonicus*, *Plecoglossus altivelis*, *Carassius carassius*, *Oncorhynchus kisutch*'un kas lipit içeriği % 0.7-5 arasında tespit edilmiştir. Aynı araştırmacılar, *Capoeta* türü ve benzeri tatlı su balıkları için toplam yağ oranını % 1-4 civarında vermişlerdir.

Tatlı su Levreğinin (*P. fluviatilis*) mart ayındaki kas total lipit içeriği % 0.8, alabalıkta (*C. albula*) % 0.5, kültür gökkuşacağı alabalığında (*Salmo gairdnerii*) % 6.8 olarak tespit edilmiştir (Agren ve ark. 1987).

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

---

Total kas lipit miktarı, 26 balık türünde ortalama % 2.4 olarak saptanmıştır. (Takama ve ark. 1994)

Tahta balığı *Blicca bjoerkna*'nın (sazangiller) kas lipit içeriğinin, yumurtlama döngüsünden etkilendiği ve kastaki total lipitin % 3.9-7.3 arasında değiştiği saptanmıştır (Luzia ve ark. 2003). *C. zenithicus*, *C. artedii*, *C. commerconii*, *O. mordax*, *C. clupeiformis*, *L. lota*, *S. namaycush namaycush*, *S. n. siscowet*'ta total lipit içeriği % 1.0-25.7 arasında değişmiştir (Wang ve ark. 1990). Yunanistan'da yaşayan sekiz adet tatlı su balıklarının total lipit içeriği incelenmiştir. *A. brama* % 1.0; *C. carpio* % 1.4; *Leuciscus cephalus* % 1.3; *C. carassius* % 1.5; *L. idus* % 1.6; *Chondrostoma nasus* % 1.3; *L. lucioperca* % 0.6; *S. glanis* % 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 20 tatlı su balık türünün, total yağ ve yağ asidi kompozisyonunu analizlemişlerdir. Birçok balık türünün ağırlıklarının % 20'den daha azı kadar lipit içerdiği (% 1.17-34.0) saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, *Trichogaster pectoralis*: % 1.17 *Labea rohobita*: % 1.25 *Aristichthys nobilis*: % 1.75 *C. carpio*: % 1.92 *Catla catla*: % 1.92 *Oreochromis mossambicus*: % 2.75 *C. striatus*: %3.25 *Clarias macrocephalus*: % 4.25 *T. trichopterus*: % 4.5, *Puntius gonionotus*: % 5.17, *Pengasius pengasius*: % 5.67, *Monopterus albus*: % 6.25, *Lates sp*: % 6.5, *Hypophthalmichthys molitrix*: % 7.08, *Leptobarbus hoevenii*: % 7.92, *Anguilla mauritiana*: % 10.67, *Mystus nemerus*: % 18.83, *C. grapienus*: % 20, *Piaractus brachyponus*: % 34oranda lipit içerdiği saptanmıştır.

Etiyopya'da farklı göllerde yaşayan 8'i tropikal olmak toplam elli tatlı su 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 (*O. niloticus*) görülmüştür. *Barbus* sp., *C. gariepinus*, *O. niloticus* balık türlerinin altı farklı göldeki total lipit miktarlarının farklı olduğu saptanmıştır. Kimi göllerde yaşayan balıklarda lipit miktarı yüksekken kimi 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'nden *Cottocomephorus grewingki* dişilerinde kas total lipit miktarı % 1.4; erkek bireylerde, % 1.6; *C. inermis* dişilerinde, % 1.5; erkeklerinde, % 1.4 olarak bulunmuştur. Bu göldeki *C. grewingki* ve *C. inermis*, orta yağlı balıklardır ve lipit içerikleri % 2–8 arasında değişiklik göstermiştir (Kozlova 1998). Aynı Gölde toplanan ergin dişi *Comephorus dybowski*'de kas total lipiti % 2.6 olarak bulunmuştur (Kozlova ve Khotimchenko 2000)

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

Adana Seyhan Baraj Gölü'nden toplanan tatlı su 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, *R. frisii*'de % 1.52, *Sander lucioperca*'da % 0.39 olarak bulunmuştur (Özoğul ve ark. 2007)

Simonetti ve ark. (2008), *Salmo trutta*'da kas total lipiti % 3.0, *I. punctatus* (Kanal Kedibalıği)'ta % 4.6, *I. melas* (İtalyan Kedibalıği)'ta % 3.3 *Micropterus salmoides*'te % 3.7 olarak saptamışlardır. Jankowska ve ark. (2004), sudak kasında yağ içeriğini % 0.96, Uysal ve Aksoylar (2005) ise % 0.39-0.77 aralığında olduğunu belirtmişlerdir.

Sudakların kas dokusu yağ oranının yıl içinde hiçbir zaman % 1'i geçmediği ve yağsız balıklar sınıfına girdiği tespit edilmiştir. İstatistiki açıdan önemli olmamakla birlikte Sudak Balığı erkeklerin kas total lipid içeriğinin dişilerden daha yüksek ve daha az değişim gösterdiği bulunmuştur. Kas dokusu total lipid yüzdesi, yıllık ortalama olarak, erkeklerde % 0.61, dişilerde % 0.56 tespit edilmiştir (Uysal 2000). *Vimba vimba*'da kas total lipit % 1.59 olarak belirlenmiştir (Kıssal 2008). *Capoeta capoeta umbla*'da dişi bireylerde toplam yağ oranı erkeklerden daha yüksek çıkmıştır (Aras ve ark. 2009).

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

Munzur Nehri'nden toplanan *S. t. macrostigma*'nın dişilerinde total lipit 1.44 - 1.90 arasında belirlenmiştir (Kayhan ve ark. 2015).

Çin'in en büyük tatlı su gölü olan Poyand Gölü'nden toplanan beş balık türü (*Squaliobarbus curriculus*, *Erythroculter ilishaeformis*, *Pseudobagrus fulvidraco*, *Bostrichthys sinensis* ve *Siniperca kneri* Garman) çalışılmıştır. Total lipit miktarı yüzde olarak *S. curriculus*'ta 2.10; *E. ilishaeformis*'te 1.73; *P. f. ulvidraco*'da 1.29; *B. Sinensis*'te 0.51; *S. kneri* Garman'da 0.37 olarak saptanmıştır. Balık türleri arasında total lipit miktarı, % 0.37- 2.10 arasında değişti (Lin ve ark. 2012)

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. 2009), yaş ve coğrafik bölgedir (Su ve ark. 2004). Aynı tür içerisinde yaş varyasyonu ve eşeyssel olgunluk da total lipit içeriğine etki edebilir (Zigot ve Türker 1990). Balık lipitlerinde yağ içeriği ve yağ asitleri kompozisyonu hem tür içinde hem de; sezon, mevcut besinin çeşidi ve miktarı, su sıcaklığı, pH, tuzluluk ve üreme döngüsü gibi abiyotik ve biyotik faktörlere bağlı olarak değişir.

### 2.2. Balıkların Kas Total Lipidine Etki Eden Faktörler

#### 2.2.1. Balıkların Kas Total Lipidine Üremenin Etkisi

Balıkların total yağ oranları büyüklüklerine, üreme dönemleri gibi faktörlere bağlı olarak da değişebilmektedir. 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. 1972).

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 (Atchinson 1975, Akpınar 1987).

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 (Kluytmans ve Zandee 1973, Ackman ve Eaton 1976, Kinsella ve ark. 1977, Mute ve ark. 1989).

Hazar Gölü'nden toplanan *C. 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 lipidi % 1.78, üreme dönemi sonrası % 1.32, erkek *C. c. umbla*'nın üreme dönemi öncesi kas total lipidi % 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).

Tuzla Çayı ve Tercan Baraj Gölü'ndeki *C. c. umbla*'nın dişi bireylerinde yağ oranı daha fazla çıkarken üreme öncesi gonadal gelişim ve yumurta teşekkülünden dolayı ilkbaharda diğer sezonlardan çok daha düşük seviyede hesaplanmıştır (Aras ve ark. 2009).

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

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

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*, *Tor grypus* ve *S. triostegus*'un her iki eşeyinde üreme öncesi dönemdeki kas total lipit miktarı, üreme dönemi sonrasına (eylül ayı) oranla yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni, üreme periyodu esnasında kastaki lipitlerin gonat gelişimi için kullanılmasından ileri gelebilir (Kaçar 2010).

### 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 yağ yüzdesi % 3.03 iken doğal balıkta % 0.65 olarak bulunmuştur (Rueda ve ark. 1997).

Çiftlikte yetiştirilen *L. rohita* (Cyprinid)'nın 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 balıklarının lipit miktarı % 8.1-13.5 aralığında bulunmuştur (Oku ve ark. 2009).

### 2.2.3. Balıkların Kas Total Lipidine 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), sazanda 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 erkekler için en düşük oranda mart ayında (% 1.08), dişiler için 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 kasın total lipit miktarının, dişilerden daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Akpınar 1986b).

Elazığ Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *C. trutta* ve *B. 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 belirlenmiş, 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).

Sudak Balıklarının kas ve karaciğer total lipid içeriğinin üremeden sonra mayıs ayında minimum seviyeye düştüğü, daha sonra artarak eylül ve kasım aylarında maksimum seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir (Uysal 2000).

Bir başka çalışmada, *Oreochromis spp.* (Tilapia)'nın yaz ve kış aylarında total lipit ve yağ asidi kompozisyonu incelenmiş, yazın lipit içeriği, % 1.92 kışın ise % 1.33 olarak bulunmuştur (Luzia ve ark. 2003). Doğu Akdeniz kıyılarında *Solea solea* ile ilgili 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

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

---

en az yazın bulunmuştur (Güler ve ark. 2008). Çek Cumhuriyetinde *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 yağ asidi kompozisyonu araştırılmıştır. Yaş ağırlığının % 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 tatlı su balıklarıyla karşılaştırıldığında bu değerlerin düşük olduğu görülür. Rahman ve ark. (1995) Malezya balıklarında lipit içeriğini % 1.17-34.0 arasında, sazanda ise % 1.92 olarak bulmuştur. Aggelousis ve Lazos (1991), Yunan tatlı su balıklarında total lipidi % 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 içeriği 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*, *O. macrochir* ve *T. rendalli*) türünün 3 mevsimde lipitler 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 analizlenen Alabalık türlerinden, *S. trutta caspius*'ta total lipit içeriği % 1.75-3.1, *S. t. labrax*'ta % 1.50-4.67, *S. t. 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).

*S. t. forma fario L.*'nin 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 hakim balık türü olan *C. c. umbla*'nın dişi bireylerdeki total yağ miktarı erkeklerden daha fazla bulunmuştur. Ayrıca ilkbaharda toplam yağ miktarı popülasyonun erkek ve dişi bireylerinde belirgin bir şekilde düşük çıkmıştır (Aras ve ark. 2009)

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *T. grypus* ve *S. triostegus*'un ilkbaharın sonlarına doğru en yüksek seviyede bulunan total lipit miktarı eylül ayında azalmıştır (Kaçar 2010).

İnci Kefali ile ilgili olarak 1995 yılında tamamlanan bir doktora tezinde (Duyar 1995), balıkta yağ oranı haziran ayında minimum (% 4.40), mart ayında ise maksimum (% 7.25) oranda olduğu belirlenmiştir.

Son yapılan çalışmada, eylül- kasım 2012 ve ocak 2013'te toplanan İnci Kefali'nde eylülde total lipit; 1.66; kasımda 1.55; ocakta 3.35 g/100; genel ortalama olarak 2.19 g/100 g olarak bulunmuştur (Mısır ve ark. 2013). Bu değerlere göre İnci Kefal'i yarı-yaglı bir balıktır (Polish Standard PN-A-86770 1999). Tatlı su balıklarının çoğunun düşük yağlı olduğu öne sürülmüştür (Özoğul ve ark. 2007)

### 2.2.4. Balıkların Kas Total Lipidine Coğrafik Bölge ve Lokalitenin Etkisi

Aynı balık türünün kas total lipidi farklı göllerde değişiklik gösterir. Örneğin, Etiyopya'daki *Barbus sp.*, *C. gariepinus*, *O. niloticus* balık türlerinin altı farklı göldeki total lipit miktarlarının farklı olduğu saptanmıştır. Kimi göllerde yaşayan balıklarda lipit miktarı yüksek iken kimi 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. Balıkların Karaciğer Total Lipidi 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 de sahiptir (Rinco'n-Sa'nchez 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. (Kiesling ve ark. 2001, Rodriguez ve ark. 2004)

Yağsız balıklar; kendi yağlarının % 50-80'ini karaciğerinde TAG (triacilgliserol) formunda depolar ve yağda eriyen vitaminler, özellikle A ve D vitamini için iyi birer kaynaktırlar (Jacquot 1961). Bu balıkların etlerinin renkleri beyazdır (Feeley ve ark. 1972). Fakat yağlı balıklar, kendi yağlarını kaslarında depo ederler (Gurr 1992). Onların etleri sarı gri pembe ve diğer renklerden dolayı pigmentlidir.

Karaciğerin yağ asitlerini ve lipitleri kasa göre 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. 1972).



Toplam otuz üç deniz balığında yapılan çalışmada, dip balıklarının karaciğer total lipitleri yüzey balıklarından fazla saptanmıştır. Tüm balıklarda ortalama lipit % 14.4- 38.5 arasında değişmiştir. Karaciğerdeki lipit oranı kasta fazla bulunmuştur (Takama ve ark. 1994) *Vimba vimba* 'da karaciğerde total lipit % 3.59 olarak bulunmuştur (Kıssal 2008).

#### **2.4. Balıkların Karaciğer Total Lipidine Etki Eden Faktörler**

Tatlı su 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).

Akpınar (1986), Mogan Gölü'nde yaşayan *C. carpio* balıkların üzerine yaptığı bir çalışmada; beslenmenin yoğun olduğu aylarda karaciğer ağırlığının da buna paralel olarak arttığını belirtmiştir.

Heidinger ve Crawford (1977), *Micropterus salmoides* üzerinde yaptıkları bir çalışmada; karaciğer ağırlığının beslenme yoğunluğu ile pozitif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir.

Medford ve Mackay (1978), *E. lucius* balıkları ile yaptıktan bir çalışmada ise; bu bulguların aksine, karaciğer ağırlık artışının beslenme yoğunluğu ile değil, gonat gelişimi ile ilgili olduğunu saptamışlardır.

##### **2.4.1. Balıkların Karaciğer Total Lipidine 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.

Sazanın, karaciğerinde total lipit, ilkbaharda, % 11.72; yazın, % 10.01 kışın ise % 4.75 olarak bulunmuştur. Karaciğerin yağ içeriği kışın azalma göstermiştir. İlkbahar ve yazın ise yüksek olarak saptanmıştır (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 1986).

*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.

Kaçar (2010) analiz ettiği balık türlerinin karaciğer total lipitlerini genellikle eylül ve ocak aylarında düşük bulmuştur. 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.

### 2.4.2. Balıkların Karaciğer Total Lipidine 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 gonata mobilize edilirler (Castell ve ark. 1972)

Yılmaz ve ark. (1995), *C. c. umbla*'nın dişi ve erkek bireylerinin karaciğer, kas ve gonat gibi organlarındaki lipit değişimlerini üreme periyodu süresince incelediler ve lipit miktarının kas ve karaciğerde, üreme dönemi sonrasında azaldığını belirttiler. Dişi *C. c. umbla*'nın üreme dönemi öncesi karaciğer total lipidi % 2.29, üreme dönemi sonrası %

1.79 iken; erkek *C. c. umbla*'nın üreme dönemi öncesi karaciğer total lipidi % 1.45, üreme dönemi sonrası karaciğer total lipidi ise % 0.9 olarak bulunmuştur.

*T. grypus*, *C. carpio* ve *S. triostegus* balıklarının 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 (Kaçar 2010).

## 2.5. Karaciğer ve Kas Total Lipitlerinin 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 lipidi % 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).

*V. vimba*'da kas total lipit % 1.59, karaciğerde total lipit % 3.59 olarak bulunmuştur (Kıssal 2008).

Senegal kıyılarındaki *Sardinella maderensis*, *S. aurita* ve *Cephalopholis taeniops*'ta yapılan çalışmada, balıkların kas, karaciğer ve derilerindeki total yağ asidi içeriği saptanmıştır. *C. taeniops*'te lipitler, kas ve deriye göre özellikle karaciğerde yoğun bulunmuştur. Üç balık türünün karaciğerinin total lipidi % 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 pelagic ergin dişi *C. dybowski*'de total lipit analizi, karaciğerde % 8.7, kasta % 2.6, ovaryumda ise % 5.6 olarak bulundu (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Hindistan'da beş sazan türü incelenmiş ve karaciğerdeki lipit oranı (% 5-10) kasta daha yüksek bulunmuştur. *L. bata* karaciğer lipidi, % 7.50; *L. 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 dişi *C. trutta*'nın karaciğer total lipit miktarı % 3.62, kasta ise % 2.51 olarak bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010a).

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. *C. carpio*'da ise mayıs ayı hariç, diğer dönemlerde, karaciğerdeki lipit miktarı az da olsa daha fazla bulunmuştur (Kaçar 2010).

### 2.6. Dişi ve Erkek Bireylerde Karaciğer Total Lipidin 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 ağırlığın % 11.7'i ve erkeklerde % 19.5) *C. grewingki*'nden 2-3 kat daha fazla bulunmuştur. *C. grewingki*'nin karaciğeri metabolik rol oynar, oysa *C. inermis*'in lipit rezervleri için depo görevi de görür (Kozlova 1998).

Sudak balığında, karaciğerin total lipit içeriği, yıllık ortalama olarak, erkeklerde % 5.71, dişilerde ise % 5.14 bulunmuş ve kas dokudan 8-10 kat daha yağlı olduğu tespit edilmiştir (Uysal 2000).

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

Aynı gölden toplanan üç cyprinid türünde 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 (Kaçar 2010).

## 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 % 4.7; kültüre alınanda % 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. Balıkların Gonat Total Lipidi 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 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).

*C. carpio* gonat total lipit miktarı % 0.63 (ocak)-% 2.01(eylül); *T. grypus* ovaryum total lipit miktarı % 1.52 (temmuz)-% 5.04 (eylül); testislerde ise % 0.97 (mayıs)- % 4.62 (kasım); *S. triostegus* ovaryum total lipit miktarı % 0.54 (mart) -% 3.75 (mayıs); testislerde % 1.17 (ocak)-% 3.22 (eylül) aralığında tespit edilmiştir (Kaçar 2010).

### 2.9. Balıkların Gonat Total Lipidine 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 doğal Kedibalıği'nın ovaryum lipit içeriği yumurtlama sonrasına göre daha yüksek bulunmuştur. Bu da lipit içeriğinin ovaryum olgunlaşmasıyla ilişkili olduğunu gösterir (Shirai ve ark. 2001).

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).

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

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 1987b).

Gallagher ve ark. (1991), *Micropogonias undulatus*'ta üreme sezonunun 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).

*T. nilotica* testis total lipid oranı kışın % 5.41, ilkbaharda % 13.36, yazın % 11.18 ve sonbaharda % 12.81; ovaryum total lipid oranı kışın % 21.86, ilkbaharda % 25.51, yazın % 12.23 ve sonbaharda % 19.46 bulunmuştur. *Sparus auratus*'un testisleri kışın % 10.24 ve sonbaharda % 10.84; ovaryumlan kışın % 6.72, ilkbaharda % 9.81, yazın % 4.75 ve sonbaharda % 10.6 oranında total yağ içerdikleri tespit edilmiştir (El-Sayed ve ark. 1984).

*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. Total lipit yüzdelerindeki değişim, total lipit miktarındaki değişimle aynı paralelliktedir. 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 1987b).

Medford ve Mackay (1978), *E. lucius* gonad gelişimi ile ilgili olarak, gonad lipid içeriğini araştırmışlar ve gonad gelişimine paralel olarak lipid içeriğinin de arttığını tespit etmişlerdir. Mayıs ayı içinde üreyen balıkta, gonad yaş ağırlığına göre lipid oranının da arttığı, ovaryum lipid oranının temmuz ayından mart ayına kadar % 1.5'den % 6.2'ye yükseldiği; testislerin lipid oranının da bu aylar arasında % 3.1 ile %5.4 arasında düzensiz olarak değiştiği bildirilmiştir.

Metin (1992), *Cyprinion macrostomus*'un gonadal total lipid içeriğinin mevsimsel değişimini incelemiştir. Araştırmacı, ovaryum yaş ağırlığının haziran ayında en yüksek, kasım ayında en düşük; testis yaş ağırlığının ise temmuz ayında en yüksek, kasım ayında en düşük seviyede olduğunu saptamıştır.

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).

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

---

Sudak balığında, kasım ve mart aylarında testis total lipid içeriği değişmezken, ovaryum total lipid içeriğinin önemli derecede arttığı görülmüştür (Uysal 2000)

Topardıç Deresi'nde (Kangal-Sivas) yaşayan *C. macrostomus*'un gonatlarında total lipid ve yağ asidi miktarının mevsimsel değişimi araştırılmıştır. Erkek ve dişi balıklarda gerek gonat ağırlıkları gerekse gonat total lipid ve yağ asidi miktarındaki değişimlerin özellikle gonat gelişimi ve yumurtlama periyodunda daha belirgin olduğu görülmüştür. Yumurtlama periyodunda en yüksek düzeye ulaşan total lipid ve yağ asidi miktarı, yumurtlama periyodu sonrasında bir azalma göstermiştir. *C. macrostomus*'ta ovaryum yağ ağırlığına göre total lipid 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 lipid içeriği üreme mevsimi öncesinde, üreme mevsimi sonrasında göre yüksek bulunmuştur. Dişi balığın üreme dönemi öncesi gonat total lipidi, % 4.79, üreme dönemi sonrasında % 2.22, erkek *C. c. umbla*'nın üreme dönemi öncesi gonat total lipidi % 4.60, üreme dönemi sonrası gonat total lipidi, % 3.87 olarak bulunmuştur. Her iki bireyde de gonat total lipid 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 lipidlerin depolanmasından ileri gelmektedir. Yumurtalar bırakıldıktan sonra gonatlardaki lipid miktarı da azalma gösterecektir (Yılmaz ve ark. 1995).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*'da ise her iki bireyin gonat total lipid miktarı, ocak ayında en düşük seviyede, üreme sonrası dönem olan eylül (dişi balık) ve kasım (erkek balık) aylarında ise en yüksek seviyede bulunmuştur. *C. carpio* ile birlikte *T. grypus*'un dişi ve erkekleri, *S. triostegus*'un erkek bireylerinin gonatları, yumurtlama periyodundan sonraki dönemde (eylül-kasım) daha fazla lipid içerdiler (Kaçar 2010).

Genellikle, depo lipid olarak görev gören TAG'nin birikmesiyle, balık vücudundaki lipid içeriği artar (Ando ve ark. 1993). Doğal kedibalığı'nın 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 karaciğerde 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).

*C. carpio*'da her iki bireyde gonatlardaki total lipit miktarı kış mevsiminde azalırken, sonbaharda artmıştır. *T. grypus*'un her iki eşeyinde, total lipit miktarı sonbaharda artmıştır. *S. triostegus* dişilerinde en fazla lipit, mayıs ayında, en az ise mart ayında tespit edilmiştir. Erkek bireylerde en yüksek lipit, eylül ayında saptanmıştır (Kaçar 2010).

#### **2.10. Balıkların Ovaryum ve Testislerindeki 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).

Love (1970), *Gobius melastomus* gonatlann lipid miktannın dişilerde erkeklerden 10 kat daha fazla olduğunu tespit etmiştir. Araştırmacı gonatların gelişimi için lipid kullanımının erkeklerde daha az olduğunu ve üreme faaliyetlerinden dişilere göre daha az etkilendiğini bildirmiştir.

*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 gerek duyduklarını göstermektedir (Metin ve Akpınar 2000). Gonatların gelişimi için lipit kullanımının erkeklerde daha az olduğu ve üreme faaliyetlerinden dişilere göre

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

---

daha az etkilendiği tespit edilmiştir. Dişi *C. grewingki*'nin ovaryum total lipit miktarı % 6.3, erkek *C. grewingki*'nin testis total lipit miktarı % 2.6, 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).

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 1987b).

*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 gonat gelişimi ile ilgili olarak ovaryum ve testislerinin toplam lipit, toplam yağ asidi ve yağ asidi bileşimlerindeki değişimler 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).

Analizlenen *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 kimi dönemlerde ovaryumda, kimi 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 (Kaçar 2010).

### 2.11. Balıklarda 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 asiti 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 tatlı su, üç deniz ve yedi hafif tuzlusu balığında, 16:0 ve 18:0, SFA'lar içinde en çok bulunmuştur. Palmitik asitin miktarı total SFA'ların % 50-55'i kadardır. Tekli doymamış yağ asitleri arasında da 16:1n-7 ve 18:1n-9, PUFA'lardan da 18:2n-6, 18:3n-3, AA, EPA ve DHA major (yüzde dağılımda en çok bulunan) bileşenlerdir. Yayın balığı 16:1n-7'i fazla miktarda (% 16.52) içerdi. Analizlenen balıklarda AA oranı yüksek saptanmıştır. Hafif tuzlusu balıklarının yağ asidi kompozisyonu farklılık göstermemiştir (Nair ve Gopakumar 1978).

Henderson ve Tocher (1987)'in çeşitli tatlı su balıklarının yağ asiti analizi ile ilgili çalışmaları içeren derlemeleri incelendiğinde, SFA'lardan baskın olan bileşenin 16:0 olduğu, 18:0 ve 14:0 (miristik asit) asitlerin daha düşük miktarlarda bulunduğu, 12:0 (lavrik asit)'in % 2'den az olduğu görülmüştür. Balık total lipitlerinde 13:0 (tridekononik asit), 15:0 (pentadekanoik asit), 17:0, 19:0 gibi tek karbonlu doymuş yağ asitlerinin oranı

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

---

% 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 (eikosenoik asit) izlemiştir. Aynı derlemeye göre, tatlı su balıklarında bulunan başlıca dienoik yağ asidi 18:2n-6'dır. Tropikal yeşil yılanbaşı balığın visceral 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. Triceonik yağ asitlerinin başlıca bileşeni olan 18:3n-3, total lipidin yaklaşık % 10'dan daha azını oluşturmuştur. Birçok tatlı su 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 tatlı su balıklarında AA; daima en çok bulunan tetraendir. Pentaenoik yağ asitleri, genellikle total lipitlerin % 1.5-16.3'ünü meydana getirmiştir. Bunlar arasında en fazla bulunan EPA, % 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'in (1987) derleme çalışmasından sonraki dönemde yapılan çalışmalar incelendiğinde çeşitli tatlı su balıklarında benzer sonuçların elde edildiği görülür. Zira çoğu çalışmalara bakıldığında, doymuş yağ asitlerinden 16:0, tekli doymamış yağ asitlerinden 18:1n-9, çoklu doymamış yağ asitlerinden EPA ve DHA yüzde dağılımında 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 AA'lar, daha az yüzde de saptanmıştır (Akpınar 1987a, Aggelousis ve Lazos 1991, Konar ve ark. 1999, Kolakowska ve ark. 2000, Kminkova ve ark. 2001, Ackman ve ark. 2002, Haliloğlu ve ark. 2004, 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, EPA ve DHA bulunmuştur. Araştırmacılar Baykal Gölü'ndeki bu balıkların önemli bir n-3 yağ asidi kaynağı özellikle EPA ve DHA olduğunu belirtmiştir (Wang ve ark. 1990).

Hisar ve Hisar (2003), Özoğul ve ark. (2007), Mahmoud ve ark. (2007)'in *C. carpio*'da belirledikleri başlıca doymuş yağ asitleri miristik, palmitik ve stearik asittir. Palmitik asit en fazla oranda bulunan yağ asiti olmuştur.

Karaçalı ve ark. (2010), Örenler Baraj Gölü'ndeki *C. carpio*'da kas, karaciğer ve ovaryumun total lipit yağ asiti içeriğinde her üç dokuda da, tekli doymamış yağ asitlerini, doymuş ve çoklu doymamışlardan fazla belirlediler.

*Mastacembellus armatus*, *M. singhala* ve *L. calbasuo* tatlı su 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).

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

Çoğu durumda, tek çift bağ içeren MUFA'lar *C. baicalensis*'te dominant yağ asiti sınıfını oluştururken, *C. dybowski*'de aşırı doymamış yağ asitlerinin yani PUFA'ların majör yağ asiti sınıfı olduğu belirlenmiştir (Kozlova ve Khotimchenko. 2000).

Hindistan'da çalışılan beş Sazan balığı türünde kırk yedi yağ asiti 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, AA, EPA ve DHA bulunmuştur (Ackman ve ark. 2002).

İncelenen yirmi üç Malezya tatlı su balıklarında tekli doymamış yağ asiti içeriği, % 17-53; doymuş yağ asitleri, % 15-45; çoklu doymamış yağ asitleri ise, % 12-38 aralığında tespit edilmiştir (Rahman ve ark. 1995).

Etiyopya'da göllerde yaşayan sekizi tropikal olmak toplam elli tatlı su balığının; lipit ve yağ asitlerindeki varyasyonlar çalışılmıştır. Başlıca yağ asitleri; 16:0, 18:0, 18:1n-

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

---

9 ve DHA olarak bulunmuştur. N-3/n-6 oranı 1.1-7.6 arasında değişmiştir. *O. niloticus*, tüm tropikal türleri içinde lipit kalitesi en iyi olan tür olarak tespit edilmiştir (Zenebe ve ark. 1998).

*Coregonus zenithicus*, *C. artedii*, *C. commerconii*, *O. mordax*, *C. clupearformis*, *L. lota*, *S. namaycush* gibi çalışılan sekiz göl balığında, 16:0; SFA'lar 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, EPA ve DHA ise PUFA'lar içinde en çok bulunan bileşenlerdir. Çalışmada analizlenen balıkların önemli bir n-3 yağ asidi kaynağı özellikle EPA ve DHA olduğu gösterilmiştir (Wang ve ark. 1990).

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

Güney Afrika'da bulunan on sekiz farklı tatlı su balık türlerinin kaslarındaki yağ asidi kompozisyonu gaz kromatografi ile analizlenmiştir. Genellikle, çalışılan tüm balıklarda, bazı deniz balıklarıyla karşılaştırıldığında, EPA ve DHA gibi n-3 yağ asitleri düşük oranda, AA 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 tatlı su balıklarında total doymamışların % 38-66'sını monoenler meydana getirmiştir. En fazla görülen yağ asitleri 16:0, 16:1n-7, 18:1n-9, EPA ve DHA olmuştur. Palmitik asit total doymuş yağ asitleri içinde % 56 ile en fazla görülen doymuş yağ asitidir. 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, havuz balığı ve kababurun balığında % 6, çapakta % 11.8 aralığında tespit edilmiştir. Dokosaheksaenoik asit

konsantrasyonu havuz balığında % 4, çapakta % 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'dan fazladır ve buna bağlı olarak balıklar, besinsel olarak,  $\sum n-3$  PUFA'lara daha fazla ihtiyaç duyar.

Kemikli balıkların çok önemli bölümünde total SFA içerisinde 16:0'ın hemen bütün dokularda dominant olduğu bildirilmektedir (Czesny ve Dobrowski 1998). Hatta bu bileşenin  $\sum$ SFA içerisinde ortalama % 60'lık bir payının olduğu rapor edilmiştir (Chen ve ark. 1995)

Gutierrez ve Silva (1993), *Acinocheiroduon melanogramma*, *Auchenipterus nuchalis*, *Leporinus lacustris*, *Pseudoplatystoma fasciatum*, *Brachyplatystoma vaillantii*, *Hoplias brasiliensis*, *Anchoviella vaillanti* gibi yedi tatlı su balığı ile dokuz deniz balığını incelediler. Sonuçlara göre, 16:0 hem deniz hem de tatlı su balıklarında doymuş yağ asitleri içinde en fazla yüzdede bulunmuştur. Tatlı su balıklarının yağlarında C16 yağ asitleri deniz balıklarına oranla daha fazla oranda saptanmıştır. Tekli doymamış yağ asitleri içinde en fazla bulunan 18:1n-9 miktarı, tatlı su balıklarında fazla oranda bulunmuştur. Brezilya'da çalışılan tatlı su balıkları; EPA ve DHA asiti 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 18 türe ait 56 balık örneğinde yapılan yağ asidi çalışmalarında örneklerin büyük çoğunluğunda en çok yüzdeyi  $\sum$ PUFA oluşturmuştur. Bunu  $\sum$ SFA izlemiştir. Total SFA içinde en fazla 16:0,  $\sum$ MUFA içinde 18:1n-9  $\sum$ PUFA içinde de en çok DHA saptanmıştır. Total PUFA içerisinde DHA'ı AA ve EPA izlemiştir. N-3 yağ asitlerinin miktarı n-6'lardan oldukça fazla bulunmuştur (Ahlgren ve ark. 1994).

*T. pectoralis*, *L. rohibita*, *A. nobilis*, *C. carpio*, *Catla catla*, *Oreocromis mossambicus*, *Channa striatus*, *C. macrocephalus*, *T. trichopterus*, *Puntius gonionotus*, *Pengasius pengasius*, *monopterus albus*, *Lates sp.*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Leptobarbus hoevenii*, *A. mauritiana*, *Mystus nemerus*, *C. grapienus*, *Piaractus brachyponus* gibi Malezya'daki 20 tatlı su balık türünün yağ asidi kompozisyonu

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

---

analizlenmiştir. Total MUFA'lar % 17-53, SFA'lar % 15-43 ve PUFA'lar % 12-38 aralığında bulunmuştur. Balıklarda en çok  $\Sigma$ MUFA, daha sonra  $\Sigma$ SFA, en az da  $\Sigma$ PUFA saptanmıştır. Total n-6 PUFA'lar (% 2.43-26.2),  $\Sigma$ n-3 PUFA'lardan (% 1-11) daha yüksek bulunmuştur (Rahman ve ark. 1995).

İncelenen balıklardan AA'nın yüzde değerleri Malezya sazanında (*L. hoevenii*), Afrika Kedibalığı'nda (*C. grapienus*) % 1.30, tatlı su 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 tatlı su yılan balığında (*A. mauritiana*) bulunmuştur. Bu balık kas ağrıları için tıpta tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Lates sp. dışında incelenen balıklarda DHA oranı % 2'den düşük olarak saptanmıştır.

Baykal Gölü'ndeki ergin dişi *C. dybowski* ile *C. baicalensis* kas yağ asiti analizi yapılmıştır. Tekli doymamış yağ asitleri *C. baicalensis*'te PUFA'lar ise *C. dybowski*'de en çok yüzdede saptanmıştır. Analizlerde diğer major yağ asitleri 16:1n-7, 18:1n-7, EPA 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'dan üç doğal tatlı su balığında (*Brycon cephalus*, *B. microlepis* ve *B. 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-3 çoklu doymamış yağ asitleri; *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 yılan balığı *A. anguilla* bazı iç sularımızda bulunan sudak balıkları, *S. lucioperca*'nın yağ asitleri incelenmiştir. *A. anguilla*'da  $\Sigma$ SFA % 16.09,  $\Sigma$ MUFA % 67.30,  $\Sigma$ PUFA % 16.61; *O. mykiss*'de  $\Sigma$ SFA % 19.79,  $\Sigma$ MUFA % 57.77,  $\Sigma$ PUFA % 4.14; *S. lucioperca*'da  $\Sigma$ SFA % 40.14,  $\Sigma$ MUFA % 41.31,  $\Sigma$ PUFA % 17.97 olarak bulunmuştur (Ünlüsayın ve ark. 2001).

Aynı yem kullanılarak yetiştirilen üç farklı alabalık türünün (*S. alpinus*, *S. t. fario*, *O. mykiss*) kas dokularındaki yağ asidi kompozisyonları analizlenmiştir. Toplam doymuş yağ asitleri içerisinde 16:0, MUFA'lar 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. Total n-3 PUFA bakımından en yüksek *O. mykiss* (% 22.41) olurken,  $\Sigma$ n-6 PUFA bakımından ise *S. t. fario* olmuştur. Eikosapentaenoik asit miktarı sırasıyla *O. mykiss* % 3.07, *S. alpinus* % 3.03 ve *S. t. fario* % 1.78 çıkmıştır. *O. mykiss* aynı zamanda en yüksek DHA miktarına sahip olmuştur (% 19.17), *S. alpinus* (% 15.48) ve *S. t. fario* (% 12.74)'lık değerlerle önemli farklılıklar göstermişlerdir (Haliloğlu ve ark. 2002).

Yukarı Fırat (Karasu) havzası Yeşildere çayından yakalanan olgun dere alabalıklarının (*S. t. macrostigma*) kas dokusu yağ asidi kompozisyonları araştırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre;  $\Sigma$ SFA, % 31.23;  $\Sigma$ MUFA, % 24.68;  $\Sigma$ n-3 PUFA, % 37.52;  $\Sigma$ n-6 PUFA, % 4 oranında olup, SFA'lar içinde 16:0, % 19.27, MUFA'lar içinde 18:1n-9, % 15.33, PUFA'lar içinde de AA, % 1.73; EPA, % 12.95; DHA, % 16.07; 22:5n-3, % 4.81 oranında bulunmuştur (Aras ve ark. 2003b).

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; AA, % 3.14; EPA, % 4.46; 22:5n-3, % 2.65; DHA, % 9.94;  $\Sigma$ SFA, % 25.41;  $\Sigma$ MUFA, % 39.86;  $\Sigma$ PUFA, % 34.73 olarak saptanmıştır (Jankowska ve ark. 2004).

Seyhan Gölü'ndeki tatlı su balıklarının yağ asidi kompozisyonuna göre;  $\Sigma$ SFA, % 28.0-34.6  $\Sigma$ MUFA, % 10.7-22.7,  $\Sigma$ PUFA, % 23.2-43.7;  $\Sigma$ n-3 PUFA'lar *C. gariepinus*'ta % 11.5, *S. lucioperca* % 28.4,  $\Sigma$ n-6 PUFA *Rutilus frisii*'de % 5.27 *Tinca tinca*'da % 16,8. oranında bulundu (Özoğul ve ark. 2007).

Atatürk Baraj Gölü'ndeki *O. mykiss*'ta  $\Sigma$ MUFA, % 35.56;  $\Sigma$ SFA, % 27.65; PUFA, % 23.09 oranında bulundu. Bu çalışmada en fazla  $\Sigma$ MUFA daha sonra  $\Sigma$ SFA en az oranda ise  $\Sigma$ PUFA tespit edildi. Palmitik asit, Gökkuşluğu Alabalığında en çok bulunan yağ asididir, SFA'ların % 62'si kadardır. MUFA'lardan 18:1n-9, % 64 ve 16:1n-7, % 26 civarında olup en çok bulunan MUFA'lardır. PUFA'lardan da 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).

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

---

Lekki lagünündeki (Nijerya'nın güney- batı kıyıları) Afrika Kedibalığı *C. gariepinus*'un kasında yirmi yedi farklı yağ asidi tespit edilmiştir. Doymuş yağ asitlerinden, 16:0 tekli doymamış yağ asitlerinden 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*, *T. zilli*, *C. gariepinus*, *C. angullaris*, *Heterobranchus longifilis* gibi tatlı su balıklarında, SFA'lar içinde, 14:0 ve 16:0, MUFA'lar içinde 18:1n-9,  $\Sigma$ n-6 PUFA'lar içinde 18:2n-6 en fazla oranda bulunmuştur (Ugoala ve ark. 2009).

Özyurt ve ark.(2007) İnce Dudaklı Kefal *Liza ramada* ile yaptıkları çalışmada, 16:0 asitinin toplam SFA'nın % 60'mı oluşturduğunu belirttiler. Yine Çakmak ve ark (2012) aynı familyadan olup Sugla gölünde yaşayan *V. v. tenelle*'de aynı bileşeni % 23.45, *C. capoeta*'da % 21.36 olarak belirlemişlerdir.

Hazar Denizinden toplanan bir başka kefal türü olan *L. aurata*'da total SFA % 35.19,  $\Sigma$ MUFA % 53.49,  $\Sigma$ PUFA % 7.13 (Hedayatifard ve Yousefian 2010), Dicle Nehri'nden *L. abu*'da,  $\Sigma$ SFA % 48.94,  $\Sigma$ MUFA % 41.34,  $\Sigma$ PUFA % 9.7 (Cengiz ve ark 2010), Karadeniz'den yakalanan Pasifik Kefali *Mugil soiuy*'da  $\Sigma$ SFA % 25.59,  $\Sigma$ MUFA % 29.26,  $\Sigma$ PUFA % 18.06 (Köse ve ark. 2010) olarak saptanmıştır.

Kalyoncu ve ark. (2009), *V. v. tenella*'nın kas dokusu yağ asitlerinin mevsimsel değişimini belirlemişlerdir. Buna göre, tüm mevsimlerde MUFA sınıfının SFA ve PUFA sınıflarından daha yüksek seviyelerde olduğu görülmüştür. 16:0, 18:1n-9, 18:2n-6, AA, EPA ve DHA'nın tüm mevsimlerde en fazla miktarlarda bulunan yağ asitleri oldukları bildirilmiştir.

Atatürk Baraj Gölünden 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'lardan 16:0 ve PUFA'lardan en fazla EPA ile DHA 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 tatlı su 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  $\Sigma$ SFA değeri (% 48.94) *L. 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*, *B. rajonorum*, *Carasobarbus luteus*, *L. lepidus*, *Acanthobrama marmid*, *C. macrostomus* ve *S. triostegus*'un beslenme için tercih edilebileceğini ileri sürmüşlerdir (Cengiz ve ark. 2010).

Atatürk Baraj Gölü'nden bir yıl boyunca iki ayda bir toplanan *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'un erkek ve dişi bireylerinin total kas lipitlerinin yağ asidi analizlerinde doymuş yağ asitleri içinde en fazla bulunan bileşen 16:0'dır. 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 (Kaçar 2010). Total MUFA'ların % 60'ını oluşturan ve ortalama olarak % 27.2 olan 18:1n-9, tüm yağ asitleri içinde en çok bulunan bileşendir. Bu bileşenle birlikte (Özoğul ve ark. 2007, Güler ve ark. 2008) 16:1n-7 asitinin yüksek oranı, tatlı su balıklarına has bir özelliktir (Ackman 1989). Mısır ve ark. (2013) İnci Kefali'nde 16:1n-7 oranını ortalama % 13.29 olarak bulmuşlardır

İnci kefali balığında PUFA/SFA oranı 1.37 bulunmuştur (Mısır ve ark. 2013). Bu, tavsiye edilenden yüksek bir değerdir. Özoğul ve ark. (2007), bu oranı tatlı su balıklarında 0.78- 1.56 olarak bulmuşlardır.

İnci Kefali ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada, bir yıl boyunca analizlenen örneklerde, kasın  $\Sigma$ SFA'sı % 38.38,  $\Sigma$ MUFA'sı % 51.46,  $\Sigma$ PUFA'sı % 7.18 olarak belirlenmiştir (Duyar 1995).

Bir başka çalışmada, eylül- kasım 2012 ve ocak 2013'te toplanan İnci Kefali'nde ortalama  $\Sigma$ SFA % 21.88,  $\Sigma$ MUFA % 44.37,  $\Sigma$ PUFA % 29.19 olarak saptanmıştır. Doymuş yağ asitlerinden 16:0 % 12.9, 18:0 % 3.73, 14:0 % 3.12; tekli doymamış yağ

asitlerinden 16:1n-7 % 13.29, 18:1n-9 % 27.2; çoklu doymamış yağ asitlerinden 18:2n-6 % 3.09, 18:3n-3 % 0.77, AA % 1.68, EPA % 8.80, DHA % 8.09 şeklinde belirlenmiştir (Mısır ve ark. 2013).

Sonuçlardan,  $\Sigma$ PUFA bakımından İnci Kefalinin diğer kefal türlerinden daha iyi olduğu ileri sürülmüştür (Mısır ve ark. 2013).

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 asiti 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 Asidine Etki Eden Faktörler**

#### **2.12.1. Kas Total Yağ Asidine Mevsimin Etkisi**

Mevsimplere 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'nın balıklarda yüksek miktarda olmasının nedeni; daha sıcak sulardaki oksijenin eriyebilirliğinin düşük olmasıdır (Smith ve Miller 1980).

Deng ve ark. (1976), *M. cephalus* 'un kas dokusunda doymuş yağ asitleri oranının mayısta % 45.3, haziranda % 43.6, ağustosta % 40.9, ekimde % 51.4 ve kasımda % 44.9 olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar, total yağ asitleri içinde 16:0 oranının mayısta % 25.1, haziranda % 26.1, ağustosta % 21.5, ekimde % 27.7 ve kasımda % 28.3 bulmuşlardır.

Akpınar (1987a), *C. carpio*'nın 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.

Yılmaz (1995), *C. c. umbla*'nın kas dokusu yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişimini incelediği çalışmasında; bu balıkların doymuş yağ asitlerinden daha çok doymamış yağ asitlerini içerdiğini, doymamış yağ asitleri içerisinde de PUFA'ların MUFA'lardan daha çok bulunduğunu tespit etmiştir. Araştırmacı, kas dokusunda MUFA oranının (g/100 g yağ asidi) yıl içinde % 26.76-34.44 arasında, oleik asit oranının da % 18.95-25.73 arasında değişim gösterdiğini tespit etmiştir. Araştırmacı dişi bireylerin kas dokusu total MUFA oranının sonbahar ve kış mevsimlerinde ilkbahar ve yaz mevsimlerine oranla önemli derecede yüksek olduğunu bildirmiştir. Balığın kas dokusunda n-6 yağ asitlerinin n-3 yağ asitlerinden daha çok bulunduğunu saptamıştır. Ayrıca dişi bireylerde PUFA ve n-3 yağ asitleri oranının ilkbahar mevsiminde maksimum seviyede olduğunu, yaz mevsimi sonunda da belirgin seviyede azaldığını bildirmiştir.

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 aşırı doymamış yağ asidi içeriğinin 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 dokosaheksaenoik asidin artışıyla ilgili olduğunu belirtmişlerdir. *Oreochromis spp.*'nin 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 EPA'in ise azaldığı saptanmıştır (Luzia ve ark. 2003).

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

---

Itasy gölünden (Madagaskar) ortalama ağırlıkları, 100-250 gr olan üç Tilapia (*O. niloticus*, *O. macrochir* ve *T. rendalli*) türünün yağ asitleri farklı mevsimlerde analizlenmiştir. Palmitik asit, 18:0, 18:1n-9, 16:1n-7 ve 18:2n-6 fazla oranda tespit edilmiştir. Temel PUFA'lar 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'ye düşmüştür (Rasoarahona ve ark. 2005).

Eğirdir Gölü'nden toplanan erkek sudakların kas dokusunda doymuş yağ asitleri oranı temmuz, mart ve mayıs aylarında önemli derecede yüksek, eylül ve kasım aylarında ise önemli derecede düşük bulunmuştur. Doymamış yağ asitlerinin, aylara göre gösterdiği değişim önemli bulunmuş olup en yüksek değere kasım ve ocak, en düşük değere ise üremeden sonraki mayıs ayında ulaştığı saptanmıştır. Oleik asidin en yüksek değere temmuz ayında, en düşük değere ise ocak ayında ulaştığı saptanmıştır. MUFA'lardan palmitoleik asit kas dokusu yağ asidi bileşiminin ortalama % 2.85'ini, eikosenoik asit % 2.42'sini ve nervonik asit % 2.55'ini oluşturmuştur (Uysal 2000).

Beyşehir Gölü'ndeki sudak'ın kas lipitlerine mevsimin etkisi incelenmiştir. Tüm mevsimlerde,  $\sum$ PUFA'lar,  $\sum$ MUFA ve  $\sum$ SFA'ya oranla yüksek bulunmuştur. Doymuş yağ asitleri içinde major olarak bulunan 16:0'ın oranı  $\sum$ SFA'lar içinde % 57-64 aralığında, MUFA'lardan major olan 18:1n-9'un oranı  $\sum$ MUFA'ların % 45-58 aralığında bulunmuştur. Dokosahekzaenoik asit, 18:2n-6, EPA, ve AA en çok bulunan PUFA'lardı. Değişik mevsimlerde, DHA % 17.1-23.3, 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, AA, 18:2n-6, 16:1n-7, EPA 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).

*B. p. escherichi*, *C. c. capoeta* ve *R. rutilus* balıklarının ocak ve temmuz aylarında kas dokularının yağ asidi kompozisyonu incelenmiştir. Palmitik asit, 18:1n-9, DHA, EPA her iki ayda tüm balıklarda en fazla bulunan yağ asitleridir. *B. p. escherichi* ve *C. c. capoeta*'nın kasında  $\sum n-3$  PUFA,  $\sum n-6$  PUFA ve EPA+DHA'nın miktarları ocak ayında temmuz'a göre daha yüksek bulunmuştur. Tüm türlerde doymuş yağ asitleri içinde 14:0, 16:0, 18:0, MUFA içinde 16:1n-7, 18:1n-9 ve PUFA'lar içinde de 18:2n-6, EPA ve DHA en fazla oranda bulunmuştur. *B. p. escherichi* ve *C. c. capoeta*'da temmuz ve ocak aylarında major yağ asitlerindeki dalgalanmalar benzerdir. *B. p. escherichi*'da SFA'ların miktarı ve *C. c. capoeta*'da  $\sum$ MUFA'ların miktarı, ocak ayında temmuz ayına göre daha düşük bulunmuştur. Fakat,  $\sum n-3$  PUFA ve n-6 PUFA'ların oranı her 3 türde de ocak ayında daha yüksek olarak saptanmıştır. *C. c. capoeta*'da  $\sum n-6$  PUFA'ların 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. escherichi* 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  $\sum$ PUFA,  $\sum$ SFA'lardan daha yüksek miktarda bulunduğu, tüm mevsimlerde 16:0'ın yüzde olarak (% 14.6-16.6) en çok bulunan yağ asiti olduğu, 18:1n-9'un ise başlıca  $\sum$ MUFA (% 15.1-20.3) olduğu belirlenmiştir. Dokosaheksaenoik asit, yazın ve kışın; 18:2n-6 ise ilkbahar ve sonbaharda başlıca PUFA olarak saptanmıştır. Sazandaki major yağ asidi tüm mevsimlerde sırasıyla, 18:1n-9, 16:0, 16:1n-7, DHA, 18:2n-6, AA, 18:0 ve EPA olarak bulunmuştur. Elde edilen veriler, sazanın kasındaki yağ asiti içeriğinin, mevsim ve beslenme periyodundan etkilendiğini göstermiştir (Güler ve ark. 2008).

Türkiye'nin ikinci büyük gölü olan Eğirdir Gölü'ndeki *V. v. tenella* kasının total yağ asidi kompozisyonu değişik mevsimlerde analizlenmiştir. Tüm mevsimlerde  $\sum$ MUFA'lar,  $\sum$ SFA ve  $\sum$ PUFA'lara oranla daha fazladır. Oleik asit, tüm mevsimlerde MUFA'lar içinde, 16:0'da SFA'lar içinde en fazla tespit edilmiştir. Arakidonik asit, DHA, 18:2n-6 ve EPA, PUFA'lar içinde en fazla bulunmuştur (Kalyoncu ve ark. 2009).

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

---

Amazon Havzası'ndaki Janauacá Gölü'nde *Cichla sp.*'nin mevsime bağlı olarak total yağ asidi kompozisyonu araştırılmıştır. Her iki mevsimde  $\Sigma$ SFA'lar,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA'lara oranla daha fazla bulunmuştur. Total SFA'lar içinde 16:0, % 48.5-51.6,  $\Sigma$ MUFA'lar içinde 18:1n-9, % 43.9-50.2,  $\Sigma$ PUFA'lar içinde DHA, % 13.5-27.9 ve AA, % 16.0-19.6 civarındadır. Yağmurlu mevsimde kasta özellikle DHA (% 10) ve AA (% 7) olmak üzere PUFA'lar fazlaca bulunur (Inhamuns ve ark. 2009).

*C. chalcoides*, *L. cephalus* ve *C. carpio* kas dokusu toplam yağ asiti miktarlarının mevsimsel olarak karşılaştırıldığı çalışmada, yaz ve sonbahar periyotlarında yüksek oranlarda olan  $\Sigma$ SFA'nın tüm türlerde kış periyoduyla birlikte düşüş gösterdiği belirlenmiştir (*C. chalcoides*'te % 28.97, *L. cephalus*'ta % 29.75 ve *C. carpio*'da % 30.77). Toplam MUFA'nın en yüksek miktarları *C. chalcoides* (% 40.04) ve *L. cephalus*'ta (% 33.74) kışın, *C. carpio*'da ise sonbahar periyodunda (% 31.01) belirlenmiştir. Toplam n-6 formu PUFA tüm türlerde sonbahar periyodunda en düşük miktarlarda bulunmuştur (*C. chalcoides*'te % 4.19, *L. cephalus*'ta % 7.43 ve *C. carpio*'da % 7.75). Kış periyoduyla birlikte n-6 formu PUFA miktarlarının önemli derecede arttığı gözlenmiştir. Toplam n-3 PUFA miktarları *C. chalcoides* ve *L. cephalus*'ta sonbahar ve kış periyotlarında düşük miktarlarda bulunurken, *C. carpio*'da kış periyodunda hissedilir bir artış saptanmıştır. Sonbahar periyodunda tüm türlerin kas dokusunda düşüş gösteren  $\Sigma$ PUFA miktarları, kış periyoduyla birlikte artış göstermiştir. Kas dokusunda tüm türlerde sonbaharda en düşük miktara sahip olan 22:5n-3 miktarları *C. chalcoides*'te % 2.51, *L. cephalus*'ta % 2.88 ve *C. carpio*'da ise % 1.25 olarak belirlenmiştir.

Kas dokusunda tüm türlerde sonbahar periyodunda oldukça önemli derecede düşüş gösteren DHA, *C. chalcoides*'te % 7.18, *L. cephalus*'ta % 15.16 (bu değer kış periyodundan fark göstermemiştir, % 15.10), *C. carpio*'da ise % 1.33 olarak tespit edilmiştir (Görgün 2011).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'ta,  $\Sigma$ n-3 PUFA,  $\Sigma$ n-6 PUFA ve EPA, DHA'nın miktarları ocak ayında temmuza göre daha yüksek bulunmuştur. Ocak ayında *C. carpio*'nun her iki bireyinde  $\Sigma$ SFA'lar; *S. triostegus*'un her iki bireyinde  $\Sigma$ MUFA'lar; *T. grypus*'un dişi ve erkek bireylerinde hem  $\Sigma$ SFA'lar hem de  $\Sigma$ MUFA'lar, temmuz ayına göre daha düşük bulunmuştur (Kaçar 2010).



Bir yıl boyunca analizlenen *S. triostegus*'un dorsal kasının total lipitinde,  $\Sigma\Sigma$ SFA % 33.88-55.85;  $\Sigma$ MUFA % 23.37-38.71,  $\Sigma$ PUFA ise % 17.84- % 27.81 olarak saptanmıştır. Bütün mevsimlerde total lipitin en önemli yağ asitleri; doymuş yağ asitlerinden 16:0, MUFA'da 18:1n-9,  $\Sigma$ n-6 PUFA'da 18:2n-6 ve  $\Sigma$ n-3 PUFA'da DHA idi. Bir yıl boyunca analizlenen *S. triostegus*'un dorsal kasının total lipitinde  $\Sigma$ MUFA'lar yazın,  $\Sigma$ PUFA'lar ise kış ve ilkbaharda artış gösterdi. Tekli doymamış yağ asitlerinden 16:1n-7 sonbahar ve yazın, 18:1n-9 yazın;  $\Sigma$ n-6 PUFA'lardan 18:2n-6 sonbahar ve kışın, AA ilkbahar ve kış;  $\Sigma$ n-3 PUFA'lardan 18:3n-3 kış, EPA ile DHA ise ilkbaharda diğer mevsimlere oranla yüksek oranda belirlenmiştir (Cengiz ve ark. 2012).

*C. trutta*'nın dorsal kas total lipitinde yağ asiti kantitatif içeriği mevsime bağlı olarak değişiklik göstermiştir. *C. trutta*'nın dorsal kas total lipitinde yazın  $\Sigma$ MUFA diğer zamanlarda ise  $\Sigma$ PUFA analizlenen diğer dönemlere oranla yüksek oranda belirlenmiştir. Total SFA ve  $\Sigma$ MUFA yazın,  $\Sigma$ PUFA ise sonbaharda artış göstermiştir. Bireysel yağ asitlerinden 16:0 kış ve yaz aylarında, 16:1n-7 yaz mevsiminde, 18:1n-9 kış ve yazın, DHA ilkbahar mevsiminde, 18:2n-6 kışın, AA sonbaharda diğer mevsimlere oranla artış göstermişlerdir. Total n-3 oranı % 26.51(yaz)- % 40.77 (ilkbahar);  $\Sigma$ n-6 ise % 6.45 (yaz)- % 21.45(sonbahar) arasında belirlendiler (Satar ve ark. 2012).

İnci Kefali'nde doymuş yağ asitleri yüzdesi en çok yaz mevsiminde saptanmıştır. Bu bileşenlerin, ilkbahar, sonbahar ve kış aylarında düşük değerlerde ve birbirine yakın yüzdelerde bulunduğu ileri sürülmüştür (Duyar 1995).

### 2.12.2. Kas Total Yağ Asitine 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 asiti bileşimindeki mevsimsel değişim; besin, sıcaklık gibi birçok faktörle ilgili olmasına rağmen en belirgin değişim üreme döneminde görülmektedir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

---

Gamet oluşumu ve gelişimi için kullanılacak lipitin büyük kısmı üreme evresinden önce balık türüne göre kas, karaciğer ve karın gibi yerlerde depo edilmektedir (Kiessling ve ark. 1989).

Eşey hücrelerinin oluşmasında PUFA'lara 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 periyoda, depo lipitler ile proteinler, vitaminler ve mineraller gibi diğer besinsel bileşenler; kaslardan, karaciğerden ve visceral organlardan gonatlara (gonad olgunlaşması için) taşınırlar (Agren ve ark. 1987). Bu nedenle, gonad olgunlaşması esnasında kasın besinsel değeri azalabilir (Uysal ve Aksoylar 2005).

Gonad gelişimine göre üç tatlı su balığının kas dokusu yağ asidi bileşimi araştırılmıştır. Gonadlar gelişim evresinde iken kas dokusu yağ asidi bileşiminin; *Perca fluviatilis*'te % 21.9'unu, *Coregonus albula*'da % 25.8'ini, *O. mykiss*'de % 22.3'ünü doymuş yağ asitlerinin oluşturduğu belirlenmiştir. Kas dokusunda doymuş yağ asitleri oranının; gonad gelişimini tamamlamış *P. fluviatilis*'de % 22.4, *C. albula*'da % 30.7; üremeden sonra gonad gelişimi henüz başlamamış *P. fluviatilis*'de % 24.9, *C. albula*'da % 25.3 ve *O. mykiss*'de % 23.7 olduğu saptanmıştır (Agren ve ark. 1987)

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 asiti bileşiminin zengin bir yağ asiti 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, yağ asiti miktarı ve bireysel yağ asiti 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 asiti miktarlarında üreme sonrasında önemli miktarda azalma olduğu tespit edilmiştir. Gaz kromatografik analiz sonuçlarına göre yağ asiti bileşimindeki yağ asitleri 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 DHA 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'lar içerisinde en fazla bulunmuştur. Dişi ve erkek bireyin kas dokusunda SFA, MUFA ve PUFA yağ asitleri üreme dönemi sonrasında önemli miktarda azalmıştır. Yine n-3, n-6 ve MUFA yağ asitlerinde de üreme dönemi sonrasında belirgin şekilde azalma olmuştur (Kara 2001).

Mogan Gölü'nde (Ankara) yaşayan *C. carpio*'nın 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 gözlemlendi. 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, EPA, 16:2, 22:3, DHA olduğu görülmüştür. Palmitoleik asit nisanda, 18:1n-9 mayısta en yüksek, 18:2n-6, 18:3n-3, AA aylar arasında bazı dalgalanmalar göstermiştir. Eikosatrienoik asit, EPA, 22:5n-3 ve DHA mart ayından itibaren özellikle üreme periyodunda (mayıs ) azalmıştır (Akpınar 1987a).

Uysal ve Aksoylar (2005), *S. lucioperca* kasının yağ asidi kompozisyonu iki ayda bir incelenmiştir. Doymamış yağ asitlerinin oranı total yağ asidi içeriğinin yarısından daha fazladır ve  $\sum$ MUFA'nın oranı da  $\sum$ PUFA oranından fazladır. Eikosapentaenoik asit,

DHA, AA'lar; PUFA'da 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.

Yenisei Nehrinde düşük su sıcaklıkları altında yaşayan *Thymallus arcticus*'un kas dokusu yağ asiti bileşimi mevsime göre çalışılmıştır. Buna göre, üreme periyodunun yağ asitlerinin mevsimsel değişimindeki birincil neden olduğu bildirilmiştir. Üreme periyodu öncesinde özellikle EPA ve DHA gibi uzun zincirli yağ asitlerinin kas dokusunda biriktirildiği ve üreme faaliyetiyle birlikte gonadlara transfer edildiği saptanmıştır (Sushchik ve ark. 2007).

*T. grypus*, *S. triostegus* ve *C. carpio*'da, 16:0 üreme dönemi sonrası olan temmuz ve eylül aylarında artmış, DHA ise üreme dönemi olan mayıs ayında azalmıştır. Üreme öncesi (mart) ve üreme dönemi (mayıs) aylarında doymamış yağ asitleri ( $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA) özellikle daha çok  $\Sigma$ PUFA'lar azalma göstermiştir (Kaçar 2010).

### 2.12.3. Deniz ve Tatlı su Balıklarının Kas Total Yağ Asitlerinin Karşılaştırılması

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

Ackman (1967), deniz ve tatlı su balıklarının yağ asidi bileşimi açısından çok farklı olduğunu ve deniz balıklarının PUFA ve n-3 yağ asitlerince daha zengin olduğunu bildirmiştir. Ayrıca 18:2n-6 ve 18:3n-3 tatlı su balıklarında daha az olduğu, bunun da diyetteki farklılıklardan kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Deniz balıklarının yağ asitlerindeki, n-3/n-6 (Ackman, 1967) ile 18:1n-9/18:2n-6 (Nair ve Gopakumar 1978) değerlerin tatlı su balıklarına oranla daha fazla olduğu belirtilmiştir.

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

Yapılan detaylı çalışmalar AA'nın; denizde yaşayan balıklara oranla tatlı su balıklarında daha fazla miktarda olduğu belirlenmiştir (Olley ve Duncan 1965).

Bilindiği gibi 20C'lu PUFA'lardan EPA, 22:2n-3 ve DHA; 18:3n-3'ten sentezlenmektedir. Denizde yaşayanlara oranla tatlı su balıklarında 20 ve 22C'lu PUFA'ların 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), tatlı su balıklarının, deniz balıklarına oranla daha fazla doymuş yağ asiti özellikle 16:0 asit içerdiği saptanmıştır.

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

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

Genel bir görüşe göre tatlı su balıkları; denizde yaşayanlara oranla EPA ve DHA gibi faydalı uzun zincirli PUFA'ları 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. Tatlı su balıkları genellikle karasal veya aquatik böcekler ve bentik organizmalarla beslenmektedir. Bu besinsel organizmalarda  $\sum n-6$  PUFA'lar genellikle yüksektir (Henderson ve Tocher 1987, Cowey 1988, Pike 1990). Tatlı su balıklarının lipitleri; daha yüksek oranda SFA ve 18C'lu PUFA, daha düşük oranda 20 ve 22C'lu PUFA ile n-3 /n-6 oranına sahiptir (Henderson ve Tocher 1987).

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

---

Deniz ve tatlı su balıklarında yağ asiti 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).

Tatlı su balıkları, deniz balıklarına oranla AA bakımından, deniz balıkları ise besinlerini oluşturan planktonlarda fazla oranda bulunan EPA ve DHA gibi  $\sum n-3$  PUFA'lar bakımından zengindir. Tatlı su balık yağlarında AA'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 asiti dağılımına etki eden faktörlerden biri de suyun tuzluluk derecesidir. Örneğin, Haliloğlu ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada, deniz balıklarında n-3/ n-6 oranı ve  $\sum n-3$  PUFA'ların miktarını, tatlı su balıklarına göre daha yüksek olarak saptamışlardır. Araştırmacılar, Gökkuşluğu Alabalığının bütün dokularındaki lipit kompozisyonundaki bu farklılığın tuzluluktan kaynaklandığını belirttiler.

Başka bir çalışmada, 4 Kuzey Amerika tatlı su balığı (*A. grunniens*, *C. artedii*, *L. lota*, *Alosa pseudoharengus*) ile 2 deniz balığı (*Clupea harengus*, *Gadus morhua*) yağ asiti kompozisyonu karşılaştırılmıştır. Tatlı su balıklarında 16:0 ve 18:0, deniz balıklarına göre daha fazla oranda tespit edilmiştir. Total, di ve tetraenoik asitler, deniz balıklarına göre tatlı su balıklarında iki kat daha yüksek bulunmuştur. Deniz balıklarında ise EPA ve DHA oranı fazla bulunmuştur (Ackman 1967).

Özoğul ve ark. (2007) Türkiye'de ticari olarak önem arz eden deniz ve tatlı su balıklarının yağ içerikleri ve yağ asiti bileşimlerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada Seyhan gölünden alınan tatlı su balıklarının % 28-34.6 oranında  $\sum SFA$ , % 10.7-22.7 arasında  $\sum MUFA$ , % 23.2-43.7 oranları arasında  $\sum PUFA$  içermelerine karşın, deniz balıklarında bu oranlar  $\sum SFA$ 'da % 25.5-39.4,  $\sum MUFA$ 'da %13.2-29.0 ve  $\sum PUFA$ 'da ise % 25.2-48.2 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada göze çarpan bir diğer husus ise denizel balıklarda bulunan n-3 formu doymamış yağ asitlerinin (% 22.6-44.2) tatlı su balıklarında bulunan oranlardan (% 11.5-28.4) daha yüksek olmasına rağmen, n-6 formu doymamış yağ asitleri tatlı su balıklarında daha yüksek oranlarda temsil edilmesidir.

Araştırmacılar genellikle tatlı su balıklarının deniz balıklarına oranla daha az oranda n-3 yağ asitlerini içerdiğini belirtirler (Vlieg ve Body 1988). Ancak, bazı tatlı su balıkları önemli oranda hatta kimi deniz balıklarından daha fazla oranda  $\sum n-3$  PUFA içermektedirler (Hearn ve ark. 1987, Agren ve ark. 1987, Wang ve ark. 1990). Soğuk su balıkları da n-3 yağ asitlerinin önemli kaynağıdır. Ayrıca zincir uzatılması ve desaturasyon süreçleri tatlı su balıklarında deniz balıklarından daha etkindir. Bu nedenle, tatlı su balıklarının beslenme ile yüksek besinsel değere sahip olan bir yiyeceğe dönüştürülebileceği vurgulanmaktadır (Akpınar ve ark. 2009).

Tatlı su balıklarının, deniz balıklarına oranla  $\Delta^6$  Desaturaz enziminin yüksek aktivitesinden dolayı 18:2n-6 ve 18:3n-3 yağ asitlerinde zincir uzatma ve doymamışlık derecelerini artırma reaksiyonlarıyla uzun zincirli olan 20 karbonlu PUFA'ları sentezleme yeteneği daha fazladır (Vagner ve Santigosa 2011).

#### 2.12.4. Kas Total Yağ Asidine 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 tatlı su 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, EPA ve DHA fazla bulunurlar. Diatomeler; EPA bakımından zengindirler. Bu nedenle balık yağlarındaki EPA ve DHA oranları besine bağlıdır (Sargent 1997). Eikosapentaenoik asit ve DHA bakımından zengin fakat n-6 aşırı doymamış yağ asitleri 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.

Tatlı su algleri, Crustacea'ler ve sucul böcek larvaları, genellikle 18:2n-6, 18:3n-3 ve EPA bakımından zengindir. Bunlardan 22:5n-3 ve DHA, akuatik böceklerden ziyade Crustacea'lerde bulunmuştur. Bu nedenle tatlı su balıklarının yağ asidi bileşiminde 18:2n-6 ve AA 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.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

---

Kiessling ve ark. (2001), DHA oranının, çoğunlukla balığın beslenmesi ve yaşıyla değiştiğini belirtmişlerdir.

Tatlı su balıklarının doku lipitlerinin yağ asidi kompozisyonu, besinsel yağların yağ asitlerinden etkilenirler. Doğal balıklardaki lipitlerin yağ asidi profil, akuatik besin zincirindeki yağ asidi içeriğini yansıtır. Algler, bazı tatlı su balıklarının erken yaşam safhalarındaki besinlerinde belirgin olarak yer alır. Genel olarak tatlı su alglerinin lipitleri, C18 PUFA'yı C20 ve C22 PUFA'ları 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 DHA ise nadir olarak bulunur. Aquatik böceklerin erginleri, larvaları veya nimfleri tatlı su balıkları için özellikle salmonidler için başlıca besin kaynağıdır. Linoleik asit ve 18:3n-3 bu böceklerin PUFA'larında fazla miktarda bulunurlar. Ayrıca bu sucul besinlerinin total yağ asitlerinde, AA oranı % 7'ye, EPA 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, EPA ve DHA bakımından zengin,  $\sum n-6$  PUFA'lar bakımından ise fakirdir. Sonuç olarak; PUFA kompozisyonu bakımından tatlı su ve deniz balıkları arasındaki temel farklılıklar bunların besinlerindeki yağ asidi kompozisyonlarındaki farklılıklardan ileri gelmektedir (Henderson ve Tocher 1987).

Deniz balıklarındaki gibi, tatlı su balıklarının yağ asidi kompozisyonu da doğal besinlerinin lipidlerinden etkilenir (Henderson ve Tocher 1987; Steffens 1997). C18 PUFA'ları fazlaca içeren fakat C20 ile C22 PUFA'ları az içeren algler ile beslenen herbivor balıklarda fazlaca n-6 PUFA'lar ile kısa zincirli n-3 PUFA'lar bulunur (Henderson ve Tocher 1987). Karnivorlar, elongasyon ve desaturasyon basamaklarını tamamlayan balıkları tükedikleri için, uzun zincirli n-3 PUFA'lar bakımından zengin fakat, linolenik asit bakımından fakirdirler. Omnivorlar, linolenik asit bakımından zengin iken uzun zincirli n-3 PUFA'lar 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 20 tatlı su balığında  $\Sigma$ n-6 PUFA'ların (% 2.43-26.2),  $\Sigma$ n-3 PUFA'ların (% 1-11) yüksek bulunmasının (Rahman ve ark. 1995), nedeni Malezya tropikal sularındaki organizmaların n-6 PUFA'lar 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 arttırılması reaksiyonları olabilir (Jeong ve ark. 2002).

Kimi balıklarda 16:1n-7'nin fazla olmasının nedeni burada da görüldüğü gibi besin olabilir. Örneğin Kaçar ve ark. (2010), Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. trutta*'nın dokularında total tekli doymamış yağ asitlerinden 16:1n-7 asidin oranını oldukça yüksek olarak tespit etmişlerdir (kasta % 25.55, karaciğerde % 17.44). Aslında 16:0 ve 16:1n-7 asitlerin yüksek oranları tatlı su balıkları için geneldir (Ackman 1967). Kaçar ve ark. (2010a), *C. trutta*'daki 16:1n-7 asidinin, besinden gelebileceğini belirttiler. Zira, *C. trutta*'nın besinlerinin önemli bir kısmını bir tatlı su algi olan *Oscillatoria* ile Diatomeler oluşturmaktadır (Yılmaz ve Solak 1999). Bu fitoplanktonlar, 16:1n-7 asidi 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, *Hypophthalmichthys molitrix* ve *Aristichthys 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'dan birkaç kat fazla bulunduğu için n-3/n-6 oranı 1-4 arasında değişmiştir. Sonuç olarak aquatik böceklerle beslenen tatlı su balıklarının düşük n-3/n-6 oranına sahip olduğu öne sürülmüştür (Ahlgren ve ark. 1994).

Balık kasındaki EPA ve DHA gibi PUFA'ların miktarı, besine bağlıdır (Sargent 1997). Kültür balıkları ile karşılaştırıldığında, doğal balıklarda  $\Sigma$ SFA ve 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'sinde 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. Fosfolipidlerin yağ asit bileşiminin TAG'den daha büyük derecede etkilendiği belirlenmiştir. Tatlı su balıklarında besinle alınan 18:2n-6 ve 18:3n-3, enzimlerle zincir uzamasına uğratarak doymamışlık dereceleri arttırılır ve AA, DPA ve DHA'ya 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 (Grigorakis ve ark. 2002, Alasalvar ve ark. 2002).

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

Besinsel yağ asitleri ile birlikte sıcaklık; doku lipidlerin 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 lipidlerini hem de polar lipidlerini etkilemiştir. Sıcaklığın etkisi, nötral lipidlere 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 Kedibalığı (Japon Kedibalığı: *S. asotus*; Tayvan Kedibalığı: *C. macrocephalus* ve hibrid *C. macrocephalus* ve *C. galipinus*)'un dorsal etlerindeki lipid içeriğine ve yağ asidi kompozisyonuna; mevsimsel farklılıkların ve besinsel lipidlerin etkileri incelenmiştir. Balıkların dorsal etlerinde 16:0, 18:1n-9, 18:2n-6, AA ve DHA baskın bulunmuştur. Japon Kedibalığı'nın besinindeki DHA içeriği Tayvan Kedibalığı'nın besininkinden daha yüksekti. Buna bağlı olarak Japon balıklarının dorsal kaslarındaki DHA oranı Tayvan Kedibalığı'nın dorsal kasından daha fazla bulunmuştur. Ayrıca Kültür Japon Kedibalığı; Tayvan Kedibalığı'ndan daha fazla 18:2n-6 içermiştir (Shirai ve ark. 2002a).

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

Seyhan Baraj Gölü'nde ağ kafeslerde yetiştirilen *T. rendalli*, *T. zilli*, *O. aurea* ile tatlı su havuzlarında yetiştirilen *O. niloticus* ve Seyhan Nehri'nden yakalanan *Tilapia spp.*'lerin yağ asitleri incelenmiştir. Doğadan yakalanan *Tilapia*'ların kas dokusundaki  $\Sigma$ MUFA, 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, Tilapia'larının 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, SFA'nın, 18:1n-9 ise MUFA'ların büyük kısmını oluşturmuştur (Görgün ve Akpınar 2007).

### 2.12.5. Kas Total Yağ Asitlerine 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, EPA, DHA, 14:0 bulunmuştur. Totalde en çok  $\sum$ SFA, daha sonra  $\sum$ PUFA en az  $\sum$ MUFA'lar bulunmuştur. Erkek ve dişi balıklar arasında  $\sum$ SFA,  $\sum$ MUFA ve  $\sum$ 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), EPA; % 6.34-7.88) ve DHA (%7.38-15.6) olarak saptanmıştır (Akpınar ve ark. 2009).

Kaçar (2010), *C. carpio*'da erkek ve dişi bireylerde kas total yağ asidi içeriğini birbirine yakın bulmuştur. Araştırmacı,  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA'lar ile bireysel yağ asitlerinden 16:0, 18:1n-9, EPA ve DHA yağ asitlerinin değişik dönemdeki dağılımlarının benzer olduğunu saptamıştır.

#### 2.12.6. Kas Total Yağ Asidine 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 (Lovel 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'lara 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 dereceye adapte edilen *C. carpio*'nun karaciğerinden ekstrakte edilen total lipitler; 20 dereceye adapte edilenlere oranla daha fazla AA ve DHA içermiştir (Farkas ve Csengeri 1976). Farkas ve ark, (1980), sazan da çevresel sıcaklıktaki azalmaya tepki olarak total lipitlerin doymamışlığının artması olayını birkaç saat içinde gerçekleştirdiğini 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.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

---

Otuz beş derece sıcaklıkta 20 ve 22 karbonlu doymamış yağ asitlerinin 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 22 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinin 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  $\Sigma$ 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'a göre (1977) özellikle soğuk ve derin deniz balıklarında n-3 yağ asitlerinin (n-3) 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 tatlı su 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 (Rahman ve ark. 1995, Vlieg ve Body. 1988).

Sıcak aylarda (mayıs, temmuz, eylül) *C. caprio*'nun dişi ve erkek bireylerdeki  $\Sigma$ PUFA miktarında azalış;  $\Sigma$ SFA'larda ise artış olduğu saptanmıştır. Sıcaklığın azalmaya başlamasıyla doymamış yağ asiti 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  $\Sigma$ MUFA'lar tespit edilmiştir. Su sıcaklığının yüksek

olduğu mayıs (23 °C) ve temmuz (28 °C) aylarında *T. grypus*'un her iki eşeyinde  $\Sigma$ PUFA oranının daha düşük;  $\Sigma$ MUFA'ların 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. Bu çalışmada analizlenen iki cyprinid ve *S. triostegus*'ta belirlenen ortak bulgu; DHA'nın ve dolayısıyla PUFA'ların soğuk dönemlerde artması, sıcak dönemlerde ise azalmasıdır (Kaçar 2010).

### 2.12.7. Kas Total Yağ Asidine 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) *C. pabda*'da AA yüksek oranda bulundu (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* L.'nin lipit ve yağ asidi kompozisyonu farklılık göstermiştir (Zenebe ve ark. 1998).

Madagaskardaki İtasy 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 baskındı, 18:1n-9 (% 17.0-21.5), 16:0 (% 13.1-16.1), 18:2n-6 (% 9.6-13.2); PUFA'lardan 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 analizlenmiştir. Doymuş yağ asitleri ve  $\Sigma$ MUFA'ların miktarı, Seyhan Baraj Gölü'nde, Eğirdir Gölü'ne göre daha yüksek iken  $\Sigma$ PUFA'lar daha düşük saptanmıştır. Her iki sudakta 16:0 (% 19.6-20.8) baskındır, bunu 18:1n-9 (% 19.2-13.4) izler. Total n-3 PUFA'lar, 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, EPA ve DHA 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,  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA,  $\Sigma$ n-3 ve  $\Sigma$ n-6 PUFA miktarları, mevsimsel olarak önemli seviyede farklı çıktığını saptamışlardır. En yüksek  $\Sigma$ 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  $\Sigma$ 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 Asidine Yaşın Etkisi

Farklı yaştaki (bir ve iki yaştaki) karnivor bir tatlı su balığı olan *Pseudosciaena crocea*'da kasların yağ asidi profili araştırılmıştır. Yağ içeriği bakımından iki yaş grubu arasında fark saptanmamıştır. Total çoklu doymamış yağ asiti içeriği ve DHA miktarı, bir yaşındakilere oranla, iki yaşındaki balıklarda daha yüksek, EPA miktarı ise daha düşük saptanmıştır. Total doymuş yağ asitleri, MUFA ve n-3/n-6 oranı bakımından iki grup yaştaki balıklarda farklı 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  $\Sigma$ MUFA içeriği, kültür türlerinde,  $\Sigma$ n-6 ve  $\Sigma$ n-3 PUFA'lar ise doğal türlerde daha yüksek bulunmuştur. Palmitik asit, SFA'lar içinde ve 18:1n-9, MUFA'lar 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 AA içerirlerken daha az DHA içermişlerdir (Oku ve ark. 2009).



## 2.14. Kas Lipitlerinin Fosfolipit ve Triasilgliserol 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. 2002a).

Fosfolipitler ve TAG'nin balık metabolizmasında farklı rolleri vardır. Fosfolipitler, hücre membranı ve yapısının temel bileşeni olup, içerdikleri yirmi karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri, 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'ları 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'lar içinde dominant olup, balık dokularındaki oranı, besinden etkilenmemektedir (Ackman ve ark. 1975).

Denenen tüm otuz üç deniz balığında; kas PL'de major yağ asitleri; 16:0, 18:1n-9, EPA ve DHA saptanmıştır. En yüksek içeriğe sahip bileşen DHA idi. Bu bileşeni 16:0 izlenmiştir. Kas PL'de ortalama  $\sum$ SFA % 29.6,  $\sum$ MUFA % 13.9,  $\sum$ PUFA % 55.53 olarak bulunmuştur (Takama ve ark. 1994).

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 PL bileşenleri olarak farklı miktarlarda bulunabilir. Örneğin, nöral ve göz hücre membranlarında, DHA, EPA ya oranla daha fazla bulunur (Sargent ve ark. 1997).

Hindistan'daki beş sazan türünün kas fosfolipitinde  $\Sigma$ SFA, dört türde % 31.1-35.7 arasında değişiklik göstermiştir. Sadece *Catla catla*'da % 50 civarında bulunan 16:0'dan dolayı % 63,5 oranında saptanmıştır. Dört türde  $\Sigma$ MUFA oranı % 15.1-21.3,  $\Sigma$ 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; AA, % 5.7-10.6; EPA, % 3.0-4.5; DHA, % 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; 18:3, % 0.4; AA, % 2.8; EPA, % 2.0; DHA, % 6.4 olarak saptanmıştır (Akman ve ark. 2002).

Atatürk Baraj Gölü'nden *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus* un kas PL'sinde en çok  $\Sigma$ PUFA daha sonra  $\Sigma$ SFA en az ise  $\Sigma$ MUFA bulunmuştur. Ayrıca major yağ asitleri de benzerlik göstermiştir. Zira doymuş yağ asitlerinden en çok 16:0, doymamış yağ asitleri içinde 18:1n-9, aşırı doymamış yağ asitleri içinde de DHA yüzde olarak en fazla bulunan bileşenlerdi. Analizlenen balık örneklerinin kas lipit PL fraksiyonunda, en fazla bulunan PUFA, DHA olmuştur (Kaçar 2010).

*V. vimba*'da kas PL'de major bileşenlerin değerleri; 16:0 % 17.85; 18:0 % 10.74,  $\Sigma$ SFA % 33.70, 16:1n-7 % 3.23, 18:1n-9 % 11.12,  $\Sigma$ MUFA % 18.55, 18:2n-6 % 1.28, 18:3n-3 % 0.60, AA % 12.11, EPA % 7.12, DHA % 17.37,  $\Sigma$ PUFA % 47.16,  $\Sigma$ n-3 PUFA % 29.55,  $\Sigma$ n-6 PUFA % 17.61, n-3/n-6 % 1.68 olarak belirlenmiştir (Görgün ve ark. 2013).

### 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).

*C. baicalensis*'te denenen tüm dokuların (kas, karaciğer ve gonat) nötral lipitlerinde en çok  $\Sigma$ MUFA, sonra  $\Sigma$ SFA ve en son  $\Sigma$ PUFA tespit edilmiştir. Bu bulgu "yağlı balık türlerilipitlerini esas olarak doymuş ve monoen yağ asitleri şeklinde depolar" (Gustone ve ark 1978) görüşüne uygundur. Örneğin kastaki balık yüzdesi % 14.5,

karaciğerde % 23.5 lipitlerini esas olarak doymuş ve monoen yağ asitleri şeklinde depolar (Gunstone ve ark. 1978) görüşüne uygundur. Zira *C. baicalensis* çok yağlı bir balıktır. Örneğin kastaki balık yüzdesi % 14.5, karaciğerde % 23.5'tür. Aynı gölde yaşayan ve yağsız bir balık olan *C. dybowski*'in kas ve ovaryumunda tersi bir sıralama oluştu. En çok  $\Sigma$ PUFA, en az ise  $\Sigma$ MUFA saptanmıştır (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Bir deniz balığı türü olan *Petromyzon marinus*'un nötral lipidinde, en çok  $\Sigma$ MUFA sonra  $\Sigma$ SFA en az  $\Sigma$ PUFA saptanmıştır. Buna dayanarak, balık türlerinin başlıca SFA ve MUFA'ları depo lipitler olarak biriktirdikleri tespit edilmiştir (Pinela ve ark, 2009). Bir başka deniz balığı olan *D. sargus*'un TAG fraksiyonunda, n-3 HUFA'lar 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 EPA ile DHA gibi n-3 bileşenlerin miktarı az olduğu için, n-3 HUFA'lar düşük bulunmuştur (Cejas ve ark. 2003).

Üç alabalık türünün nötral lipidinde ise  $\Sigma$ PUFA miktarı yüksek bulunmuştur. Balıkların total lipitlerinde ve nötral lipitlerinde ise 18:2n-6 dominant bulunmuştur (Bayır ve ark 2009).

Palmitik asit, 16:1n-7, 18:1n-9 gibi yağ asitleri, depo lipitlerinde fazla bulunurlar. Ackman (1967)'a göre, TAG'deki EPA; DHA'dan daha fazla bulunur.

*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, tatlı su balıklarının nötral lipitleri için, karakteristiktir (Ackman ve Takeuchi 1986).

*Callichrous pabda*'nın TAG fraksiyonunda SFA'lar içinde 16:0, % 19.42; 18:0, % 11.26; MUFA'lar içinde 18:1n-9, % 17.01; 16:1n-7, %12.01; C20 PUFA'lardan AA, % 10.36; EPA, % 7.5; DHA, % 9.11 oranında bulunmuştur. Hindistan balıklarında genellikle AA miktarı yüksektir (Ghosh ve Dua 1997).

Japon ve Tayvan Kedibalgı'nın TAG'deki esas yağ asitleri, 16:0, 18:1n-9, 18:2n-6'dır. Arakidonik asit, EPA ve DHA gibi PUFA yüzdeleri TAG'de düşük bulunmuştur. Japon Kedibalgı'nda 18:1n-9 miktarı yaza oranla kışın daha fazla oranda saptanmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

---

Tayvan Kedibalığı; Japon Kedibalığı'na oranla 16:0 ve 18:1n-9 bakımından yüksek; EPA ve DHA gibi  $\sum n-3$  PUFA 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; AA, % 3.3; EPA, % 6.6; 22:1n-9, % 2.9; 22:5n-6, % 1.4; 22:5n-3, % 2.0; DHA, % 6.0;  $\sum n-3$  PUFA, % 21.6;  $\sum n-6$  PUFA, % 11.0; n-3/n-6, 2.0, Büyükbaşlı sazan *A. nobilis*'in TAG yağ asidi kompozisyonu, 14:0, %2,4, 16:0, %10,8, 16:1, % 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, AA, % 3.3; EPA, % 10.7; 22:1n-9, % 3.1; 22:5n-3, % 1.2; 22:5n-3, % 2.1; DHA, % 9.9;  $\sum n-3$  PUFA, % 30.5;  $\sum n-6$  PUFA, % 9.7; n-3/n-6, 3.1 olarak saptanmıştır (Mieth ve ark. 1989a, b).

Doğal besin ile beslenen *C. carpio*'nun kas TAG'sinde yağ asidi kompozisyonu: Kasta 16:0, % 15.9; 16:1n-7, % 11.7; 18:1n-9, % 27.8; 18:2n-6, % 15.2; 18:3n-3, % 8.7; AA, % 2.2; EPA, % 3.3; DHA, % 1.0;  $\sum n-3$  PUFA, % 15.3;  $\sum n-6$  PUFA, % 19.4; n-3/n-6, 0.8 olarak bulunmuştur (Steffens ve Wirth 1997).

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

*T. grypus*'un kas TAG fraksiyonunda sıralama  $\sum$ MUFA,  $\sum$ SFA ve  $\sum$ PUFA şeklinde oluşmuştur. Ancak, aynı baraj gölünden toplanan *C. carpio*'da temmuz ve eylül aylarında en çok  $\sum$ SFA, diğer aylarda  $\sum$ MUFA daha baskın belirlenmiştir. *S. triostegus*'un dişilerinde mart ayı hariç diğer aylarda en çok  $\sum$ MUFA iken erkeklerde mayıs, temmuz ve mart aylarında en çok  $\sum$ MUFA, eylül ve ocak aylarında en çok  $\sum$ SFA, en az  $\sum$ PUFA saptanmıştır (Kaçar 2010).

Çin'in en büyük tatlı su gölü olan Poyand Gölü'nden toplanan beş balık türünde (*Squaliobarbus curriculus*, *Erythroculter ilishaeformis*, *Pseudobagrus fulvidraco*, *Bostrichthys sinensis* ve *Siniperca kneri Garman*) kas TAG içeriğinde;  $\sum$ SFA (% 31.59-40.07),  $\sum$ MUFA (% 30.17-44.62)  $\sum$ PUFA (% 18.38-31.86) olarak saptanmıştır. SFA içinde major olan 16:0, % 16.29-21.10 arasında belirlenmiştir. Total MUFA *S. kneri garman*'de % 29.34, *S. curriculus*'ta % 43.9 olarak saptanmıştır. En çok bulunan bileşenin 18:1n-9 olduğu ortaya konmuştur. *B. sinensis*'te 18:2n-6 (% 9.18) ve 18:3n-3 (% 5.77) oranlarının diğer balık türlerinden fazla olduğu ileri sürülmüştür. EPA (% 3.26)

ve DHA (% 6.01) en çok *E. ilishaeformis*'te; AA (% 5.51) ise *S. kneri garman*'da tespit edilmiştir. Analizlenen balıklarda n-6 % 8.78 - % 17.54; n-3 % 9.59 - % 13.59 olarak saptanmıştır (Lin ve ark. 2012).

*V. vimba*'da kas nötral lipitte major bileşenlerin değerleri; 16:0 % 20.31; 18:0 % 2.60,  $\Sigma$ SFA % 27.90, 16:1n-7 % 15.70, 18:1n-9 % 30.56,  $\Sigma$ MUFA % 52.82, 18:2n-6 % 2.85, 18:3n-3 % 1.23, AA % 3.24, EPA % 4.65, DHA % 3.50,  $\Sigma$ PUFA % 19.24,  $\Sigma$ n-3 PUFA % 11.73,  $\Sigma$ n-6 PUFA % 7.50, n-3/n-6 % 1.56 olarak belirlenmiştir (Görgün ve ark. 2013).

### 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'lerin biyolojik aktivitelerinden dolayı, nötral lipitlere oranla daha hızlı değişimlere uğrarlar (Parker ve ark. 1980).

Yumurtlama mevsiminde lipit içeriğinde azalma oluşur. Örneğin, Kültür Japon Balığının TAG içeriği mevsime bağlı olarak farklılık göstermiştir. Som Balığı (Ando ve ark. 1985, Suzuki ve ark. 1986) ve *P. altivelis*'te (Hirai ve ark. 1987) yumurtlama mevsiminde lipit içeriğindeki azalmadan dolayı, TAG oranları mevsime bağlı olarak değişmiştir. Japon Kedi Balıkları için, yaz mevsimi yumurtlama sonrası dönemidir ve bu yüzden kültür Japon balıklarında; lipit sınıfları yumurtlamadan etkilenmiştir.

Üç alabalık türünün nötral lipitindeki 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 periyoddur (Bayır ve ark. 2009).

Bandarra ve ark. (1997); sardalyada TAG'nin 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'nin 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. Tatlı su balıklarında besinle alınan 18:2n-6 ve 18:3n-3, enzimlerle zincir uzamasına uğratılarak doymamışlık dereceleri artırılır ve AA, DPA ve DHA'lara 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 asiti 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 asiti 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, geçirgenliğinin ve esnekliğinin 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).

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 DHA oranı ocak ayında azalırken aynı türün erkeklerinde bu bileşen aynı dönemde azalmıştır. Yine *S. trisotegus*'un dişi bireylerinde 18:2n-6 ocakta artarken erkek bireylerde

azalmıştır. Arakidonik asit, dişilerde ocak ayında azalırken erkeklerde artmıştır (Kaçar 2010).

### 2.15.3. Kas Lipitlerinin Triaçilgliserol ve Fosfolipit Yağ Asidi İçeriğine Mevsimin Etkisi

Bir yıl boyunca analizlenen *S. triostegus*'un dorsal kasının fosfolipit fraksiyonunda yazın % 41.05 ile  $\Sigma$ SFA'lar, diğer mevsimlerde ise  $\Sigma$ PUFA'lar daha yüksek oranda belirlenmiştir. Yaz mevsiminde  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ MUFA artarken aynı dönemde  $\Sigma$ SFA azalma göstermiştir. Kışın, diğer mevsimlere oranla total SFA da artış kaydedilmiştir. Fosfolipit fraksiyonunda baskın bulunan başlıca yağ asitleri; SFA'dan 16:0, MUFA'lardan 18:1n-9,  $\Sigma$ n-6 PUFA'lardan AA ve  $\Sigma$ n-3 PUFA'lardan DHA belirlenmiştir. Fosfolipit fraksiyonunda 16:0 yazın, DHA ise kışın, diğer mevsimlere oranla yüksek düzeyde belirlenmiştir Balıkta n-3; % 24.36 (yaz)- % 51.53 (kış); n-6; % 13.76 (yaz)- % 26.84 (sonbahar); arasında saptanmıştır (Cengiz ve ark. 2012).

*C. trutta*'nın dorsal kas PL'sinde % 43.62(yaz)- % 66.91(kış) oranı ile  $\Sigma$ PUFA, analizlenen tüm mevsimlerde diğer fraksiyonlara oranla yüksek olarak saptanmıştır. DHA, EPA, 22:5n-3 ve AA,  $\Sigma$ PUFA da en çok bulunan bileşenler olmuştur. Total PUFA'daki yağ asitleri kışın en yüksek, yazın ise en düşük yüzdede elde edilmiştir. Bu fraksiyonu, miktar olarak  $\Sigma$ SFA izlemiştir. Total SFA oranı yazın % 41.01 ile artış göstermiştir. Balıkta doymuş yağ asitlerinden 14:0, 16:0 ve 18:0 yazın, DHA kışın,  $\Sigma$ n-3 sonbahar,  $\Sigma$ n-6 ise sonbahar ve kışın artış göstermiştir. DHA ve 22:5n-3 yazın azalmıştır (Satar ve ark. 2012).

*C. trutta*'nın dorsal kas TAG'sinde sonbahar mevsiminde  $\Sigma$ MUFA ile  $\Sigma$ PUFA oranları birbirine yakın bulunmuş analizlenen diğer mevsimlerde ise  $\Sigma$ MUFA diğer fraksiyonlara oranla yüksek değerde saptanmıştır. Total SFA yüzdeleri ise yıl boyunca düşük yüzde de saptanmıştır. SFA içinde 16:0, MUFA'dan 16:1n-7 ve 18:1n-9, PUFA'dan ise EPA yüksek oranda saptanmıştır.

Bireysel yağ asitlerinden 16:1n-7 yaz ayında, 18:3n-3, EPA ve total  $\Sigma$ n-3 ilkbaharda, 18:2n-6 ve AA ve  $\Sigma$ n-6 sonbaharda artış göstermiştir (Satar ve ark. 2012).



Bir yıl boyunca analizlenen *S. triostegus*'un dorsal kasının triaçilgliserol fraksiyonunda; tekli doymamış yağ asitleri ilkbahar ve yaz; total çoklu doymamış yağ asitleri ise total lipitteki gibi kış ve ilkbaharda diğer bileşenlere göre yüksek oranda kaydedilmiştir. Doymuş yağ asitleri içinde en çok 16:0, MUFA'da 18:1n-9, total çoklu doymamış yağ asitlerinden ise en çok 18:2n-6 saptanmıştır. Total n-3; % 7.47 (ilkbahar)- % 26.52 (kış); n-6; % 11.64 (kış)- % 25.66 (ilkbahar); arasında belirlenmiştir. Major bileşenlerden 16:0 yazın, 18:1n-9 ve 18:2n-6 ilkbaharda DHA sonbahar ve kış mevsiminde artış gösterdiler (Cengiz ve ark. 2012).

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

Doğal balıkların dokularındaki total PL'ler; TAG'ye 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'ları; nötral lipitlere oranla daha uzun zincirlidir (Henderson ve Tocher 1987).

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, DHA'dır (Henderson ve Tocher 1987).

Total PL fraksiyonu, TAG fraksiyonuna göre yüksek seviyede n-3 HUFA, 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 DHA, 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'den daha fazla bulunmuştur. Uzun zincirli olan AA, EPA, DHA ise çoğunlukla polar lipitlerde bulunurlar. Fosfolipit fraksiyonunda PUFA'lardan; EPA genellikle % 5-6 civarındadır. Balıklarda çoğunlukla SFA'ların

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 lipit ile, nötral ve PL yağ asidi içerikleri bir yıl boyunca araştırıldı. Nötral ve PL fraksiyonlarında, yirmi üç yağ asidi ayırt edildi. Her iki fraksiyonda, major yağ asitleri olarak, SFA'lardan, 16:0; MUFA'lardan 18:1n-9 ve  $\sum$ n-3 PUFA'lardan DHA, n-6'lardan 18:2n-6 bulunmuştur. Bu dört yağ asidi nötral lipitin % 56.19-59.54'ünü PL'nin de % 65.65-69.22'ini oluşturmuştur. Eikosapentaenoik ve DHA 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'lar ise TAG fraksiyonunda daha fazla bulunduğu için, PL'de, C20+C22 PUFA'ların C18 PUFA'lara oranı nötral lipitlere oranla 4.3-9.8 kat daha fazladır. Ilıman türlerde total PL'nin genel bileşeni olan EPA ve AA'nın miktarı türlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Henderson ve Tocher 1987).

*C. carpio* ile yapılan çalışmada, 16:1n-7, 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3 ve  $\sum$ MUFA, TAG fraksiyonunda, 18:0, AA, EPA, DHA,  $\sum$ PUFA ile n-3/n-6 oranı da PL'de fazladır. Doymuş yağ asitleri ise her iki fraksiyonda benzerdir (Mráz ve Pickova 2009).

Portekiz Minho, Tagus, Guadiana Nehirlerinden alınan *P. marinus* (deniz balığı, fakat üreme için tatlı suya gittiği zaman tatlı sudan 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  $\sum$ SFA (% 35) en son  $\sum$ PUFA'lar (% 1.5) gelir. Tekli doymamış yağ asitlerinden en çok bulunanlar; 16:1n-7 (% 43-45), 18:1n-9 (% 17-18) civarında, SFA'lardan en çok

bulunanlar; 14:0 (% 20-21), 16:0 (% 15-16), PUFA'lardan 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 kas yağ asitleri PL fraksiyonunda 18:0, AA, EPA, 22:5n-3 ve DHA 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, AA, EPA, 22:5n-3 ve DHA, total ve TAG de benzer oranda saptanmıştır (Oku ve ark. 2009).

*O. mykiss*'te SFA'larının miktarı, TAG ve PL'de değişmemiştir. Doymuş yağ asitlerinin her iki sınıf arasındaki dağılımı benzer, MUFA ve PUFA'ların 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'ların miktarı artar. Tekli doymamış yağ asitleri, katabolizma olayları için tercihli substrat olarak kullanılırlar (Henderson ve Tocher 1987).

Atatürk Baraj Gölünden toplanan Cyprinid türlerinden dişi *C. trutta*'nın TAG fraksiyonunda,  $\sum$ MUFA, % 44.4;  $\sum$ SFA, % 33.54;  $\sum$ PUFA, % 21.98; PL fraksiyonunda,  $\sum$ PUFA, % 43.51;  $\sum$ SFA, % 31.9,  $\sum$ MUFA, % 24.51 (Kaçar ve ark. 2010a); *C. regium*'un TAG fraksiyonunda,  $\sum$ SFA, % 44.82;  $\sum$ MUFA, % 31.72;  $\sum$ PUFA, % 23.37; PL fraksiyonunda,  $\sum$ PUFA, % 40.24;  $\sum$ SFA, % 35.98;  $\sum$ MUFA, % 23.69 bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010b). Aynı baraj gölünden toplanan *T. grypus*, *C. carpio* ve *S. triostegus*'un 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 asitleri daha fazla miktarda, PL fraksiyonunda ise SFA'lardan 18:0 ile PUFA'lardan AA, EPA, DHA gibi yağ asitleri daha fazla oranda tespit edilmiştir (Kaçar 2010).

*V. vimba*'da kas dokusunun nötralinde,  $\sum$ SFA, 16:1n-7, 18:1n-9  $\sum$ MUFA, 18:2n-6, 18:3n-3, PL'de ise 18:0, AA, EPA, DHA,  $\sum$ PUFA,  $\sum$ n-3 ve  $\sum$ n-6 PUFA daha yüksek oranda saptanmıştır (Görgün ve ark. 2013).

Munzur Nehri'nden toplanan *S. t. macrostigma*'nın dişilerinin kas dokusundaki TAG, PL ye oranla daha fazla  $\Sigma$ MUFA ve daha az  $\Sigma$ PUFA ve  $\Sigma$ SFA içermiştir (Kayhan ve ark. 2015).

### 2.17. Karaciğer Total Yağ Asiti 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'ların başlıca organı olup fazla analiz edilmemiştir (Ackman ve ark. 2002).

Günümüzde, balık ve balık yağlarına içerdikleri PUFA'lardan 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'ların diğer dokulara sağlanması gibi, kritik role de sahiptir (Rinco'n-Sa'nchez ve ark. 1992).

*Acipenser oxyrhynchus*'un karaciğer yağ asit bileşiminin % 25.1'ini doymuş yağ asitlerinin oluşturduğu saptanmıştır (Ackman ve ark. 1975).

Sudak balıklarının kas, karaciğer ve gonatlarında total yağ asidi bileşiminin yansından fazlasını doymamış yağ asitlerinin oluşturduğu tespit edilmiştir (Uysal 2000).

Karaciğer yağ asidi bileşiminin Tuna Balığında % 88.2 sini (Bishop ve ark. 1976), Mersin Balığında % 74.9'unu (Ackman ve ark. 1975) doymamış yağ asitlerinin oluşturduğu bildirilmiştir.

*Gadus morhua* karaciğerinde bulunan doymuş yağ asitleri oranı, karaciğer yağ içeriğinin en yüksek olduğu kasım ayında erkeklerde % 20, dişilerde % 19.8 ve karaciğer yağ içeriğinin en düşük olduğu mayıs ayında ise erkeklerde % 20.8, dişilerde % 18.1 olarak bulunmuştur. Balığın karaciğerinde  $\Sigma$ MUFA ve oleik asit oranı erkeklerde sırasıyla % 47.43-23.67, dişilerde % 48.04-22.91 bulunmuştur. Ortalama AA, EPA ve DHA oranları erkeklerin karaciğerinde % 1.55, % 11.15, % 12.57; dişilerinin karaciğerinde % 1.29, % 11.35, % 12.48 olarak tespit edilmiştir (Jangaard ve ark. 1967).

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 aşın 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 1986a).

*C. chalcoides*, *Leuciscus cephalus* ve *C. carpio* karaciğer toplam yağ asiti miktarlarının mevsimsel olarak karşılaştırıldığı çalışmada,  $\Sigma$ SFA, *C. chalcoides* (% 34.93) ve *C. carpio*'da (% 38.42) yazın, *L. cephalus*'ta ise sonbahar periyodunda (% 43.38) en yüksek oranlarda bulunmuş ve kış periyoduyla birlikte düşüş kaydedilmiştir. Toplam MUFA miktarları mevsimsel olarak önemli dalgalanmalar göstermiştir. Buna göre en yüksek oranlar *C. chalcoides* (% 51.79) ve *C. carpio*'da (% 37.38) sonbahar periyodunda, *L. cephalus*'ta ise kış periyodunda (% 54.64) belirlenmiştir. Toplam n-6 PUFA miktarlarının yaz periyodundan itibaren azalarak sonbaharda en düşük oranlarına ulaştığı görülmüştür. Toplam n-3 PUFA'nın en düşük miktarları *C. chalcoides* ve *L. cephalus* için sonbahar (sırasıyla % 14.84 ve % 15.50), *C. carpio* için ise yaz periyodunda (% 17.08) belirlenmiştir. Bu verilere göre *C. carpio* hariç diğer türlerde  $\Sigma$ PUFA miktarlarının sonbahar periyodunda azaldığı, kış periyoduyla birlikte arttığı saptanmıştır. Karaciğerde 22:5n-3'ün *C. chalcoides* (% 1.74) ve *L. cephalus*'ta (% 2.35) en düşük miktarlarına sonbahar, *C. carpio*'da ise yaz periyodunda (% 2.94) rastlanmıştır (Görgün 2011).

*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 sonrasına göre yüksek bulunmuştur. Gaz kromatografi analiz sonuçları üreme mevsimi öncesinde ve sonrasında, 16:0, 18:1n-9, 20:0, AA, EPA, 22:5n-3, 24:1n-9 asitlerin her iki bireyin incelenen dokularında başlıca yağ asitleri olduğunu göstermiştir. Her iki eşeyin incelenen bütün dokularında üreme sonrasında yağ asitleri miktarında özellikle PUFA'larda önemli derecede azalma olduğu görülmüştür (Yılmaz ve ark. 1995).

Agren ve ark. (1987), *P. fluviatilis* ve *C. albula* karaciğerinde bulunan doymuş yağ asitleri oranını araştırmışlar ve gonad gelişiminin tamamlandığı dönemde sırasıyla %

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

---

24.4, % 27.2; üremeden sonra henüz gonad gelişimin başlamadığı dönemde ise % 27.6, % 25.3 olduğunu tespit etmişlerdir. Üremeden sonra karaciğer  $\Sigma$ MUFA oranının *P. fluviatilis*'de % 14.4, *C. albula*'da % 13.6, *O. mykiss*'de % 54; gonatların gelişim evresinde karaciğer  $\Sigma$ MUFA oranının ise *P. fluviatilis*'de % 12.5, *C. albula*'da % 24.3, *O. mykiss*'de % 20 olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, mart ayında karaciğer total yağ asidi içeriğinin *P. fluviatilis*'de % 74.8'ini, *C. albula*'da % 77.5'ini ve *O. mykiss*'de % 77.9'unu doymamış yağ asitlerinin oluşturduğunu saptamışlardır.

Çek Cumhuriyeti'nde havuzlardan alınan *C. carpio* karaciğerinde; 16:0, 16:1n-7, 18:1n-9, 18:3n-3, EPA ve DHA'nın yüzde dağılımda 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, gonad, 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; AA, % 3.3; 22:5, % 2.8; DHA, % 18;  $\Sigma$ SFA, % 32.14;  $\Sigma$ MUFA, % 27.73;  $\Sigma$ n-3 PUFA, % 26.57;  $\Sigma$ n-6 PUFA, % 3.07; n-3/n-6, 7.76 olarak saptanmıştır (Aras ve ark. 2003).

Eğirdir Gölü'ndeki *S. lucioperca*'nın karaciğer total lipit ve yağ asidi kompozisyonunun incelendiği çalışmada, SFA'lar içinde en fazla 16:0 tespit edilmiştir. Her iki eşyde de MUFA'ların oranının, PUFA'lardan daha fazla olduğu saptanmıştır. Dokosaheksaenoik asit, EPA ve AA, PUFA'lardan en fazla bulunan yağ asitleridir. Mevsimsel değişimler, diğer yağ asitlerine oranla PUFA'ları 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 analizlenmiştir. Palmitik asit, 18:2n-6 ve DHA; balığın her iki eşeyinin kas ve karaciğerinde bulunan başlıca bileşenler olduğu görülmüştür (Görgün ve Akpınar 2007).

Tohma Nehrinde yaşayan erkek ve dişi *S. t. macrostigma*'nın karaciğer yağ asidi analizinde, her iki eşeyin karaciğerinde en çok 16:0, 18:1n-9, EPA ve DHA bulunmuştur (Akpınar ve ark. 2009).

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

Erkek *C. c. umbla*'nın karaciğerinde toplam doymamış, n-3, n-6 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 n-3 miktarı ise kısmen artış göstermiştir. Dişi bireyin karaciğerinde toplam n-3 miktarı üreme dönemi sonrasında azalırken, toplam doymamış, n-6 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, AA, EPA, DHA, 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,  $\Sigma$ SFA, % 25.2;  $\Sigma$ MUFA, % 12.5;  $\Sigma$ PUFA % 62.3;  $\Sigma$ n-3, % 4.3;  $\Sigma$ n-6, % 14.0; *C. albula*  $\Sigma$ SFA, % 22.5;  $\Sigma$ MUFA, % 14.8;  $\Sigma$ PUFA, % 62.7;  $\Sigma$ n-3, % 49.3;  $\Sigma$ n-6, % 13.4; *Salmo gairdneri*  $\Sigma$ SFA, % 22.1;  $\Sigma$ MUFA, % 19.3;  $\Sigma$ PUFA, % 58.6;  $\Sigma$ n-3, % 52.0;  $\Sigma$ n-6, % 6.9 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; AA, % 6; EPA, % 1.56; DHA, % 10;  $\Sigma$ SFA, % 54;  $\Sigma$ MUFA, % 15.7;  $\Sigma$ PUFA, % 31.1; n-6/n-3, 1.16 olarak bulunmuştur (Sharma ve ark. 2009).

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

---

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; AA, % 4.3; EPA, % 5.0; 22:5n-3, % 2.6; DHA, % 11.6;  $\sum$ n-3 PUFA, % 27.2;  $\sum$ n-6 PUFA, % 10.6; n-3/n-6, 2.6 olarak tespit edilmiştir (Steffens ve Wirth 1997).

Yukarı Fırat (Karasu) Havzası Yeşildere çayından 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'nın ise dokular arasındaki farkı önemsiz bulunmuştur. Doymuş yağ asitleri içerisinde en fazla 16:0, 18:0 ve 14:0; MUFA'lar içinde de 18:1n-9 ile 16:1n-7 en çok bulunan yağ asitleridir (Aras ve ark. 2003).

Pakistan'da (Karachi) sularında iki köpek balığı türü olan *E. blochii* ve *C. bleekeri*'nin karaciğer yağ asidi kompozisyonu çalışılmıştır. *E. blochii*'nin karaciğerinde  $\sum$ SFA'lar, % 56-70.12; 16:0, % 36.63-46.97; 18:0, % 9.34-17.49 aralığında bulunmuştur. Doymamış yağ asitlerinden MUFA'lar 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  $\sum$ SFA'lar, % 34.77-68.24 aralığında olup, 16:0 ve 18:0, SFA'lar 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.  $\sum$ PUFA'lar, % 1.08-7.38 civarında, EPA, % 0.16-0.85, DHA, % 0.06-2.39 civarındadır (Saify ve ark. 2003)

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

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan Cyprinid türlerinden dişi *C. trutta* karaciğerinde,  $\sum$ PUFA, % 36.01;  $\sum$ MUFA, % 32.8;  $\sum$ SFA, % 31.09; n-3/n-6 oranı 4.22 bulunmuştur. MUFA'lardan en fazla 16:1n-7 ve 18:1n-9, SFA'lardan en fazla 16:0, 18:0 ve PUFA'lardan en fazla EPA ile DHA tespit edilmiştir (Kaçar ve ark. 2010a). Aynı gölden toplanan *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'ta baskın bulunan yağ asitleri;



SFA'dan 16:0, MUFA'dan 18:1n-9, PUFA'dan DHA ve EPA saptanmıştır. 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 (Kaçar 2010).

### 2.18. 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. dybowski* 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'lar (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, EPA'dır (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Hazel (1979), Gökkuşığı Alabalığı'nın karaciğer triaçilgliserolünde n-3 ve n-6 PUFA'yı oluşturan yağ asitlerinin, sıcaklığın azalmasıyla arttığını belirtmiştir.

Doğal ve kültür Japon Kedibalığı *S. asotus*'un karaciğer lipit içeriği ve yağ asidi kompozisyonuna; yumurtlama ve mevsimin etkisi araştırılmıştır. Yumurtlama mevsimi esnasında karaciğer TAG'sinde n-7 MUFA'ların miktarı yüksek bulunmuştur. Yaz ve kış mevsimlerinde kültür Kedibalığı'nın 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 ark 2001).

*L. rohita*, *L. bata*, *L. calbasu*, *C. catla*, *C. mrigala* türlerinin karaciğer TAG'sinde  $\Sigma$ SFA, % 32.5-65.2;  $\Sigma$ MUFA, % 20.8-41.6;  $\Sigma$ PUFA, % 21-29 arasında bulunmuştur.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

---

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; AA, % 0.4-1.9; EPA, % 0.4-3; DHA, % 0.5-4.3 oranında tespit edilmiştir. *L. bata*'nın PL'sinde, 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; AA, % 2.6; EPA, % 2.6; DHA, % 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; AA, % 3.5; EPA, % 2.9; DHA, % 15.6;  $\Sigma$ SFA, % 47.6;  $\Sigma$ MUFA, % 20.8;  $\Sigma$ PUFA, %32 oranında belirlenmiştir. Triaçilgliserol fraksiyonunda çoğunlukla SFA'ların dominant olduğu bunu da monoenler ile polienlerin izlediği görülmüştür (Ackman ve ark. 2002).

*V. vimba*'da karaciğer nötral lipitte major bileşenlerin değerleri; 16:0 % 40.10; 18:0 % 10.13,  $\Sigma$ SFA % 53.77, 16:1n-7 % 6.35, 18:1n-9 % 28.30,  $\Sigma$ MUFA % 38.71, 18:2n-6 % 1.12, 18:3n-3 % 1.42, AA % 1.43, EPA % 0.76, DHA % 1.56,  $\Sigma$ PUFA % 7.51,  $\Sigma$ n-3 PUFA % 4.29,  $\Sigma$ n-6 PUFA % 3.22, n-3/n-6 % 1.33 olarak saptanmıştır (Görgün ve ark. 2013).

*V. vimba*'da karaciğer PL lipitte major bileşenlerin değerleri; 16:0 % 27.72, 18:0 % 11.01,  $\Sigma$ SFA % 44.25, 16:1n-7 % 6.61, 18:1n-9 % 21.26,  $\Sigma$ MUFA % 32.32, 18:2n-6 % 5.47, 18:3n-3 % 1.28, AA % 5.72, EPA % 0.94, DHA % 5.67,  $\Sigma$ PUFA % 23.25,  $\Sigma$ n-3 PUFA % 9.45,  $\Sigma$ n-6 PUFA % 13.80, n-3/n-6 % 0.68 olarak belirlenmiştir (Görgün ve ark. 2013).

Otuz üç deniz balığında; karaciğer PL'de major yağ asitleri kastaki gibi; 16:0, 18:1n-9, EPA ve DHA olarak saptanmıştır. Total SFA ve PUFA yüzdeleri kasa yakın bulunmuştur (Takama ve ark. 1994).

Buzzi ve ark. (1997a), *E. lucius*'un karaciğerinde  $\alpha$ -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 DHA bulunması, tatlı su sazanlarının 18:4n-3'ü EPA ve DHA'ya 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).

Aynı baraj gölü'nden toplanan *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'ta , TAG'ye oranla PL fraksiyonunda 18:0, AA, EPA, 22:5n-3 ve DHA 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 (Kaçar 2010).

### 2.19. Gonat Gelişiminde Yağ Asitlerinin Rolü

Tocher ve Sargent (1984), yağ asitlerinin, embriyonun büyümesi için, yumurta hücrelerinde biriktiğini ve özellikle PUFA'ların, 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'lar da üreme esnasında metabolik enerji kaynağı olarak rol oynamaktadırlar (Huynh 2007).

Genellikle yağ asitleri; gonadogenesis 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'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-3 PUFA'lar, vitellogene sokulurlar (Sargent ve Henderson 1995).

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

---

Aşırı doymamış yağ asitleri, balık vücudunda homeostasi için gereklidir. Kemikli balıkların gonatlarında AA'dan 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'lar tercihen değişik fizyolojik amaçlar için gonadlarda birikebilirler (Jeong ve ark. 2002).

Dişiler, gonat olgunlaşması için enerji ihtiyacı olarak başlıca SFA'ları erkekler ise MUFA'ları kullanırlar. Fakat, vitellogenesis esnasında dişiler, gonad 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 peryodundaki (mayıs) herhangi bir yağ asitindeki azalma, gonat gelişimi ve gamet oluşumunda kullanılmaları nedeniyledir.

*C. carpio*'nun gonatlarıyla (Mogan gölü, Ankara) yapılan çalışmada, yirmi karbonlu uzun zincirli yağ asitlerinin (20:3n-6, EPA, 22:5n-3, DHA) 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 peryodunda (mayıs) kas dokusunun uzun zincirli doymamış yağ asitleri yüzdesinde azalma görülmesi, balıkların bu peryotlarda gereksinim duydukları enerjiyi depo lipidlerinden sağladıklarını göstermektedir (Akpınar 1987b).

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

## 2.20. 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, b, 1987a, b, 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 doymuş yağ asitlerinden 16:0, tek çift bağlı doymamış yağ asitlerinden 18:1n-9, çoklu doymamış yağ asitlerinden DHA, EPA, AA 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-6, 18:3n-3, 20:1n-9, EPA, 22:2n-6, 24:1n-9'de önemli derecede yükselmiştir. Ovaryumlarda ise 12:0, 16:0, 18:1n-9, AA, yağ asitleri önemli derecede düşüş gösterirken 14:1, 16:1n-7, 18:2n-6, 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 öncü yağ asidi olan 18:2n-6'nin 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  $\sum$ SFA oranı yüksektir. Gonatların tam olgunlaştığı yumurtlamadan hemen önce mart ayında ise  $\sum$ UFA,  $\sum$ PUFA,  $\sum$ n-3 ve  $\sum$ n-6 PUFA 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

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

---

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; 16:1n-7, % 7.3; 18:0, % 4.8; 18:1n-9, % 19.0; 18:2n-6, % 5.4; 18:3n-3, % 0.82; AA, % 3.4; EPA, % 4.9; 22:5n-3, % 1.94; DHA, % 23.09; SFA, % 26.4; MUFA, % 27.84;  $\Sigma$ n-3, % 32;  $\Sigma$ n-6, % 10.0 olarak saptanmıştır (Cejas ve ark. 2003).

Doğal ve kültür Japon Kedibalığı'nın (*S. asotus*) ovaryum yağ asidi kompozisyonu ve lipit içeriği yumurtlamaya ve mevsime bağlı etkileri incelenmiştir. Balıkların ovaryumunda 16:0, 18:1n-9 ve DHA dominant yağ asitleri olarak saptanmıştır. Yumurtlama mevsiminde doğal Kedibalığı'nın ovaryumunda AA, yumurtlama sonrasında daha düşük oranda bulunmuştur. Arakidonik asit, yumurtlamayı sürdürmek için gereklidir. Eikosapentaenoik asit ve DHA içeriğinin ovaryum olgunlaşmasıyla birlikte arttığı vurgulanmıştır (Shirai ve ark. 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'lardan EPA ve AA, doğal balık gonatlarında, DHA ise kültür balık gonatlarında fazla oranda saptanmıştır (Jeong ve ark. 2002).

*C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'ta gonat total lipit yağ asitleri içinde ortak olan bulgu, 16:0 ve  $\Sigma$ SFA'ların *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 AA ve DHA 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 (Kaçar 2010).

### 2.21. 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 Cumhuriyetinden *C. carpio* testislerinin; 16:0, 18:1n-9, EPA ve DHA; ovaryumlarında 16:0, 18:1n-9 ve DHA bakımından zengin oldukları saptanmıştır (Kminkova ve ark. 2001).

Mogan Gölü'ndeki *C. carpio*'nun gonatlarıyla yapılan çalışmada 20:3n-6, EPA, 22:5n-3, DHA yağ asitlerinin 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 gonadlarındaki 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, AA, EPA, DHA 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 gonadlarında üreme dönemi sonrası toplam, doymuş, doymamış ve monoenoik yağ asitleri üreme dönemi öncesine göre oldukça düşük, toplam n-6, n-3 ve polienoik yağ asitlerinin miktarı ise kısmen düşük bulunmuştur. Dişi bireylerin gonadlarında, üreme dönemi sonrası toplam, polien, n-3 ve doymamış yağ asitleri üreme dönemi öncesine göre belirgin bir şekilde azalırken, toplam doymuş yağ asitleri değişme göstermemiştir. Arakidonik asit, EPA, DHA yağ asitleri üreme dönemi sonunda azalmaktadır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

---

Akpınar (1986), tarafından da belirtildiği gibi, aşırı doymamış yağ asitleri gonadların gelişmesi ve balıkların üremesinde önemli rol oynamaktadırlar. Bu bileşenlerin miktarı, üreme dönemi öncesinde, bütün dokularda özellikle erkeğe oranla dişi bireylerin gonadlarında fazla oranda bulunmaktadır. Bu sonuç, aşırı doymamış yağ asitlerinin yumurta yapımında kullanılmalarından kaynaklanmaktadır (Atchison 1975). Üreme dönemi sonrasında gonadlarda bu yağ asitlerinin dişi bireyde çok belirgin bir şekilde azaldığı görülmektedir. Erkek bireyde ise bu azalma fazla değildir.

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

Çoruh Havzası Kazandere Çayında 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; AA, % 2.18; EPA, % 2.88; DHA, % 15.5;  $\Sigma$ SFA, % 29.13;  $\Sigma$ MUFA, % 37.16;  $\Sigma$ n-3 PUFA, % 23.88;  $\Sigma$ n-6 PUFA, % 4.79; n-3/n-6 oranı 5.23 olarak bulunmuştur. Tüm dokularda en çok 16:0, 18:1n-9 ve DHA asitleri tespit edilmiştir (Aras ve ark. 2003).

Yukarı Fırat (Karasu) havzası Yeşildere Çayından yakalanan olgun dere alabalığı (*S. t. macrostigma*)'nda farklı dokularının yağ asidi kompozisyonları araştırılmıştır. Adipoz, gonad, karaciğer ve kas dokusunda % olarak  $\Sigma$ MUFA,  $\Sigma$ n-3,  $\Sigma$ n-6 PUFA ile EPA ve DHA oranları arasındaki fark çok önemli,  $\Sigma$ SFA'nın ise dokular arasındaki farkı önemsiz bulunmuştur. Doymuş yağ asitleri içerisinde bulunan en önemli yağ asitleri 16:0, 18:0 ve 14:0 olurken MUFA'da 18:1n-9 ile 16:1n-7 yağ asitleri çıkmıştır. Tatlı su balıkları ile deniz balıklarının karakteristik özelliği olarak bilinen n-3/n-6 oranı deniz balıklarına yakın çıkmasına rağmen dokular arasında önemsiz bulunmuştur. Gonadlarda 16:0, % 21.13; 18:1n-9, % 15.72; AA, % 5.42; EPA, % 14.81; DHA, % 16.82; 22:5n-3, % 6.16;  $\Sigma$ SFA, % 34.07;  $\Sigma$ MUFA, % 23.56;  $\Sigma$ n-3, % 36.58;  $\Sigma$ n-6, % 8.07; n-3/n-6, 4.65 olarak bulunmuştur (Aras ve ark. 2003).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan Cyprinid türlerinden dişi *C. regium*'un gonadında,  $\Sigma$ SFA, % 35.80;  $\Sigma$ MUFA, % 32.58;  $\Sigma$ PUFA, % 30.63 ve n-3/n-6 oranı 1.88 olarak tespit edilmiştir. Doymuş yağ asitlerinden en fazla 16:0, MUFA'lardan 16:1n-7 ve 18:1n-9 ve PUFA'lardan EPA ile DHA bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010b).



*C. carpio* ve *T. grypus* ovaryumlarında daha çok  $\Sigma$ SFA, testislerde ise  $\Sigma$ PUFA daha fazla yüzdede bulunmuştur (Kaçar 2010).

## 2.22. Gonat Lipitlerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol 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 Kedibalığı *S. asotus*'un yumurtlama mevsimi esnasında ovaryum TAG'sinde n-7 MUFA'ların 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 Kedibalığı'nda 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 Kedibalığı, ovulasyondan sonra yumurtaların gelişimi için EPA ve DHA'ya ihtiyaç duymaktadır.

Ovaryumdaki TAG ve PE'deki n-7 MUFA miktarı, yumurtlama mevsiminde yüksek olarak saptanmıştır. Bu bulgular, n-7 MUFA'ların yumurtlamada yer alabildiğini göstermektedir (Shirai ve ark. 2001).

Baykal Gölü'ndeki ergin dişi *C. dybowski* ile *C. baicalensis* ovaryumlarının yağ asiti analizine göre, *C. baicalensis*'in ovaryumlarının nötral lipitlerinde en çok  $\Sigma$ MUFA (% 54), daha sonra  $\Sigma$ SFA'lar (% 20), en az ise  $\Sigma$ PUFA'lar (% 18) saptanmıştır. Tekli doymamış yağ asitleri içinde en çok 18:1n-9 (% 43) bulunmuştur. *C. baicalensis*'in polar lipitlerinde  $\Sigma$ MUFA'lar % 19 olarak saptanmıştır. *C. dybowski*'nin ovaryum polar lipitlerinde PUFA'lardan DHA, nötral lipitlerinde ise en çok 16:0 bulunmuştur. Analizlerde diğer major yağ asitleri 16:1n-7, 18:1n-7, EPA'dır (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

*D. sargus*'un ovaryum triaçilgliserol ve fosfolipit alt sınıfları analizlendi. 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; AA, % 1.39; EPA, % 2.2; 22:5n-3, % 1.51; DHA, % 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; AA, % 4.0; EPA, % 6.4; 22:5n-3, % 1.54; DHA, % 25.86;  $\Sigma$ SFA, % 34.95;  $\Sigma$ MUFA, % 17.8;  $\Sigma$ n-3, % 34.78;  $\Sigma$ 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; AA, % 9.37; EPA, % 4.86; 22:5n-3, % 3.3; DHA, % 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). Aynı baraj gölünden toplanan *C. carpio*, *S. triostegus* ve *T. grypus*'u ovaryum ve testis TAG'sinde yüzde olarak en çok  $\Sigma$ MUFA, daha sonra  $\Sigma$ SFA en az ise  $\Sigma$ PUFA bulunmuştur. Total MUFA'lar içinde de en çok 18:1n-9 bulunmuştur. Balıkların her iki eşeyinde analizlenen birçok dönemde, gonat TAG fraksiyonunda *C. regium*'daki gibi en çok  $\Sigma$ MUFA, daha sonra  $\Sigma$ SFA en az  $\Sigma$ PUFA; PL fraksiyonunda ise çoktan aza doğru sıralama  $\Sigma$ PUFA,  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ MUFA şeklinde olmuştur (Kaçar 2010).

### 2.23. 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'lar n-3 ( $\omega 3$ ) ve n-6 ( $\omega 6$ ) olarak gruplandırılırlar. Linoleik asit, 20:3n-6, AA gibi yağ asitleri n-6 ( $\omega 6$ ); 18:3n-3, EPA, 22:5n-3 ve DHA gibi bileşenler n-3 ( $\omega 3$ ) olarak bilinirler.

İnsan vücudundaki birçok metabolik fonksiyonlar göz önünde bulundurulduğunda, bireysel yağ asitlerinin alınımlarından ziyade, n-6 ve n-3 PUFA'ların alınımları arasındaki denge daha önemlidir. Zira 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

çıkardı (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 AA ve EPA'nın 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. Her ne kadar tatlı su balıkları, deniz balıklarına oranla daha fazla oranda (% 2.42-21.92)  $\Sigma$ n-6 PUFA'ları içeriyorsa da; bu balıklar aynı zamanda da EPA (% 1.15-13.8) ve DHA (% 0.94-24.8) gibi  $\Sigma$ n-3 PUFA bakımından mükemmel besin kaynağıdır. Tatlı su balıklarında n-3/n-6 oranı 0.22-25 arasında değişir (Andrade ve ark. 1995, Özoğul ve ark. 2007).

Ackman (1967) ve Standsby (1967), tatlı su 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. clupeaformis*'te 2.6 olarak tespit edilmiştir (Wang ve ark. 1990).

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

---

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

Etiyopya'da göllerde yaşayan sekizi tropikal olmak üzere toplam elli tatlı su 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).

Su tuzluluğu ve iklim gibi ekolojik faktörlerin balıkların yağ asiti bileşimleri üzerinde önemli değişimlere yol açtığı bilinmektedir. Özellikle su tuzluluğunun balıklarda PUFA seviyelerini etkilediği ve n-3/n-6 oranının tatlı su balıklarında, deniz balıklarından daha düşük olduğu bildirilmektedir (Steffens 1997).

Tatlı su balıkları içerisinde, alabalıklar n-3 yağ asitlerini fazla oranda içerdikleri için, n-3/n-6 oranları diğer tatlı su balıklarına oranla yüksek olmaktadır. Örneğin, Tohma nehrinde 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. 2003), *S. t. forma fario*, 1.43-4.29 ( Kaya ve Erdem 2009), Karasu Havzası Yeşildere Çayındaki Alabalıkta (*S. t. macrostigma*), 6.35 (Aras ve ark. 2003), *O. mykiss*'de 2.1 olarak bulunmuştur (Çelik ve ark. 2008).

Afrika Kedibalığı *C. gariepinus*'ta n-3/n-6 oranı, 0.39 *T. zillii*'de 2.70 bulunmuştur. (Osibona ve ark. 2009)

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, *B. barbus*'ta 3.5 (Vácha ve Tvřizická 1994), *Scardinius erythrophthalmus*'ta 3.5, *Gobio gobio*'da 2.2, *L. leuciscus*'da 3.0, *L. cephalus*'ta 3.7, *A. alburnus*'ta 1.1 ve *V. vimba*'da 2.0 olarak tespit edilmiştir (Sýkora ve Valenta 1979).

Atatürk Baraj Gölünden toplanan Cyprinid türlerinden dişi *C. trutta*'nın kas total lipitinde 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).

*V. vimba* balığında incelenen dokular içinde en yüksek n3/n6 oranı kas PL'de 1.68 olarak belirlenmiştir (Kalyoncu ve ark. 2009).

Eylül- kasım 2012- ocak 2013 tarihlerinde toplanan İnci Kefali'nde üç aylık ortalama n-3/n-6 oranı 3.70 olarak saptanmıştır (Mısır ve ark. 2013). Akdenizden toplanan bir kefal türü olan *L. carinata*'da bu oranı 3.15 (Küçükgülmez ve ark. 2011) *M. cephalus*'ta 8.33 (Özoğul ve Özoğul 2007a), Dicle Kefali *L. Abu*'da 0.67 (Cengiz ve ark. (2010) olarak saptanmıştır.

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

## 2.24. 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 tatlı su balığı olması gibi etkenler etki etmektedir.

### 2.24.1. Deniz ve Tatlı su Balıklarında N-3/n-6 Oranı

Desaturaz enzim aktivitesi ve zincir uzaması (elengasyon) reaksiyonları, deniz balıklarına göre tatlı sularda n-3 PUFA'yı düşürürken n-6 PUFA'yı 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 tatlı su balıkları genellikle C18 PUFA'ları fazla miktarda içerirler ama aynı zamanda EPA ve DHA'yı da önemli oranlarda kapsarlar

(Ackman 1967, Cowey ve Sargent 1972, Castell 1979, Steffens 1989). Ayrıca, tatlı su balıklarının yağ asidi kompozisyonu yüksek oranlardaki n-6 PUFA'larla özellikle 18:2n-6 ve AA ile karakterize edilirler. Bu nedenle, total n-3/n-6 yağ asitleri oranı deniz balıklarına oranla tatlı su 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'larla 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 tatlı su 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.

Tatlı su balıkları deniz balıklarına göre düşük miktarda uzun zincirli  $\sum$ n-3 PUFA içerdikleri için (Rahman ve ark. 1995), n-3/n-6 oranı deniz balıklarında tatlı su 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 tatlı su balıklarının yağ asitleri içeriğini araştırdılar. Araştırmacılar deniz balıklarının lipitlerinde tatlı su balıklarına oranla daha fazla miktarda  $\sum$ n-3 PUFA, daha az oranda  $\sum$ n-6 PUFA içerdiğini saptamışlardır. Buna bağlı olarak deniz balıklarında n-6/n-3 oranı, 0.009-0.59 arasında; tatlı su balıklarında ise 0.21-1.0 arasında (*C. carpio*'da 0.91, *S. glanis*'te 0.65) tespit etmişlerdir. Cowey (1988), tatlı su balıklarında n-3/n-6 oranının 4'e kadar, deniz balıklarında ise 5-14 aralığında olduğunu belirtmiştir.

Kimi çalışmalarda, tatlı su balıklarının önemli oranda n-3 PUFA içerdikleri belirlenmiştir (Agren ve ark. 1987). Örneğin, Turna Balığında n-3/n-6 oranı 8-9 olarak saptanmıştır (Ahlgren ve ark. 1994).

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

Tatlı su balıklarının triaçilgliserollerindeki 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, tatlı su balıklarının PL'sinde bu oran, 1.6-2.0 iken deniz balıklarında 7.8-18.5 olarak saptanmıştır (Henderson ve Tocher 1987). *C. baicalensis*'in dokularının polar lipitinde n-3/n-6 PUFA oranı 1.6-1.8, *C. dybowski*'de 2.8-3.7 arasında bulunmuştur. Bu değerler, tatlı su balıklarinkinden yüksek, deniz balıklarındakinden 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 fosfolipitinde n-3/n-6 oranı 3.56 triaçilgliserol fraksiyonunda 4.69 (Kaçar ve ark. 2010a); *C. regium*'un PL'sinde 3.03, TAG fraksiyonunda ise 1.42 bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010b). Araştırmacılar, *C. trutta*'nın fosfolipit fraksiyonundaki n-3/n-6 oranının triaçilgliserole oranla daha düşük çıkmasının nedenini AA asidinin daha fazla oranda fosfolipitte birikmesinden kaynaklandığını belirttiler.

#### 2.24.2. N-3/n-6 Oranına Mevsimin Etkisi

Rasoarahona ve ark., (2005), Itasy gölünden (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).

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

---

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,  $\sum$ n-3 PUFA'ların sonbaharda % 18.9'dan % 11.8'e düşmesiyle açıklamışlardır. Benzer şekilde Tokur ve ark. (2006), Seyhan Baraj Gölü'ndeki sazanalarda yüksek miktarda 18:2n-6 tespit etmişlerdir.

Çek Cumhuriyetinde 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 incelendi. 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).

Kimi çalışmalarda balık lipitlerindeki n-3/n-6 oranına mevsim dışında habitat farklılığının da etki ettiği bulunmuştur. Örneğin, Eğirdir Gölü'ndeki *S. lucioperca* (sudak) 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. Sudakta, 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).

*V. v. tenella*'da ise bu oran ilkbaharda 1.45, yazın 1.15, sonbaharda 1.2 ve kışın 1.4 olarak saptanmıştır (Kalyoncu ve ark. 2009).



N-3/n-6 oranı Tuzla çayındaki *C. c. umbla*'da 0.37 ile en düşük yaz mevsiminde, 1.14 ile en yüksek sonbaharda, Tercan Barajında 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).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan 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. Siluridae familyasından *S. triostegus*'ta n-3/n-6 oranı dişi bireylerde 1.82-2.61, erkeklerde 1.95-2.60 arasında saptanmıştır (Kaçar 2010).

Bir yıl boyunca analizlenen *S. triostegus*'un dorsal kasının total lipitinde n-3/n-6 oranı 1.03(sonbahar) - 2.47 (ilkbahar) arasında bulunmuştur (Cengiz ve ark. 2012).

*C. trutta*'nın dorsal kas total lipitinde, total lipitin n-3/n-6 oranları bahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde sırasıyla 3.20, 4.11, 1.69 ve 1.45 olarak saptanmıştır (Satar ve ark. 2012).

### 2.24.3. N-3/n-6 Oranına Besinin Etkisi

Elli altı tatlı su 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).

### 2.24.4. 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 tatlı su 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 tatlı su 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).

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

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

### 2.25. Fosfolipit Alt Sınıflarının Miktarı ve Yağ Asidi İçeriği

Kimi çalışmalarda PL fraksiyonlarındaki yağ asidi değişimlerini daha iyi anlamak için, bu fraksiyonun alt sınıfları olan fosfatidilkolin, fosfatidiletanolamin ve fosfatidilinositoldeki yağ asidi analizleri yapılmıştır.

Fosfolipit alt sınıflarıyla ilgili çalışmalar, daha çok denizbalıkları üzerinde yoğunlaşmıştır.

Fosfatidilkolin, en fazla bulunan PL sınıfıdır. Özellikle ovaryumdaki PL'nin % 94'ünü oluşturur. İkinci olarak, fosfatidiletanolamin bulunur. Özellikle sinir dokularında fosfatidilinositol bulunur. Mitokondri solunum sisteminin bileşeni olan fosfatidilgliserolün kırmızı kaslardaki miktarı, beyaz kas, karaciğer ve gonata oranla daha fazladır (Sargent ve ark. 1999). Miktar olarak PE'yi, Fizyolojik olarak önemli bir ikinci haberci IP3'ün öncül maddesi PI izlemektedir. Bu alt sınıflar içinde PS genellikle daha az miktarda bulunur.

*C. baicalensis*'in kasında PC % 60.7, karaciğerinde % 62.8, ovaryumda % 68.1 *C. dybowskii*'in kasında PC % 69.2, karaciğerinde % 65.3, ovaryumda % 75.1 olarak bulunmuştur. Her iki balıkta PC'nin en çok en çok ovaryumda olduğu görülmüştür.

*C. baicalensis*'in kasında PE % 21.4, karaciğerinde % 25.7, ovaryumda % 14.5; *C. dybowskii*'in kasında PE % 21.3, karaciğerinde % 24.0, ovaryumda % 18.0; *C. baicalensis*'in kasında PI % 5.0, karaciğerinde iz miktarda, ovaryumda % 2.5; *C. dybowskii*'in kasında PI % 3.2, karaciğerinde % 2.7, ovaryumda iz miktarda; *C. baicalensis*'in kasında PS % 3.6, karaciğerinde iz miktarda, ovaryumda % 2.5; *C. dybowskii*'in kasında PS % 1.5, karaciğer ve ovaryumda iz miktarda saptanmıştır (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Karagöz balığı *D. sargus*'ta kas ve karaciğerde temel altsınıflar; PC, PE ve PI olarak saptanmıştır (Cejas ve ark. 2004).

Fosfatidilinositol; fosfolipitlerin yaklaşık % 10'unu oluşturur ve hücrelerde ikinci haberci olarak fonksiyon gördüğünden biyokimyasal olarak önemli bir role sahiptir (Ikezawa 1991).

Fosfolipit altsınıflarının miktarı dokularda farklı bulunmuştur. Skipjack Tuna (Orkinos Balığının) *Euthynnus pelamis* ovaryumunda; PC % 47.9, PE % 19.3, LPC % 19.1; testiste ise PC % 40.1, PE % 29.3, ve PS % 9.6 olarak saptanmıştır. Testisteki PE miktarı ovaryumdan, ovaryumdaki PC miktarı da testisten daha fazla yüzdede belirlenmiştir (Hiratsuka ve ark. 2004).

Yaz ve kış mevsiminde dorsal kas, karaciğer ve ovaryumdaki PL'lerin % 6.1-10.7'sini PI oluşturmuştur. Bu miktar, yaz ve kış mevsimlerinde farklılık göstermemiştir. Kastaki PI, PL'lerin ortalama % 8.2 sini, karaciğerdeki % 10.3'ünü, ovaryumlar ortalama % 6.8 ini oluşturmuştur. Karaciğerdeki PI miktarı, ovaryumdan fazla bulunmuştur (Shirai ve Wada 2001).

Portekizde çalışılan İstavrit balığında (*Trachurus trachurus L.*) PC ve PE temel fosfolipit altsınıfları olarak saptanmıştır. Bu altsınıflarda EPA ve DHA oranı yüksek belirlenmiştir. PE DHA ve 18:0, PC ise 16:0 bakımından zengin olarak tespit edilmiştir (Nadcisa ve ark. 2001).

Altı çeşit Orkinos Balığında yapılan çalışmada kas PL fraksiyonunda PC'de major doymuş yağ asiti 16:0 (% 19.26-25.46), major PUFA ise DHA (% 28.70-41.63); PE'de ise major SFA 16:0 değil 18:0 (% 17.85-23.25) olarak saptanmıştır. DHA PE'de de

yüksek oranda (% 21.61-30.89) saptanmıştır. Total SFA bakımından en zengin alt sınıf PS olup 16:0 ve 18:0 asitlerini benzer yüzde de içermiştir. PI'da major SFA 18:0 (% 14.70-25.60) olarak tespit edilmiştir. MUFA'dan 18:1n-9'un oranları tüm alt sınıflarda benzer olarak saptanmıştır. PI ve PS de DHA oranı düşük, doymuş yağ asitleri ise yüksek oranda saptanmıştır (Medina ve ark. 1995). Deniz balıklarıyla yapılan kimi çalışmalarda PI'nın AA bakımından zengin olduğu vurgulanmışsa da (Bell ve ark. 1985) bu çalışmada böyle bir sonuç saptanmamıştır. En düşük n-3/n-6 oranı PI'da saptanmıştır (Medina ve ark. 1995).

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

Hindistan'da *C. pabda*'nın PL alt sınıfları araştırılmıştır. Diğer tatlı su balıklarındaki yağ asitlerine ilaveten AA, 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, AA, EPA ve DHA yağ asitleri başlıca yağ asitleri olarak saptanmıştır. Balıkta, AA yüksek, EPA ile DHA ise düşük oranda bulunmuştur. Arakidonik asit, PI (Fosfatidilinositol)'de fazla, EPA ve DHA miktarları ise PC ve PE'de birbirine yakın bulunmuştur (Ghosh ve ark. 1997).

Bir deniz balığı olan *D. sargus*'ta PC ve PE; TAG'ye oranla n-3 HUFA'lardan EPA ile DHA gibi n-3 bileşenleri daha fazla içerirler. Ayrıca n-6 yağ asitlerinden AA'de PC ve PE'de TAG'ye oranla daha fazla bulunur. Fosfatidiletanolaminde n-3 HUFA'lar özellikle DHA'dan dolayı, PC'ye göre daha yüksek; PC'de ise SFA ve MUFA daha fazla oranda saptanmıştır (Cejas ve ark. 2003).

### **2.26. Fosfolipit Alt sınıfı Yağ Asiti İçeriğine Etki Eden Etmenler**

Balıkta PL'lerin yağ asiti içeriği; sezon, çevre, sıcaklık, besin ve doku çeşidi tarafından etkilenmektedir (Wodtke 1981, Lie ve ark. 1992, Shirai ve Wada 2001).

PC ve PE'nin besinsel yağ asitlerinden benzer şekilde etkilendiği, ancak PI'nın yağ asiti içeriğinin, besinsel lipitlerden en az etkilendiği saptanmıştır. Örneğin 18:0

içeriği % 1.00, AA % 0.75, DHA içeriği % 9.01 olan besinle beslenen Japon Yayın Balığının Kas PI alt sınıfında; 18:0 % 34.00, AA % 13.00, DHA içeriği % 21.13 olarak bulunmuştur (Shirai ve Wada 2001)

Fosfolipit alt sınıfların yağ asiti içeriklerinin mevsime bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Kültüre alınmış Japon Yayın Balığı *S. asotus*'un yaz ve kış mevsimine ait analizlerde kasta: 16:0, 18:0, 18:1n-9, DHA kışın, AA'nın ise yazın arttığı belirlenmiştir. Aynı balıkta karaciğer ve ovaryumda: AA yazın; EPA ve DHA ise kışın artış göstermiştir. Her iki dokuda total doymuş yağ asitleri yaza oranla kışın daha düşük bulunmuştur. Balığın her üç dokusunda da AA'nın yaz mevsiminde, EPA'nın ise kışın arttığı saptanmıştır (Shirai ve Wada 2001).

Shirai ve Wada (2001), AA'nın PI için önemli olduğunu, kastaki DHA ile karaciğerdeki EPA değişimlerini dengelediğini ileri sürmüşlerdir. Örneğin, kışın DHA kasta arttığı zaman AA azalmakta, yazın DHA azaldığı zaman AA artmaktadır. *S. asotus*'un kas, karaciğer ve ovaryumdaki n-3/n-6 oranı yaza oranla kışın daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak kültüre alınmış Japon Yayın Balığının çeşitli dokularındaki PI yağ asiti içeriğine mevsimin ve sıcaklığın etki ettiği ileri sürülmüştür (Shirai ve Wada 2001).

Fosfolipit alt sınıfların yağ asiti içeriklerinin doku çeşidine bağlı olarak değiştiği saptanmıştır. Kültüre alınmış Japon Yayın Balığı *S. asotus*'un yaz ve kış mevsimine ait analizlerde dorsal kasın PI alt sınıfında baskın bulunan bileşenleri; 18:0 (ortalama % 34), AA (% 13.1) ve DHA (% 21.30); karaciğer ve ovaryumda 18:0 ve AA'dır. Bu bileşenlerin ortalama yüzdeleri karaciğerde 18:0 için % 24.1, AA için % 27.1 olarak belirlenmiştir. Ovaryumdaki PI alt sınıfında dominant bileşenler ortalama olarak % 26.5 ile 18:0, % 28.5 ile AA olarak saptanmıştır (Shirai ve Wada 2001).

Orkinos Balığının *E. pelamis* testislerinde PL alt sınıfı yağ asiti içeriği: 16:0 en çok PC'de (% 35.3); 18:0 en çok PI (% 22.8) ve PS de (% 22.5), 18:1n-9 en çok PC'de (% 14), AA en çok PI'da (% 20.5, bu bileşenin PC, PE ve PS'deki yüzde oranı sırasıyla 3.6, 2.8 ve 1.5); DHA en çok PS (% 52.8) ve PE'de % 49.3 ile saptanmıştır. Verilerden de görüleceği gibi, PC 16:0 ve 18:1n-9; PI 18:0 ve AA; PE ise DHA; PS'de 18:0 ve DHA

bakımından zengindir. Balığın testislerinde n-3/n-6 en çok 7.77 ile PE’de belirlenmiştir (Hiratsuka ve ark. 2004)

Orkinos Balığının *E. pelamis* ovaryumunda, testislerin aksine PI ve PS alt sınıfları belirlenmemiştir. Sadece PC ve PE ye ait veriler verilmiştir. Major yağ asitlerinden 16:0 PC’de % 29.9, PE’de % 14.7; 18:0 PE’de % 9.5, PC’de % 3.5, DHA ise PE’de % 48.8 ve PC’de % 35.2 olarak saptanmıştır (Hiratsuka ve ark. 2004)

### 2.27. 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-6 PUFA’lar, insan vücudunda çok büyük etkilere sahip olan eikosanoid (prostaglandinler, tromboksanlar ve lökositler) metabolizmasında düzenleyici rollere sahiptirler (Kinsella 1987).

Omega 3 yağ asitleri; uzun zincirli ALA, EPA ve DHA’yı 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-3 PUFA’larla 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. Eikosanooidlerin 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’sini ve kolesterolü düşürürler, trombosit agregasyonunu azaltır ve kanama süresini uzatırlar.

Eikosanoid dengesini değiştirir, kan basıncını azaltırlar (Conner 1997, Kinsella ve ark. 1990). 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 skelerozis (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).

### **2.28. Bireysel Yağ Asitlerinin Fonksiyonu**

Membran yapı bütünlüğünün sürdürülmesini sağlayan ve eikosanoidlerin 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 eikosanoidlerin 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 prostaglandin ve tromboksan, yaralanma esnasında kanın pıhtılaşmasını sağlar. Genellikle bu yağ asidinin deniz balıklarındaki miktarı, tatlı suya oranla daha azdır (Osman ve ark. 2001).

Balık yağlarında az miktarda bulunan 22:5n-3, antiaterojenik faktör olarak EPA'dan 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 asitin 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'nın eksikliğinde davranış bozuklukları, sinirsel anormallikler ve görmede yetersizliklere dikkat çekmektedirler (Navarro ve Sargent 1992).





### 3. MATERYAL ve METOT

#### 3.1 Araştırma Planı

Araştırma Şubat, 2012 ile Aralık 2012 tarihleri arasında Van Gölü, Yeşilsu Köyü civarında yürütülmüştür. Çalışma boyunca muhtelif aylara ait olmak üzere Su yüzey sıcaklığı, balıkların; ağırlıkların, total ve çatal boy uzunlukları, yaş tayini ve eşeylerin belirlenmesi sağlamıştır. Aynı zamanda laboratuvara getirilen balıklardan toplam 6 adet (3 dişi, 3 erkek) balık örneğine ait kas, karaciğer ve gonat dokularının Total, PL, TAG ve PL altsınıflarına ait yağ asit analizleri yapılmıştır.

#### 3.2. Araştırma Alanın Özellikleri

Van Gölü, Van ili sınırları içerisinde bulunan Nemrut volkanik dağının patlaması sonucu, bölgedeki tektonik çöküntü alanının önünün kapanmasıyla oluşmuş bir volkanik set gölüdür. Çok sayıda koyu bulunan Van Gölü'nün yüzölçümü 3.713 km<sup>2</sup>'dir. Van Gölü hem tatlı su hem de deniz ekosistemlerinden farklı bir sucul ekosistemdir. Suları tuzlu ve sodalıdır. Göl suyu tuzluluk oranı % 0.19, pH'sı ise 9.8'dir. Göl su seviyesi iklime bağlı olarak yükselip, düşmektedir. Ancak ortalama olarak denizden yüksekliği 1646 metredir. Gölün ortalama derinliği 171 m, en derin yeri ise, 451 metredir.

Van Gölü dünyanın en büyük sodalı gölüdür ayrıca Türkiye'de bulunan en büyük göldür. Gölün tuzlu-sodali suları, biyolojik çeşitliliği sınırlamaktadır. Gölde bilinen 103 tür fitoplankton, 36 tür zooplankton ve tek bir tür balık inci kefali (*A. tarichi*) yaşamaktadır. Göl etrafı karadan 430 km'dir.

#### 3.3 Balık Örneklerinin Yakalandığı Lokaliter

Balık örneklerinin yakalanacağı lokalite seçimi için daha önceki arazi çalışmalarından yararlanmıştır. Buna göre Van Gölü üzerindeki Yeşilsu köyü lokalitesinin; balık yoğunluğu, popülasyondaki örnek sayısı bakımından, arazi şartlarının uygun olması, yeterli sayıda balıkçının olması ve Van şehir merkezine yakın olmasından dolayı uygun olduğuna karar verilmiştir.

Bu araştırmada Şubat 2012 ile Aralık 2012 tarihleri arasındaki 12 aylık bir periyod süresince ve her iki ayda bir her ayın 15-20'si arasındaki günlerde balık örnekleri yakalanmıştır. Balık sayısının yetersiz olduğu durumlarda örnekleme birkaç gün arayla

### 3. MATERYAL ve METOD

tekrar yapılmıştır. Örnekleme istasyonları Van iline yakın olan Yeşilsu Köyü ( $38^{\circ}46'51.30''K$ ,  $43^{\circ}17'36.78''D$ , 1684m) arasında kalan Van Gölü üzerinde bir bölge seçilmiştir (Şekil ). Yaklaşık olarak 10-11km'lik bir sahada örnekleme yapılmıştır. Balıkların avlanmasında 20×20, 22×22, 24×24, 26×26, 28×28, 30×30,32×32, 34×34 mm göz açıklığına sahip alt tarafında kurşun, üst tarafı mantardan oluşan değişik uzunluklardaki kör (çekme) ağılar kullanılmıştır. Örnekleme; Yeşilsu Köyü yerleşim birimleri civarındaki Van Gölü avlak sahalarında yörede bulunan balıkçılar yardımıyla yapılmıştır.



Şekil 3.1 Van Gölü'nde alınan örneklerin istasyonu ve gölün genel haritası.

### 3.4. *Alburnus tarichi* (Güldenstadt, 1814)'in Biyolojik Özellikleri

**Çizelge 3.1** İnci Kefali'nin Taksonomisi

Alem	Animale
Şube	Chordata
Sınıf	Osteichthyes
Takım	Cypriniformes
Familya	Cyprinidae
Cins	<i>Alburnus</i>
Tür	<i>Alburnus tarichi</i> (Güldenstadt, 1814)

### 3.5. İnci Kefali'nin Morfolojik Özellikleri

İnci kefalinin vücut şekli fusiform olup, baş uzunluğu yaklaşık olarak total boyun 1/6'sı kadardır. Ağızın pozisyonu terminal olup oldukça eğiktir ve fazla açılmaz. Dorsal ve anal yüzgeçler sırasıyla D III 7-8 ve A III 9-11 dir (Berg 1964). Solungaç dikenleri genelde 17-21 adet olmakla beraber 14-27 arasında değişebilir. Dorsal yüzgeç genelde ventral yüzgecin bittiği yerden başlar ve çoğunlukla anal yüzgeç başlangıcına kadar uzanır. Farenks dişleri iki sıralı olup 5:2-2:5 şeklinde dizilmiştir. Yanal çizgi üzerindeki pul sayısı 55-92 arasında değişir. Yanal çizgi dorsal yüzgeç başlangıcı ve yanal çizgi altı pul sayısı sırasıyla 13-16 ve 4-6 puldur (Sarı 1997).

İnci kefalinin vücut rengi çok değişkendir. Genelde hakim vücut rengi parlak gümüşü olup, sırtlar koyu grimsi yeşil veya koyu gri renkte, karın kısmı parlak gümüşü renktedir. Vücut pullarla kaplı olup anal ve ventral yüzgeçler arasında pulsuz bir karina mevcuttur (Geldiay ve Balık 1988). Ancak özellikle juvenil fertlerde renk koyu gümüşüdür ve arka kısımlar yeşilimsi gri renktedir. 10 cm'den daha küçük fertlerde yanlarda uzanmış üç adet dar koyu band bulunur (Sarı 1997). İnci kefalinin pul formülü 68 (12-16/6-9) 89, solungaç dikenleri 25-26 kadardır.

Vücut uzunluğu baş uzunluğunun 4,6-5,4 katı, vücut yüksekliğinin 4,9-6,2 katıdır. Omur sayısı 40-41 adettir. Gözler oldukça iri, ağız orta büyüklükte ve terminal durumda olup öne doğru çıkıktır. Bıyık yoktur; ventral ve anal yüzgeçler arasında pulsuz bir karina mevcuttur. Pullar üzerinde açık siyah renkte noktalar taşıdıklarından parlaklıklarını yitirmişlerdir ve renk gümüşü yeşilimsidir (Kuru 1987, Akgül 1980).

#### 3.6. İnci Kefali'nin Yaşam Döngüsü

İnci kefalinin yaşam döngüsü yumurta, keseli larva, balıkçık, genç balık ve ergin balık olmak üzere 5 safhada özetlenebilir.

**1. Yumurta ve Kuluçka Safhası:** İnci kefali balığın yaşı, büyüklüğü, beslenme düzeyi gibi iç ve dış faktörlere bağlı olarak 6.000-16.000 adet arasında yumurta bırakabilmektedir. Bir dişinin ortalama yumurta sayısı 10.000 adet civarındadır. Yumurtalar oldukça küçük olup yaklaşık 1 mm çapındadır. Bırakıldıkları anda akarsu yatağındaki kum, çakıl veya su bitkileri üzerine yapışmaktadır. Su sıcaklığının 13 °C'nin üzerine çıkması ile birlikte bırakılan yumurtalar su sıcaklığına bağlı olarak 3-7 gün içinde inkübasyonunu tamamlayarak açılırlar ve keseli larva dönemi başlar.

**2. Keseli Yavru Safhası:** Larvalar yumurtadan çıktıklarında yaklaşık 5-7 mm boya sahiptirler ve üzerlerinde bir yumurta kesesi taşırlar. Dış ortamdaki planktonlarla beslenecek büyüklüğe ulaşıncaya kadar 4-6 gün süre geçer ve bu süre içinde larvalar yumurta kesesinden beslenmeye devam ederler.

**3. Yavru Safhası:** Yumurtadan çıktıktan 4-6 gün sonra keseli larvalar, artık dış ortamdaki planktonlarla beslenebilecek büyüklüğe geldiği için keseyi atar ve minicik bir balıkçık olur. Bu dönemde boyu 1-2 cm civarındadır. Görünümü tam anlamıyla ergin inci kefali bireyleri gibidir. Akarsu yataklarında akıntısı az küçük havuzcuk benzeri yerlerde hızla beslenmeye başlar. Bu dönemde besinlerini daha çok fitoplantonlar oluşturur. Bu dönemin sonuna doğru zooplanktonlarla da beslenmeye başlar. Yavru safhası çevre şartlarına bağlı olarak 3-15 gün arasında değişir. Yavru rahatça yüzebilir, düşmanlarından kaçabilir büyüklüğe ulaşır ulaşmaz Van Gölü'ne doğru yola çıkar. Göl çevresinde yavruların göle ulaşmak için katettikleri en uzun mesafe 23 km dir.

**4. Genç Balık Safhası:** Yumurtadan çıktıktan sonra yaklaşık 15 gün içinde suları tuzlu-sodalı Van Gölü'ne ulaşan larvalar artık küçük bir balıkçıktır. Göle ulaşan yavruların boyu yaklaşık 2-4 cm civarındadır. Yavrular akarsudan göle doğrudan geçemez. Çünkü vücut iyon yoğunluğu ayarlanmazsa, göl suyuna geçtiği an hemen ölür. Bu yüzden akarsuların göle döküldüğü noktalarda (mansap) fizyolojik uyum için yine dış faktörlere bağlı olarak bir süre bekler. Vücut iyon dengelenmesi gerçekleşikten sonra göle girerler ve gölün sığ, besince bol kıyılarında büyük sürüler halinde beslenmeye

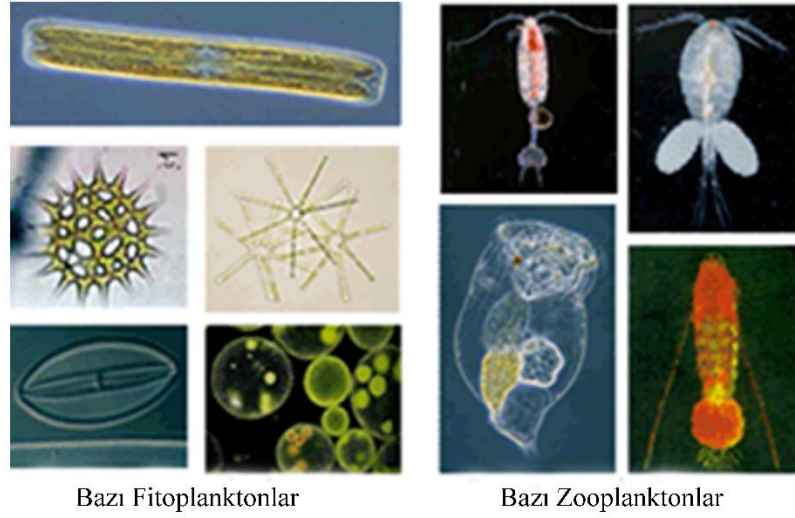
başlarlar. Gençlik döneminde büyüme çok hızlıdır. Çünkü yavrular aldıkları besinlerin büyük çoğunluğunu büyümeye ayırırlar. Bu dönemde hem fitoplanktonlar hem zooplanktonlarla beslenirler. Yavrular büyüdükçe günlük dietlerinin içindeki zooplanktonun payı artar. Genç balıklar sığ kıyılarda daha çok gün batımından gün doğumuna kadar olan zaman içinde görülürler. Günün bu bölümü, düşmanlarından korunmak için ideal dönemdir. Bu dönemde bazen akşam ve sabah erken saatlerde göl kıyılarında, uzunluğu 500 m'yi bulan 10-30 cm genişliğinde bir bant gibi görünen genç balık sürülerine rastlanabilir. Yazı sığ kıyılarda geçiren genç balıklar sonbaharda suların soğuması ile birlikte gölün derinliklerine doğru yer değiştirirler. Genç balıklar 1 yaşlarına ulaştıklarında boyları ortalama 10 cm, ağırlıkları ortalama 12 g civarındadır. Bu dönemde çıplak gözle balığın cinsiyeti belirlenemez. Gonadlar gelişmeye başlamış olmakla birlikte, balığın erkek mi yoksa dişi mi olduğu ancak mikroskop altında belirlenebilir. Üreme olgunluğuna ulaşıncaya yani yaklaşık 3 yaşına gelinceye kadar devam eden genç balık döneminde, yavrular ergin balık sürüleri ile çok karışmazlar. Kışı erginlere göre gölün derinliği daha az olan yerlerinde geçirirler. Ancak havalar çok soğuk olmadıkça ergin bireylerin dağılım gösterdiği alanlara yakın yerlerde gruplar halinde dolaşırlar. Genç balıkların ikinci yıl sonunda boyları 13-14 cm, ağırlıkları 25-35 g civarındadır. İyi beslenen genç balıkların bazıları ikinci yaşta üreme yeteneği kazanabilmektedir. Ancak popülasyonun ortalaması dikkate alındığında üreme yeteneği genelde ikinci yaşın sonu, üçüncü yaşın başı civarında gelişir. Genç balıklar üçüncü yaşlarında ortalama 15-16 cm boya ve 40-50 g ağırlığa ulaşmış olurlar ve üreme yetenekleri tam olarak gelişir. Bu dönemde artık genç balık olmaktan çıkıp, ergin balık haline gelirler.

**5. Ergin Balık Safhası:** Bazı genç balıklar 2. yaşlarında üreme yeteneği kazanarak ergin balık haline gelmiş olsalar da, ergin balık safhası Van Gölü İnci Kefali popülasyonunda genelde 3. yaşta başlar. Bu dönemde balığın boyu artık 16 cm'yi geçmiştir. Ergin birey haline gelen genç bireyler, artık ergin balıkların dağılım alanlarına giderek ergin sürülerine katılırlar. Popülasyon dinamiğinde stoka katılım olarak bilinen bu olay, daha çok ilkbahar aylarında gerçekleşir. Ergin sürülerine yakın olarak dağılım gösteren genç balıklar, erginlerin üreme göçüne başlaması ve bu amaçla akarsu ağızlarına doğru yaklaşması ile birlikte onları takip ederler. Mansaplarda ergin bireylerin üreme göçü için akarsuya geçebilmeleri, ancak fizyolojik uyumun sağlanmasından sonra gerçekleşebilmektedir. Bu yüzden mart sonundan itibaren gölün mansaplara yakın

noktalarında büyük ergin sürüleri toplanmaya ve fizyolojik uyum için beklemeye başlarlar. İşte bu bekleme esnasında üreme yeteneği kazanmış olan genç balıklar ergin balık sürüleri ile karışırlar. Akarsu mansaplarında vücut iyon yoğunluklarını tatlı suya göre ayarlayan ergin bireyler, akarsu sıcaklığının 13 °C'yi geçmesinden sonra yumurtlama göçüne başlarlar. Yumurtlama göçü, düşmanlardan korunma ve yumurtalarını daha güvenli ortamlara bırakabilmek için gün batımı gün doğumu arasında yoğunlaşır. Ancak göç, gün boyunca sürer. Ergin balıklar yumurtalarını akarsuların akıntısı az, tabanı hafif çakıllı, kumlu ve bazen su bitkileriyle kaplı yerlerine bıraktıktan sonra göle doğru geri dönüşe geçerler. Balık üreme göçü esnasında yem almadığı için mümkün olan en kısa süre içinde göle geri dönmek zorundadır. Bu yüzden bir balığın derede geçirdiği süre yine çevre koşullarına bağlı olarak 1-7 gün arasında değişmektedir. Yumurtasını bırakan balıklar, hızlıca göle dönmek için yola çıkarlar. Göle dönebilmek için yine tatlı su ile göl suyunun karıştığı mansaplarda fizyolojik uyum için çevre koşullarına bağlı olarak bir süre beklemek zorundadırlar. Vücut iyon yoğunluklarını göl suyuna göre ayarlayan ergin balıklar, göle geçerler ve yaz boyunca gölün 20 m'yi geçmeyen derinliklerinde hızla beslenerek gelecek yılki üreme göçüne hazırlanmaya başlarlar.

#### **3.7. İnci Kefali'nin Beslenmesi**

İnci kefali üyesi bulunduğu sazangiller familyasındaki birçok balık gibi plankton ağırlıklı olarak beslenmektedir. Besinleri arasındaki fitoplankton ve zooplanktonların oranı balığın büyüklüğüne ve dönemlere göre değişme göstermektedir. Van Gölü tuzlu ve sodalı suları yüzünden biyolojik çeşitlilik açısından fakir bir ekosistemdir. Yapılan çalışmalara göre şimdiye kadar 103 tür fitoplankton, 36 tür zooplankton tespit edilmiştir (Selçuk 1993). Ancak inci kefalinin biyolojisi ile ilgili yapılan çalışmalarda, örneklenen balıkların mide muhteviyatı analizleri sonucunda aslında inci kefalinin Chrinomidler ve Copepodlar olmak üzere iki ana besin kaynağı olduğu kanaati oluşmuştur. İnci kefali yavru ve genç balık döneminin başında daha çok fitoplanktonlarla beslenmektedir. Fitoplanktonlar arasında en çok tercih edilenler ise Diatomelerdir. Büyüdükçe günlük diyeti içindeki fitoplankton oranı azalırken, zooplankton oranı artmaktadır. Ergin balıklar ise daha çok Chrinomid ve Copepodları tercih etmektedir.



**Şekil 3. 2** Bazı Fitoplankton ve Zooplanktonlar

Zooplanktonlar içinde inci kefalinin en önemli besin kaynağı Calonoid Copepodlardır. Özellikle kış aylarında yapılan çalışmalarda balıkların midesinin neredeyse tamamının Copepodlarla dolu olduğu görülmektedir (Akgül 1980, Selçuk 1993, Sarı 1997). Sonuç olarak inci kefali tipik bir plantivordur. Genç yaşlarda daha çok fitoplanktonla, ileri yaşlarda ve özellikle kış aylarında daha çok zooplanktonlarla beslenmektedir.

### 3.8. İnci Kefali'nin Popülasyon Yapısı

Balıklarda popülasyon yapısı, yaşadıkları ortamın ekolojik özellikleri ve türün genetik yapısına bağlı olarak değişim göstermektedir. Popülasyon yapısı denildiği zaman bir balık popülasyonuna ait boy dağılımı, ağırlık dağılımı, cinsiyet ve yaş kompozisyonları ile boy ağırlık ilişkisine ait veriler kastedilmektedir.

**Cinsiyet kompozisyonu:** Dengedeki balık popülasyonlarında cinsiyet kompozisyonu genellikle 1:1'dir. Yani popülasyondaki erkek ve dişi balıkların oranı birbirine eşittir. Popülasyon büyüklüğü, yaşadığı habitatın taşıma kapasitesinden düşükse cinsiyet kompozisyonunda dişilerin oranı fazladır; yüksekse bu durumda popülasyon içindeki erkeklerin oranı dişilerden fazla olur. "Sibernetik Popülasyon Modeli" olarak adlandırılan bu durum, aslında canlı popülasyonlarının insan eli karışmadığı sürece dinamik bir dengeye sahip olduğunu göstermektedir.

İnci kefali popülasyonunda Erkek: Dişi oranı üreme dönemi dışında 1:1.85 civarındadır. Diğer bir ifade ile popülasyondaki balıkların %36'sı erkek, %64'ü dişidir. Üreme döneminde ise cinsiyet kompozisyonu erkekler lehine değişmektedir. Üreme döneminde, üreme habitatı olan akarsulardan örneklenen balıklar üzerinde yapılan çalışmalarda popülasyonun % 64'ü erkek, % 36'sı dişi olarak belirlenmiştir. Yani üreme zamanı dışındaki oranların tam tersine döndüğü görülmektedir. İnci kefalinde hermafroditlik olmadığına göre bu farklılık neden kaynaklanmıştır. İlk akla gelen örnekleme hatasıdır. Ancak üst üste bir kaç yıl yapılan çalışmalarda sonuç hep benzer çıkmıştır. Bu durumda bir örnekleme hatasından söz edilemeyeceği açıktır. Aslında inci kefali popülasyonunun üreme alanlarında yapılan çalışmada karşılaşılan bu sonuç, göçücü türlerin birçoğu için geçerli bir durumdur. Erkekler üreme alanına dişilere göre daha erken gelmekte ve daha geç ayrılmaktadır. Bu durumda üreme alanında yapılan çalışmalar esnasında çoğu zaman erkekler daha yoğun olarak bulunmaktadır (Sarı, 1997). Göçücü balık türlerinde, üreme göçü esnasında cinsiyet oranının erkekler lehine değiştiği, hatta bu oranının bazen 36:1 olarak bile görüldüğü yönündeki araştırma sonuçları da, inci kefali popülasyonundaki durumu desteklemektedir (Nikolskii 1980).

**Yaş kompozisyonu:** Balık popülasyonlarında yaş kompozisyonu, popülasyonun yenilenmesi, büyüme ve ölüm oranlarına bağlı olarak değişmektedir. Maksimum ömür ise daha çok genetik yapıya bağlı olarak değişim gösterir.

İnci kefali popülasyonu üzerinde yapılan çalışmalarda yaş kompozisyonlarının belirlenmesinde izlenen yöntem ve yaş tayininin hangi vücut dokusunda yapılmış olduğuna bağlı olarak 1997 yılına kadar farklı maksimum ömür bildirişleri vardı. Ancak 1997 yılında tamamlanan ve Sarı (1997) tarafından yapılan çalışmayla, yaş tayininde otolit kullanımının ideal olduğu belirlenmiş, balığın göçücü bir tür olmasından dolayı pul ve operkulumlardan yapılan yaş tayinlerinde balığın yaşının çoğu zaman doğru olarak belirlenemeyeceği vurgulanmıştır. Bu çalışmadan sonra inci kefali için maksimum ömür 7 yaş olarak tespit edilmiştir (Sarı 2001).

**Boy ve ağırlık dağılımları:** Boy ve ağırlık kompozisyonları türün genetik yapısına, yaşadığı habitatın ekolojik özelliklerine ve popülasyon yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir. Besince bol ortamlarda popülasyon büyüklüğü, ortamın taşıma kapasitesinin altındaysa balıklar daha iyi büyüyeceği için boy ve ağırlık kompozisyonları,



besini daha az olan habitatlara göre daha yüksek olacaktır. Yıllara göre habitatta meydana gelecek değişimler, balıkların boy ve ağırlık dağılımlarını da etkileyecektir. Bu yüzden boy ve ağırlık dağılımlarının yıllara göre sürekli izlenmesi gerekmektedir.

### 3.9. İnci Kefali'nin Dağılımı

**İnci kefalinin Türkiye'de dağılımı:** İnci kefalinin Van Gölü'ne ne zaman ve nasıl girdiği hakkında fazla bir bilgi bulunmamaktadır. Genel ve Türkiye Zoocoğrafyası "Hayvan Coğrafyası" isimli kitapta (Demirsoy 1996), bugünkü Van Gölü'nün yerinde Muş ovasını da içine alan büyük bir tatlı su gölünün bulunduğu, bu gün Muş il sınırlarından geçen Murat Nehrinin bu göle bağlandığı, dolayısıyla Batı Asya ile Avrupa formlarının bu iç göl aracılığı ile buraya kadar ulaşmış olabileceği ifade edilmektedir. Bu bildirimlerden inci kefalinin Avrupa ve Batı Asya kökenli olabileceğini, Nemrut Volkanı'nın Muş Ovası çıkışını kapatması ile oluşan ve çevresindeki volkanik karakterli karasal yapılardan etkilenecek acısu ekosistemi haline geldiğini anlıyoruz. Aslında bir tatlı su formu olan Alburnus cinsi balıkların acı ve tuzlu sulara zamanla alışabildiklerini biliyoruz. Tahminen Van Gölü oluşmadan önceki iç gölde bulunan Alburnus sp, zamanla gölün sodalı-tuzlu sularında yaşamaya alışmış, zaman içinde diğer türlerden farklılaşarak *Alburnus tarichi* olarak adlandırılmıştır. Bu anlatımdan da anlaşılacağı üzere, inci kefalisi Van Gölü havzasına endemik bir türdür. Van Gölü kapalı havzası dışına çıkabilme olanağı yoktur. Bu yüzden inci kefalisi Türkiye'de Van Gölü havzası dışında dağılım göstermemektedir. Ancak Alburnus cinsine ait bir kaç tür ülkemizin hemen hemen tüm içsularında dağılım göstermektedir.

**İnci kefalisi'nin Van Gölü havzasında dağılımı:** İnci kefalisi esas olarak Van Gölü'nde yaşamaktadır. Yani esas yaşam habitatı Van Gölü'dür. Balık akarsulara sadece üremek için girer. Üreme dönemi dışında hayatı tamamen gölde geçer. Ancak inci kefalisi, sadece gölde yaşayan formdan ibaret değildir. Göle sularını boşaltan derelerin hemen hepsinde göle hiç göç etmeyen, yaşamının tamamını akarsularda geçiren ikinci bir form vardır. Bu form, gölde yaşayan inci kefallarına göre daha küçük yapıdadır. Gölde yaşayan formla karşılaştırıldığında, daha küçük boyda ve ağırlıkta ergin hale geldikleri görülmektedir. Bu yüzden inci kefalisi popülasyonunun üreme, büyüme ve popülasyon yapısına ilişkin özellikleri incelenirken, örneklemenin nerede yapıldığı çok büyük önem arz etmektedir. Aksi takdirde akarsularda yapılan örneklemelerin sonucunda elde edilen

veriler, göldeki popülasyona uygulanacak olursa, yanlış yönetim uygulamaları ortaya çıkabilir. Van Gölü'nün doğusunda bulunan, suları Van Gölü gibi tuzlu, sodalı olan ve yüz ölçümü 114 km<sup>2</sup>'yi bulan Erçek Gölü'ne 1985 yılında Van Tarım İl Müdürlüğü tarafından inci kefali yurtlandırılmıştır. Erçek Gölü, Van Gölü'ne göre daha sıcak, tuzluluğu ve pH'sı daha düşük bir göl olduğu için birim hacimde zooplankton ve fitoplankton varlığı daha fazladır. Bu yüzden buradaki inci kefalları Van Gölü'ndekilere göre daha büyüktür. Erçek Gölü'ndeki balıkların daha büyük cesametli olmasının başka bir nedeni de henüz popülasyon ortamın taşıma kapasitesine ulaşmamıştır. Bu yüzden birey başına düşen besin miktarı fazladır. Van Gölü'nün batısında Bitlis-Ahlat sınırları içindeki Nazik Gölü'nde de dağılım gösteren balığın buraya, sularını Van Gölü'ne boşaltan Karmış Çayı'na daha sonradan yapılan bağlantı sonucu girdiği tahmin edilmektedir.

Göl havzasında daha sonradan yapılan barajların hemen hepsinde de inci kefali bulunmaktadır. Ancak hem Nazik Gölü hem de baraj göllerinde kalan balıkların göldeki popülasyondan farklılaştığı düşünülmektedir.

**İnci kefali'nin Van Gölü'ndeki dağılımı:** İnci kefalinin Van Gölü'ndeki dağılımı, mevsimlere, besin dağılımına, ayın durumuna göre değişim göstermektedir. Gölde yılda iki defa yüzeydeki su ile dipteki su yer değiştirmektedir. Bilindiği gibi su +4 °C'de en yoğun ve ağır haldedir. Kış aylarında göllerin yüzey suları nadiren +4 °C civarında olur. Genellikle daha düşük sıcaklıklar izlenir. İlkbaharda havaların ısınması ile birlikte göl suyunun sıcaklığı da artar. Yüzey su sıcaklığı +4 °C'ye ulaştığı zaman yüzeydeki ağır sular dibe iner ve dipteki daha soğuk ancak daha hafif sular yüzeye çıkar. Bu esnada dipte çökme ile birikmiş olan besin maddeleri de biyolojik sürece karışabileceği, ışıklı yüzey tabakaya taşınmış olur. İlkbahar karışımı sonucunda göl suyunda derinliğe bağlı sıcaklık tabakalaşması oluşur. Yüzeyde 15-20 m civarında epilimniyon, hemen onun altında sıcaklığı 10 °C civarında başlayıp 5 °C civarında biten ve kalınlığı değişken tekmoiklin (geçiş tabakası) ve en altta da sıcaklığı çok az değişken genellikle 4-5 °C civarında olan derinsu tabakası yer alır. Sonbaharda havaların soğuması ile birlikte yüzey suları da soğuyarak +4 °C'ye ulaştığında yine yüzeydeki ağır sular ile dipteki hafif sular yer değiştirir ve böylece yaz aylarında oluşmuş olan sıcaklık

tabakalaşması da kırılmış olur. Yani yaz aylarında göl suyu derinliğe ve sıcaklığa bağlı olarak tabakalaşma gösterirken, kış aylarında tabakalaşma görülmez.

### **3.10. Laboratuvarda Yapılan işlemler**

#### **3.10.1. Ağırlık-Boy ölçümleri**

*A. tarichi* türünün total boy (TL) ve çatal boy (FL) ölçümleri 50cm uzunluğundaki bir cetvelin monte edildiği ölçüm tahtasında yapılmıştır. Örneklerin total ağırlıkları 2g hassasiyetli market tipi dijital elektronik terazi ile 0.001 g hassasiyetli dijital elektronik terazi ile ölçülmüştür.

#### **3.10.2. Eşey Belirlenmesi**

Yakalanan balıkların karın bölgeleri diseksiyon makası yardımıyla açılıp gonadların morfolojik olarak gözlenmesiyle cinsiyetleri saptanmıştır. Genç örneklerde ise gonadlardan alınan bir parçanın ışık mikroskobu altında incelenmesiyle belirlenmiştir (Şekil 3.4).

#### **3.10.3. Yaş Tayini**

Yaş tespitinde pratik olmasından dolayı balık operkulumları kullanılmıştır. Balığın her iki operkulumu da yaş tayini için alınmıştır. Operkulumlar temizlenmek için, film kutularının kesilerek ve tülbent takılmasıyla oluşan süzgeçli kaplara konulmuştur. Operkulumlar bulunduğu kaplar içinde % 4'lük KOH çözeltisinin bulunduğu kutulara bırakılmıştır. Operkulumların üzerindeki yaş halkalarını ortaya çıkarmak için operkulumlar üzerinde bulunan mukus, pigment, epitelyum tabakası vb. yabancı maddelerden temizlenmiştir. Kullanılan % 4'lük KOH çözeltisinin etkisi mevsimsel şartlara ve işlemin yapıldığı mekanın sıcaklığına bağlı olarak değişmesi nedeniyle, pulların temizlenme süreleri çalışma başlangıcında deneme yoluyla bulunmuştur. Operkulumların temizlenme süresi % 4'lük KOH içinde oda sıcaklığının durumuna göre 1 ile 2 saat arasında değişmektedir. Ortamın sıcak olduğu zamanlarda 10-12 saat iken, ortamın soğuk olduğu zamanlarda bu süre 24 saatte kadar çıkabilmektedir. İyice temizlenen operkulumlar musluk suyu altında iyice yıkanmış ve saf sudan geçirilmiştir. Operkulumlar bulunduğu kaplar peçete üzerinde kurutulmaya bırakılmıştır. Kurutulmaya

başlanan operkulumlar iyi olanlarından seçilip iki parmak arasına alınıp, hafifçe dokunularak operkulum üzerinde kalan son atık maddeler alınmıştır.

Hazırlanan operkulumlar *A. tarichi*'nin yaş halkalarını okuma işlemi Kindermann marka film okuyucu ile elde edilen görüntüler Nikon marka Coolpix E 8400 model makine ile ışıklı büyüteç altında çekilerek bilgisayar ortamına alınmıştır.

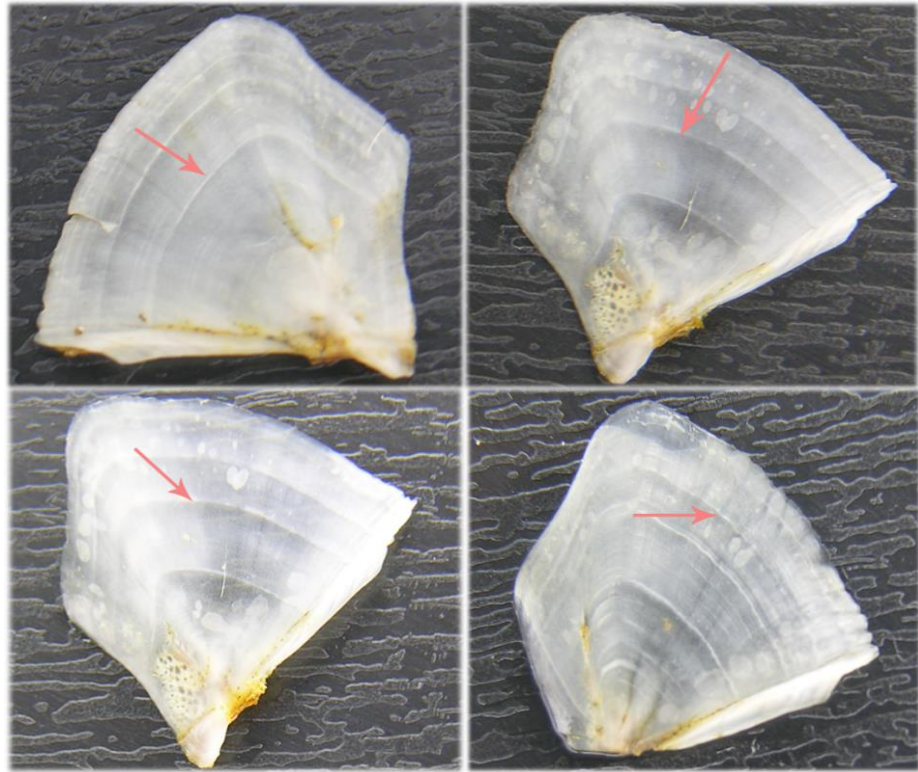
Operkulum üzerindeki yıllık büyüme zonları (annulus) yaş tayini için kullanılmış ve operkulumlar üzerinde çeşitli nedenlerle oluşabilen yalancı halkalar hesaba katılmamıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.3 *Alburnus tarichi* ait dişi ve erkek bireylerin genel görünümü



Şekil 3.4 *Alburnus tarichi* ait dişi ve erkek bireylerin cinsiyetlerinin belirlenmesi



Şekil 3.5 *Alburnus tarichi* ait dişi ve erkek bireylerin yaşlarının belirlenmesi

#### 3.10.4. Doku Örneklerinin Alınması ve Muhafazası

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 total ve çatal boyu kullanılarak cm cinsinden alınmıştır. Balık örneklerinin karınları açılarak büyük çoğunluğunun eşeyleri makroskobik, küçük bireylerin eşeyleri ise stereoskopik binoküler mikroskop altında saptanmıştır. Karaciğerleri ve gonatları çıkarıldıktan sonra, eşeysel olgunluğa erişmiş üç erkek ve üç dişi balığın, sırt yüzgeçleri ile yan hat (linea lateral) arasındaki bölgeden deri yüzüldükten sonra yeterli miktarda (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.

#### 3.10.5. Lipit Ekstraksiyonu ve Yağ Asidi Metil Esterlerinin (FAME) Hazırlanması

##### 3.10.5.1. Total, PL ve TAG Yağ Asidi Metil Esterlerinin (FAME) Hazırlanması

Kas, karaciğer ve gonadlar; kloroform-metanol (2:1 v/v) karışımında yüksek devirli IKA (Ultra-Turrax T25) marka homojenizatörde 5 dakika süre ile homojenize edilmiştir (Folch 1957). Homojenat, Whatman No: 1 süzgeç kağıdı ile süzülmüştür. Aşırı doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunu 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'ü 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'ü 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 Silica gel 60G (Merck) kullanılarak (100g Silica gel ile 250 ml su), 20 cm x 20 cm ebatındaki pleytler üzerine ince bir tabaka halinde sürülüp etüvde 100 °C'de bir saat boyunca kurutulmuş, bu süre sonunda etüvden çıkarılan pleytler havada soğumaya bırakılmıştır. Örneklerin total lipit ekstraktları, pleytlerin üzerine tek sıra halinde spotlanmıştır. Total lipitler; petrol eteri-dietil eter-asetik asit (80:20:1) karışımında yürütülmüştür. Pleytler havada kurutulduktan sonra, 2'7' dikloroflorosein püskürtülerek, lipit fraksiyonları UV lambası altında görülür hale getirilmiştir. Standartlar yardımıyla saptanan fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonuna ait bantlar kazılarak reaksiyon tüplerine aktarılmıştır. Her fraksiyona, ayrı ayrı 3 ml metanol ve 3-5 damla sülfürik asit damlatılarak 2 saat süreyle geri soğutucu altında 85 °C'de ısıtılmıştır. Böylece yağ asitlerinin, yağ asiti metil esterlerine dönüşümü sağlanmıştır. Çözelti soğuduktan sonra, hekzan kullanılarak metil esterleri ekstrakte edilmiştir. Yağ asiti metil esterlerinin analizi için FID dedektörüne sahip gaz kromatografi aleti kullanılmıştır.

### **3.10.5.2. Fosfolipit alt sınıflarının Yağ Asidi Metil Esterlerinin (FAME) Hazırlanması**

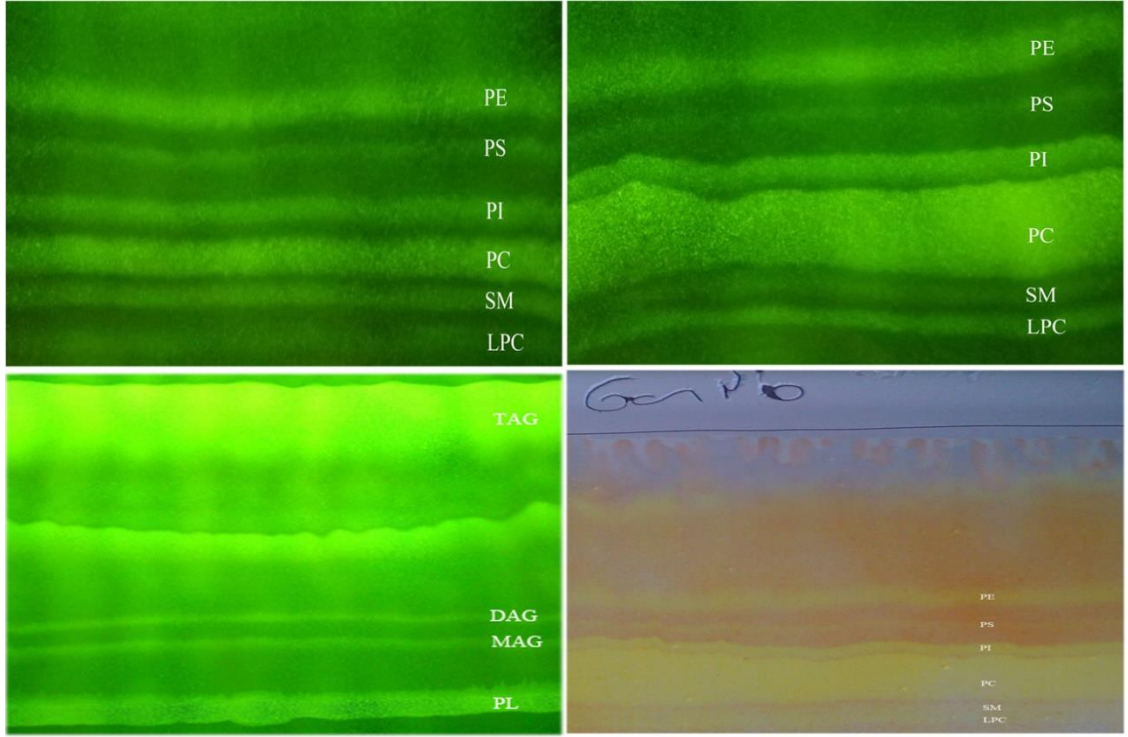
Fosfolipit alt sınıflarının ayrılmasında Vaden ve ark. (2005)'nin yöntemi kullanıldı. Önceden hazırlanmış 20 cm x 20 cm ebatındaki pleytlere % 1.8 borik asit çözeltisi ile tamamen nemlendirildi. Nemlendirilen plakalar 10 dak. açık havada kurutulduktan sonra 100 °C sıcaklığındaki fırında 15 dak. aktive edildi. Tamamen kuruyan plakalar fırından çıkarılıp soğuyan plakaların alttan 2 cm yukarisına dokudan ekstrakte edilen lipit numunesi tatbik edildi. Lipit tatbik edilen plakalar azot gazı altında kurutularak vakit kaybetmeden içinde kloroform/etanol/su/trietilamin (30:35:7:35, v/v) karışımının bulunduğu yürütücü tank içine yerleştirildi. Pleytler havada kurutulduktan sonra, 2'7' dikloroflorosein püskürtülerek, Fosfolipit alt sınıf lipit fraksiyonları UV lambası altında görülür hale getirilmiştir. Standartlar yardımıyla saptanan fosfolipit alt sınıf fraksiyonuna ait bantlar kazılarak reaksiyon tüplerine aktarılmıştır. Her fraksiyona, ayrı ayrı 4 ml metanol ve 3-5 damla sülfürik asit damlatılarak 2 saat süreyle geri soğutucu altında 85 °C'de ısıtılmıştır. Böylece yağ asitlerinin, yağ asiti metil esterlerine dönüşümü sağlanmıştır. Çözelti soğuduktan sonra, hekzan kullanılarak metil

esterleri ekstrakte edilmiştir. PL alt sınıfına ait yağ asiti metil esterlerinin analizi için FID dedektörüne sahip gaz kromatografi aleti kullanılmıştır.

#### 3.11. Gaz Kromatografisi Koşulları

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





Şekil 3.6 Doku örneklerine ait fosfolipid, triağilgiserol ve fosfolipid alt sınıflarına ait TLC görüntüleri

**Çizelge 3.2** Otuz m’lik DB–23 kapiller kolonlarda yağ asitlerinin çıkış zamanları (dk).

<b>Yağ asitleri metil esterleri</b>	<b>Çıkış zamanı (30 m)</b>
Hekzan (Çözücü)	2.80
14:0 (Miristik Asit)	6.43
15:0 (Pentadekanoik Asit)	7.70
16:0 (Palmitik Asit)	9.46
16:1n-7 (Palmitoleik Asit)	9.94
17:0 (Heptadekanoik Asit)	11.74
18:0 (Stearik asit)	13.56
18:1n-9 (Oleik asit)	14.34
18:2n-6 (Linoleik asit)	15.20
18:3n-3 (Linolenik asit)	16.71
20:1n-9 (Eikosenoik Asit)	18.50
20:2n-6 (Eikosadienoik Asit)	20.55
20:3n-6 (Eikosatrienoik Asit)	21.34
AA (Arakidonik asit)	21.87
EPA (eikosapentaenoik asit)	23.86
22:5n-3 (dokosapentaenoik asit)	32.29
DHA (dokosaheksaenoik asit)	33.19

### 3.12. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

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



#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

##### 4.1. *Alburnus tarichi* Erkek ve Dişi Bireylerinin Kas Total Lipit Miktarı

Bir yıl boyunca iki ayda bir (2012 yılı şubat, nisan, haziran, ağustos, ekim ve aralık) Van Gölü'nden toplanan inci kefalinin dişi bireylerinde kas total lipit miktarları % 3.21(nisan)- % 5.57(ağustos); erkeklerde ise % 3.33(nisan)- % 5.23(ağustos) arasında bulunmuştur. Her iki bireyde de en düşük lipit miktarları üreme dönemi olan nisan ayında, en yüksek oran ise üreme sonrası dönem olan ağustos ayında olduğu görülmüştür. Erkek balıkların ortalama lipit miktarları % 4.38, dişilerde ise % 4.36 olarak saptanmıştır. İki eşeyin kastaki total lipit miktarının birbirine yakın değerde olduğu tespit edilmiştir. Her iki eşeyde de total lipit miktarlarının ağustos ayından itibaren az da olsa düşüş gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.1 ve 4.2).

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). Çalışmamızdan elde ettiğimiz verilere dayanarak, İnci Kefali'nin orta yağa yakın olduğunu söyleyebiliriz.

Tatlı su balıklarının total lipit içeriğinin % 0.6-30 aralığında olduğu tespit edilmiştir (Atchison 1975, Farkas ve Csengeri 1976, Dave ve ark. 1976, Farkas ve ark. 1978). Henderson ve Tocher (1987), çoğunluğu ılıman bölgelerden olmak üzere elli altı tatlı su balığı ile yapılan çalışmaları derlediler ve balıkların kaslarının total lipit içeriklerinin % 0.7 ile % 25.8 arasında olduğunu belirttiler.

Yunanistan'da yaşayan sekiz adet tatlı su balıklarının total lipit içeriği, % 0.6 ile % 3.5 arasında değişmektedir. Bu balıklardan *C. carpio* % 1.4, *S. glanis* % 3.5 oranında lipit içermiştir (Aggelousis ve Lazos 1991).

Malezya'da yirmi tatlı su balık türünün çoğunda total lipit miktarı % 20'den az (% 1.17-34) (Rahman ve ark. 1995), Etiyopya'da farklı göllerde yaşayan sekizi tropikal olmak toplam elli tatlı su balığında % 1.72-20.8 arasında değişmiştir (Zenebe ve ark. 1998).

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 tatlı su 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 olarak bulunmuştur (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. *C. c. umbla*'da toplam yağ oranı % 1,40 ila % 2,49 arasında bulunmuştur (Aras ve ark. 2009).

Takama ve ark. (1994), 26 balık türünde total kas lipit miktarını ortalama % 2.4; Lin ve ark. (2012) Çin'in en büyük tatlı su gölü olan Poyand Gölü'nden toplanan beş balık türünde bu değeri % 0.37- 2.10 olarak tespit etmişlerdir

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). Aynı yerden toplanan *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'taki kas total lipit miktarı mevsime bağlı olarak % 0.41-5.31 arasında bulunmuştur (Kaçar 2010).

İnci Kefali'nin her iki eşeyindeki total lipit miktarının birçok tatlı su balığından, hatta yağlı olduğu bilinen doğal alabalıklardan bile fazla olduğunu belirledik. Bu da balığın besin kalitesinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Yapılan çalışmalara göre, balıklardaki total lipit miktarına etki eden başlıca faktörler; balığın doğal veya çiftlik balığı olması (George ve Bhopal 1995, Nettleton ve Exler 1992), iklim şartları (Osaka ve ark. 2002), mevsim (Berg ve ark. 2000), gonat olgunlaşması (Uysal ve Aksoylar 2005), eşey, balığın büyüklüğü (Osibona ve ark. 2009), yaş ve coğrafik bölge (Su ve ark. 2004)'dir. Aynı tür içerisinde yaş varyasyonu ve eşeyssel olgunlukda, total lipit içeriğine etki edebilir (Piggott ve Tucker 1990). Kolakowska ve ark (2003); yaş, cinsiyet, yumurtlama periyodu ve beslenmenin yağ asiti konsantrasyonuna etki ettiğini ileri sürmüştür.

**Çizelge 4.1** Erkek *Alburnus tarichi*'nin total boy(cm), çatal boy (cm), ağırlık(gr) ve yaşları(yıl) ile kas karaciğer ve testis dokularındaki total lipit yüzdesinin aylara göre değişimi

Aylar	Biyolojik özellikler				Dokular		
	Total Boy	Çatal Boy	Ağırlık	Yaş	Kas	Karaciğer	Testis
Şubat(2012)	205±4.50	190.83±4.04	69.50±4.07	3.67±0.33	4.01±0.71	8.38±0.93	3.54±0.62
Nisan(2012)	210.6±2.29	192.40±2.91	83.60±1.72	4.33±0.33	3.33±0.54	16.97±0.10	3.81±0.60
Haziran(2012)	208.29±2.16	191.29±2.13	67.14±3.02	5.67±0.88	4.53±0.72	17.92±4.27	5.15±1.06
Ağustos(2012)	201.60±3.83	185.00±2.90	72.00±3.29	4.00±0.001	5.23±1.80	22.25±4.61	6.24±0.63
Ekim(2012)	197.83±4.03	178.83±2.68	62.67±3.04	3.00±0.001	4.63±0.94	29.73±3.14	4.67±0.73
Aralık(2012)	205.14±5.38	185.57±4.83	68.00±5.20	4.33±0.33	4.53±0.72	10.69±3.23	7.87±0.93
Ortalama	204.74±1.87	187.32±2.12	70.49±2.91	4.17±0.36	4.38±0.26	17.66±3.17	5.21±0.66

**Çizelge 4.2** Dişi *Alburnus tarichi*'nin total boy(cm), çatal boy (cm), ağırlık(gr) ve yaşları(yıl) ile kas karaciğer ve ovaryum dokularındaki total lipit yüzdesinin aylara göre değişimi

Aylar	Biyolojik özellikler				Dokular		
	Total Boy	Çatal Boy	Ağırlık	Yaş	Kas	Karaciğer	Ovaryum
Şubat(2012)	210.25±5.77	190.13±4.64	77.75±6.14	4.67±0.33	3.90±0.58	7.79±1.68	5.33±0.48
Nisan(2012)	214.50±2.72	195.50±2.60	85.50±4.57	4.33±0.88	3.21±0.58	10.20±2.98	5.98±0.78
Haziran(2012)	219.00±2.97	201.00±2.63	88.00±4.63	5.33±0.33	4.08±0.54	9.93±0.89	6.95±0.50
Ağustos(2012)	207.22±3.20	188.89±2.53	74.67±3.35	5.67±1.20	5.57±1.86	27.27±3.62	6.03±1.26
Ekim(2012)	221.00±3.63	201.86±3.10	86.14±4.28	5.33±0.67	4.93±0.93	18.09±0.87	4.58±0.73
Aralık(2012)	209.71±4.48	192.43±3.91	74.00±3.52	4.33±0.33	4.47±0.46	14.88±3.67	4.93±0.68
Ortalama	213.61±2.25	194.97±2.24	81.01±2.55	4.94±0.23	4.36±0.34	14.69±2.94	5.78±0.47

### 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).

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 mobilize edilirler (Castell ve ark. 1972).

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.

Gonat gelişimi ve üreme periyodu esnasında balığın kas ve karaciğerinde total lipit ve yağ asitlerinde azalma; balığın bu periyot esnasında ihtiyaç duyulan enerjiyi depolanan lipitlerden sağladığını gösterir ( Aggelousis ve Lazos 1991)

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 kullanılır (Mukhopadhyayve Ghosh 2003).

*C. c. umbla*'nın dişi ve erkek bireyinin 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 lipidi % 1.78, üreme dönemi sonrası



% 1.32, erkeklerde ise üreme dönemi öncesi kas total lipidi % 2.29, üreme dönemi sonrası % 1.60 olarak bulunmuştur (Yılmaz ve ark. 1995).

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

Atatürk Baraj Gölü'ndeki *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'un her iki eşeyinde üreme öncesi dönemdeki kas total lipit miktarı, çoğu çalışmalardan elde edilenin aksine üreme dönemi sonrasına (eylül ayı) oranla yüksek bulunmuştur (Kaçar 2010). Araştırmacı, bu durumun, üreme periyodu esnasında kastaki lipitlerin gonat gelişimi için kullanılmasından ileri delebileceğini öne sürmüştür.

İnci Kefali'nin kas total lipitinden bir yıl boyunca iki ayda bir elde ettiğimiz veriler çoğu çalışmalardan elde edilenlerle (Ackman (1967, Jangaard ve ark. 1967, Yılmaz ve ark. 1995) uyum içindedir. Zira çalışmamızda her iki eşeyde de üreme dönemi olan nisan ayında kas total lipitleri azalmış, bu dönemden sonra gittikçe artarak üremeden hemen sonraki ay olan ağustos ayında en yüksek yüzdeye ulaşmıştır (Çizelge 4.1 ve 4.2). Bunun nedeni; Castell ve arkadaşlarının (1972) belirttiği gibi, üreme periyodu esnasında karaciğer ve kastaki lipitlerin, gonat gelişimi için gonada mobilize olmasından ileri gelebilir. Zira bu lipitlerdeki yağ asitleri yumurta ve spermlerin gelişimi için kullanılmaktadır.

#### 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)

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. Deney sonuçları, total lipit ve bireysel yağ asidi oranlarının değişiminde, üreme periyodundaki faaliyetlerin etkili olduğu gösterilmiştir (Konar ve ark. 1999).

Yılmaz (1995), Hazar Gölü'nde yaşayan *C. c.umbla*'nın kas dokusu total lipid ve total yağ asidinin mevsimsel değişimini incelemiştir. Şubat ayında her iki eşeyin de kas dokusu yağ içeriğinin azaldığını, bunun kış aylarında beslenme faaliyetlerinin minimum düzeye inmesi ve besinsel organizmaların bu dönemde daha az çoğalmasından kaynaklandığını belirtmiştir. Araştırmacı, üreme mevsiminde kas dokusu total lipid oranının en düşük seviyede olduğunu ve bu dönemden sonra artarak sonbahar mevsiminde maksimum seviyeye ulaştığını tespit etmiştir.

Portekizde çalışılan İstavrit balığında (*Trachurus trachurus L.*) total lipit şubatta minimum bulunmuştur. Bir yıl boyunca çalışılan balıkta yağ içeriği % 1.4- % 7.5 arasında değişmiştir. En yüksek yağ oranı, ağustos ve aralıkta en düşük yumurtlama ayı olan şubatta kaydedilmiştir (Nadcisa ve ark. 2001)

*S. lucioperca*'da erkek ve dişi bireylerinin kaslardaki lipit içeriği yağ ağırlığının % 1'inden daha düşük bulunmuştur. 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 bulunmuştur. Her iki eşeyin total lipit içeriği mayıs ayında (yumurtlamadan hemen sonra) en düşük olarak tespit edilmiştir. Bu periyottan sonra (yoğun beslenme döneminde) artmaya başlamıştır. Total lipit içeriği temmuz ile kasımda en yüksek seviyeye ulaşmıştır (temmuz-eylül-kasım). Bu periyottan sonra lipit içeriği azalmıştır. Havalar soğumaya başlar ve gonatlar olgunlaşmaya başlamıştır (Uysal ve Aksoylar 2005).

Beyşehir Gölü'nden toplanan *S. lucioperca*'da 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 (Güler ve ark. 2007). Aynı gölden toplanan *C. carpio*'da ise lipit miktarı % 1.09-4.45 aralığında değişmiştir (Güler ve ark. 2008).

Sardalyanın *Sardina pilchardus* yağ asidi içeriği, kışın sonunda minimum, ilkbaharın sonu ile yazın başlangıcında maksimum bulundu. Ancak, aynı çalışmada incelenen diğer türler olan, hamsi *Engraulis encrasicolus* ve izmarit balığı *Spicara smaris*, kışın sonunda ve ilkbaharın başında maksimum; yazın sonunda minimum bulundu. Görüldüğü gibi, aynı coğrafik bölgedeki değişik balıklar üzerine mevsimlerin

etkisi farklı olabilir. Bu durum, balık türlerinin farklı genetik döngüye sahip olmasına bağlanmaktadır (Karakoltsidis ve ark. 1995, Luzia ve ark. 2003).

İlkbaharda *C. c. umbla*'nın erkek ve dişi bireylerinde toplam yağ miktarı belirgin bir şekilde düşük çıkmıştır (Aras ve ark. 2009).

Rasoarahona ve ark. (2004), sazanda lipit seviyesinin sıcak mevsimlerde en düşük seviyede olduğunu (% 0.91), kış mevsiminde (% 1.73) ise en yüksek seviyede olduğunu tespit etmişlerdir.

Çek Cumhuriyetinde çalışılan *C. carpio*'nun kastaki 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).

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).

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

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*'nun her iki bireyinde en yüksek total lipit miktarı mart ve mayıs ayında; en düşük lipit miktarı temmuz ayında bulunmuştur. *T. grypus* ve *S. triostegus*'un ilkbaharın sonlarına doğru en yüksek seviyede bulunan total lipit miktarı eylül ayında azalmıştır (Kaçar 2010).

Son yapılan çalışmada, eylül- kasım 2012 ve ocak 2013'te toplanan İnci Kefali'nde eylülde total lipit; 1.66; kasımda 1.55; ocakta 3.35; genel ortalama olarak 2.19 olarak bulunmuştur (Mısır ve ark. 2013).

Çalışmamızda dişi ve erkek *A. tarichi*'de en düşük lipit miktarına ilkbaharı temsil eden nisan ayında; en yüksek değere ise yaz ve sonbahar döneminde rastlanmıştır. Kaçar'ın (2010) belirttiği gibi, mevsimsel varyasyonda önemli olan üreme periyodundaki faaliyetlerle birlikte beslenme olduğunu düşünmekteyiz. İnci Kefali üyesi bulunduğu sazangiller familyasındaki birçok balık gibi plankton ağırlıklı olarak beslenmektedir.

Besinleri arasındaki fitoplankton ve zooplanktonların oranı balığın büyüklüğüne ve dönemlere göre değişme göstermektedir. Balık özellikle kış aylarında daha çok zooplanktonlarla beslenmektedir. Balığın besini oluşturan planktonlar, havaların ısındığı yaz mevsiminde artarak kastaki total lipit miktarının artmasına katkıda bulunabilirler. Zira su sıcaklığı, plankton üremesini ve dağılımını da etkilemektedir (Beaugrand ve ark. 2003). Depolanan lipit miktarı, besin miktarıyla da ilişkilidir. Beslenmenin yoğun olduğu dönemlerde total lipit ve yağ asitleri de artar.

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

Yapılan kimi çalışmalarda dişilerin, kimi çalışmalarda da erkeklerin total lipiti daha fazla belirlenmiştir. Dişi *C. c. umbla*'nın üreme dönemi öncesi kas total lipidi % 1.78, üreme dönemi sonrası % 1.32, erkek balığın üreme dönemi öncesi kas total lipidi % 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).

Medford ve Mackay (1978), erkek *E. lucius* balıklarının kas ve karaciğer lipid içeriğinin dişilerden daha fazla olduğunu ve daha az değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bu sonuca dayanarak da erkeklerin üreme faaliyetlerinden daha az etkilendiğini belirtmişlerdir.

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 farklıdır. Şöyle ki: *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 1986b).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'ta erkek bireylerde ilkbaharın son dönemlerinde (15 mayıs), dişilerde yazın sonu ve sonbaharda total lipit miktarının daha fazla olduğu belirlenmiştir (Kaçar 2010).

Çalışmamızda incelenen İnci Kefali'nin her iki eşeyinde de lipit miktarının aynı dönemlerde (nisan) azaldığı ve arttığı (ağustos), ortalama kas total lipit miktarının erkek (% 4.38) ve dişilerde (% 4.36) benzer olduğunu belirledik (Çizelge 4.1 ve 4.2).

### **4.3. *Alburnus tarichi* Erkek ve Dişi Bireylerinin Karaciğer Total Lipit Miktarı**

*A. tarichi* dişi bireylerinde karaciğer total lipit; % 7.79 (şubat) -% 27.27 (Ağustos) arasında bulunmuştur. Şubat ayından sonra yükselmeye başlayan total lipit miktarı ağustos ayında en yüksek seviyeye ulaşmış ve bu üreme döneminden sonra azalmaya başlayıp şubat ayında en düşük yüzdeye gelmiştir. Erkek bireylerde ise karaciğer total lipit miktarı % 8.38 (şubat)- % 29.73 (ekim) aralığında değişmiştir. Her iki bireyde de şubat ayından sonra artan lipit miktarı dişilerde ağustos ayında, erkeklerde ekim ayında maksimum seviyeye yükselmiş ve bu dönemden sonra azalmaya başlamıştır. Sonuçlardan, her iki eşeyde de üremeden hemen önceki dönem olan şubat ayında total lipitlerin azalması, üreme dönemi sonrası dönemde ise (dişilerde ağustos, erkek balıklarda ekim) artmasıdır. Erkeklerde ortalama lipit miktarı % 17.66; dişilerde ise % 14.69 olarak bulunmuştur. Erkek balıklardaki karaciğerin dişiye oranla bir miktar daha fazla lipit içerdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.1 ve 4.2).

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

Tatlı su 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 (Ackman ve Eaton 1976, Kluytmans ve Zandee 1973, Kinsella ve ark. 1977, Mute ve ark. 1989).

#### 4.4.1. Karaciğer Total Lipit Miktarına 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.

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

Çek Cumhuriyetinden havuzlardan alınan sazanın karaciğerinde total lipit, ilkbaharda, % 11,72; yazın, % 10,01 kışın ise % 4,75 olarak bulunmuştur. Karaciğerin yağ içeriği kışın azalmış, ilkbahar ve yazın ise yüksek bulunmuştur (Kminikova ve ark. 2001).

*C. carpio* karaciğerinde, yağ ağırlığına bağlı olarak total lipit ve total yağ asidi miktarında mart ayından sonra artış saptanmıştır (Akpınar 1986a).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan 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 (Kaçar 2010).

Analizlediğimiz İnci Kefalinin her iki eşeyinde de karaciğer total lipiti kastaki gibi kış mevsimini temsil eden şubat ayında düşük çıkmıştır (Çizelge 1 ve 2). Bunun nedeni besin miktarının bu dönemde az olması ve kasta olduğu gibi üreme dönemi öncesinde lipitlerin gonatlar için kullanılmalarından kaynaklanabilir.

Verilerimizden karaciğerin bir lipit deposu olduğu sonucu çıkmaktadır. Çünkü bu organ birçok tatlı su balıklarına oranla oldukça fazla lipit depo etmektedir (dişilerde ortalama lipit % 14.69, erkek balıklarda % 17.66) (Çizelge 4.1 ve 4.2).

#### 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 gonata mobilize edilirler (Castell ve ark. 1972).

Çalışmamızda *A. tarichi*'nin erkek ve dişi bireylerde üremeden hemen önceki dönem olan şubat ayından sonra artan lipit miktarı, yukarıda da belirtildiği gibi dişilerde ağustos ayında, erkeklerde ekim ayında maksimum seviyeye yükselmiş ve bu dönemden sonra azalmaya başlamıştır (Çizelge 4.1 ve 4.2). Sonuçlardan, her iki eşeyde de üremeden hemen önceki dönem olan şubat ayında total lipitlerin azalması, üreme dönemi sonrası dönemde ise artmasıdır.

Araştırmacılar, *E. lucius* balıklarının yumurtlama periyodundan önce karaciğer lipid içeriği azalırken protein oranının önemli derecede arttığını belirtmişlerdir (Metford ve Mackay 1978).

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

Uysal (2000), Sudak balığının karaciğer total lipid içeriğinde meydana gelen azalmanın; kış aylarında su sıcaklığının düşmesiyle birlikte besin organizmalarının azalması ve gonat gelişiminin tamamlanması için depo lipidlerinin gonatlara transfer olmasından kaynaklandığını düşünmektedir.

*T. grypus*, *C. carpio* ve *S. triostegus* balıklarının 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 (Kaçar 2010).

İnci Kefali'nden elde ettiğimiz veriler, Kaçar (2010) ve Yılmaz'ın (1995) sonuçlarından farklı, Heidinger ve Crawford (1977) ve Akpınar'ın (1981) verileriyle uyumludur. Zira araştırmacılar karaciğerdeki total lipit miktarının üreme sonrası dönemde azaldığını belirttiler. Çalışmamızda ise bu parametre üreme öncesi azalma göstermiştir. Şubat ayında oluşan bu azalmanın nedenini Uysal'ın (2000) da belirttiği gibi, su sıcaklığının düşük olmasından dolayı besini oluşturan organizmaların, bu dönemde azalmasına bağlayabiliriz. Zira karaciğer lipit miktarına etki eden en önemli faktörlerden biri de besindir (Takama ve ark. 1994). Demek ki karaciğerdeki total lipit miktarı kimi balıklarda gonat gelişimi, kimilerinde beslenme yoğunluğuyla ilgilidir.

#### 4.5. Dişi ve Erkek Karaciğer Total Lipit Miktarının 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*'nin karaciğeri metabolik rol oynar, oysa *C. inermis*, lipit rezervleri için depo görevi de görür (Kozlova 1998).

Medford ve Mackay (1978), *E. lucius*'ta erkeklerin karaciğer total lipid içeriğini bütün yıl boyunca dişilerden önemli derecede yüksek bulmuşlar. Araştırmacılar; karaciğer yağ içeriğinin yıl içinde dişilerde % 3.1-6.9; erkeklerde ise % 4-9.7 arasında değişim gösterdiğini saptamışlardır.

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan Cyprinid türlerinden olan dişi *C. trutta*'nın karaciğer total lipit miktarı % 3.62 olarak bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010). Aynı gölden toplanan iki cyprinid türü ile *S. triostegus*'un 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 (Kaçar 2010).

Bir yıl boyunca iki ayda bir Van Gölü'nden topladığımız İnci Kefali'nin karaciğer total lipit miktarı şubat ayında her iki eşeyde benzer, diğer dönemlerden ağustos ve aralık



aylarında dişilerde, nisan haziran ve ekim aylarında ise erkeklerde daha yüksek bulunmuştur. Ortalama lipit miktarı erkeklerde % 17.66, dişilerde % 14.69 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.1 ve 4.2)

#### 4.6. 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).

Karaciğer, hayvanlarda biosentezin 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, *D. sargus*'un kas total lipidi % 3.97 iken, karaciğerde % 11.36'dır (Cejas ve ark. 2004). Aynı şekilde Kuzey Turna balığının karaciğer lipit içeriği, kasta fazla bulunmuştur. Ayrıca İskoçya kıyılarında yakalanan Atlantik Somon balığının karaciğeri % 10, kasları ise % 4 oranında lipit içermiştir (Henderson ve Tocher 1987).

Senegal kıyılarındaki *S. maderensis*, *S. aurita* ve *C. taeniops*'ta yapılan çalışmada, balıkların kas, karaciğer ve derilerindeki total yağ asidi içeriği araştırılmıştır. *C. taeniops*'te lipitler, kas ve deriye göre özellikle karaciğerde yoğundur. Üç balık türünün karaciğerinin total lipidi % 8-12 arasında değişmiştir. *C. taeniops*'un kas ve karaciğer yağ içeriği karşılaştırıldığında, karaciğerin daha önemli miktarda yağ içerdiği saptanmıştır (Njinkoué ve ark. 2002).

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

Sudak balığında, karaciğerin total lipid içeriği, yıllık ortalama olarak, erkeklerde % 5.71, dişilerde ise % 5.14 bulunmuş ve % 1'den az lipit içeren kas dokudan 8-10 kat daha yağlı olduğu tespit edilmiştir (Uysal 2000).

Hindistan'da beş sazan türünde karaciğerdeki lipit oranı (% 5-10) kasta daha yüksek bulunmuştur. *L. bata* karaciğer lipidi % 7.50, *L. calbasu*'da % 5.70, *C. catla*'da % 5.40 *C. mrigala*'da % 10.20 olarak saptanmıştır (Ackman ve ark. 2002). *V. vimba*'da kas total lipit 1.59, karaciğerde total lipit % 3.59 olarak bulunmuştur (Kıssal, 2008). 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).

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. *C. carpio*'da ise mayıs ayı hariç, diğer dönemlerde, karaciğerdeki lipit miktarı az da olsa daha fazla bulunmuştur (Kaçar 2010).

Araştırmamızda *A. tarichi*'de analizi yaptığımız tüm aylarda her iki eşeyin karaciğerdeki total lipit miktarı kastan oldukça yüksek bulunmuştur. Karaciğer total lipit miktarı ortalama olarak dişilerde % 14.69, erkeklerde % 17.66; kas lipit miktarı dişilerde % 4.36, erkeklerde % 4.38 bulunmuştur (Çizelge 4.1 ve 4.2). Bu veriler diğer çalışmalardan (Uysal 2000, Ackman ve ark. 2002, Kıssal 2008, Kaçar ve ark. 2010) elde edilenlerle paralellik göstermektedir. Sonuçlar, Ackman ve arkadaşlarının (2002)'da belirttiği gibi karaciğerin lipit sentezi ve depolanması için başlıca organ olduğu ve diğer birçok balık gibi İnci Kefali'nde de karaciğerin kas'a oranla çok daha fazla lipit depoladığını göstermektedir.

#### **4.7. *Alburnus tarichi* erkek ve dişi bireylerinin gonad total lipit miktarı**

Balığın ovaryumunda total lipit miktarı % 4.58 (ekim)- % 6.95 (haziran) aralığında belirlenmiştir. Aralık ayından itibaren artan lipit miktarları yaz mevsimi kapsayan ağustos ve özellikle üreme dönemi olan haziran ayında en yüksek yüzdeye ulaşmıştır. Üremeden hemen sonra lipit miktarlarında azalma saptanmıştır. Testislerde % 3.54 (şubat)- % 7.87(aralık) aralığında değişen total lipit miktarlarının şubat ve nisan döneminde azaldığı; ağustos ve aralık ayında ise arttığı belirlenmiştir. Her iki gonatta ağustos ayında artan lipit miktarı ovaryumda ortalama olarak % 5.78; testislerde ise % 5.21 olarak bulunmuştur. Ovaryum ve testislerde ortalama lipit miktarlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Şubat, nisan ve haziran dönemlerinde ovaryumdaki; aralık ayında ise testislerdeki total lipit miktarlarının daha fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1 ve 4.2).

Baykal Gölü'ndeki ergin *C. dybowski*'nin ovaryumunda total lipit miktarı % 5.6 (Kozlova ve Khotimchenko 2000), Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. regium*'un ovaryumunda % 1.77 (Kaçar ve ark. 2010b) aynı yerden toplanan *C. carpio*'nun ovaryumunda % 0.63-2.01, testisinde % 1.19-4.11; *T. grypus*'un ovaryumunda % 1.52-5.04, testisinde % 0.97-4.62; *S. triostegus* ovaryumunda % 0.54-3.75; testisinde % 1.17-3.22 arasında bulunmuştur (Kaçar 2010).

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

Gonadlar, eşeyssel hormonları sentezler. Lipit içeriği, eşeyssel döngünün safhasına, üremeye ve balığın eşeyine bağlıdır (Newsome ve Leduc 1975, Vuorela ve ark. 1979). Lipitler; sadece önemli enerji kaynağı olarak değil, metabolizma, büyüme ve gamet üretimi için de kullanılırlar.

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

##### 4.8.1. Gonat Total Lipit Miktarına Üreme ve mevsimin Etkisi

Ovaryumlardaki total lipidin miktarı olgunlaşma evresinde artar daha sonra dinlenme evresinde azalır. Yumurtlama esnasında doğal Kedibalığı'nın ovaryum lipit içeriği yumurtlama sonrasına göre daha yüksek bulunmuştur. Bu bulgu, lipit içeriğinin ovaryum olgunlaşmasıyla ilişkili olduğunu göstermektedir (Shirai ve ark. 2001).

Sır Baraj Gölü'nde yaşayan *C. regium* dişi ve erkek bireylerin gonadlarındaki total lipit miktarı, üreme dönemi öncesinde üreme dönemi sonrasına göre yüksek bulunmuştur. Dişilerde üreme mevsiminde, lipitlerin büyük kısmı embriyo gelişiminde ovaryumlara aktarıldığı için azalmıştır (Kara ve Çelik 2000).

Topardıç Deresi'nde (Kangal-Sivas) yaşayan erkek ve dişi *C. macrostomus*'un gonatlarında total lipit miktarındaki değişimlerin, özellikle gonat gelişimi ve yumurtlama periyodunda daha belirgin olduğu görülmüştür. Yumurtlama periyodunda en yüksek düzeye ulaşan total lipit miktarı, bu periyot sonrasında bir azalma göstermiştir. *C. macrostomus*'ta ovaryum yaş 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 bireyin gonatlarındaki total lipit içeriği üreme mevsimi öncesinde, üreme mevsimi sonrasına göre yüksek bulunmuştur. Dişi balığın üreme dönemi öncesi gonat total lipidi % 4.79, üreme dönemi sonrası gonat total lipidi % 2.22, erkek *C. c. umbla*'nın üreme dönemi öncesi gonat total lipidi % 4.60, üreme dönemi sonrası gonat total lipidi, % 3.87 olarak saptanmıştır. Lipitlerin, üreme dönemi sonrası dişi bireylerde daha fazla azalmasının nedeni, yumurtalarda embriyonun gelişimi için büyük miktarda lipitlerin depolanmasından ileri gelmektedir. Yumurtalar bırakıldıktan sonra gonadlardaki lipit miktarı da azalacaktır (Yılmaz ve ark. 1995).

*T. nilotica* testis total lipit oranı kışın % 5.41, ilkbaharda % 13.36, yazın % 11.18 ve sonbaharda % 12.81; ovaryum total lipit oranı kışın % 21.86, ilkbaharda % 25.51, yazın % 12.23 ve sonbaharda % 19.46 bulunmuştur. *Sparus auratus*'un testisleri kışın % 10.24 ve sonbaharda % 10.84; ovaryumları kışın % 6.72, ilkbaharda % 9.81, yazın % 4.75 ve sonbaharda % 10.6 oranında total yağ içerdikleri tespit edilmiştir (El-Sayed ve ark. 1984).

*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 1987).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *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. *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 içerdiler (Kaçar 2010).

Çalışmamızda İnci Kefali'nin ovaryumunda total lipit miktarı nisan, haziran ve ağustosta çok az derecede diğer aylara oranla artış göstermişse de çalışılan tüm aylarda lipit miktarının benzer olduğunu söyleyebiliriz. Testislerin total lipitleri üremeden hemen önceki ay olan şubat ile üreme başlangıcı olan nisan döneminde azalmış, üreme sonrası ağustos ve aralıkta ise artış göstermiştir (Çizelge 4.1 ve 4.2).

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

Love (1970), *Gobius melastomus* gonatların lipid miktarının dişilerde erkeklerden 10 kat daha fazla olduğunu tespit etmiştir. Araştırmacı gonatların gelişimi için lipid kullanımının erkeklerde daha az olduğunu ve üreme faaliyetlerinden dişilere göre daha az etkilendiğini bildirmiştir.

Dişi *C. grewingki*'nin ovaryum total lipid miktarı % 6.3, erkek balığın testis total lipid miktarı % 2.6 olarak saptanmıştır. Dişi *C. inermis*'in ovaryum total lipid miktarı % 2.2 erkek *C. inermis*'in testis total lipid miktarı % 2.3 olarak tespit edilmiştir (Kozlova 1998).

Doğal *T. nilotica*'nın ovaryumları lipid bakımında zengin olup yaş ağırlığının % 12-25'ini oluşturmuştur. Bu balığın testislerin lipid içeriği (% 5.4-13.4) ovaryumdan daha az bulunmuştur (Henderson ve Tocher 1987).

Metin (1992), *C. macrostomus*'un ovaryum total lipid miktarının testislerden çok daha fazla olduğunu saptamış ve dişi balıkların gonat gelişimi için lipide erkeklerden daha fazla ihtiyaç duyduğunu belirtmiştir.

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

Eğirdir Gölü'nde yaşayan sudakların gonat gelişimi ile ilgili olarak ovaryum ve testislerinin total lipid değişimleri kasım ve mart aylarında çalışılmıştır. Kasım ve mart aylarında toplam lipid içeriğindeki artış testisler için önemsiz, ovaryumlar için ise önemli bulunmuştur. Testisteki lipid miktarı kasım ayında % 3.73, mart ayında % 3.7, ovaryumdaki lipid miktarı kasım ayında % 4.13, mart ayında % 5.1 olarak bulunmuştur. Sudak balığında, ovaryumların toplam lipid içeriğinin her iki ayda da testislerden önemli derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bundan dolayı, ovaryum gelişiminin artmasıyla birlikte lipid ihtiyacının da arttığı anlaşılmıştır (Uysal 2004).

Ayrıca eşeyssel olgunlaşma ile lipid 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 1987b).

Analizlenen *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 kimi dönemlerde ovaryumda, kimi 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 (Kaçar 2010).

*A. tarichi* de bir yıl boyunca iki ayda bir aldığımız örneklerde, ovaryum ve testis dokularının ortalama lipit miktarlarının birbirlerine yakın olduğunu (ovaryum % 5.78, testis % 5.21) kimi aylarda ovaryumun kimilerinde testisin lipit miktarının daha fazla olduğunu belirledik. Örneğin üremeden hemen önceki şubat, üreme dönemini kapsayan nisan ve haziran aylarında ovaryumdaki total lipit miktarı testislerden; aralık ayında testislerdeki lipit miktarı ovaryumdan daha fazla bulunmuştur. Gonatların lipit miktarı ağustos ve ekim aylarında birbirlerine yakın belirlenmiştir (Çizelge 4.1 ve 4.2). Kaçar'ın da (2010) belirttiği gibi, balıkların testis ve ovaryumlarındaki total lipitler, fizyolojik ihtiyaca bağlı olarak değişik dönemlerde azalıp artmaktadır.

#### **4.9. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerinin Kas Total Lipidindeki Yağ Asidi İçeriği**

Çalışmamızda analizi yapılan tüm dokularda doymuş yağ asitlerinden 14:0, 15:0, 16:0, 17:0 ve 18:0, tekli doymamış yağ asitlerinden 16:1n-7, 18:1n-9 ve 20:1n-9, çoklu doymamış yağ asitleri içinden n-6 olarak 18:2n-6, 20:2n-6, 20:3n-6 ve AA; n-3 olarak 18:3n-3, EPA, 22:5n-3 ve DHA olmak üzere toplam on altı çeşit yağ asitleri belirlenmiştir. Doymuş yağ asitlerinden 16:0, tekli doymamış yağ asitlerinden 16:1n-7, 18:1n-9, çoklu doymamış yağ asitleri içinden EPA ve DHA yüzde dağılımda en fazla bulunan bileşenler olmuştur. Çalışmamızda ayrıca iz miktarda 15:0 ve 17:0 gibi tek karbonlu bileşenler de saptanmıştır.

Doymuş yağ asitleri içinde en yüksek orana sahip olan ve dişilerde ortalama % 14.94, erkeklerde % 15.34 olarak saptanan 16:0'ın oranı her iki eşeyde ortak olarak,

havaaların ısındığı ağustos ayında artmıştır. Diğer doymuş bileşen 18:0 oranı her iki eşeyde % 4 civarındadır. Bu bileşenin yüzdesinde aylara bağlı olarak dalgalanmalar belirlenmiştir.

Analizlenen aylarda genellikle birbirine yakın olan 16:1n-7 dişilerde ortalama % 13.28, erkeklerde % 13.16 olarak belirlenmiştir. Diğer dominant MUFA olan 18:1n-9 oranı dişi bireylerde % 21.67- % 25.40; erkeklerde ise % 20.63-27.73 arasında değişmiştir.

Oleik asit oranı her iki eşeyde ortak olarak şubatta azalmış; dişilerde ekim, erkek balıklarda ağustosta artmıştır (Çizelge 4.3 ve 4.4). Diğer yağ asitlerine oranla daha düşük oranda belirlenen 18:2n-6'nın yüzdesi erkeklerde ortalama 3.28, dişilerde 3.33; 18:3n-3 ise erkeklerde 1.67, dişilerde 1.73 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.3 ve 4.4).

N-6 yağ asitlerinden AA oranının üreme sonrası dönemde (dişilerde ekim, erkeklerde ağustos) azaldığı saptanmıştır. Dişi balıklarda ortalama % 11.60, erkeklerde % 10.93 bulunan EPA bileşeninin aylar arasındaki oranının önemli bir değişiklik göstermediği belirlenmiştir. Diğer baskın bulunan DHA (dişilerde ortalama % 12.61, erkeklerde % 12.67) her iki eşeyde de üreme dönemi sonrası olan ekim ayında azalmış, diğer dönemlerde pek fazla değişmemiştir.

Analizlenen aylarda bireysel yağ asitlerinden SFA'lar içinde en çok 16:0; MUFA içinde 16:1n-7 ve 18:1n-9, PUFA içinde DHA ve EPA bulunmuştur. Önemli n-6 yağ asitlerinden 18:2n-6 ve AA ise genellikle % 3 civarında belirlenmiştir.  $\sum$ n-3 dişilerde ortalama % 31.28, erkeklerde % 30.49;  $\sum$ n-6 dişilerde ortalama % 7.88, erkeklerde % 7.86 değerinde belirlenmiştir. Balığın besinsel değerini belirlemede kullanılan ve dişilerde ortalama 3.97, erkeklerde 3.88 olarak saptanan n-3/n-6 oranı her iki eşeyde de aralık ayında artmış, şubatta ise azalmıştır.

$\sum$ SFA, toplamda her iki eşeyde ağustos ayında, 18:1n-9 dan dolayı  $\sum$ MUFA üremeden sonra ekim ayında artmış, aynı ayda  $\sum$ PUFA azalma göstermiştir.  $\sum$ SFA, analizlenen tüm aylarda her iki bireyde de  $\sum$ MUFA ve  $\sum$ PUFA'dan daha az oranda bulunmuştur.

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.3** Dişi *Alburnus tarichi*'nin kas total yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>s</sup>	3.06±0.35a	3.25±0.31a	3.40±0.45a	3.41±0.47a	3.25±0.31a	3.10±0.19a	3.24±0.06a
15:0	0.38±0.04a	0.36±0.01a	0.31±0.05a	0.32±0.02a	0.32±0.02a	0.32±0.01a	0.34±0.01a
16:0	15.37±0.81a	14.71±1.40a	13.47±0.19a	17.73±1.04a	14.87±0.56a	13.48±0.26a	14.94±0.64a
17:0	0.97±0.21a	0.77±0.10a	0.84±0.03a	0.38±0.02b	0.52±0.02c	0.60±0.02c	0.68±0.09a
18:0	4.11±0.24a	3.93±0.37a	3.98±0.34a	4.88±0.80a	4.56±0.27a	3.96±0.04a	4.24±0.16a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>23.88±1.16a</b>	<b>23.03±1.40a</b>	<b>22.00±0.63a</b>	<b>26.73±2.81a</b>	<b>23.51±0.50a</b>	<b>21.46±0.07a</b>	<b>23.44±0.76a</b>
16:1n-7	12.56±1.33a	12.50±0.52a	13.51±1.08a	13.48±2.25a	14.33±1.09a	13.31±0.35a	13.28±0.28a
18:1n-9	22.12±1.95a	24.75±3.04a	24.91±1.14a	21.67±3.12a	25.40±0.47a	23.30±0.19a	23.69±0.64a
20:1n-9	0.51±0.03a	0.53±0.22a	0.19±0.04b	0.09±0.07c	0.57±0.06a	0.69±0.04a	0.43±0.10a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>35.19±3.27a</b>	<b>37.78±1.39a</b>	<b>38.61±1.98a</b>	<b>35.25±4.87a</b>	<b>40.30±0.59a</b>	<b>37.30±0.33a</b>	<b>37.40±0.81a</b>
18:2n-6	3.75±0.66a	3.46±0.53a	3.47±0.33a	3.40±0.32a	3.16±0.32a	2.74±0.09a	3.33±0.14a
18:3n-3	2.07±0.29a	1.83±0.10a	1.63±0.34a	1.71±0.34a	1.59±0.18a	1.56±0.04a	1.73±0.08a
20:2n-6	0.60±0.07a	0.55±0.07a	0.67±0.07a	0.31±0.05b	0.42±0.02ab	0.54±0.02a	0.52±0.05a
20:3n-6	1.46±0.74a	0.70±0.03b	1.01±0.13a	0.49±0.06c	0.64±0.06b	0.77±0.03b	0.84±0.14a
20:4n-6	3.07±0.14a	3.66±0.57a	3.27±0.97a	3.23±1.03a	2.78±0.11a	3.10±0.11a	3.19±0.12a
20:5n-3	11.99±2.22a	10.56±0.77a	11.43±0.51a	11.85±0.67a	11.22±0.31a	12.53±0.67a	11.60±0.28a
22:5n-3	4.89±0.48a	5.47±0.26a	6.32±0.09a	3.80±0.33a	5.59±0.58a	6.03±0.17a	5.35±0.37a
22:6n-3	13.09±1.71a	12.96±0.92a	11.59±0.97a	13.23±1.15a	10.78±1.16a	13.98±0.74a	12.61±0.48a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>40.92±4.43a</b>	<b>39.19±1.42a</b>	<b>39.39±1.66a</b>	<b>38.03±2.22a</b>	<b>36.19±1.09a</b>	<b>41.24±0.27a</b>	<b>39.16±0.77a</b>
Σn-3	32.04±3.99a	30.82±1.36a	30.97±1.30a	30.59±0.96a	29.19±1.25a	34.09±0.16a	31.28±0.67a
Σn-6	8.88±0.53a	8.37±0.44a	8.42±0.71a	7.43±1.28a	7.00±0.26a	7.15±0.11a	7.88±0.32a
n-3/n-6	3.61	3.68	3.68	4.12	4.17	4.77	3.97

\*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.



Çizelge 4.4 Erkek *Alburnus tarichi*'nin kas total yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0	2.85±0.30a	2.84±0.19a	2.32±0.07a	3.41±0.51a	3.58±0.38a	3.55±0.38	3.09±0.21a
15:0	0.37±0.01a	0.33±0.01a	0.23±0.02b	0.27±0.04b	0.33±0.02a	0.32±0.01	0.31±0.02a
16:0	16.67±0.44a	15.15±1.25a	14.12±0.29a	16.92±0.55a	15.72±0.43a	13.43±0.30	15.34±0.57a
17:0	0.74±0.05a	0.68±0.18a	0.70±0.02a	0.20±0.03b	0.51±0.10ab	0.61±0.03	0.57±0.08a
18:0	4.68±0.30a	4.38±0.14a	4.73±0.27a	4.14±0.44a	4.39±0.36a	3.84±0.24	4.36±0.14a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>25.32±0.45a</b>	<b>23.38±1.03a</b>	<b>22.11±0.23a</b>	<b>24.93±1.23a</b>	<b>24.53±0.80a</b>	<b>21.75±0.21</b>	<b>23.67±0.61a</b>
16:1n-7	11.36±0.89a	12.87±0.59a	10.62±0.03a	13.74±0.85a	15.53±0.56a	14.86±1.01	13.16±0.79a
18:1n-9	20.63±1.41a	22.35±1.62a	24.68±1.69a	27.73±1.26b	25.75±1.41b	25.70±0.57	24.47±1.05a
20:1n-9	0.56±0.09a	0.09±0.03b	0.14±0.01c	0.04±0.02d	0.56±0.07a	0.66±0.06	0.34±0.12e
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>32.54±2.14a</b>	<b>35.31±2.19a</b>	<b>35.44±1.66a</b>	<b>41.50±1.38b</b>	<b>41.85±0.83b</b>	<b>41.22±1.38</b>	<b>37.98±1.64a</b>
18:2n-6	3.83±0.40a	3.29±0.12a	3.31±0.39a	3.57±0.92a	2.80±0.12a	2.84±0.09	3.28±0.16a
18:3n-3	1.94±0.25a	2.03±0.15a	1.37±0.08a	1.28±0.13a	1.66±0.10a	1.74±0.04	1.67±0.12a
20:2n-6	0.91±0.33a	0.58±0.04b	0.73±0.12b	0.27±0.02c	0.38±0.06d	0.47±0.02	0.56±0.10b
20:3n-6	0.72±0.03a	0.78±0.03a	0.84±0.05a	0.41±0.10b	0.70±0.09a	0.74±0.06	0.70±0.06a
20:4n-6	3.89±0.25a	4.16±1.05a	3.69±0.43a	2.53±0.66a	2.89±0.05a	2.80±0.16	3.33±0.27a
20:5n-3	12.19±1.50a	12.16±0.80a	11.12±1.03a	9.89±1.34a	10.00±0.67a	10.19±0.27	10.93±0.43a
22:5n-3	5.04±0.16a	5.38±0.58a	6.74±0.54a	3.69±0.21a	4.71±0.06a	5.85±0.27	5.23±0.42a
22:5n-3	13.61±0.84a	12.92±0.83a	14.65±0.75a	11.93±2.43a	10.48±0.52a	12.40±0.97	12.67±0.59a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>42.13±1.69a</b>	<b>41.30±1.47a</b>	<b>42.46±1.65a</b>	<b>33.57±3.69b</b>	<b>33.62±1.23b</b>	<b>37.03±1.29</b>	<b>38.35±1.70ab</b>
Σn-3	32.77±2.05a	32.49±1.89a	33.88±1.62a	26.79±4.03b	26.85±1.22b	30.18±1.26	30.49±1.26a
Σn-6	9.36±0.36a	8.82±0.95a	8.57±0.18a	6.78±0.70a	6.78±0.25a	6.85±0.08	7.86±0.48a
n-3/n-6	3.50	3.69	3.95	3.95	3.96	4.41	3.88

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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.

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 lipid bileşenlerinin değişimi üzerine birçok araştırma yapılmıştır.

Henderson ve Tocher (1987)'in çeşitli tatlı su balıklarının yağ asiti analizi ile ilgili çalışmaları içeren derlemeleri incelendiğinde, SFA'lardan baskın olan bileşenin 16:0 olduğu, 18:0 ve 14:0 asitlerin daha düşük miktarlarda bulunduğu, 12:0'in % 2'den az olduğu görülecektir. Balık total lipidlerinde 13:0, 15:0, 17:0, 19:0 gibi tek karbonlu doymuş yağ asitlerinin oranı % 2.4'ten daha az bulunmaktadır. Monoenlerden 18:1n-9 en çok bulunandır bunu da 16:1n-7 ve daha sonra 20:1n-9 izlemektedir. Tatlı su balıklarında bulunan başlıca dienoik yağ asidi 18:2n-6 olup genel oranı düşüktür. Eikosadienoik asit, bazı tropikal türlerde tespit edilmiştir.

Trienoik yağ asitlerinden, 18:3n-3 başlıca yağ asididir. Total lipidin yaklaşık % 10'dan daha azını oluşturur. Birçok tatlı su balık türünde bulunan 20:3n-6'nın oranı % 1.5'tir.

Tetraen yağ asitleri, tropikal balık lipidlerinin % 27.6'sını oluşturur. Değişik coğrafik bölgelerden toplanan farklı tatlı su balıklarında AA; daima en çok bulunan tetraendir. Pentaenoik yağ asitleri, genellikle total lipidlerin % 1.5-16.3'ünü oluşturmaktadır. Bunlar arasında en fazla bulunan EPA asittir. 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'in (1987) derleme çalışmasından sonraki dönemde yapılan çalışmalar incelendiğinde çeşitli tatlı su balıklarında benzer sonuçların elde edildiği görülür. Zira çoğu çalışmalara bakıldığında, doymuş yağ asitlerinden 16:0, tekli doymamış yağ asitlerinden 18:1n-9, çoklu doymamış yağ asitlerinden EPA ve DHA yüzde dağılımında 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 AA asitler, daha az yüzde de bulunurlar (Nair ve Gopakumar 1978, Akpınar 1987a, Aggelousis ve Lazos 1991, Konar ve ark. 1999, Kolakowska ve ark. 2000, Kminkova ve ark. 2001, Ackman ve ark. 2002, Haliloğlu ve ark. 2004, Çelik ve ark. 2005, Uysal ve Aksoylar 2005, Güler ve ark. 2007, Akpınar ve ark. 2009, Cengiz ve ark. 2010).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'ta SFA'lardan 16:0, MUFA'lardan 18:1n-9 ve 16:1n-7, PUFA'lardan DHA ve EPA dominant olarak saptanmıştır (Kaçar 2010)

Van Gölü'nden bir yıl boyunca iki ayda bir topladığımız İnci Kefali Balığı'nın erkek ve dişi bireylerinin total kas lipitlerinin yağ asidi analizleri, yukarıda sonuçları verilen diğer birçok tatlı su balıklarından elde edilen verilere uygunluk göstermektedir. Balığın kas dokusunda doymuş yağ asitleri içinde en fazla bulunan bileşen 16:0'dır. Bu yağ asidini 18:0 ve ardından 14:0 izlemiştir. Pentadekanoik asit ve 17:0 gibi tek karbonlu doymuş yağ asitlerinin oranı düşük bulunmuştur. Tekli doymamış yağ asitlerinden en çok bulunan bileşen 18:1n-9'dur. 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.

Güney Afrika'da bulunan on sekiz farklı tatlı su balık türlerinin kaslarındaki total yağ asitlerinin % 33'ünü doymuş yağ asitleri, % 35'ini ise tekli doymamış yağ asitleri oluşturmuştur (Chetty ve ark. 1989).

*P. fluviatilis*'in kas total lipitindeki yağ asitlerinde,  $\sum$ SFA % 21.9,  $\sum$ MUFA % 16.6,  $\sum$ PUFA % 61.5,  $\sum$ n-3 PUFA % 50.9,  $\sum$ n-6 PUFA % 10.6 olarak saptanmıştır (Agren ve ark. 1987).

Yunanistan'daki tatlı su balıklarında total doymamışların % 38 ile 66'sını monoenler oluşturmuştur (Aggelousis ve Lazos 1991).

Hindistan'da çalışılan beş sazan balığı türünde kırk yedi yağ asiti tespit edilmiştir. Doymuş yağ asitleri, kastaki total lipitlerin yaklaşık olarak % 40-50'sini, tekli doymamış yağ asitleri ise, % 24-39'nu oluşturmuştur (Ackman ve ark. 2002).

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

Soğuk bölgelerde yaşayan balıklarda  $\Sigma$ PUFA ve  $\Sigma$ MUFA oranları yüksek,  $\Sigma$ SFA düşük, tropikal bölgedekilerde ise  $\Sigma$ PUFA oranı azdır. Örneğin, Brezilya'da çalışılan üç tatlı su balığında C20 PUFA'ların 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 olarak saptanmıştır (Jankowska ve ark. 2004).

Seyhan Gölü'ndeki tatlı su balıklarının yağ asidi kompozisyonuna göre;  $\Sigma$ SFA, % 28.0-34.6  $\Sigma$ MUFA, % 10.7-22.7,  $\Sigma$ PUFA, % 23.2-43.7;  $\Sigma$ n-3 PUFA ise *C. gariepinus*'ta % 11.5, *S. lucioperca*'da % 28.4;  $\Sigma$ n-6 PUFA *R. frisii*'de % 5.27, *T. tinca*'da % 16.8. oranında bulunmuştur (Özoğul ve ark. 2007).

Hazar Denizinden toplanan bir başka kefal türü olan *L. aurata*'da  $\Sigma$ SFA % 35.19,  $\Sigma$ MUFA % 53.49,  $\Sigma$ PUFA % 7.13 (Hedayatifard ve Yousefian 2010), Dicle Nehri'nden *L. abu* da,  $\Sigma$ SFA % 48.94,  $\Sigma$ MUFA % 41.34,  $\Sigma$ PUFA % 9.7 (Cengiz ve ark 2010), Karadeniz'den yakalanan Pasifik Kefali *M. soiyu*'da  $\Sigma$ SFA % 25.59,  $\Sigma$ MUFA % 29.26,  $\Sigma$ PUFA % 18.06 (Köse ve ark. 2010) olarak saptanmıştır.

Atatürk Baraj Gölü'nden kasım ayında toplanan dişi *C. trutta* kasında,  $\Sigma$ MUFA, % 40.74;  $\Sigma$ SFA, % 29.77;  $\Sigma$ PUFA, % 29.41 (Kaçar ve ark. 2010a); *C. regium*'un kasında da  $\Sigma$ SFA, % 37.12;  $\Sigma$ PUFA % 35.8 ve  $\Sigma$ MUFA % 26.98 olarak saptanmıştır (Kaçar ve ark. 2010b).

Cengiz ve ark. (2010), Dicle Nehri'nden dokuz tatlı su balığında  $\Sigma$ SFA % 10.72-48.94,  $\Sigma$ MUFA % 14.84-55.65,  $\Sigma$ PUFA % 9.75-72.65 aralığında saptamışlardır.

Bu sonuçlar, tatlı su balıklarının kas total lipitlerinde  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ MUFA'ların sabit yüzdede bulunmadıklarını, kimi balıklarda  $\Sigma$ SFA'ların (Ackman ve ark. 2002, Kaçar ve ark. 2010b) kimilerinde  $\Sigma$ MUFA'ların (Rahman ve ark. 1995, Kaçar ve ark.

2010a) daha baskın olduğu görülmektedir. Bazı istisnalar hariç,  $\Sigma$ PUFA'lar,  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ MUFA'lara oranla daha az bulunurlar.

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

Atatürk Baraj Gölü'nden *T. grypus* ve *S. triostegus*'ta  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA oranları hem örneklerin alındığı döneme hem de eşeye bağlı olarak değişiklik göstermiş, *C. carpio*'nun hem erkek hem dişi bireylerinde temmuz ve eylül aylarında en çok  $\Sigma$ SFA, kasım ayında  $\Sigma$ PUFA, mart ve mayıs ayında ise  $\Sigma$ MUFA baskın bulunmuştur (Kaçar 2010).

İnci Kefali ile ilgili olarak yapılan bir Doktora çalışmasında, bir yıl boyunca analizlenen örneklerde, kasım doymuş yağ asitleri % 38.38, tekli doymamış yağ asitleri % 51.46, çoklu doymamış yağ asitleri % 7.18 olarak belirlenmiştir (Duyar 1995).

Bir başka çalışmada, eylül- kasım 2012 ve ocak 2013'te toplanan İnci Kefali'nde ortalama  $\Sigma$ SFA % 21.88,  $\Sigma$ MUFA % 44.37,  $\Sigma$ PUFA % 29.19 olarak saptanmıştır (Mısır ve ark. 2013). Aynı balıkla ilgili değişik tarihlerde yapılan iki çalışmadan elde edilen verilen farklı oldukları görülmektedir. Zira, Duyar'ın (1995) belirlediği total PUFA'ların miktarlarının çok daha düşük olduğu görülmektedir.

Araştırmamızda İnci Kefalinde  $\Sigma$ SFA, analizlenen tüm aylarda her iki bireyde de  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA'dan daha az oranda bulunmuştur. Dişi balıklarda, su sıcaklığının nisbeten düşük olduğu kış ayları olan, aralık ve şubatta  $\Sigma$ PUFA, ekimde  $\Sigma$ MUFA; erkeklerde ise şubat, nisan ve haziranda  $\Sigma$ PUFA, ağustos, ekim ve aralıkta  $\Sigma$ MUFA'lar en fazla yüzde de saptanmıştır (Çizelge 4.3 ve 4.4). İnci Kefali'nde kas dokusunda  $\Sigma$ SFA'yı oluşturan yağ asitlerinin doymamışlara oranla daha az bulunması balığın besinsel önemini arttırmaktadır. Zira SFA'lar kanda kolesterol miktarını arttırırlar. İnci Kefali'nin, Dicle Nehri (Cengiz ve ark. 2010) ve Atatürk Baraj Gölü'nden (Kaçar 2010, Kaçar ve ark. 2010a, b) toplanan balıklara oranla daha fazla  $\Sigma$ PUFA ve  $\Sigma$ MUFA içermesini su sıcaklığına bağlayabiliriz. Zira Van Gölü, diğer iki su kaynağına oranla daha soğuktur. Soğuk sularda balıkların lipidlerinde  $\Sigma$ PUFA ve  $\Sigma$ MUFA gibi bileşenlerin oranı daha yüksek olmaktadır. Örneğin, Cengiz ve ark. (2010), Dicle Nehri'nden ocak ayında toplanan *S. triostegus*'ta  $\Sigma$ SFA (% 21.86) ve  $\Sigma$ MUFA (% 20.95)'e oranla  $\Sigma$ PUFA (% 57.19)'ları daha fazla yüzdede tespit ettiler.

Total SFA'lar ve onları oluşturan bileşenler genellikle su sıcaklığının daha yüksek olduğu sularda yaşayan balıklarda bol bulunur (Rahman ve ark. 1995, Ackman ve ark. 2002). Çünkü, hem ılıman (Aggelousis ve Lazos 1991) hem de tropikal sularda (Rahman ve ark. 1995) yaşayan balıklarda  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ MUFA daha yüksek oranda bulunur.

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 tatlı su balıklarında palmitik asit total doymuş yağ asitleri içinde % 14.80-22.2 aralığında olup en fazla görülen doymuş yağ asitidir (Aggelousis ve Lazos 1991).

Analizi yapılan sekiz göl balığında, 16:0; total doymuş yağ asitlerinin % 68-79'unu oluşturdu (Wang ve ark. 1990). Malezyada yirmi tatlı su balığında 16:0 oranı % 11.30-32.90 arasında değişmiştir (Rahman ve ark. 1995).

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 olarak bulunmuştur (Dağlı ve ark. 2009).

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

Kaçar (2010), üç balıkla ilgili yaptığı çalışmada, yüzde içeriği eşeye ve mevsime bağlı olarak değişse de 16:0'ın, 18:1n-9 ile birlikte, daha önce yapılan diğer çalışmalardaki gibi en fazla yüzdede bulunduğunu öne sürmüştür. *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.

Tödürge Gölü'nden *C. sieboldii* ve *C. baliki* balıklarının kaslarında total lipitlerin yağ asiti içeriğinde 16:0 her iki balıkta % 20 olarak belirlenmiştir (Görgün ve ark. 2014).

Son yıllarda, üç ayı kapsayan İnci Kefali'nde doymuş yağ asitlerinden palmitik asit % 12.9 olarak saptanmıştır (Mısır ve ark. 2013).

Birçok çalışmada olduğu gibi, bu çalışmada da İnci Kefali'nin kas dokusu total lipit yağ asiti analizinde de 16:0, dominant SFA olarak belirlenmiştir. Dişi balıklarda

ortalama % 14.94, erkeklerde % 15.34 olarak bulunan bu bileşen, Mısır ve arkadaşlarının (2013) verilerine oldukça yakındır.

Farklı araştırmacılar balık dokusunda en çok bulunan yağ asitinin palmitik asit olduğunu tespit etmişlerdir. Balık yağ asidi bileşimi içinde bu yağ asidinin dominant olmasının nedeni; yağ asidi metabolizmasında anahtar rol oynadığından kaynaklanabileceği ileri sürülmüştür. Nitekim Ackman ve ark. (1975), palmitik asitin, balıkta anahtar bir metabolit olduğunu ve miktarının besinden etkilenmediğini ileri sürdüler.

Besinden pek etkilenmeyen 16:0 oranına su sıcaklığından etkilenebileceğini söyleyebiliriz. Özellikle sıcak sularda bu bileşenin daha fazla oranda belirlendiğini görmekteyiz. Örneğin; Malezya'da yaşayan balıkların kas dokusu yağ asidi bileşiminin *Pshyroenajella*'da % 37.9'unu, *Epinepkelus lauvind*'te % 36.7'sini, *Dasyatus zugel*'de % 37.7'sini, *Pampus chinensis*'te % 50.5'ini, *Anodontostoma chaetmda*'da % 55.1'ini, *M. cephalus*'da % 47.7'sini, *Penadeus spp.*'de % 39'unu ve *Logio spp*'de % 42.7'sini doymuş yağ asitlerinin oluşturduğu tespit edilmiştir (Gibson ve ark. 1984).

Andrade (1995), Brezilyanın güney bölgesinde on yedi balık türünün yenilebilir kısımlarının yağ asidi bileşimini araştırmış ve bütün türlerde palmitik asidin en çok bulunan doymuş yağ asidi olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı, total doymuş yağ asitlerinin % 50-70'ini palmitik asidin oluşturduğunu saptamıştır. Wang ve ark. (1990), Superior Gölü balıklarının kas dokusunda en çok bulunan yağ asidinin palmitik asit olduğunu ve doymuş yağ asitlerinin % 68-79'unun bu yağ asidinin oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Özyurt ve ark.(2007) İnce Dudaklı Kefal *L. ramada* ile yaptıkları çalışmada, 16:0 asitinin toplam SFA'nın % 60'ını oluşturduğunu belirttiler. Yine Çakmak ve ark (2012) aynı familyadan olup Sugla gölünde yaşayan *V. v. tenella*'de aynı bileşeni % 23.45, *C. capoeta*'da % 21.36 olarak belirlemişlerdir.

*A. tarichi*'de 16:0'dan sonra dişilerde ortalama % 4.24, erkeklerde % 4.36 ile ikinci olarak belirlediğimiz bir başka doymuş yağ asiti 18:0'dır. Bu oranın diğer çalışmalara benzer olduğu görülmektedir.

Mısır ve ark. (2013) 18:0 yüzdesini İnci Kefali'nde % 3.73, Uysal (2000) sudaklarda % 3.7, Kaçar (2010) üç tatlı su balığında % 4- % 8 olarak tespit etmiştir

Ergün ve ark. (1992), daha önce İnci Kefali'nde 18:0 asitini % 32.48 olarak saptamışlardır. Oysaki, aynı balığın çok değişik dokularında yaptığımız yüzlerce analizlerde ve diğer çalışmaların hiçbirinde bu bileşen bu yüzde de bulunamamıştır. Stearik asit total lipit

analizlerinde % 4-8 arasında bulunur. Nitekim her iki eşeyde de bu bileşeni ortalama olarak % 4 civarında belirledik.

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.

Tekli doymamış yağ asidi olan 16:1n-7, 18:1n-9 gibi tatlı su balıkları için karakteristiktir (Ackman 1967, Andrade ve ark. 1995).

Ackman (1989), 16:1n-7 asitinin yüksek oranının, tatlı su balıklarına has bir özellik olduğunu ileri sürmüştür. Bu bileşenin miktarının tatlı su balıklarında değiştiği, kimi balıklarda yüzde olarak az, kimilerinde daha yüksek olarak saptanmıştır. Hindistan'daki tropikal sularda yaşayan Yayın Balığı 16:1n-7'si fazla oranda (% 16.52) içermiştir (Nair ve Gopakumar 1978).

Yunanistan'daki tatlı su balıklarında 16:1n-7 oranı % 1.7-13 (Aggelousis ve Lazos 1991), Malezyada yirmi tatlı su balığında % 0.96-7.27 (Rahman ve ark. 1995), doğal besinle beslenen *S. glanis* ise % 10.38 (Jankowska ve ark. 2004), Dicle Nehrindeki balıklarda, % 1.35-13.23 arasında belirlenmiştir (Cengiz ve ark. 2010).

Bir yıl boyunca iki ayda bir analizlenen *S. lucioperca* her iki bireyde 16:1n-7 oranı, % 1.63-4.86 arasında değişmiştir. Araştırmacılar bu oranın diğer tatlı su balıklarından düşük olduğunu belirtmişlerdir (Uysal ve Aksoylar 2005).

Atatürk Baraj Gölü'nden kasım ayında toplanan dişi *C. trutta* kasında 16:1n-7 % 25.55 (Kaçar ve ark. 2010a); *C. regium*'da % 8.76 (Kaçar ve ark. 2010b); *C. carpio*'da % 6.97-17.72; *T. grypus*'ta % 5.11-7.56; *S. triostegus*'ta % 3.94-9.72 aralığında saptanmıştır. Görgün ve ark. (2014) Tödürge Gölü'nden toplanan *C. sieboldii*'de bu bileşeni % 17, *C. baliki*'de % 7; Mısır ve ark. (2013) İnci Kefali'nde ortalama % 13.29 olarak bulmuşlardır.

Çalışmamızda, diğer kimi balıklarda olduğu gibi (Nair ve Gopakumar 1978, Kaçar ve ark. 2010a, Satar ve ark. 2012) İnci Kefali'nde de 16:1n-7 yağ asitini yüksek oranda (dişilerde ortalama % 13.28, erkeklerde % 13.16) belirledik. Bu değer, İnci Kefali'nden daha önce elde edilene (Mısır ve ark. 2013) oldukça benzerdir.



Andrade ve ark.(1995), diğerk bir MUFA olan 18:1n-9 yağ asitinin tatlı su balıkları için karakteristik olduğunu ileri sürmüştür. Önceki çalışmalara bakıldığında da, oranı balık çeşidine göre değişse de MUFA'lar içinde en baskın bileşenin 18:1n-9 olduğu ve miktarının dış koşullara bağlı olmadığı görülmektedir.

*S. lucioperca*'nın kasında 18:1n-9, diğerk tatlı su (Akçman 1967, Osman ve ark. 2001, Andrade 1995) balıklarında olduğu gibi yüksek bulunmuştur (Uysal 2005).

Yunanistan'da analizi yapılan sekiz tatlı su 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), Malezyada yirmi tatlı su balığında da % 11.40-44.52 arasında belirlenmiştir (Rahman ve ark. 1995). Yılmaz (1995), *C. c. umbla* 'nın kas dokusunda 18:1n-9 oranının % 18.95-25.73 arasında değişim gösterdiğini tespit etmiştir.

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 olarak bulundu (Kaçar ve ark. 2010b).

Dicle Nehri'ndeki dokuz tatlı su balığında 18:1n-9 oranı % 7.95-49.01 olarak (Cengiz ve ark. 2010), Atatürk Baraj Gölü'nde *C. carpio*'da % 16.15-29.33; *T. grypus*'ta % 23.30-32.00; *S. triostegus*'ta % 17.60- 26.59 aralığında saptanmıştır.

Tödürge Gölü'nden toplanan *C. sieboldii*'de 18:1n-9, % 20, *C. baliki*'de % 15 (Görgün ve ark. 2014), İnci Kefali'nde % 27.2 olarak saptanmıştır.

*A. tarichi*'de 18:1n-9 oranını diğerk çalışmalara gibi yüksek oranda belirledik. Bu bileşenin oranı dişi balıklarda ortalama % 23.69, erkeklerde % 24.47 olarak saptanmıştır.

On sekiz karbonlu çoklu doymamış yağ asitlerinden 18:2n-6 ve 18:3n-3 esansiyel yağ asitleri olup, balıkların dokularında,  $\Delta^{12}$  ve  $\Delta^{15}$  desaturaz enzimleri bulunmadığından sentezlenemezler. Bu yağ asitleri, besin yoluyla alınıp vücudun diğerk kısımlarına gönderilirler. Diğerk yirmi karbonlu aşırı doymamış uzun zincirli yağ asitlerinden 20:3n-6, AA, EPA 22:5n-3 ve DHA 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.

Temel yağ asitlerinden 18:2n-6 ve 18:3n-3 yüzdelerinin balıklarda genellikle az olduğu belirlenmiştir.

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

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

Mısır ve ark. (2013), İnci Kefali'nde 18:2n-6 % 3.09, 18:3n-3 % 0.77 olarak tespit etmiştir.

Çalışmamızda dişilerde 18:2n-6 ortalama % 3.33, erkeklerde % 3.28; 18:3n-3 dişilerde % 1.73, erkeklerde % 1.67 olarak tespit edilmiştir. Bu sonucun diğer çalışmalarla uyum içinde olduğu ve 18:2n-6'in oranının, diğer tatlı su balıklarındaki gibi 18:3n-3'ten daha fazla bulunduğu kaydedilmiştir. Görgün (2011), diğer uzun zincirli türevlerinin sentezlerinde etkin bir şekilde kullandıkları için, bu bileşenlerin yüzde dağılımında daha az bulunduğunu ileri sürmüştür.

Birçok tatlı su balık türünde bulunan 20:3n-6'nın oranı % 1.5'tir (Henderson ve Tocher 1987). Bu bileşenin oranı Dicle Nehrindeki balıklarda % 0.34-3.06 aralığında tespit edilmiştir (Cengiz ve ark. 2010). Kaçar (2010) üç balık türünde 20:3n-6 oranını % 0.23-1.15 aralığında saptamıştır.

Çalışmamızda İnci Kefali'nde n-6 yağ asitlerinden 20:2n-6 ve 20:3n-6 yüzdesi diğer balıklarda gibi düşük olduğu belirlenmiştir. Dişilerde 20:2n-6 ortalama % 0.52, erkeklerde % 0.56; 20:3n-6 dişilerde % 0.84, erkeklerde % 0.70 olarak tespit edilmiştir.

Arakidonik asit oranı, tropikal sularda yaşayan balıklarda yüksektir. Hindistan (Nair ve Gopakumar 1978) ve Malezyadaki 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. rohivita*'da %

8.51, *C. striatus*'ta % 2.22 ve *A. mauritiana*'ta % 2.48 olarak belirlenmiştir (Rahman ve ark. 1995).

Arakidonik asitin tatlı su balıklarında yüksek miktarda olmasının nedeni; daha sıcak sulardaki oksijenin eriyebilirliğinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır (Smith ve Miller, 1980). Ancak kimi balıklarda ise bu yağ asidinin oranı genellikle düşüktür. Örneğin, Yunanistan'da çalışılan 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 bağlı 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, % 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 tatlı su balıkları, önemli oranlarda AA ve DHA içerirler (Ackman 1996).

Bir yıl boyunca Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *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 bağlı olarak değiştiğini göstermektedir (Kaçar 2010).

Kas dokusunda tüm türlerde sonbahar periyodunda saptanan AA'nın en düşük oranları, *C. chalcoides*'te % 1.06, *L. cephalus*'ta % 3.30, *C. carpio*'da ise % 2.98 olduğu bulunmuştur (Görgün 2011).

İnci Kefali'nde AA oranı % 1.68 olarak bulunmuştur (Mısır 2013). Çalışmamızda İnci Kefali'nde AA oranı dişilerde ortalama % 3.19, erkeklerde % 3.33 olarak bulunmuştur. Balık yağlarının besinsel önemini etkileyen faktörlerden biri de AA miktarıdır. Arakidonik 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). İnci Kefali'nde bu bileşenin yüzdesinin az olması, balığın 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*, *Ctenopharyngodon 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-3 PUFA'lara daha fazla ihtiyaç duyduklarından, dokularındaki DHA ve EPA miktarları AA ten fazladır (Rahman ve ark. 1995).

Henderson ve Tocher (1987), tatlı su balıklarında EPA, % 1.4-16.3; DHA, % 0.3-30 aralığında olduğunu belirttiler.

Yunanistan'daki tatlı su balıklarında EPA % 6.00-11.80; DHA, % 4.00-15.30 aralığında bulunmuştur (Aggelousis ve Lazos 1991)

*C. carpio* dahil, Malezya'daki yirmi tatlı su balık türünde EPA, % 0.04-3.48; DHA % 0.04-3.78 oranında saptanmıştır. Analizlenen 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).

Brezilyada çalışılan 7 tatlı su balığı arasında sadece Silluriformes'e ait *P. fasciatum* ve *B. vaillantii*'de EPA ve DHA yüksek oranda bulunmuştur. *P. fasciatum*'da EPA oranı % 7.5, DHA % 21.8; *B. vaillantii*'de EPA % 9.7, DHA ise % 14.3 olarak belirlenmiştir. Diğer beş balık türünde ise EPA % 1.5-6.0; DHA % 1.4-7.1 arasında değişmiştir (Gutierrez ve Silva 1993)

*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).

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

Atatürk Baraj Gölü'nden kasım ayında toplanan dişi *C. trutta*'da EPA oranı % 13.00, DHA % 7.37 (Kaçar ve ark. 2010a); *C. regium*'da EPA % 11.56, DHA % 10.83 (Kaçar ve ark. 2010b), *C. carpio*'da EPA oranı % 3.68-6.64, DHA oranı % 4.42-13.61; *T. grypus*'ta EPA % 3.89-6.36, DHA oranı % 7.72-16.74; *S. triostegus*'ta EPA oranı, % 3.26-6.92; DHA % 6.59-17.10 (Kaçar 2010), Dicle Nehri'nden toplanan dokuz tatlı su balığında EPA % 0.65-20.15; DHA % 0.72-27.08 (Cengiz ve ark. 2010) aralığında, *C. sieboldii*'de EPA %9, *C. baliki*'de % 15.33; *C. sieboldii*'de DHA % 4.6, *C. baliki*'de % 17 (Görgün ve ark. 2014); İnci Kefali'nde EPA % 8.80, DHA % 8.09 (Mısır ve ark. 2013) olarak saptanmıştır.

*C. trutta* (Satar ve ark. 2012), sudak balıkları (Uysal 2000) ve *C. c. umbla*'nın (Yılmaz 1995), dorsal kas total lipitinde PUFA'da baskın bileşenler EPA ve DHA olarak belirlenmiştir. Bu bulgu, daha önce farklı balık türleriyle ilgili yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara uygunluk göstermektedir.

Araştırmamızda analizlediğimiz balıkların her iki eşeyinde, diğer birçok balığa oranla yüksek oranda EPA (dişilerde ortalama % 11.60, erkeklerde % 10.91) ve DHA (dişilerde ortalama % 12.61, erkeklerde % 12.67) belirledik. İnci Kefali'nde sağlık bakımından önemli olan ve kanser dahil birçok hastalığa karşı iyileştirici ve koruyucu etkisi olan n-3 bileşenlerin miktarlarının fazla olması balığın değerini daha da arttırmaktadır. EPA ve DHA hem besinlerden sağlanmaktadır, hem de besinlerden sağlanan 18:3n-3'ten desaturasyon ve elongasyon reaksiyonlarıyla da sentezlenebilmektedir. Örneklerimizde analizlenen her dönemde EPA ve özellikle DHA'nın iyi bir oranda olması, bu balıklarda sentezleme yeteneğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

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. *Alburnus tarichi* Erkek ve Dişi Bireylerinin Kas Total Lipitlerindeki Yağ Asidi İçeriğine Üreme Periyodunun Etkisi

İnci Kefali'nin her iki eşeyinde 18:1n-9 oranı üreme öncesi ve gonatların olgunlaştığı şubat döneminde azalmış, üreme sonrası dönemde (erkek balıklarda ağustos, dişi balıklarda ekim) artmıştır. Palmitik asit ve buna bağlı olarak  $\Sigma$ SFA üremeden hemen sonraki ağustosta,  $\Sigma$ MUFA ise ekimde artış göstermiştir. Arakidonik asit, DHA ve bu bileşenlere bağlı olarak  $\Sigma$ PUFA'nın üreme sonrası dönemde azaldığı kaydedilmiştir. Diğer baskın bileşenlerden 16:1n-7 ve EPA yüzdeleri analizlenen dönemlerde önemli bir değişiklik göstermemiştir (Çizelge 4.3 ve 4.4).

Balık türlerinin sahip oldukları lipid ve yağ asidi bileşimi yaşadıkları ortamın yanı sıra belirli dönemlerdeki fizyolojik faaliyetlere bağlı olarak değişim göstermektedir. Balıklar üreme evresi öncesinde bol besine gereksinim duyarlar ve üreme evresinden önce gonatların gelişimi için protein, karbohidrat ve lipite olan gereksinim fazladır. Karaciğer, gonad gelişimi ve gamet oluşturulması için kullanılacak lipitin büyük bir kısmını depo eder. Bununla birlikte, balık türlerinin eşeyssel olgunluk dönemlerinde lipitleri tercih ettikleri ve bu dönemde enerji ihtiyaçlarını ise daha çok kas dokularından sağladıkları ifade edilmektedir (Konar ve ark. 1999, Metin ve Akpınar 2000a).

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'lara büyük gereksinim vardır. Bu yağ asitlerinin eksikliği kısırlığa sebep olur (Soivio ve ark. 1989).

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

*S. lucioperca*'da aşırı doymamış ve n-3 yağ asitlerindeki azalma, gonat olgunlaşması için kullanılmalarından dolayı olabilir. Hem üreme öncesinde hem de sonrasında  $\Sigma$ PUFA ve  $\Sigma$ n-3 yağ asidi seviyelerinin az olması bu görüşü

desteklemektedir. Kastaki yağ asidi kompozisyonu ve n-6/n-3 oranı, kaslardaki total lipit içeriği düşük olmasına rağmen özellikle üreme periyodunda mevsimden etkilenmektedir (Uysal ve Aksoylar 2005).

*C. trutta*'nın dişi bireylerinin kas dokusundaki doymamış yağ asitleri, üreme mevsimi sonunda, düzenli bir şekilde azalmıştır. Araştırmacılar bunun nedeninin, büyük ölçüde üreme fizyolojindeki faaliyetlerden, kısmen de çevresel değişimlerden kaynaklanabileceğini ileri sürdüler (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 AA aylar arasında bazı dalgalanmalar göstermiştir. Eikosatrienoik asit, EPA, 22:5n-3 ve DHA mart ayından itibaren özellikle üreme periyodunda (mayıs) azalmıştır (Akpınar 1987a).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'ta, 16:0 üreme dönemi sonrası olan temmuz ve eylül aylarında artmış, DHA'nın ise üreme dönemi olan mayıs ayında azalmıştır. Üreme öncesi (mart) ve üreme dönemi (mayıs) aylarında doymamış yağ asitleri ( $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA) özellikle daha çok  $\Sigma$ PUFA'lar azalma göstermiştir (Kaçar 2010).

Çalışmamızda *C. trutta* (Konar ve ark. 1999, Satar ve ark. 2012), *S. luciperca* (Uysal ve Aksoylar 2005) ve *S. triostegus*'ta (Kaçar 2010) da benzer şekilde DHA ve buna bağlı olarak  $\Sigma$ PUFA, üreme sonrası dönemde azalma göstermiştir. *A. tarichi*'de baskın bileşenlerden 18:1n-9 un azalmanın nedeni, bu bileşenin üreme döneminde gonat gelişimi ve gamet oluşumunda kullanılmalarından kaynaklanabilir. Çünkü, balıklar; sadece normal gelişme ve büyüme için değil aynı zamanda üreme için de yağ asitlerine özellikle doymamışlara ihtiyaç duyarlar (Rodriguez ve ark. 2004). Üreme periyodunda özellikle uzun zincirli PUFA'larda düşüşler gözlemlendiği belirtilmiştir (Uysal ve Aksoylar 2005).

Baskın PUFA'lardan DHA ile önemli n-6'lardan, eikosanoidlerin öncül maddesi olan AA'nın, analizlerimizde üreme sonrası dönemde azaldığını belirledik. Kemikli balıkların gonadlarında AA'dan 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. Tocher ve Sargent (1984), yağ asitlerinin, embriyonun büyümesi için, yumurta hücrelerinde biriktiğini ve özellikle PUFA'ların, embriyonun büyümesinde kullanıldığını belirttiler.

Dişiler, gonat olgunlaşması için enerji ihtiyacı olarak başlıca SFA'ları kullanırlarken erkekler, MUFA'ları 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 (1995); MUFA'ların, gonat gelişimi esnasında metabolik enerjiyi karşılamak için katabolize olduğunu belirtmiştir.

##### **4.9.1. *Alburnus tarichi* Erkek ve Dişi Bireylerinin Kas Total Lipitlerindeki Yağ Asidi İçeriğine Mevsimin Etkisi**

Analizlediğimiz balıkların özellikle baskın bulunan bileşenlerinin değişik mevsimlerde çok önemli farklılar göstermediği belirlenmiştir. Erkek ve dişi bireylerde, yaz mevsimin sonlarına doğru (ağustos) 16:0 az da olsa fazla bulunmuştur. Diğer mevsimlerde çok önemli bir değişiklik belirlenmemiştir. Oleik asitin her iki eşeyde de kış mevsiminde (şubat) bir miktar azaldığı, dişilerde sonbahar, erkeklerde yazın az bir oranda arttığı kaydedilmiştir.

Çoklu doymamışlardan AA'nın dişilerde sonbahar (ekim), erkeklerde yazın sonu azaldığı belirlenmiştir. DHA'nın sonbaharda diğer mevsimlere oranla bir miktar daha düşük olduğu belirlenmiştir. Diğer baskın bulunan bileşenlerden 16:1n-7 ile EPA mevsimler arasında çok önemli varyasyonlar göstermemiştir. Dişi balıklarda  $\sum$ SFA yazın sonlarına doğru (ağustos),  $\sum$ MUFA sonbaharda azda olsa artış göstermiş.  $\sum$ PUFA ise dişilerde tüm mevsimlerde birbirine yakın erkek balıklarda yazın sonları ve sonbaharda azalmıştır (Çizelge 4.3 ve 4.4). Total SFA, analizlenen tüm aylarda her iki bireyde de  $\sum$ MUFA ve  $\sum$ PUFA'dan daha az oranda bulunmuştur. Dişilerde kışın  $\sum$ PUFA, sonbaharda  $\sum$ MUFA; erkeklerde kış ve ilkbahar mevsiminde  $\sum$ PUFA, sonbaharda  $\sum$ MUFA yüksek bulunmuştur. İnci Kefali'nde analiz yapılan tüm mevsimlerde SFA'lardan 16:0, MUFA'lardan 18:1n-9 ve 16:1n-7, PUFA'lardan DHA ve EPA dominant olarak belirlenmiştir.

Kış aylarında birçok balık türünün beslenme faaliyetini minimum düzeye indirdiği ve besin organizmalarından birçok planktonik organizmaların bu dönemde daha az



çoğaldığı dönem olmasından dolayı yağ asitleri bu mevsimde düşük oranlarda bulunabilmektedir. Yapılan araştırmalar; balıklarda en çok mevsimsel değişime uğrayan yağ asitlerinin doymamış asitler olduğunu, doymuş yağ asitlerinin yıl boyunca çok değişmediğini göstermiştir.

Deng ve ark. (1976), *M. cephalus* kas dokusunda doymuş yağ asitleri oranının mayısta % 45.3, haziranda % 43.6, ağustosta % 40.9, ekimde % 51.4 ve kasımda % 44.9 olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar, total yağ asitleri içinde palmitik asit oranının; mayısta % 25.1, haziranda % 26.1, ağustosta % 21.5, ekimde % 27.7 ve kasımda % 28.3 bulmuşlardır. Akpınar ve Aksoylar'a (1988) göre, *G. rufa*'da toplam PUFA ve n-3 serisi yağ asidi oranlarının ilkbahar mevsiminde artışı, bu yağ asitlerinin dışarıdan alımının bu mevsimde yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Yılmaz (1995), *C. c. umbla*'nın kas dokusu yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişimini incelediği çalışmasında; MUFA oranının yıl içinde % 26.76-34.44 arasında, oleik asit oranının da % 18.95-25.73 arasında değişim gösterdiğini tespit etmiştir. Araştırmacı dişi bireylerin kas dokusu total MUFA oranının sonbahar ve kış mevsimlerinde ilkbahar ve yaz mevsimlerine oranla önemli derecede yüksek olduğunu, balıklarda PUFA ve n-3 yağ asitleri oranının ilkbahar mevsiminde maksimum seviyede olduğu, yaz mevsimi sonunda da belirgin seviyede azaldığı bildirilmiştir (Yılmaz 1995).

Beyşehir Gölü'ndeki sudak balığında, tüm mevsimlerde,  $\Sigma$ PUFA'lar,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ SFA'ya 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'ların 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 (% 14.6-16.6) en çok bulunan yağ asiti 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 idi. Elde edilen veriler, sazanın kasındaki yağ asiti içeriğinin, mevsim ve beslenme periyodundan etkilendiğini göstermektedir. Yazın sazan balığında, 16:1n-7'in düşük miktarları  $\Sigma$ MUFA içeriğini azaltmış, yazın ise DHA'nın yüksek oranı (% 11),  $\Sigma$ PUFA içeriğini arttırmıştır. Kışın 18:2n-6 oranının düşük olması da  $\Sigma$ PUFA oranını

azaltmıştır. Kışın sazanlardaki düşük  $\Sigma$ PUFA içeriğinin (% 29.3) mevsime bağlı olduğu öne sürülmüştür (Güler ve ark. 2008).

Atatürk Baraj Gölü'nden *C. carpio*, *S. triostegus* ve *T. grpus*'ta 16:0, yaz ve sonbaharın başlangıcında artmış, DHA ise ilkbaharın son döneminde azalmıştır. *C. carpio* ile *S. triostegus*'ta yaz ve sonbahar mevsiminde  $\Sigma$ SFA'ların yüzdesi artış göstermiştir. *C. carpio* erkekleri ile *S. triostegus*'un erkek ve dişi bireylerinde kışın PUFA, *C. carpio* ve *T. grpus*'ta EPA, sonbaharda artmıştır (Kaçar 2010).

*C. chalcoides* ve *L. cephalus*'ta AA, EPA, DHA miktarları temmuz ayından itibaren düşmeye başlamış ve sonbahar dönemini temsil eden eylül ayında ise en düşük seviyeye inmiştir. Kış periyoduyla birlikte miktarlarında artışlar olduğu gözlenmiştir. Her üç türün kas dokusunda total SFA kışın azalma göstermiştir. (Görgün 2011).

Bir yıl boyunca analizlenen *S. triostegus*'un dorsal kasının total lipitinde total tekli doymamış yağ asitleri yazın, total çoklu doymamış yağ asitleri ise kış ve ilkbaharda artış gösterdi. Tekli doymamış yağ asitlerinden 16:1n-7 sonbahar ve yazın, 18:1n-9 yazın; n-6 çoklu doymamış yağ asitlerinden 18:2n-6 sonbahar ve kışın, AA ilkbahar ve kış; n-3 çoklu doymamış yağ asitlerinden 18:3n-3 kış, EPA ile DHA ise ilkbaharda diğer mevsimlere oranla yüksek oranda belirlenmiştir (Cengiz ve ark. 2012).

*C. trutta*'nın dorsal kas total lipitinde yağ asiti kantitatif içeriği mevsime bağlı olarak değişiklik göstermiştir. *C. trutta*'nın dorsal kas total lipitinde yazın total MUFA diğer zamanlarda ise total PUFA analizlenen diğer dönemlere oranla yüksek oranda belirlenmiştir. Total SFA ve MUFA yazın, total PUFA ise sonbaharda artış göstermiştir. Bireysel yağ asitlerinden 16:0 kış ve yaz aylarında, 16:1n-7 yaz mevsiminde, 18:1n-9 kış ve yazın, DHA ilkbahar mevsiminde, 18:2n-6 kışın, AA sonbaharda diğer mevsimlere oranla artış göstermişlerdir. Total n-3 oranı % 26.51 (yaz)- % 40.77 (ilkbahar);  $\Sigma$ n-6 ise % 6.45 (yaz)- % 21.45 (sonbahar) arasında belirlendiler (Satar ve ark. 2012).

İnci Kefali'nde doymuş yağ asitleri yüzdesi en çok yaz mevsiminde saptanmıştır. Bu bileşenlerin, ilkbahar, sonbahar ve kış aylarında düşük değerlerde ve birbirine yakın yüzdelerde bulunduğu ileri sürülmüştür (Duyar 1995).

Çalışmamızda İnci Kefali kas dokusunun yağ asitlerinin değişik mevsimlerde analizinden elde ettiğimiz veriler kimi çalışmalarla uyum içindedir. Örneğin, birçok çalışmada olduğu gibi (Duyar 1995, Kaçar 2010, Satar ve ark. 2012) İnci Kefali'nin 16:0 ve  $\Sigma$ SFA yüzdesini yaz mevsiminde daha yüksek belirledik. Total MUFA,  $\Sigma$ PUFA ve

onları oluşturan yağ asitlerinin değişik mevsimlerdeki artış ve azalışları farklılık göstermektedir. Örneğin, Dicle Nehri'nden alınan *S. triostegus* (Satar ve ark 2012) ve *C. trutta*'da (Satar ve ark 2012) olduğu gibi çalışmamızda  $\Sigma$ MUFA'lar erkeklerde yazın artmıştır.

Tatlı su balıklarında DHA miktarları ve bu bileşenin mevsimlere göre dağılımı aynı gölden toplansalar dahi türler arasında farklılık göstermektedir. Örneğin Beyşehir Gölü'ndeki Sudak balığında DHA 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).

Analiz ettiğimiz balıklarda DHA yüzdesinin değişik mevsimleri temsil eden tüm aylarda birbirine yakın olduğu belirlenmiştir.

Eğirdir Gölü'nden *V. v. tenella* (Kalyoncu ve ark. 2009) ve birçok tatlı su balığında olduğu gibi, analiz ettiğimiz her üç balık türünde de MUFA'lar içinde 18:1n-9, PUFA'lar içinde ise DHA baskın olarak bulunmuştur. Görüldüğü gibi, SFA, MUFA ve PUFA içindeki yüzde dağılımında en fazla bulunan yağ asidi çeşidi balıklar arasında benzerlik göstermektedir.

Sudaktaki  $\Sigma$ PUFA oranı (Güler ve ark. 2007) kışın, Atatürk Baraj Gölü'ndeki üç balık türünde (Kaçar 2010) ilkbaharın ilk dönemleri ile yaz mevsiminde, çalışmamızda ise erkek balıklarda yazın sonları ve sonbaharda azalmıştır. Bu farklılık, balıkların alındığı su kaynaklarının değişik olmasından kaynaklanabilir.

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

*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  $\Sigma$ n-3 PUFA,  $\Sigma$ n-6 PUFA ve EPA, DHA'nın miktarları ocak ayında temmuza göre daha yüksek bulunmuştur. Ocak ayında *C. carpio*'nun her iki bireyinde SFA'lar; *S. triostegus*'un her

iki bireyinde  $\Sigma$ MUFA'lar; *T. grypus*'un dişi ve erkek bireylerinde hem  $\Sigma$ SFA'lar hem de  $\Sigma$ MUFA'lar, temmuz ayına göre daha düşük bulunmuştur.

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

Çalışmamızda İnci Kefali'nde  $\Sigma$ SFA, analizlenen tüm aylarda her iki bireyde de  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA'dan daha az oranda bulunmuştur. Dişilerde kışın  $\Sigma$ PUFA, sonbaharda  $\Sigma$ MUFA; erkeklerde kış ve ilkbahar mevsiminde  $\Sigma$ PUFA, sonbaharda  $\Sigma$ MUFA yüksek bulunmuştur. Bu sonuç, her mevsimde balığın özellikle doymamış yağ asitleri bakımından zengin olduğunu göstermektedir.

#### 4.9.2. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerinin Kasındaki Total Lipidin Yağ Asidi İçeriğine Sıcaklığın Etkisi

Analizlediğimiz balıkları topladığımız dönemin ortalama sıcaklık değerleri; şubat 7 °C, nisan 12 °C, haziran ve ağustos 20 °C, ekim 15 °C ve aralık 5.5 °C.

Baskın SFA'lardan 16:0 ve buna bağlı olarak  $\Sigma$ SFA, analizlenen çoğu aylarda birbirine yakın bulunsa da her iki eşeyde bu bileşenlerin; sıcaklığın düştüğü (5.5 °C) ay olan aralığa oranla sıcaklığın yüksek olduğu (20 °C) ağustos ayında; 16:1n-7, 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA, şubat (7 °C) ayına oranla ekim (15 °C) ayında, erkek balıklarda EPA ve  $\Sigma$ PUFA sıcaklığın yüksek olduğu (20 °C) ağustos ayına oranla sıcaklığın düştüğü (5.5 °C) aralık ayında bir miktar artmıştır.

Balıklar poikloterm hayvanlardır, yani ortam şartlarına göre vücut ısısı değişen organizmalardır. Onun için tüm metabolik faaliyetlerde çevre sıcaklığının etkisi büyüktür. Yapılan çalışmalara göre, sıcaklığın yağ asidi metabolizması üzerine doğrudan etkili olduğu saptanmıştır. Balıkların değişen sıcaklıkla yağ asit metabolizmasını düzenleyerek çevreye uyum sağladıkları ve bu şekilde yaşamlarını sürdürebildikleri tespit edilmiştir. Balıkların ve diğer sucul canlıların yağ asit metabolizmasını ayarlayarak habitatlarına uyum sağlamaları önemli bir adaptasyon stratejisidir. Bunda enzim sistemlerinin önemli rolü vardır (Uysal 2000). Düşük sıcaklıkta yaşayan poikloterm hayvanların sinir ve diğer dokularının hücre zar fosfolipidleri yüksek sıcaklıkta yaşayan hayvanlara göre daha fazla doymamış yağ asidi içerir. Bu özellik, düşük sıcaklıkta balıkların hücre zarı geçirgenliğini ve vizkozitesini korumasında gereklidir (Farkas 1984, Cai ve Curtis 1990).

Farkas ve ark. (1980), sazanda çevresel sıcaklıktaki azalmaya tepki olarak total lipitlerin doymamışlığının artması olayını birkaç saat içinde gerçekleştirdiğini ileri sürdüler. Dokosaheksaenoik asit ve dolayısıyla  $\Sigma$ PUFA'lar soğuk dönemlerde artmış, sıcak dönemlerde ise azalmıştır. Bir n-3 yağ asidi olan DHA'nın soğuk dönemlerdeki artışı doğaldır. Zira bu bileşenin erime noktası düşüktür ve balıkların daha soğuk ortama adaptasyonu sağlanmış olur.

Kimi araştırmacılar; su sıcaklığının 19 °C'den kış periyodunda 6 °C'ye düşmesinin de uzun zincirli yağ asitlerinin sentezinde hızlı bir artışın meydana getirebildiğini belirtmişlerdir (Akpınar 1987a, 1988, Konar ve ark. 1999, Uysal ve Aksoylar 2005, Uysal ve ark. 2006).

Sıcaklığın da balıklarda beslenme, büyüme ve üreme gibi faaliyetler üzerinde önemli etkileri olduğu bilinmektedir. Sıcaklık arttığında doymamış yağ asitleri miktarında azalma, doymuş yağ asitlerinde ise artış gözlemlendiği iyi bilinen bir gerçektir (Akpınar ve Aksoylar, 1988).

35 °C'de doğal olarak yaşama yeteneğine sahip olan *G. rufa*'nın kas dokusu yağ asit bileşimine sıcaklığın, besinsel yağ asitlerinin ve açlığın etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada, 35 °C'de 20 ve 22 karbonlu doymamış yağ asitlerinin azaldığı, 24 °C'de ise bu yağ asitlerinin arttığı gözlemlenmiştir (Akpınar ve Aksoylar 1988).

*B. plebejus escherichi* ve *C. c. capoeta*'nın kas dokusunda  $\Sigma$ n-3 ve  $\Sigma$ n-6 formu PUFA ve EPA+DHA seviyeleri su sıcaklığının oldukça düşük olduğu ocak ayında temmuz ayında belirlenen seviyelerden önemli derecede yüksek olarak bulunduğu rapor edilmiştir (Uysal ve ark. 2008).

Su sıcaklığının yüksek olduğu yaz mevsiminde (24 °C)  $\Sigma$ SFA seviyelerinin karaciğerde *C. chalcoides*'te ilkbahardan (% 38.59) kışa doğru (6 °C) düştüğü belirlenmiştir (% 28.59). *L. cephalus*'ta ilkbahar (12 °C) ve yaz sezonunda farksız olduğu görülen  $\Sigma$ SFA'nın sonbaharda en yüksek seviyesine rastlanmıştır (% 43.38) ve kış periyodunda % 28.80 oranına kadar düşmüştür. *C. carpio*'da tüm mevsimlerde farklılık gösteren  $\Sigma$ SFA miktarlarının sonbaharda (19 °C) en düşük yüzdede olduğu (% 26.20) belirlenmiştir. İncelenen tüm türlerde kas dokusunda  $\Sigma$ SFA'nın en düşük miktarlarına kış periyodunda rastlanmıştır ve *C. chalcoides*'te % 28.97, *L. cephalus*'ta % 29.75 ve *C. carpio*'da ise % 30.77 olduğu belirlenmiştir (Görgün 2011).

Yapılan çalışmalar,  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ MUFA miktarlarının, sıcak mevsimlerde ve sıcak bölgelerde yaşayan balıklarda yüksek olduğunu vurgularken,  $\Sigma$ PUFA miktarlarının soğuk bölge ve soğuk mevsimlerde yüksek seviyelerde bulunduğunu bildirmektedir. Ayrıca toplam SFA ve PUFA'nın miktarları arasında mevsimlere göre ters bir ilişki olduğu görülmektedir (Jobling ve Bendiksen 2003, Kheriji ve ark. 2003, Uysal ve Aksoylar 2005, Uysal ve ark. 2008).

Daha önce yapılan birçok çalışmada;  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ MUFA'ların sıcak bölge ve mevsimlerde genellikle bol olduğu,  $\Sigma$ PUFA'ların ise soğuk bölge ve mevsimlerde daha fazla olduğu saptanmıştır (Dey ve ark. 1993, Skuladottir ve ark. 1990, Dutta ve ark. 1985). Balık lipitlerinin SFA içeriği, su sıcaklığının artmasıyla artmaktadır (Reiser ve ark. 1963).

Suudi Arabistan'daki balıklar  $\Sigma$ SFA bakımından zengindir (Tawfik 2009). Bu doğaldır. Çünkü sıcak sularda yaşayan balıklarda  $\Sigma$ SFA miktarı yüksektir (Ackman, 1989).

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). 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.

Verilerimiz bu sonuca uygunluk göstermektedir. Türkiye'nin diğer su kaynaklarına oranla daha soğuk olan Van Gölü'nden bir yıl boyunca iki ayda bir topladığımız İnci Kefali'nde yaptığımız tüm analizlerde  $\Sigma$ SFA;  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA'ya oranla hep düşük, çoğu aylarda en fazla  $\Sigma$ PUFA çıkmıştır. Bunun nedenlerinden birinin de su sıcaklığı olduğunu söyleyebiliriz. Zira böyle ortamlarda oksijen miktarı ile birlikte doymamış yağ asitlerinin miktarı da artış gösterir.

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'ta DHA'ün ve dolayısıyla  $\Sigma$ PUFA'ların soğuk dönemlerde arttığı, sıcak dönemlerde ise azaldığı belirlenmiştir. Diğer birçok balıkta olduğu gibi 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 (Kaçar 2010).

### 4.9.3. *Alburnus tarichi* Kasındaki Total Lipidin 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 tatlı su 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, EPA ve DHA fazla bulunurlar. Diatomeler; EPA bakımından zengindirler. Bu nedenle balık yağlarındaki EPA ve DHA oranları besine bağlıdır (Sargent 1997). Eikosapentaenoik asit ve DHA bakımından zengin fakat n-6 aşırı doymamış yağ asitleri 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.

Tatlı su algleri, Crustacea'ler ve sucul böcek larvaları, genellikle 18:2n-6, 18:3n-3 ve EPA bakımından zengindir. Bunlardan 22:5n-3 ve DHA, akuatik böceklerden ziyade Crustacea'larda bulunmuştur. Bu nedenle tatlı su balıklarının yağ asidi bileşiminde 18:2n-6 ve AA 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), DHA oranının, çoğunlukla balığın beslenmesi ve yaşıyla değiştiğini belirtmişlerdir.

Tatlı su balıklarının doku lipitlerinin yağ asidi kompozisyonu, besinsel yağların yağ asitlerinden etkilenirler. Doğal balıklardaki lipitlerin yağ asidi profil, akuatik besin zincirindeki yağ asidi içeriğini yansıtır. Algler, bazı tatlı su balıklarının erken yaşam safhalarındaki besinlerinde belirgin olarak yer alır. Genel olarak tatlı su alglerinin lipitleri, C18 PUFA'yı C20 ve C22 PUFA'ları 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 DHA ise nadir olarak bulunur. Aquatik böceklerin erginleri, larvaları veya nimfleri tatlı su balıkları için özellikle salmonidler için balıca besin kaynağıdır. Linoleik asit ve 18:3n-3 bu böceklerin PUFA'larında fazla miktarda bulunurlar. Ayrıca bu sucul besinlerinin total yağ asitlerinde, AA oranı % 7'ye, EPA 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, EPA ve DHA bakımından zengin,  $\sum$ n-6 PUFA'lar bakımından ise fakirdir. Sonuç olarak;  $\sum$ PUFA kompozisyonu bakımından tatlı su ve deniz balıkları arasındaki temel farklılıklar bunların besinlerindeki yağ asidi kompozisyonlarındaki farklılıklardan ileri gelmektedir (Henderson ve Tocher 1987).

Deniz balıklarındaki gibi, tatlı su balıklarının yağ asidi kompozisyonu da doğal besinlerinin lipidlerinden etkilenir (Henderson ve Tocher 1987, Steffens 1997). C18 PUFA'ları fazlaca içeren fakat C20 ile C22 PUFA'ları az içeren algler ile beslenen herbivor balıklarda fazlaca n-6 PUFA'lar ile kısa zincirli n-3 PUFA'lar bulunur (Henderson ve Tocher 1987). Karnivorlar, elongasyon ve desaturasyon basamaklarını tamamlayan balıkları tükedikleri için, uzun zincirli n-3 PUFA'lar bakımından zengin fakat linolenik asit bakımından fakirdirler. Omnivorlar, linolenik asit bakımından zengin iken uzun zincirli n-3 PUFA'lar 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 20 tatlı su balığında  $\sum$ n-6 PUFA'ların (% 2.43-26.2), total n-3 PUFA'ların (% 1-11) yüksek bulunmasının (Rahman ve ark. 1995), nedeni Malezya tropikal sularındaki organizmaların n-6 PUFA'lar 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 arttırılması reaksiyonları olabilir (Jeong ve ark. 2002).

Kimi balıklarda 16:1n-7'nin fazla olmasının nedeni besin olabilir. Örneğin Kaçar ve ark. (2010), Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. trutta*'nın dokularında total tekli doymamış yağ asitlerinden 16:1n-7 asidin oranını oldukça yüksek olarak tespit



etmişlerdir (kasta % 25.55, karaciğerde % 17.44). Benzer sonuçlar, Dicle Nehri'nden toplanan *C. trutta*'da da sapanmıştır (Satar ve ark. 2012).

Aslında 16:0 ve 16:1n-7 asitlerin yüksek oranları tatlı su balıkları için geneldir (Ackman 1967). Kaçar ve ark. (2010), *C. trutta*'daki 16:1n-7 asidinin, besinden gelebileceğini belirttiler. Zira, *C. trutta*'nın besinlerinin önemli bir kısmını bir tatlı su algı olan *Oscillatoria* ile Diatomeler oluşturmaktadır (Yılmaz ve Solak 1999). Bu fitoplanktonlar, 16:1n-7 asidi 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 (Farkas ve ark. 1978, Csengeri 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'dan birkaç kat fazla bulunduğu için n-3/n-6 oranı 1-4 arasında değişmiştir. Sonuç olarak aquatik böceklerle beslenen tatlı su balıklarının düşük n-3/n-6 oranına sahip olduğu öne sürülmüştür (Ahlgren ve ark. 1994).

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

Kültür ile karşılaştırıldığında, doğal balıklarda total SFA ve PUFA yüksek, total 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'sinde 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).

Fitoplanktonlar, temel yağ asitleri olan 18:2n-6 ve 18:3n-3 bakımından oldukça zengindirler (Jabeen ve Chaudhry 2011).

Giovanni ve ark. (2007) araştırmalarında *T. tinca*’nın yağ asidi kompozisyonuna besinlerin etkisini incelemiştir. Besin olarak, n-6 yağ asidi yönünden zengin olan keten tohumu yağı ve soya fasulyesi yağını kullanmışlardır. Balıkları 12 hafta boyunca bu besinlerle beslemiştir. Sonuçta besinlerdeki yağ asitlerinin balıkların kas dokusuna aynen yansıdıklarını gözlemlemiştir. N-6 yağ asidi oranı balıkların kas dokularında yüksek yüzdelerde bulunmuştur.

Yapılan çalışmalar sonucunda *Nitzschia* diatomunun heterotrofik türleri tanımlanmış ve bunlar en iyi EPA üreticileri olarak adlandırılmış, diğer taraftan Dinoflagetta’dan *Crptheodinium cohnii* ise en iyi DHA üreticisi olarak belirlenmiştir (Demirel ve Özpınar 2003).

Mute ve ark (1989), *C. albula*’nın beslendiği zooplanktonlar ile yağ asit bileşimini araştırmışlar *C. albula*’nın mide içeriğinden çıkartılan planktonların yağ asidi bileşimi ile *C. albula*’nın kasındaki yağ asitleri bileşimindeki total doymuş ve doymamış yağ asitleri oranının benzer bir konsantrasyon gösterdiğini bulmuşlardır

Palmitoleik asitinin yüksek oranı, tatlı su balıklarına has bir özelliktir (Ackman 1989). Mısır ve ark. (2013) İnci Kefali’nde 16:1n-7 oranını ortalama % 13.29 olarak bulmuşlardır.

İnci kefali üyesi bulunduğu sazangiller familyasındaki birçok balık gibi plankton ağırlıklı olarak beslenmektedir. Besinleri arasındaki fitoplankton ve zooplanktonların oranı balığın büyüklüğüne ve dönemlere göre değişme göstermektedir. Van Gölü tuzlu ve sodalı suları yüzünden biyolojik çeşitlilik açısından fakir bir ekosistemdir. Yapılan çalışmalara göre şimdiye kadar 103 tür fitoplankton, 36 tür zooplankton tespit edilmiştir (Selçuk 1993). Ancak inci kefali’nin biyolojisi ile ilgili yapılan çalışmalarda, örneklenen balıkların mide muhteviyatı analizleri sonucunda aslında İnci Kefali’nin Chrinomidler ve Copepodlar olmak üzere iki ana besin kaynağı olduğu kanaati oluşmuştur. İnci Kefali yavru ve genç balık döneminin başında daha çok fitoplanktonlarla beslenmektedir. Fitoplanktonlar arasında en çok tercih edilenler ise Diatomelerdir. Büyüdükçe günlük

dieti içindeki fitoplankton oranı azalırken, zooplankton oranı artmaktadır. Ergin balıklar ise daha çok Chrinomid ve Copepodları tercih etmektedir.

Zooplanktonlar içinde İnci Kefali'nin en önemli besin kaynağı Calonoid Copepodlardır. Özellikle kış aylarında yapılan çalışmalarda balıkların midesinin neredeyse tamamının Copepodlarla dolu olduğu görülmektedir (Akgül 1980, Selçuk 1993, Sarı 1997). Sonuç olarak İnci Kefali tipik bir plantivordur. Genç yaşlarda daha çok fitoplanktonla, ileri yaşlarda ve özellikle kış aylarında daha çok zooplanktonlarla beslenmektedir.

İnci Kefali kas dokusu yağ asitlerine besinin etkisini belirlemek için kontrollü deneyler yapmak gerekebilir. Çalışmamızda, hem balığın sentezlediği hem de dışarıdan besinle almak zorunda olduğu yağ asitleri oranının analizlenen tüm aylarda çok önemli farklar göstermediğini belirledik. Daha önce kimi çalışmalarda olduğu gibi (Kaçar ve ark. 2010, Satar ve ark. 2012, Görgün ve ark. 2014), çalışmamızda da 16:1n-7 yüksek oranda (dişilerde ortalama % 13.28, erkeklerde % 13.16) saptanmıştır. Kaçar ve ark (2010) ile Satar ve ark. (2012) bu bileşenin besinden ileri geldiğini ileri sürdüler. Ancak, analizlediğimiz tüm aylarda bu yağ asitini yüksek oranda belirlediğimizden dolayı, besinden gelmediğini, balığın bu bileşeni sentezleme yeteneğinin yüksek olduğunu söyleyebiliriz. Örneğin Görgün ve ark. (2014) aynı gölden (Tödürge) topladıkları *C. sieboldii*'de 16:1n-7'yi % 17, *C. baliki*'de % 7 buldular. Ayrıca Kaçar ve ark. (2010), Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. trutta*'da saptadıkları yüksek 16:1n-7 oranını, aynı yerden topladıkları diğer balıklarda saptamadılar (Kaçar 2010).

Ackman'ın (1989) belirttiği gibi 16:1n-7 asitinin yüksek oranı, tüm tatlı su balıkları için değil kimilerine has bir özelliktir. İnci Kefalinde 16:1n-7 oranının her zaman yüksek olması, balığın besin değerini artırmaktadır. Çünkü bu bileşen, kötü kolesterolü düşürür ve damarlarda yağ birikimini önler.

Her ne kadar balık kasındaki EPA ve DHA gibi PUFA'ların miktarı, besine bağlı (Sargent 1997) ise de analizlediğimiz tüm aylarda bu yağ asitlerini yüksek oranda (EPA, ortalama olarak dişilerde % 11.60, erkeklerde % 10.93; DHA, dişilerde ortalama % 12.61, erkeklerde % 12.67) belirledik. Bu bulgu İnci Kefali'nin EPA ve DHA'yı sentezleme yeteneğinin oldukça yüksek olduğunu göstermektedir.

##### 4.9.4. *Alburnus tarichi* Kasındaki Total Lipidin Yağ Asidi İçeriğine Eşeyin Etkisi

Daha önce yapılan çalışmada, *P. altivelis* 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).

Sudakta, yağ asitleri oranı ve yağ asidi sınıfları (SFA, UFA, MUFA, PUFA, n-3 ve n-6) eşeyler arasında farklı bulunmamıştır (Uysal ve Aksoylar 2005).

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 PUFA yüzdesinin dişilerde daha fazla olması (% 15.14 erkekte % 11.54) yumurta yapımında kullanılmaları nedeniyledir (Akpınar 1987). Bu çalışma verileriyle dişi ve erkek *C. carpio*'ların kas dokusu yağ asidi bileşiminin kantitatif yönden farklı olmadığı saptanmıştır (Akpınar 1987a).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*'nun her iki eşeyinde yapılan analiz sonucunda kantitatif yağ asidi içeriği bakımından fark saptanmamıştır (Kaçar 2010).

Yaptığımız çalışmada da *A. tarichi*'de erkek ve dişi bireylerde kas total yağ asidi içeriği benzer bulunmuştur. Çünkü, SFA, MUFA ve PUFA'lar ile bireysel yağ asitlerinden 16:0, 18:0, 18:1n-9, 16:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3, AA, EPA, 22:5n-3 ve DHA yağ asitlerinin değişik dönemdeki dağılımlarının benzer oldukları saptanmıştır.

##### 4.10. *Alburnus tarichi* Kas Total Lipitlerinde N-3/n-6 Oranı

*A. tarichi* dişi bireylerinde n-3/n-6 oranı 3.61 (şubat)-4.77 (aralık) ortalama 3.97; erkeklerde 3.50(şubat)- 4.41(aralık) ortalama 3.88 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.3 ve 4.4). Van Gölü'nde topladığımız İnci Kefali'nde her iki eşeyde de n-3/n-6 oranı birbirine benzer bulunmuştur. Bu oranın en yüksek ve düşük değerleri her iki eşeyde de aynı aylarda belirlenmiştir.

Lipitlerdeki 18:2n-6, 20:3n-6, AA gibi yağ asitlerinin toplam yüzdesi n-6'yı, 18:3n-3, EPA, 22:5n-3 ve DHA 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'ların alınımı arasındaki denge daha önemlidir. Zira 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 (Calder 2004, Kris- Etherton ve ark. 2002, Ulbricht ve Southgate 1991). 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 AA ve EPA'nın 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). Simopoulos (1989), n-3/n-6 oranının 1:1 olmasını önermektedir.

İnsanlar için besinlerdeki n-6/n-3 PUFA'ların oranının yaklaşık olarak 1 olması önerilir, oysaki günümüzde Batılı beslenme tarzında bu oran 15/1'dir. Bu değer yüksek olması, kardiyovasküler ve inflamatör hastalıkların oluşmasını sağlar (Simopoulos 2002). 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), tatlı su 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).

Tatlı su balıkları içerisinde, alabalıklar n-3 yağ asitlerini fazla oranda içerdikleri için, n-3/n-6 oranları diğer tatlı su 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).

Aynı su kaynağından toplanan balık türlerinde bile n-3/n-6 farklı olabilmektedir (Kaçar 2010). Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan tatlı su balıklarında n-3/n-6 oranının türler arasında farklı olduğu tespit edilmiştir. Analizlenen *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*'ta 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, analiz ettiğimiz balık türleri arasında farklılık göstermiştir. Örneğin, *T. grypus*'un her iki eşeyinde en yüksek oran kasım, *S. triostegus*'ta temmuz ayında bulunmuştur.

Tropikal bölgelerde yaşayan balıklarda, n-3/n-6 oranının düşük olduğu göze çarpmaktadır. Malezya'da analizi yapılan yirmi tatlı su 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) olarak belirlenmiştir (Rahman ve ark. 1995).

Etiyopya'da sekizi tropikal olmak üzere toplam elli tatlı su 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 tatlı su balıklarında 0.24-0.40 arasında bulmuşlardır. Afrika'da tatlı su balıklarından *C. gariepinus*'ta n-3/n-6 oranı, 0.39 *T. zillii*'de 2.70 olarak belirlenmiştir (Osibona ve ark. 2009). Bu veriler, balıklardaki n-3/n-6 oranına coğrafik bölgenin etki ettiğini göstermektedir.

Sazan türlerinde n-3/n-6 oranı 2-3 arasında değişmiştir (Steffens ve Wirth 2005). Çalışılan on iki Avrupa Cyprinid türlerinde n-3/n-6 oranı 0.6-3.7 arasında değişmiştir (Vácha ve Tvrzická 1994, Sýkora ve Valenta 1979).

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 n-3/ n-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).

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 (Kaçar 2010).

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.

*C. sieboldii*'nin kas total lipitinde n-3/n-6 oranı 2.52; *C. baliki*'de 3.79 olarak saptanmıştır (Görgün ve ark. 2014).

Eylül- kasım 2012- ocak 2013 tarihlerinde toplanan İnci Kefali'nde üç aylık ortalama n-3/n-6 oranı 3.70 olarak saptanmıştır (Mısır ve ark. 2013). Akdenizden toplanan bir kefal türü olan *L. Carinata*'da bu oranı 3.15 (Küçükgülmez ve ark. 2011) *M. cephalus*'ta 8.33 (Özoğul ve Özoğul 2007a), Dicle Kefali *L. abu*'da 0.67 Cengiz ve ark (2010) olarak saptanmıştır.

Çalışmamızda İnci Kefali Balığı'nda dişi bireylerinde n-3/n-6 oranı 3.61 (şubat)- 4.77 (aralık) ortalama 3.97; erkeklerde 3.50 (şubat)- 4.41(aralık) ortalama 3.88 olarak bulunmuştur. Bir yıl boyunca belirlenen bu değerler, daha önce İnci Kefali'nde üç aylık ortalamada bulunan n-3/n-6 oranı ile uyum içindedir. Saptadığımız bu oranlar, birçok tatlı su balığı ve alabalıklardan (Akpınar ve ark. 2009) oldukça yüksektir. Van Balığı'nda bu oranın yüksek olmasının en önemli nedeni n-3 yağ asitini oluşturan bileşenlerden EPA ve DHA'nın yüksek; n-6 oluşturan başlıca bileşen olan AA, 20:3n-6 ve 18:2n-6'nın düşük olmasıdır. Yüksek n-3/n-6 oranı İnci Kefali'nin besinsel değerini bir kat daha artırmaktadır. Zira bu oran balık yağlarının besinsel değerini karşılaştırmak için kullanılmaktadır.

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 tatlı su 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).

#### 4.11. Deniz ve Tatlı su Balıklarında N-3/n-6 Oranı

Desaturaz (doymamışlık derecesinin artırılması) enzim aktivitesi ve zincir uzaması (elongasyon) reaksiyonları, deniz balıklarına göre tatlı sularda  $\sum$ n-3 PUFA'yı düşürürken  $\sum$ n-6 PUFA'yı yükseltmekte dolayısıyla tatlı su balıklarında n-3/n-6 oranı karakteristik olarak deniz balıklarından daha düşük çıkmaktadır (Borlongan ve Benitez 1992).

Henderson ve Tocher (1987), tatlı su 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, tatlı su balıklarının önemli oranda n-3 PUFA 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'lardan oldukça fazla belirlenmiştir (Ahlgren ve ark. 1994).

#### 4.12. N-3/n-6 Oranına Mevsimin Etkisi

Farklı su kaynaklarından alınan aynı tür balığın n-3/n-6 oranı farklı olabilmektedir. Örneğin, Çek Cumhuriyeti'nde *C. carpio*'nun 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.

*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).

Sudakta, 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 saptanmıştır. 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).

İki farklı su kaynağından toplanan *C. c. umbla*'da n-3/n-6 oranı farklı bulunmuştur. Örneğin, n-3/n-6 oranı, Tuzla Çayındaki *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).



*S. lucioperca*'da, n-3/n-6 oranı ilkbaharda 1.49, sonbaharda 1.45, kışın 1.22 ve yazın en düşük değer olan 0.72 (Güler ve ark. 2007); *V. v. tenella*'da ise bu oran ilkbaharda 1.45, yazın 1.15, sonbaharda 1.2 ve kışın 1.4 olarak saptanmıştır (Kalyoncu ve ark. 2009).

Atatürk Baraj Gölü'nde çalışılan üç balık türünün dişi bireylerinde en düşük n-3/n-6 oranı mart ayında saptanmıştır. En yüksek değer 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 (Kaçar 2010).

Bir yıl boyunca analizlenen *S. triostegus*'un dorsal kasının total lipitinde n-3/n-6 oranı 1.03 (sonbahar)- 2.47 (ilkbahar) arasında bulunmuştur (Cengiz ve ark. 2012).

*C. trutta*'nın dorsal kas total lipitinde, total lipitin n-3/n-6 oranları bahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde sırasıyla 3.20, 4.11, 1.69 ve 1.45 olarak saptanmıştır (Satar ve ark. 2012).

Araştırmamızda İnci Kefali'nin dişi bireylerinde n-3/n-6 oranı 3.61 (şubat)- 4.77 (aralık) ortalama 3.97; erkeklerde 3.50 (şubat)- 4.41 (aralık) ortalama 3.88 olarak bulunmuştur. Bu oranın her iki eşeyde de aynı dönemlerde azalıp arttığı belirlenmiş olsa da, mevsimin n-3/n-6 oranına çok önemli etki yapmadığını söyleyebiliriz. Zira analizlenen farklı aylarda bu oran genellikle yakın bulunmuştur (Çizelge 4.3 ve 4.4).

#### 4.13. N-3/n-6 Oranına Besinin Etkisi

Diatomeler; EPA bakımından zengindirler. Bu nedenle balık yağlarındaki EPA ve DHA oranları besine bağlıdır (Sargent 1997).

Elli altı tatlı su 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 (balık ve böcek larvaları ile besleniyorlardı) olanlardı (Ahlgren ve ark. 1994).

Sudaklar karnivor balıklardır ve karnivorlar, zincir elongasyon ve desaturasyonu tamamlayan diğer balıkları tükettiklerinden dolayı uzun zincirli n-3 PUFA'lar bakımından zengin, fakat  $\alpha$  linolenik asit bakımından fakirdirler (Güler ve ark. 2007). Karnivor balıklar, n-3 PUFA'ları besinden hazır olarak alırlar.

Kaçar (2010) yaptığı çalışmada, en yüksek n-3/n-6 oranı karnivor bir balıkta değil omnivor olan *T. grypus*'ta saptamıştır. 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 bulmuştur.

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,  $\sum n-3$  PUFA 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.

Kaçar (2010), omnivor beslenme özelliğine sahip olan Cyprinidlerin önemli derecede n-3/n-6 oranına sahip olduğunu belirtmiştir.

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).

İnci Kefali'nin besin çeşidi her ne kadar yazın ve kışın farklılık gösterse de, balıkta belirlediğimiz n-3/n-6 oranı tüm mevsimlerde birbirine yakın değerlerde olduğu için bu orana besinin çok önemli bir etki yapmadığını söyleyebiliriz.

#### **4.14. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerinin Karaciğer Total Lipidindeki Yağ Asidi İçeriği**

Doymuşlar içinde baskın bulunan 16:0 her iki bireyde % 12.25 ile 20.44 arasında değişti. Bu bileşen, ağustos ayında artmış, üreme sonrası dönemde (ekim) ise azalmıştır.

Diğer bir doymuş yağ asiti olan 18:0 miktarı, dişi bireylerde haziran, erkek bireylerde ise üremeden sonra ekim ayında artmıştır.  $\sum SFA$ 'nın; özellikle 16:0'a bağlı olarak yaz mevsimini temsil eden haziran ve ağustos aylarında artış gösterdiği saptanmıştır.

Tekli doymamışlardan 16:1n-7'nin; dişilerde üreme döneminden hemen sonra ağustosta erkeklerde nisan ayında arttığı, her iki eşeyde bu bileşenin üreme dönemi sonu olan ekim ayında azalma gösterdiği saptanmıştır. Oleik asit oranı, her iki bireyde üreme başlangıcı (nisan) azalan bu bileşen bu aydan sonra artış göstermiş ve ekim ayında en yüksek yüzdeye (dişilerde % 36.94, erkeklerde % 35.55) ulaşmıştır (Çizelge 4.5 ve 4.6).

Erkek bireylerde şubat (üreme öncesi) dişilerde üreme dönemi olan nisan ve haziran aylarında azalan  $\Sigma$ MUFA'ların her iki bireyde 18:1n-9 dan dolayı üreme dönemi sonu olan ekim ayında arttığı belirlenmiştir. Çoklu doymamışlardan 18:2n-6'nın, her iki bireyde üreme sonrası ağustos ayında azalıp daha sonra arttığı, 18:3n-3 oranının ise yaz döneminde azaldığı belirlenmiştir. 18:2n-6 ve 18:3n-3 yüzdeleri daha sıcak bir dönem olan ağustos ayında azalma göstermiştir.

Yirmi karbonlu çoklu doymamışlardan AA oranının balıklarda daha soğuk dönem olan aralık ve şubat aylarında artış gösterdiği, EPA, 22:5n-3 ve DHA ve bunlara bağlı olarak  $\Sigma$ n-3 ve  $\Sigma$ PUFA'ların her iki eşeyde üreme dönemi sonu olan ağustos ve ekim döneminde azaldığı ve daha sonra artış gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 5 ve 6). N-3/n-6 oranının, her iki eşeyde üreme dönemi başlangıcı olan nisan ayında arttığı, üreme döneminden sonra (ekim ve aralık) azaldığı belirlenmiştir.

Analizlenen ayların çoğunda en çok  $\Sigma$ MUFA (dişilerde ortalama % 42.68, erkeklerde % 45.99) saptanmıştır.  $\Sigma$ MUFA'yı  $\Sigma$ PUFA ( dişilerde ortalama % 32.43, erkeklerde % 31.61) izlemiştir.  $\Sigma$ SFA diğerlerine oranla daha az (dişilerde % 24.89, erkeklerde % 22.40) bulunmuştur.

Bireysel yağ asitleri içinde  $\Sigma$ SFA'da en çok 16:0 (dişilerde ortalama % 15.58, erkeklerde % 14.22)  $\Sigma$ MUFA'da 18:1n-9 (dişilerde ortalama % 27.24, erkeklerde % 28.79 ve  $\Sigma$ PUFA'dan EPA (dişilerde ortalama % 10.24, erkeklerde % 9.39) ve DHA (dişilerde ortalama % 10.00, erkeklerde % 9.70) bulunmuştur (Çizelge 4.5 ve 4.6).

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.5** Dişi *Alburnus tarichi*'nin karaciğer total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	3.16±0.24a	3.72±0.81a	4.78±0.43a	3.97±0.42a	2.29±0.78a	3.13±0.83a	3.51±0.35a
15:0	0.32±0.04a	0.29±0.01a	0.44±0.09b	0.33±0.03a	0.26±0.03a	0.31±0.02a	0.33±0.02a
16:0	12.25±0.89a	13.93±2.48a	19.02±3.00b	19.62±0.81b	15.53±1.71a	13.14±0.76a	15.58±1.26a
17:0	0.64±0.11a	0.90±0.23a	0.46±0.15a	0.32±0.07b	0.44±0.14a	0.69±0.09a	0.58±0.09a
18:0	4.02±0.11a	3.80±0.16a	6.73±1.27b	3.76±0.68a	6.46±0.29b	4.61±0.56a	4.90±0.55a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>20.40±1.14a</b>	<b>22.64±1.61a</b>	<b>31.43±4.13b</b>	<b>28.00±0.83b</b>	<b>24.99±0.92a</b>	<b>21.89±0.38a</b>	<b>24.89±1.70a</b>
16:1n-7	13.31±0.40a	15.62±1.08a	14.01±2.51a	17.47±1.48b	14.84±0.42a	13.68±1.63a	14.82±0.63a
18:1n-9	26.24±4.04a	20.72±2.49b	22.96±0.66a	29.87±1.55a	36.94±3.93c	26.68±1.31a	27.24±2.33a
20:1n-9	0.83±0.06a	0.61±0.13a	0.62±0.12a	0.07±0.02b	0.80±0.04a	0.81±0.05a	0.62±0.12a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>40.39±3.66a</b>	<b>36.95±3.69a</b>	<b>37.59±3.06a</b>	<b>47.41±0.15b</b>	<b>52.58±4.36b</b>	<b>41.17±2.36a</b>	<b>42.68±2.49</b>
18:2n-6	2.56±0.43a	2.39±0.61a	1.99±0.52a	1.83±0.13a	2.92±0.24a	2.67±0.19a	2.39±0.17a
18:3n-3	1.57±0.09a	1.26±0.39a	0.68±0.21b	0.98±0.07b	1.25±0.13a	1.57±0.18a	1.22±0.14a
20:2n-6	0.58±0.07a	0.51±0.05a	0.43±0.06a	0.12±0.02b	0.30±0.09c	0.51±0.04a	0.41±0.07a
20:3n-6	1.00±0.10a	0.86±0.04a	0.57±0.14b	0.54±0.04b	0.53±0.10b	0.88±0.03a	0.73±0.08a
20:4n-6	3.15±0.07a	2.48±0.35a	2.43±0.32a	1.80±0.24b	1.80±0.27b	3.19±0.42a	2.48±0.25a
20:5n-3	12.38±0.77a	14.31±0.63a	9.75±2.85b	7.78±1.01b	6.44±2.19b	10.77±0.89a	10.24±1.19a
22:5n-3	6.47±0.31a	5.83±0.09a	5.19±1.19a	3.34±0.18b	3.52±1.06b	5.43±0.44a	4.96±0.52a
22:5n-3	11.49±1.82a	12.77±3.04a	9.94±1.05a	8.20±0.17b	5.66±1.30b	11.94±1.71a	10.00±1.09a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>39.21±2.62a</b>	<b>40.42±2.08a</b>	<b>30.98±5.74b</b>	<b>24.58±0.92c</b>	<b>22.43±5.23c</b>	<b>36.95±2.43a</b>	<b>32.43±3.13b</b>
Σn-3	31.92±2.79a	34.17±2.44a	25.55±4.89b	20.30±1.17c	16.87±4.62c	29.71±2.27a	26.42±2.77b
Σn-6	7.30±0.20a	6.25±0.36a	5.42±0.90b	4.29±0.33b	5.56±0.67b	7.24±0.31a	6.01±0.47a
n-3/n-6	4.37	5.54	4.71	4.73	3.03	4.11	4.40

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

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

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

**Çizelge 4.6** Erkek *Alburnus tarichi*'nin karaciğer total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	2.18±0.35a	3.56±0.71b	4.06±0.27b	3.74±0.48b	2.19±0.41a	3.08±0.45a	3.14±0.33a
15:0	0.25±0.01a	0.29±0.01a	0.28±0.01a	0.37±0.08b	0.38±0.10b	0.28±0.01a	0.31±0.02b
16:0	12.25±0.38a	12.71±2.30a	12.93±0.86a	20.44±0.82b	14.68±0.65a	12.28±0.67a	14.22±1.30a
17:0	0.50±0.05a	0.74±0.32a	0.72±0.07a	0.18±0.07b	0.41±0.08a	0.66±0.10a	0.54±0.09a
18:0	3.72±0.30a	3.05±0.10a	4.21±0.50a	3.56±0.48a	6.24±0.77b	4.41±0.30a	4.20±0.45a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>18.90±0.37a</b>	<b>20.35±1.17a</b>	<b>22.21±0.03a</b>	<b>28.30±1.16b</b>	<b>23.91±1.59a</b>	<b>20.71±0.51a</b>	<b>22.40±1.37a</b>
16:1n-7	13.56±0.59a	21.23±0.39b	16.22±0.38a	18.87±0.46a	15.04±0.66a	14.21±0.93a	16.52±1.21a
18:1n-9	24.23±2.38a	24.49±0.80a	25.03±1.92a	33.89±2.37b	35.55±4.70b	29.53±0.50b	28.79±2.05a
20:1n-9	0.73±0.06a	0.64±0.06a	0.64±0.08a	0.11±0.02b	1.07±0.15c	0.92±0.13a	0.68±0.13a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>38.52±2.79a</b>	<b>46.37±1.24b</b>	<b>41.88±1.93a</b>	<b>52.87±2.02b</b>	<b>51.66±5.21b</b>	<b>44.66±0.53a</b>	<b>45.99±2.27a</b>
18:2n-6	2.19±0.15	2.56±0.65a	2.41±0.30a	1.29±0.27b	2.38±0.11a	2.86±0.36a	2.28±0.22a
18:3n-3	1.29±0.06a	1.41±0.37a	1.22±0.13a	0.85±0.27b	1.29±0.11a	1.70±0.15a	1.29±0.11a
20:2n-6	0.53±0.01a	0.42±0.01a	0.42±0.05a	0.14±0.05b	0.43±0.07a	0.52±0.01a	0.41±0.06a
20:3n-6	1.19±0.13a	1.11±0.18a	0.89±0.07a	0.54±0.09b	1.14±0.27a	0.88±0.06a	0.96±0.10a
20:4n-6	3.37±0.26a	1.50±0.22b	2.09±0.04a	2.18±0.72a	1.96±0.36a	2.78±0.34a	2.31±0.27
20:5n-3	11.36±0.75a	12.37±2.90a	12.76±0.19a	5.31±1.68b	5.19±1.29b	9.36±1.10a	9.39±1.39a
22:5n-3	7.91±0.70a	5.62±0.19a	5.86±0.57a	2.29±0.58b	4.23±0.53b	5.66±0.22a	5.26±0.77a
22:6n-3	14.73±2.06a	8.31±1.35b	10.25±1.61a	6.23±0.92b	7.80±1.62b	10.87±1.29a	9.70±1.22a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>42.58±2.60a</b>	<b>33.29±2.41b</b>	<b>35.90±1.90b</b>	<b>18.83±2.48c</b>	<b>24.43±3.68c</b>	<b>34.63±0.58b</b>	<b>31.61±3.49b</b>
Σn-3	35.29±2.37a	27.71±1.73b	30.09±2.14a	14.68±2.89c	18.52±3.28c	27.59±0.47b	25.64±3.12b
Σn-6	7.29±0.27a	5.58±0.69a	5.82±0.25a	4.15±0.41b	5.92±0.42a	7.04±0.11a	5.97±0.46a
n-3/n-6	4.84	4.97	5.17	3.53	3.13	3.92	4.29

\*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.

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. Bu nedenle, doğal şartlar altında kendi doğal ekosistemlerinde yaşayan balıkların kas ve karaciğer gibi dokuların lipit içeriği ile yağ asitlerinin analizi; balıkların lipit ihtiyaçlarının belirlenmesinde değerli bilgiler vermektedir (Rinco'n-Sa'nchez ve ark. 1992).

Yağsız balıklar; kendi 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). Fakat yağlı balıklar, kendi yağlarını kaslarında depo ederler (Gurr 1992). Onların etleri sarı gri pembe ve diğer renklerden dolayı pigmentlidir.

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. 1972).

Günümüzde, balık ve balık yağlarına içerdikleri PUFA'lardan 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. (Kiesling ve ark. 2001, Rodriguez ve ark. 2004).

Yapılan analizler genellikle besini oluşturan balık kasını oluşturur. Fakat balık karaciğeri de; uzun zincirli PUFA'ların başlıca organı olup fazla analiz edilmemiştir (Ackman ve ark. 2002).

Tatlı su levreğinin karaciğer yağ asidi içeriğinde,  $\Sigma$ SFA, % 25.2;  $\Sigma$ MUFA, % 12.5;  $\Sigma$ PUFA, % 62.3;  $\Sigma$ n-3, % 48.3;  $\Sigma$ n-6, % 14.0 olarak bulunmuştur (Agren ve ark., 1987).

Agren ve ark. (1987), mart ayında karaciğer total yağ asidi içeriğinin *P. fluviatilis*'de % 74.8'ini, *C. albula*'da % 77.5'ini ve *O. mykiss*'de % 77.9'unu doymamış yağ asitlerinin oluşturduğunu saptamışlardır. Karaciğer yağ asidi bileşiminin Tuna balığında % 88.2'sini (Bishop

ve ark. 1976), mersin balığında % 74.9'unu (Ackman ve ark. 1975) doymamış yağ asitlerinin oluşturduğu bildirilmiştir.

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 J-M ve ark. 2002).

Çoruh Havzası Kazandere Çayı olgun Dere Alabalığı (*S. t. labraks*)'nda farklı dokuların (kas, karaciğer, gonad, adipoz) yağ asiti kompozisyonları karşılaştırılmıştır. Palmitoleik ve 18:1n-9 yüzdeleri, kas ve karaciğerde aynı, gonatta ise farklı bulunmuştur. Arakidonik asit en çok karaciğerde daha sonra gonatta birikmiştir. DHA; kasta % 21, karaciğerde % 18, gonatta ise % 15.5 olarak bulunmuştur. Karaciğerde 16:0, % 21.09; 18:1n-9, % 20; AA, % 3.3; 22:5, % 2.8; DHA, % 18;  $\Sigma$ SFA, % 32.14;  $\Sigma$ MUFA, % 27.73;  $\Sigma$ n-3 PUFA, % 26.57;  $\Sigma$ n-6 PUFA, % 3.07; n-3/n-6, 7.76 olarak belirlenmiştir (Aras ve ark. 2003).

Balıkların kasında olduğu gibi karaciğer lipitlerinde, major yağ asitleri benzerlik gösterir. Analizlenen birçok balıkta doymuş yağ asitleri içinde en çok 16:0, tekli doymamışlar içinde 18:1n-9, çoklu doymamışlar içinde ise DHA ve EPA bulunmaktadır. Ancak karaciğerdeki kantitatif yağ asiti 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; AA, % 6; EPA, % 1.56; DHA, % 10;  $\Sigma$ SFA, % 54;  $\Sigma$ MUFA, % 15.7;  $\Sigma$ PUFA, % 31.1; 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; AA, % 4.3; EPA, % 5.0; 22:5n-3, % 2.6; DHA, % 11.6;  $\Sigma$ n-3 PUFA, % 27.2;  $\Sigma$ n-6 PUFA, % 10.6; 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, EPA ve DHA yüzde dağılımda en fazla bulunan yağ asitleri oldukları saptanmıştır. Arakidonik asit yüzdesi ise düşük bulunmuştur (Kminkova ve ark. 2001).

*Acipenser oxyrhynchus*'un karaciğer yağ asit bileşiminin % 25.1'ini doymuş yağ asitlerinin oluşturduğu saptanmıştır (Ackman ve ark. 1975). Agren ve ark. (1987), *P. fluviatilis* ve *C. albula* karaciğerinde bulunan doymuş yağ asitleri oranını araştırmışlar ve gonad

gelişiminin tamamlandığı dönemde sırasıyla % 24.4, % 27.2; üremeden sonra henüz gonad gelişimin başlamadığı dönemde ise % 27.6, % 25.3 olduğunu tespit etmişlerdir.

*Gadus morhua* karaciğerinde bulunan doymuş yağ asitleri oranı, karaciğer yağ içeriğinin en yüksek olduğu kasım ayında erkeklerde % 20, dişilerde % 19.8 ve karaciğer yağ içeriğinin en düşük olduğu mayıs ayında ise erkeklerde % 20.8, dişilerde % 18.1 olarak bulunmuştur (Jangaard ve ark. 1967).

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 bulundu. MUFA'lardan en fazla 16:1n-7 ve 18:1n-9, SFA'lardan en fazla 16:0, 18:0 ve PUFA'lardan en fazla EPA ile DHA tespit edilmiştir (Kaçar ve ark. 2010a). Bir başka çalışmada, aynı baraj gölünden toplanan üç balık türünden 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. Analiz edilen üç balık türünde de kantitatif olarak farklı sonuçlar saptanmıştır (Kaçar 2010). Araştırmacı, balıklarda mevsime bağlı olarak,  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA oranlarını değişik belirlese de, aynı yağ asitlerini baskın olarak saptamıştır.

Tödürge Gölü'nden *C. sieboldii* ve *C. baliki* balıklarının karaciğerindeki total lipitlerin yağ asiti içeriğinde major olarak belirlenen başlıca yağ asitleri ve oranları (ilk veri *C. sieboldii*, ikinci veri *C. baliki*'ye ait olmak üzere); 16:0 % 16.24 - 15.83,  $\Sigma$ SFA % 29.26-27.23, 16:1n-7 % 16.17-9.29, 18:1n-9 % 21.13-23.6,  $\Sigma$ MUFA % 38.14-33.67; AA % 5.06-1.40; EPA % 9.37-12.00, DHA % 7.24-9.45,  $\Sigma$ n-3 PUFA % 23.22-31.09,  $\Sigma$ n-6 PUFA % 8.03-7.40;  $\Sigma$ PUFA % 32.60-38.44 olarak belirlenmiştir (Görgün ve ark. 2014).

Çalışmalarda da görüldüğü gibi balıkların baskın bulunan karaciğer yağ asitleri kastaki gibi benzer ancak, balığın deniz ve tatlı su balığı olması, sıcaklık, üreme gibi faktörlerin kantitatif yağ asiti içeriğine etki ettiğini görmekteyiz. Örneğin deniz balıklarında doymamış yağ asitlerinin, ılıman su kaynaklarında yaşayanlarda doymuş yağ asiti yüzdelerinin fazla olduğunu söyleyebiliriz. Diğer çalışmalarda olduğu gibi İnci Kefali karaciğerinde de doymuş yağ asitlerinden 16:0 (dişilerde ortalama % 15.58, erkeklerde % 14.22), tekli doymamışlardan 18:1n-9 (dişilerde ortalama % 27.24, erkeklerde % 28.79), çoklu doymamışlardan EPA (dişilerde ortalama % 10.24, erkeklerde % 9.39) ve DHA (dişilerde ortalama % 10.00, erkeklerde % 9.70),  $\Sigma$ SFA dişilerde



ortalama % 24.89, erkeklerde % 22.40,  $\Sigma$ MUFA dişilerde ortalama % 42.68, erkeklerde % 45.99,  $\Sigma$ PUFA dişilerde ortalama % 32.43, erkeklerde % 31.61 olarak belirlenmiştir. Analizlerimizde baskın MUFA'lardan sadece 18:1n-9 değil *C. trutta* (Kaçar ve ark. 2010) ve *C. sieboldii* (Görgün ve ark. 2014) balık türlerinde de olduğu gibi, 16:1n-7 de önemli oranda (dişilerde ortalama % 14.82, erkeklerde % 16.52) bulunmuştur. Balık karaciğer total yağ asitlerinin analizinde  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA yüzdelerinin genellikle farklı olduğu kimi türlerde  $\Sigma$ SFA, kimilerinde  $\Sigma$ PUFA, kimilerinde ise  $\Sigma$ MUFA baskın olarak tespit edilmiştir. *A. tarichi*'de yaptığımız analizlerin ortalama değerleri alındığında en çok  $\Sigma$ MUFA saptanmıştır. Bunun nedeni, araştırmamızda kas dokusunda olduğu gibi karaciğerde de tekli doymamış yağ asitlerinden 16:1n-7'yi yüksek oranda bulmamızdır. Bu sonuç, *C. trutta* (Kaçar ve ark. 2010) ve *C. sieboldii* (Görgün ve ark. 2014) balıklardan elde edilenlere uygunluk göstermektedir.

#### 4.15. 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.

Tödürge Gölü'nden toplanan *C. sieboldii* karaciğer total yağ asitlerinde n-3/n-6 oranı 2.89, *C. baliki*'de 4.20 olarak saptanmıştır (Görgün ve ark. 2014).

Çalışmamızda İnci Kefali'nde karaciğer total yağ asitlerinde n-3/n-6 oranı dişilerde 3.03-5.54, ortalama 4.40; erkeklerde 3.13-5.17, ortalama 4.29 olarak saptanmıştır. Balıkların karaciğer total yağ asitlerindeki n-3/n-6 oranı, n-3 yağ asitlerinden 18:3n-3, EPA, 22:5n-3 ve DHA; n-6 yağ asitlerinden 18:2n-6, 20:3n-6 ve AA miktarına bağlıdır. Veriler, karaciğer total lipitlerindeki n-3/n-6 oranının, aynı gölden toplanan balık türleri arasında bile farklı olabileceğini göstermektedir (Görgün ve ark. 2014).

Yapılan çalışmalarda, balık karaciğeri lipitlerindeki yağ asiti içeriğine eşeyin ve mevsimin dolayısıyla üreme periyodunun etki ettiği saptanmıştır.

#### 4.16. Karaciğer Total Yağ Asidi İçeriğine Mevsim ve Eşeyin Etkisi

Karaciğer, gonad gelişimi ve olgun gametlerin oluşturulmasında kullanılacak lipitin büyük bir kısmını depo ederek, bunları gonadlara iletir. Ancak üreme için gerekli enerji daha çok kas dokusundaki lipitlerden sağlanmaktadır. Bu nedenle üreme evresinde,

karaciğer ve kas dokusu lipitleri ve yağ asitlerinin miktarında önemli derecede azalmanın meydana geldiği bilinmektedir (Akpınar 1986b).

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 1986a).

Agren ve ark. (1987), üremeden sonra karaciğer  $\Sigma$ MUFA oranının *P. fluviatilis*'de % 14.4, *C. albula*'da % 13.6, *O. mykiss*'te % 54; gonatların gelişim evresinde karaciğer  $\Sigma$ MUFA oranının ise *P. fluviatilis*'te % 12.5, *C. albula*'da % 24.3, *O. mykiss*'te % 20 olduğunu bildirmişlerdir.

Erkek *C. c. umbla*'nın karaciğerinde toplam doymamış, n-3, n-6 ve polienoik yağ asidi miktarı, üreme dönemi sonrasında önemli seviyede azalırken, doymuş yağ asitleri miktarında kısmen azalış görülmüştür. Toplam monoenlerin miktarı ise kısmen artmıştır. Dişi bireyin karaciğerinde toplam n-3 miktarı ise kısmen artmıştır. Dişi bireyin karaciğerinde toplam n-3 miktarı üreme dönemi sonrasında kısmen azalırken, toplam doymamış, n-6 ve polien miktarında belirgin bir şekilde azalmış 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, AA, EPA, DHA, 24:1 en fazla bulunan yağ asitleridir. 10:0, 12:0, 15:0 çok düşük miktarda bulunmuşlardır. Bu yağ asitlerinin balık yağlarında eser miktarda bulunduğu bildirilmiştir (Yılmaz ve ark. 1995).

*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 (Kaçar 2010).

İki farklı besinle beslenen *O. mykiss* in karaciğer yağ asiti içeriği analizlenmiştir. Palmitik asit, 18:2n-6 ve DHA; balığın her iki eşeyinin kas ve karaciğerinde bulunan başlıca bileşenlerdir (Görgün ve Akpınar 2007).

Eğirdir Gölü'ndeki *S. lucioperca*'nın karaciğer total lipit ve yağ asidi kompozisyonu incelenmiştir. Palmitik asit, doymuş yağ asitleri içinde, en fazla bulunan yağ asitidir. Her iki eşeyde de tekli doymamış yağ asitlerin oranı, çoklu doymamış yağ

asitlerden daha fazladır. Dokosaheksaenoik asit, EPA ve AA, PUFA'lerden en fazla bulunanlardır. Mevsimsel değişimler, diğer yağ asitlerine oranla PUFA'ları etkilerler. Özellikle n-3 yağ asitleri, sıcaklığın düştüğü kasım ayında maksimum oranda artar (Uysal ve ark. 2006). Kaçar (2010) *C. carpio*'nun her iki bireyinde, sıcaklığın en düşük olduğu ocak ayında AA ve DHA dolayısıyla PUFA yüzdesinin arttığını, aşırı doymamış yağ asitleri oranının ise *T. grypus*'un dişilerinde kasım ayında artış gösterdiğini ileri sürmüştür.

Tohma nehrinde yaşayan erkek ve dişi *S. t. macrostigma*'nın karaciğer yağ asidi kompozisyonu incelenmiştir. Her iki eşeyin karaciğerinde en çok 16:0, 18:1n-9, EPA ve DHA asitleri bulunmuştur (Akpınar ve ark. 2009).

Gonad olgunlaşmasına bağlı olarak *S. lucioperca*'nın karaciğer yağ asiti bileşiminde meydana gelen varyasyonlar araştırılmış ve mevsime bağlı olarak büyük değişimlerin görüldüğü belirtilmiştir. Her iki eşeyin yağ asiti bileşiminde 16:0, 18:1n-9, AA, DHA ve EPA'nın en fazla bulunan yağ asitleri olduğu bulunmuştur. Türün üreme periyodunun mart ayından başlamak üzere mayıs ayına kadar devam ettiği bildirilmiştir. Bu dönem esnasında en belirgin değişimler EPA ve DHA'da belirlenmiştir. Kış periyoduyla birlikte su sıcaklığındaki ani düşüşün özellikle bu iki asitin seviyelerini bir hayli arttırdığı bildirilmiştir (Uysal ve ark. 2006).

*C. carpio*'nun karaciğer dokusunda 16:0 ve total SFA'nın yazın azalıp kışın arttığı, 18:1n-9 ve total MUFA'nın ilkbaharda azalıp yazın arttığı, DHA'ün yazın azalıp ilkbaharda arttığı; total PUFA ile n-3/n-6 oranının yazın azalıp kışın arttığı saptanmıştır (Karaçalı ve ark. 2011).

*C. chalcoides*, *L. cephalus* ve *C. carpio* karaciğer toplam yağ asiti miktarlarının mevsimsel olarak karşılaştırıldığı çalışmada, toplam SFA, *C. chalcoides* (% 34.93) ve *C. carpio*'da (% 38.42) yazın, *L. cephalus*'ta ise sonbahar periyodunda (% 43.38) en yüksek oranlarda bulunmuş ve kış periyoduyla birlikte düşüş kaydedilmiştir. Toplam MUFA miktarları mevsimsel olarak önemli dalgalanmalar göstermiştir. Buna göre en yüksek oranlar *C. chalcoides* (% 51.79) ve *C. carpio*'da (% 37.38) sonbahar periyodunda, *L. cephalus*'ta ise kış periyodunda (% 54.64) belirlenmiştir. Toplam n-6 formu PUFA miktarlarının yaz periyodundan itibaren azalarak sonbaharda en düşük oranlarına ulaştığı görülmüştür. Toplam n-3 formu PUFA'nın en düşük miktarları *C. chalcoides* ve *L. cephalus* için sonbahar (sırasıyla % 14.84 ve % 15.50), *C. carpio* için ise yaz periyodunda

(% 17.08) belirlenmiştir. Bu verilere göre *C. carpio* hariç diğer türlerde toplam PUFA miktarlarının sonbahar periyodunda azaldığı, kış periyoduyla birlikte arttığı saptanmıştır. Karaciğerde 22:5n-3'ün *C. chalcoides* (% 1.74) ve *L. cephalus*'ta (% 2.35) en düşük miktarlarına sonbahar, *C. carpio*'da ise yaz periyodunda (% 2.94) rastlanmıştır (Görgün 2011).

*C. chalcoides* ve *L. cephalus*'un yağ asitlerine ait elde edilen önemli değişimler, yaz aylarını temsil eden temmuz ayından başlamak üzere, daha yoğunluklu olarak ağustos ve eylül ayları arasındaki üreme periyoduna denk gelmektedir. Her iki türde de gerek karaciğer gerekse kas dokusunda özellikle uzun zincirli yağ asitleri olan AA, 22:5n-3 ve DHA'nın seviyelerinde önemli değişimler olmuştur. Bu asitlerin miktarları temmuz ayından itibaren düşmeye başlamış ve sonbahar dönemini temsil eden eylül ayında ise en düşük seviyeye inmiştir. Kış periyoduyla birlikte miktarlarında artışlar olduğu gözlenmiştir (Uzun zincirli PUFA'lar üremeye denk gelen temmuz ve eylülde düşmüştür). Bu yağ asitlerinde saptanan mevsimsel değişimler diğer balık türlerinin karaciğer ve kas dokusuyla yapılan çalışma verileriyle paralellik göstermiştir. Ayrıca *C. carpio*'da da karaciğer ve kas dokusunda en fazla değişime uğrayan yağ asitlerinin AA, 22:5n-3 ve DHA olduğu görülmüştür (Görgün 2011). Karaciğerdeki AA miktarları *C. chalcoides* ve *L. cephalus*'ta en düşük sonbahar periyodunda sırasıyla % 0.97 ve % 3.33, *C. carpio*'da ise yazın % 3.09 olduğu belirlenmiştir.

Gerek mevsim gerekse üreme periyoduna bağlı olarak en belirgin değişimlerin gözlemlendiği yağ asiti olan DHA, diğer yağ asitlerine benzer bir değişim profili sergilemiştir. Buna göre, *C. chalcoides* ve *L. cephalus*'un karaciğerinde en düşük miktarları sonbahar periyodunda (sırasıyla % 5.27 ve % 6.13), *C. carpio*'da ise yaz döneminde (% 5.50) bulunmuştur (Görgün 2011).

*C. carpio* ve *L. cephalus*'ta karaciğerde 18:2n-6 ve 18:3n-3'ün kış periyodunda düşüş göstermesi türlerin besin yetersizliğine bağlı olarak bu asiti yüksek miktarlarda depo edemediği ya da daha uzun zincirli yağ asiti türevlerini sentezlemek amacıyla bu yağ asitini hızlı bir şekilde kullanmış olabileceğini düşündürmektedir (Görgün 2011).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan balık türlerinden *C. carpio* ile *T. grypus* erkeklerinde 16:0 ve buna bağlı olarak  $\sum$ SFA temmuz ayında artmış, mart ayında ise azalmıştır. Araştırmacı bunun, doymuş yağ asitlerinin, üreme için gonada mobilize olmasından kaynaklanabileceğini bildirmiştir. 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  $\Sigma$ PUFA'lar ve DHA oranı, eylül ayında artış göstermiştir. *C. carpio*'da  $\Sigma$ MUFA'ların 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, doymuş yağ asitleri içinde en çok 16:0 ve 18:0 tekli doymamış yağ asitleri arasında 18:1n-9, PUFA'lardan da DHA, AA ve EPA saptanmışlardır (Kaçar 2010).

Yaptığımız çalışmada, *C. carpio*'nun karaciğer lipitlerindeki yağ asiti 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, DHA 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 AA yüzdesinin artışı n-3/n-6 oranını biraz düşürmüştür.

Yaptığımız çalışmada İnci Kefali'nin karaciğer total lipitindeki yağ asitlerinin mevsimsel değişimi ile ilgili verilerin, daha önceki çalışmalardan elde edilenlerle uyum içinde olduğu görülmektedir. Örneğin, *A. tarichi*'de, *C. caprio*'da olduğu gibi (Karaçalı ve ark. 2011) 16:0 üremeden hemen sonraki ağustos ayında, SFA'ların, *C. chalcoides* ve *C. caprio*'daki gibi (Görgün 2011) yaz mevsiminde; 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA'ların, *C. chalcoides* ve *C. caprio* gibi üreme sonrası olan ekim ayında, AA'in *C. caprio*'daki gibi (Kaçar 2010) kışın arttıkları; çoklu doymamışlardan EPA, 22:5n-3, DHA,  $\Sigma$ PUFA'ların, *L. cephalus* ve *C. chalcoides* (Görgün 2011) ile *C. c. umbla* (Yılmaz ve ark. 1995) ve *T. grypus* (Kaçar 2010)'ta üreme sonrası dönemlerde azaldıkları (Çizelge 4.5 ve 4.6) belirlenmiştir. Ayrıca İnci Kefali'nin karaciğerinde yağ asitlerinin kantitatif içeriklerinin erkek ve dişilerde birbirine yakın olduğunu söyleyebiliriz. Örneğin, baskın bileşenlerden 16:0 dişilerde ortalama % 15.58, erkeklerde 14.22, 18:1n-9 dişilerde ortalama % 27.24, erkeklerde 28.79, DHA dişilerde ortalama % 10.00, erkeklerde % 9.70 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5 ve 4.6).

##### 4.17. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerinin Gonat Total Lipidindeki Yağ Asidi İçeriği

Ovaryumda 16:0'ın ağustos, ekim ve aralık dönemlerinde pek fazla değişmediği ancak üreme döneminden hemen önce (şubat) ve üreme dönemi başlangıcı olan nisan aylarında arttığı üreme dönemi olan haziranda ise en fazla yüzdeye sahip olduğu belirlenmiştir. Testislerde ise bu bileşenin üreme dönemi olan ve diğer aylara oranla daha sıcak nisan haziran ve ağustosta bir miktar arttığı saptanmıştır. Her iki gonatta 18:0'ın oranı diğer baskın bulunan 16:0 gibi haziran döneminde artmıştır. Palmitik asit ve 18:0'a bağlı olarak haziranda artan  $\Sigma$ SFA'nın aralık ayında ise bir miktar azaldığı saptanmıştır (Çizelge 4.7 ve 4.8).

MUFA'lardan 16:1n-7'nin gonatlarda haziran döneminde azaldığı bu dönemden sonra artmaya başladığı ve ovaryumda ağustos ayında % 19.76 ile, testislerde % 19.43 ile şubat döneminde en yüksek yüzdeye sahip olduğu belirlenmiştir. 18:1n-9 oranı balıklarda üreme dönemini kapsayan haziran ayında azalmış ancak üreme sonrası ekim ayında ise diğer dönemlere oranla artmıştır (Çizelge 4.7 ve 4.8).

$\Sigma$ MUFA'nın; baskın yağ asitleri olan 18:1n-9 ve 16:1n-7'den dolayı, gonatlarda üreme dönemi olan haziran ayında azaldığı, üreme sonu olan ekim ayında en yüksek değere ulaştığı saptanmıştır. PUFA'lardan 18:2n-6 ve 18:3n-3 oranı balıklarda haziran ayında en düşük değerde belirlenmiştir. AA, ovaryum ve testiste üreme dönemini kapsayan nisan ve haziranda artmış; ovaryumda ağustos, testislerde şubat ve ekimde azalmıştır (Çizelge 4.7 ve 4.8).

Analizlenen dönemlerde ovaryumda ortalama % 12.33, testislerde % 12.19 bulunan EPA, aylar arasında pek değişiklik göstermemiştir. Gonatlardaki 22:5n-3 oranı üremeden sonra ağustos ayında azalmıştır. Diğer önemli n-3 yağ asitlerinden DHA,  $\Sigma$ PUFA ve  $\Sigma$ n-3 yüzdelerinin, üreme dönemi başlangıcında arttığı, haziranda en yüksek yüzdeye sahip olduğu; üremeden sonra ekim ayında diğer dönemlere oranla daha az yüzdede bulunduğu saptanmıştır (Çizelge 4.7 ve 4.8).

Her iki gonatta ortak olarak  $\Sigma$ n-6, nisanda artmış üremeden hemen sonra ağustos ayında ise azalmıştır. Gonatlarda n-3/n-6 oranının yaz mevsimini temsil eden haziran ve ağustosta yüksek, diğer dönemlerde ise pek fazla değişmediği belirlenmiştir (Çizelge 4.7 ve 4.8).

Balık gonatlarında  $\Sigma$ SFA'lar üreme dönemi olan haziran ayı dışında  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA'lardan daha az yüzde de bulunmuştur.  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ PUFA üreme dönemini kapsayan haziran ayında en yüksek;  $\Sigma$ MUFA ise en düşük yüzde de belirlenmiştir.  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ PUFA'lar üreme sonrası dönem de azalma gösterirken  $\Sigma$ MUFA ise artış göstermiştir.

Bireysel dominant yağ asitlerinden 16:0 ovaryumda ortalama % 16.23, testiste % 13.71; 16:1n-7 ovaryumda ortalama % 13.04, testiste % 15.79; 18:1n-9 ovaryumda ortalama % 22.31, testiste % 24.86; EPA ovaryumda ortalama % 12.33, testiste % 12.19; DHA ovaryumda ortalama % 12.57, testiste % 8.64 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.7 ve 4.8).

N-3/n-6 ovaryumda 3.14 (şubat)- 6.09 (haziran) ortalama 4.22, testiste 3.14 (haziran)- 3.69 (aralık) ortalama 3.45 olarak belirlenmiştir. Görüldüğü gibi bu oran ovaryumda daha fazladır (Çizelge 7 ve 8).

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.7** Dişi *Alburnus tarichi*'nin ovaryum total yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Şubat(2012) (ORT±S.H)*	Nisan(2012) (ORT±S.H)*	Haziran(2012) (ORT±S.H)*	Ağustos(2012) (ORT±S.H)*	Ekim(2012) (ORT±S.H)*	Aralık(2012) (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	2.87±0.78a	1.75±0.53b	1.17±0.51b	5.00±0.17c	4.00±0.09c	3.46±0.69c	3.04±0.58ac
15:0	0.37±0.03a	0.30±0.02a	0.30±0.03a	0.30±0.02a	0.31±0.01a	0.32±0.01a	0.32±0.01a
16:0	17.08±1.04a	17.94±1.46a	21.56±0.70b	13.97±0.34c	13.66±0.80c	13.20±1.57c	16.23±1.33a
17:0	0.76±0.19a	0.48±0.13b	0.45±0.08b	0.19±0.05c	0.68±0.08a	0.70±0.14a	0.54±0.09a
18:0	4.89±0.75a	6.14±1.03a	6.64±0.28a	3.09±0.55a	4.45±0.47a	3.87±0.64a	4.85±0.55a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>25.97±1.20a</b>	<b>26.61±0.90a</b>	<b>30.13±0.36a</b>	<b>22.55±0.81a</b>	<b>23.11±0.57a</b>	<b>21.55±1.37a</b>	<b>24.99±1.31a</b>
16:1n-7	11.36±1.81a	8.25±2.17b	7.74±1.15b	19.76±0.71c	16.53±0.46d	14.63±2.29d	13.04±1.95d
18:1n-9	21.77±0.62a	20.11±1.64a	16.95±0.61b	23.62±1.58a	27.47±0.45c	23.95±0.65a	22.31±1.47a
20:1n-9	0.57±0.05a	0.21±0.10a	0.06±0.02c	0.03±0.01c	0.65±0.06a	0.66±0.07a	0.36±0.12ab
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>33.70±1.96a</b>	<b>28.57±2.97a</b>	<b>24.75±1.45b</b>	<b>43.41±0.95c</b>	<b>44.66±0.04c</b>	<b>39.24±2.81c</b>	<b>35.72±3.30a</b>
18:2n-6	3.09±0.62a	1.85±0.53a	1.48±0.32b	2.99±0.26a	3.53±0.34a	3.04±0.52a	2.66±0.33a
18:3n-3	2.14±0.72a	1.05±0.45b	0.65±0.24c	2.08±0.21a	1.77±0.20a	1.70±0.31a	1.57±0.24a
20:2n-6	0.52±0.06a	0.49±0.05a	0.44±0.05a	0.28±0.01b	0.47±0.02a	0.42±0.03a	0.44±0.03a
20:3n-6	0.74±0.02a	0.65±0.14a	0.55±0.07a	0.39±0.07b	0.65±0.04a	0.79±0.06a	0.63±0.06a
20:4n-6	5.38±0.77a	6.18±0.72b	3.90±0.27a	1.46±0.14b	2.35±0.14ab	3.52±0.89ab	3.80±0.73a
20:5n-3	11.18±0.33a	13.05±1.28a	11.38±0.20a	14.32±1.39a	11.52±0.41a	12.53±1.24a	12.33±0.50a
22:5n-3	5.44±0.53a	5.94±0.64a	6.66±0.60a	3.42±0.09b	4.64±0.29b	5.70±0.44a	5.30±0.46a
22:6n-3	11.84±1.18a	15.62±1.74a	20.07±1.81b	9.10±0.41a	7.32±0.58a	11.50±2.39a	12.57±1.89a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>40.33±0.77a</b>	<b>44.82±2.15a</b>	<b>45.13±1.09a</b>	<b>34.04±1.70b</b>	<b>32.24±0.55b</b>	<b>39.21±1.46a</b>	<b>39.29±2.18a</b>
Σn-3	30.60±0.73a	35.66±2.14ba	38.76±1.31b	28.92±1.71a	25.25±0.50c	31.44±1.20a	31.77±1.97a
Σn-6	9.73±0.17a	9.16±0.02a	6.36±0.25b	5.12±0.10b	6.99±0.42b	7.78±0.35a	7.52±0.71a
n-3/n-6	3.14	3.89	6.09	5.65	3.61	4.04	4.22

\*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.



**Çizelge 4.8** Erkek *Alburnus tarichi*'nin testis total yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	5.33±0.11a	3.13±0.29b	1.91±0.36c	4.79±0.82a	4.99±0.43a	4.90±0.61a	4.18±0.55a
15:0	0.43±0.02a	0.30±0.01a	0.20±0.03b	0.30±0.03a	0.36±0.03a	0.34±0.01a	0.32±0.03a
16:0	12.20±0.69a	14.89±1.41a	14.96±1.43a	15.21±1.35a	13.43±0.35a	11.58±0.30a	13.71±0.63a
17:0	1.42±0.25a	0.86±0.10b	0.54±0.13b	0.17±0.01c	0.78±0.05b	0.86±0.07b	0.77±0.17b
18:0	3.26±0.22a	4.47±0.30a	9.23±1.32b	3.84±1.15a	3.77±0.27a	3.25±0.33a	4.64±0.94a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>22.65±0.89a</b>	<b>23.65±1.32a</b>	<b>26.84±2.24a</b>	<b>24.31±1.81a</b>	<b>23.34±0.92a</b>	<b>20.93±0.16a</b>	<b>23.62±0.80a</b>
16:1n-7	19.43±0.37a	13.47±0.85b	7.27±1.87b	17.68±2.28a	18.75±0.52a	18.15±1.41a	15.79±1.91a
18:1n-9	23.69±0.78a	22.74±1.75a	20.62±4.15a	26.78±4.65a	27.43±1.67a	27.91±1.55a	24.86±1.20a
20:1n-9	0.38±0.14a	0.33±0.13a	0.14±0.01b	0.01±0.01c	0.57±0.01d	0.68±0.04d	0.35±0.10a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>43.50±0.44a</b>	<b>36.53±2.55b</b>	<b>28.04±6.02b</b>	<b>44.47±2.40a</b>	<b>46.76±1.41a</b>	<b>46.74±1.18a</b>	<b>41.01±3.01a</b>
18:2n-6	4.63±0.18a	3.33±0.60a	2.74±0.86a	3.36±0.36a	3.51±0.09a	3.47±0.20a	3.51±0.25a
18:3n-3	3.15±0.08a	1.96±0.36b	0.91±0.25c	1.65±0.35b	2.26±0.12b	2.06±0.10b	2.00±0.30b
20:2n-6	0.51±0.03a	0.73±0.09a	0.98±0.26b	0.27±0.03c	0.40±0.01a	0.44±0.05a	0.55±0.11a
20:3n-6	0.91±0.10a	0.66±0.08a	0.73±0.05a	0.47±0.10b	0.68±0.03a	0.76±0.04a	0.70±0.06a
20:4n-6	1.92±0.07a	4.44±0.46b	6.45±1.38b	2.18±0.10a	1.93±0.04a	2.23±0.11a	3.19±0.76b
20:5n-3	12.35±0.50a	14.38±0.88a	12.21±1.16a	12.00±2.51a	10.77±0.56a	11.45±0.87a	12.19±0.50a
22:5n-3	4.38±0.21a	5.01±0.20a	6.17±0.34a	3.21±0.40a	4.02±0.04a	4.75±0.37a	4.59±0.41a
22:6n-3	6.01±0.16a	9.32±1.11a	14.92±2.80b	8.08±1.28a	6.34±0.38a	7.18±0.74a	8.64±1.35a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>33.85±0.49a</b>	<b>39.82±1.39a</b>	<b>45.12±3.82b</b>	<b>31.22±4.15a</b>	<b>29.91±0.98a</b>	<b>32.33±1.33a</b>	<b>35.38±2.40a</b>
Σn-3	25.88±0.50a	30.66±1.66a	34.21±3.56b	24.94±4.45a	23.39±0.86a	25.44±1.16a	27.42±1.69a
Σn-6	7.97±0.21a	9.15±0.30a	10.91±0.26a	6.28±0.31a	6.52±0.12a	6.90±0.23a	7.95±0.73a
n-3/n-6	3.25	3.35	3.14	3.97	3.59	3.69	3.45

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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.

##### 4.18. 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'ların, 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, gonad gelişimi esnasında, PUFA'lar da üreme esnasında metabolik enerji kaynağı olarak rol oynamaktadır (Huynh ve ark. 2007).

Genellikle yağ asitleri; gonadogenesis 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'ı 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  $\Sigma$ n-3 PUFA'lar, vitellogenine sokulurlar (Sargent ve Henderson 1995).

Aşırı doymamış yağ asitleri, balık vücudunda homeostasi için gereklidir. Kemikli balıkların gonatlarında AA'dan 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'lar, tercihen değişik fizyolojik amaçlar için gonatlarda birikebilirler (Jeong ve ark. 2002).

Dişiler, gonat olgunlaşması için enerji ihtiyacı olarak başlıca SFA'ları, erkekler, MUFA'ları 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).

#### 4.19. Gonat Yağ Asiti Analizleri

Yılmaz ve ark. (1995), *C. c. umbla*'nın dişi ve erkek bireylerinin üreme öncesi ve sonrasında gonadlarında başlıca 16:0, 18:1n-9, 18:2n-6, 20:0, AA, EPA, DHA 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, EPA ve DHA; ovaryum ise 16:0, 18:1n-9 ve DHA bakımından zengindir (Kminkova ve ark. 2001).

Doğal ve kültür Japon Kedibalığı'nın (*S. asotus*) ovaryum yağ asidi kompozisyonu ve lipit içeriğine yumurtlama ve mevsimin etkileri incelenmiştir. Balığın ovaryumunda 16:0, 18:1n-9 ve DHA dominant yağ asitleri olarak bulunmuştur (Shirai ve ark. 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; AA, % 3.4; EPA, % 4.9; 22:5n-3, % 1.94; DHA, 23.09;  $\Sigma$ SFA, % 26.4;  $\Sigma$ MUFA, % 27.84;  $\Sigma$ n-3, % 32;  $\Sigma$ n-6, % 10.0 olarak saptanmıştır (Cejas ve ark. 2003).

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 dönemde, gonatta 16:0, % 19.38; 18:1, % 26.00; AA, % 2.18; EPA, % 2.88; DHA, % 15.5;  $\Sigma$ SFA, % 29.13;  $\Sigma$ MUFA, % 37.16;  $\Sigma$ n-3 PUFA, % 23.88;  $\Sigma$ n-6 PUFA, % 4.79; n-3/n-6 oranı 5.23 olarak bulunmuştur. Tüm dokularda en çok 16:0, 18:1n-9 ve DHA asitleri tespit edilmiştir (Aras ve ark. 2003).

Yukarı Fırat (Karasu) Havzası Yeşildere Çayı'ndan yakalanan olgun dere alabalığı (*S. t. macrostigma*)'nda farklı dokularının yağ asidi kompozisyonları araştırılmıştır. Adipoz, gonad, karaciğer ve kas dokusunda % olarak  $\Sigma$ MUFA,  $\Sigma$ n-3,  $\Sigma$ n-6 PUFA ile EPA ve DHA oranları arasındaki fark çok önemli,  $\Sigma$ SFA'nın ise dokular arasındaki farkı önemsiz bulunmuştur. Doymuş yağ asitleri içerisinde bulunan en önemli yağ asitleri 16:0, 18:0 ve 14:0 olurken, MUFA'da 18:1n-9 ile 16:1n-7 olmuştur. Tatlı su balıkları ile deniz balıklarının karakteristik özelliği olarak bilinen n-3/n-6 oranı deniz balıklarına yakın çıkmasına rağmen dokular arasında önemsiz bulunmuştur. Gonadlarda 16:0, % 21.13; 18:1n-9, % 15.72; AA, % 5.42; EPA, % 14.81; DHA, % 16.82; 22:5n-3,

% 6.16;  $\Sigma$ SFA, % 34.07;  $\Sigma$ MUFA, % 23.56;  $\Sigma$ n-3, % 36.58;  $\Sigma$ n-6, % 8.07; n-3/n-6, 4.65 olarak bulunmuştur (Aras ve ark. 2003).

*S. lucioperca*'nın hem testis hem de ovaryumlarda doymuş yağ asitlerinden 16:0, tek çift bağlı doymamış yağ asitlerinden 18:1n-9, çoklu doymamış yağ asitlerinden DHA, EPA ve AA asitler en çok bulunan yağ asitleridir (Uysal 2004).

Atatürk Baraj Gölü'nden kasım 2008 döneminde toplanan Cyprinid türlerinden *C. regium*'un ovaryumunda,  $\Sigma$ SFA, % 35.80;  $\Sigma$ MUFA, % 32.58;  $\Sigma$ PUFA, % 30.63 ve n-3/n-6 oranı 1.88 olarak tespit edilmiştir. Doymuş yağ asitlerinden en fazla 16:0, MUFA'lardan 16:1n-7, 18:1n-9 ve PUFA'lardan EPA ile DHA bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010b). Aynı baraj gölünden toplanan *C. carpio*, *S. triostegus* ve *T. grypus*'ta kas ve karaciğerde olduğu gibi, yüzde olarak, doymuş yağ asitleri içinde en çok 16:0, tekli doymamış yağ asitleri arasında 18:1n-9 ve 16:1n-7, aşırı doymamış yağ asitleri arasında DHA, AA ve EPA saptanmıştır. Bunlar arasında oran olarak en çok bulunan ilk üç bileşen; 16:0, 18:1n-9 ve DHA asitlerdir (Kaçar 2010).

İnci Kefali gonatlarında baskın olarak belirlediğimiz bileşenler diğer çalışmalara (Uysal 2004, Kaçar 2010) uygunluk göstermektedir. Balıkta dominant yağ asitlerinden 16:0 ovaryumda ortalama % 16.23, testiste % 13.71; 16:1n-7 ovaryumda ortalama % 13.04, testiste % 15.79; 18:1n-9 ovaryumda ortalama % 22.31, testiste % 24.86; EPA ovaryumda ortalama % 12.33, testiste % 12.19; DHA ovaryumda ortalama % 12.57, testiste % 8.64 olarak saptanmıştır. Total SFA ovaryumda ortalama % 24.99, testiste % 23.62;  $\Sigma$ MUFA ovaryumda ortalama % 35.72, testiste % 41.01;  $\Sigma$ PUFA ovaryumda ortalama % 39.29, testiste % 35.38 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.7 ve 4.8). Görüldüğü gibi her iki gonatta  $\Sigma$ SFA daha az, ovaryumda  $\Sigma$ PUFA, testiste ise Total MUFA daha yüksek oranda saptanmıştır.

#### 4.20. Gonat Yağ Asiti Analizini Etkileyen Faktörler

Farklı Cyprinid türlerinde karaciğer, kas ve gonadlarında yağ asidi kompozisyonu; mevsime, beslenmeye, çevresel faktörlere ve üreme periyoduna bağlıdır (Akpınar 1986, 1987, 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-6, 18:3n-3, 20:1n-9, EPA, 22:2n-6, 24:1n-9 yağ asitleri de yükselmiştir. Ovaryumlarda ise 12:0,

16:0, 18:1n-9, AA düşüş gösterirken 14:1n-9, 16:1n-7, 18:2n-6, 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 Kedibalığı *S. asotus*'un yumurtlama mevsiminde ovaryumdaki AA 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).

#### 4.21. Gonat Yağ Asiti İçeriğine Mevsimin ve Üreme Döneminin Etkisi

Mogan Gölü'ndeki *C. carpio*'nun gonatlarıyla yapılan çalışmada, 20:3n-6, EPA, 22:5n-3, DHA 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 gonadlarında yağ asidi analizini çalışmışlardır. Her iki eşeyin incelenen bütün dokularında, üreme sonrasında yağ asitleri miktarında özellikle dişilerde AA, EPA ve DHA gibi aşırı doymamış yağ asitlerinde önemli derecede azalma olduğu görülmüştür. Bu durum aşırı doymamış yağ asitlerinin, gonadların gelişmesinde (Akpınar 1986) ve yumurta yapımında kullanılmalarından kaynaklanmaktadır (Atchison 1975). Toplam doymuş yağ asitleri ise değişim göstermemiştir.

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).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan, *C. carpio*'nun gonatları ile *T. grypus* ve *S. triostegus*'un ovaryumlarında 16:0 ve  $\Sigma$ SFA'lar üreme sonrası olan temmuz ayında artmış, *C. carpio* ve *T. grypus* ovaryumları ve *S. triostegus*'un gonatlarında ocak ayında azalmıştır. *C. carpio* testisleri ile *S. triostegus*'un ovaryumlarında AA ve DHA eylül ayında artış göstermiştir. *C. carpio*'nun gonatları ile *T. grypus* ve *S. triostegus*'un

ovaryumlarında mayıs ve temmuz ayında en çok  $\Sigma$ SFA bulunmuştur. *C. carpio*'nun gonatları ile *T. grypus*'un ovaryumlarında ocak ayında en çok  $\Sigma$ PUFA, *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus*'un testislerinde kasım ayında en çok  $\Sigma$ MUFA saptanmıştır (Kaçar 2010).

Çalışmamızda *A. tarichi* gonatlarında 16:0, 18:0 ve  $\Sigma$ SFA üreme dönemini içeren haziran ayında artarken aynı dönemde üremede kullandıklarından 18:1n-9, 16:1n-7,  $\Sigma$ MUFA, 18:2n-6 ve 18:3n-3 bileşenleri azalma göstermiştir. *C. carpio*'da (Akpınar, 1985) olduğu gibi İnci Kefali'nde de üreme döneminde AA, DHA,  $\Sigma$ PUFA ve  $\Sigma$ n-3 üreme döneminde artmıştır.

#### 4.22. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerinin Kas, Karaciğer ve Gonat Total Lipidindeki Yağ Asidi İçeriği Karşılaştırılması

Tüm dokularda doymuş yağ asitlerinden 16:0, tekli doymamışlardan 16:1n-7 ve 18:1n-9, çoklu doymamışlardan EPA ve DHA yüzde dağılımında en fazla bulunan bileşenler olmuştur (Çizelge 4.9).

İnci Kefali dokularında önemli n-6 bileşenlerden AA genellikle düşük oranda (% 2.31-3.80) belirlenmiştir. Bunun nedeni balığın besinini oluşturan zoo ve fitoplanktonların bu bileşeni az oranda içermesinden kaynaklanabilir.

Total lipitin değişik dokularındaki kantitatif yağ asiti içeriğinin karşılaştırılmasında; her iki eşeyin; gonatları ile kas ve karaciğer dokularındaki çoğu yağ asit yüzdelerinin birbirine yakın oldukları görülmüştür (Çizelge 4.9). Ancak karaciğerdeki 18:1n-9, ve buna bağlı olarak  $\Sigma$ MUFA değerlerinin kas ve gonatlara oranla bir miktar arttığı belirlenmiştir. Bu veri, karaciğerin, diğer dokulara oranla 18:1n-9 yağ asitini sentezleme gücünün biraz daha fazla olduğunu gösterir.

Hem doğal hem de kültür balıklarında (*P. altivelis*) gonatlar, kaslara göre daha fazla DHA, EPA ve AA içirmiştir. Bu PUFA'lardan EPA ve AA, doğal balık gonatlarında; DHA ise kültür balık gonatlarında fazla bulunmuştur (Jeong ve ark., 2002).

Yirmi karbonlu ve C22 PUFA'lar kaslardan ziyade balık gonadlarında özellikle testislerde birikirler. Kaçar (2010), çalıştığı balıklarda, C20 PUFA'ların kaslara oranla gonatlarda daha fazla biriktiğini saptamıştır. *C. carpio* ve *T. grypus*'un gonatları ile *S. triostegus*'un testislerinde AA yüzdesi, kaslara oranla çok daha fazla bulunmuştur. Analiz yapılan çoğu dönemlerde C22 PUFA'lardan DHA'nın gonatlardaki yüzdesi, kastan daha

fazla belirlenmiştir. Çalışmamızda, bu bileşenler bakımından anılan dokular arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Kaçar (2010), her üç balık türünde de gonatların olgunlaşma dönemi olan mart ayında, gonattaki PUFA'ları, kaslardan daha yüksek yüzdede tespit etmiştir. Bu veriler; "C20 PUFA'ların tercihen testis veya ovaryumda farklı fizyolojik fonksiyonlar görmek üzere biriktikleri" görüşünü desteklemektedir (Jeong ve ark. 2002). Ancak araştırmamızda, Çizelge 4.9'da da görüleceği gibi kas ve gonatların yağ asiti içerikleri birbirlerine yakın olarak belirlenmiştir.

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. Ancak *A. tarichi*'de üremede önemli rol oynayan AA oranını her iki gonat ve kas dokusunda birbirlerine yakın belirledik. Bu bileşenin oranı testislerde ortalama % 3.19, ovaryumda % 3.80, kasta % 3.26, karaciğerde ise bir miktar azalarak % 2.40 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.9).

*S. lucioperca* 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 ovaryumdan 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).

Kaçar (2010), *C. carpio* ve *T. grypus* ovaryumlarında daha çok  $\Sigma$ SFA, her üç balık testislerinde ise  $\Sigma$ PUFA daha fazla yüzdede bulmuştur. Araştırmacı,  $\Sigma$ PUFA'ların erkek bireylerin üremelerinde daha fazla kullanıldığını ileri sürmüştür. Soivio ve ark. (1989), balıkların gametlerin olgunlaşması için, PUFA'lara gereksinim duydukları belirtilmiştir. Ovaryumlarda daha fazla SFA'nın bulunmasının nedeni, bu bileşenlerin gonad olgunlaşması için enerji ihtiyacı olarak kullanılmalarından ileri gelebilir (Medford ve Mackay 1978). Çalışmamızda İnci Kefali'nin ovaryum ve testis yağ asiti içeriğini karşılaştırdığımızda,  $\Sigma$ MUFA'nın testiste, DHA,  $\Sigma$ PUFA ve  $\Sigma$ n-3 bileşenlerin ise ovaryumda daha fazla olduğunu söyleyebiliriz.

##### **4.23. *Alburnus tarichi* Doku Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişiminde Belirlenen Ortak Bulgular**

*A. tarichi*'nin her iki eşeyinin dokularının total yağ asiti analizinde,  $\Sigma$ SFA'ların yaz mevsiminde arttığı, kış aylarında azaldığı; 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA'ların üreme sonrası ekim ayında arttığı,  $\Sigma$ PUFA'ların kas ve gonatlarda ekimde azaldığı, karaciğer ve kasta ise şubatta arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.3-4.8).



**Çizelge 4.9** Dişi ve erkek *Alburnus tarichi*'nin kas, karaciğer, testis ve ovaryum total yağ asidi yüzdelерinin karşılaştırılması

Yağ asidi	Erkek			Dişi		
	Testis (ORT±S.H)*	Kas (ORT±S.H)*	Karaciğer (ORT±S.H)*	Ovaryum (ORT±S.H)*	Kas (ORT±S.H)*	Karaciğer (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	4.18±0.55a	3.09±0.21a	3.14±0.33a	3.04±0.58a	3.24±0.06a	3.51±0.35a
15:0	0.32±0.03a	0.31±0.02a	0.31±0.02a	0.32±0.01a	0.34±0.01a	0.33±0.02a
16:0	13.71±0.63a	15.34±0.57a	14.22±1.30a	16.23±1.33a	14.94±0.64a	15.58±1.26a
17:0	0.77±0.17a	0.57±0.08b	0.54±0.09b	0.54±0.09a	0.68±0.09a	0.58±0.09a
18:0	4.64±0.94a	4.36±0.14a	4.20±0.45a	4.85±0.55a	4.24±0.16a	4.90±0.55a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>23.62±0.80a</b>	<b>23.67±0.61a</b>	<b>22.40±1.37a</b>	<b>24.99±1.31a</b>	<b>23.44±0.76a</b>	<b>24.89±1.70a</b>
16:1n-7	15.79±1.91a	13.16±0.79b	16.52±1.21a	13.04±1.95a	13.28±0.28a	14.82±0.63a
18:1n-9	24.86±1.20a	24.47±1.05a	28.79±2.05b	22.31±1.47a	23.69±0.64a	27.24±2.33b
20:1n-9	0.35±0.10a	0.34±0.12a	0.68±0.13b	0.36±0.12a	0.43±0.10a	0.62±0.12a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>41.01±3.01a</b>	<b>37.98±1.64a</b>	<b>45.99±2.27b</b>	<b>35.72±3.30a</b>	<b>37.40±0.81a</b>	<b>42.68±2.49b</b>
18:2n-6	3.51±0.25a	3.28±0.16a	2.28±0.22b	2.66±0.33a	3.33±0.14a	2.39±0.17a
18:3n-3	2.00±0.30a	1.67±0.12ab	1.29±0.11b	1.57±0.24a	1.73±0.08a	1.22±0.14a
20:2n-6	0.55±0.11a	0.56±0.10a	0.41±0.06a	0.44±0.03a	0.52±0.05a	0.41±0.07a
20:3n-6	0.70±0.06a	0.70±0.06a	0.96±0.10a	0.63±0.06a	0.84±0.14a	0.73±0.08a
20:4n-6	3.19±0.76a	3.33±0.27a	2.31±0.27a	3.80±0.73a	3.19±0.12a	2.48±0.25a
20:5n-3	12.19±0.50a	10.93±0.43ab	9.39±1.39b	12.33±0.50a	11.60±0.28a	10.24±1.19a
22:5n-3	4.59±0.41a	5.23±0.42a	5.26±0.77a	5.30±0.46a	5.35±0.37a	4.96±0.52a
22:6n-3	8.64±1.35a	12.67±0.59b	9.70±1.22a	12.57±1.89a	12.61±0.48a	10.00±1.09b
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>35.38±2.40</b>	<b>38.35±1.70</b>	<b>31.61±3.49</b>	<b>39.29±2.18a</b>	<b>39.16±0.77</b>	<b>32.43±3.13</b>
Σn-3	27.42±1.69ab	30.49±1.26a	25.64±3.12b	31.77±1.97a	31.28±0.67a	26.42±2.77b
Σn-6	7.95±0.73a	7.86±0.48a	5.97±0.46b	7.52±0.71a	7.88±0.32a	6.01±0.47a
n-3/n-6	3.45	3.88	4.29	4.22	3.97	4.40

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

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

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri. Dişi ve erkek balıkların dokuları kendi aralarında karşılaştırılmıştır.

##### 4.24. Dişi ve erkek *Alburnus tarichi*'nin Kas Lipitlerinin Fosfolipit Yağ Asidi Yüzdelerinin Karşılaştırılması

İnci Kefali'nin kas lipitleinin fosfolipit yağ asidi içeriğinde yüzde dağılımında en fazla bulunan bileşenler doymuş yağ asitlerinden 16:0 (dişilerde ortalama % 22.69, erkeklerde % 22.93), 18:0 (dişilerde ortalama % 8.24, erkeklerde % 8.27), 18:1n-9 (dişilerde ortalama % 15.11, erkeklerde % 14.18), EPA (dişilerde ortalama % 11.81, erkeklerde % 11.32) ve DHA (dişilerde ortalama % 19.37, erkeklerde % 20.17) belirlenmiştir. Balıkta  $\Sigma$ SFA dişilerde ortalama % 32.59, erkeklerde % 32.88;  $\Sigma$ MUFA dişilerde ortalama % 20.80, erkeklerde % 19.59;  $\Sigma$ PUFA dişilerde ortalama % 46.61, erkeklerde % 47.54 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.10 ve 4.11).

Araştırmamızda, erkek ve dişi İnci Kefali Balığı'nın kas PL kısmında baskın yağ asitlerinden 16:0 ile bu bileşene bağlı olarak  $\Sigma$ SFA, üreme dönemini kapsayan haziran ayında azalmış, üremeden hemen sonrası dönem olan ağustos ayında artmıştır. Diğer baskın SFA'lardan 18:0, ağustosta artarken, nisan ayında azalmıştır.

Dişilerde ortalama % 15.11, erkeklerde % 14.18 bulunan 18:1n-9 ile  $\Sigma$ MUFA; analizlenen aylarda dalgalanmalar göstermiştir.

Önemli PUFA'lardan AA ve EPA analizlenen dönemlerde önemli artış ve azalışlar göstermemiştir.

Total PUFA,  $\Sigma$ n-3 ve baskın PUFA'lardan DHA; dişi bireylerde ekim; erkek bireylerde ise nisan döneminde azalmış, diğer aylarda fark elde edilmemiştir.

$\Sigma$ n-6'larda tıpkı AA ve 18:2n-6 gibi dönemler arasında çok bariz bir fark belirlenmemiştir

Dişilerde ortalama 4.07, erkeklerde 3.98 olarak belirlenen n-3/n-6 oranı, her iki eşeyde de ekim ayında biraz azalmış, diğer aylarda birbirine yakın değerde bulunmuştur. Analizlenen dönemlerde en yüksek  $\Sigma$ PUFA sonra  $\Sigma$ SFA en düşük olarak  $\Sigma$ MUFA belirlenmiştir.

Kasın yağ içeriğindeki değişimleri anlamak ve balığın besinsel değerini tespit etmek için başlıca lipit sınıfları olan PL ve TAG fraksiyonlarının yağ asidi kompozisyonunu ortaya çıkarmak gerekir (Shirai ve ark. 2002).

Bu nedenle, biz de çalışmamızda bir yıl boyunca İnci Kefali'nin kas, karaciğer ve gonatlarının hem total lipitlerindeki hem de PL ve TAG fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriğini analizledik.

Fosfolipit ve TAG'nin balık metabolizmasında farklı rolleri vardır. Fosfolipitlerin yapısındaki özellikle aşırı doymamış yağ asitleri, hücre membranı ve yapısının temel bileşeni ve eikosanoidlerin öncül maddeleri olarak görev yaparlar ve balıkların, değişen sıcaklıklara karşı adapte olmasında çok önemli fonksiyon görürler. Buna karşılık TAG'ler de başlıca adipoz dokuda depo edilirler ve enerji rezervi görevi görürler (Sargent ve ark. 1995, Kiessling ve ark. 2001, Tocher ve ark. 2008).

Balıklardaki PL ve TAG düzeyleri fizyolojik ve metabolik durumdan etkilendiği için, yağ asiti ile ilgili yapılan kimi çalışmalarda, çeşitli dokulardaki total lipitler; TAG ve PL olarak fraksiyonlandıktan sonra bu fraksiyonlardaki yağ asitlerinin analizi yapılmıştır.

Türkiye'deki tatlı sularda yaşayan balıkların değişik dokularının PL ve TAG yağ asiti içeriği ile ilgili çalışmalar oldukça az olup sadece son yıllarda birkaç çalışma yayımlanmıştır (Bayır ve ark. 2010, Satar ve ark. 2012, Cengiz ve ark. 2012, Görgün ve ark. 2014, Kayhan ve ark. 2015).

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.10** Dişi *Alburnus tarichi*'nin kas fosfolipitfraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>s</sup>	0.71±0.02a	1.02±0.21b	0.78±0.04a	0.87±0.17b	1.66±0.65b	0.92±0.20b	0.99±0.14b
15:0	0.30±0.01a	0.36±0.02a	0.25±0.02b	0.25±0.03b	0.34±0.08a	0.24±0.01b	0.29±0.12b
16:0	22.38±1.32a	25.58±0.51a	20.05±0.20a	24.93±0.36a	20.82±1.22a	22.35±0.77a	22.69±0.90a
17:0	1.21±0.53a	0.18±0.03b	0.25±0.02c	0.16±0.03b	0.23±0.07b	0.21±0.01b	0.37±0.17d
18:0	7.76±0.54a	5.76±1.45a	7.87±0.15a	9.96±0.40a	10.46±1.21a	7.65±0.35a	8.24±0.70a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>32.36±0.29a</b>	<b>32.89±0.89a</b>	<b>29.20±0.26a</b>	<b>36.18±0.20a</b>	<b>33.51±1.72a</b>	<b>31.37±0.67a</b>	<b>32.59±0.95a</b>
16:1n-7	4.26±0.83a	5.34±1.27a	4.23±0.13a	5.02±0.31a	7.32±2.08b	5.12±0.60a	5.21±0.46a
18:1n-9	12.68±1.71a	13.86±1.48a	15.76±0.20a	13.70±0.52a	17.69±3.10b	16.97±0.77b	15.11±0.82a
20:1n-9	1.08±0.50a	0.56±0.21b	0.31±0.06c	0.07±0.03d	0.44±0.02c	0.38±0.04c	0.48±0.14c
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>18.03±3.04a</b>	<b>19.76±2.73a</b>	<b>20.30±0.21a</b>	<b>18.79±0.81a</b>	<b>25.45±1.05b</b>	<b>22.47±0.93a</b>	<b>20.80±1.12a</b>
18:2n-6	1.54±0.18a	1.35±0.16a	1.87±0.19a	1.46±0.08a	2.00±0.19a	1.71±0.55a	1.66±0.10a
18:3n-3	1.52±0.87a	2.35±1.89b	0.59±0.06c	0.57±0.06c	0.74±0.08d	0.56±0.03c	1.06±0.30a
20:2n-6	0.59±0.06a	0.45±0.24b	0.97±0.06c	0.39±0.08b	0.59±0.14a	0.55±0.04a	0.59±0.08a
20:3n-6	0.62±0.60a	0.89±0.27b	0.68±0.13a	0.48±0.07c	1.08±0.50b	0.68±0.07a	0.74±0.09a
20:4n-6	7.00±0.06a	6.84±1.23a	5.44±0.26a	6.33±0.49a	5.51±0.76a	6.16±0.06a	6.21±0.27a
20:5n-3	12.40±1.20a	11.35±2.04a	13.96±0.24a	11.70±0.58a	10.95±1.50a	10.51±0.56a	11.81±0.50a
22:5n-3	5.23±0.30a	4.92±0.52a	5.94±0.20a	4.44±0.35a	5.10±0.21a	5.44±0.28a	5.18±0.20a
22:6n-3	20.70±3.99a	19.20±3.31a	21.07±0.97a	19.65±1.03a	15.06±1.61a	20.55±1.07a	19.37±0.91a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>49.61±2.78a</b>	<b>47.35±2.51a</b>	<b>50.50±0.44a</b>	<b>45.03±0.88a</b>	<b>41.04±1.38a</b>	<b>46.16±1.53a</b>	<b>46.61±1.40a</b>
Σn-3	39.86±3.48a	37.83±3.97a	41.55±0.81a	36.37±1.20a	31.85±2.78b	37.06±1.81a	37.42±1.36a
Σn-6	9.75±0.70a	9.52±1.47a	8.95±0.49a	8.66±0.54a	9.18±1.17a	9.10±0.43a	9.19±0.16a
n-3/n-6	4.09	3.97	4.64	4.20	3.47	4.07	4.07

\*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.

**Çizelge 4.11** Erkek *Alburnus tarichi*'nin kas fosfolipitfraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.83±0.06a	0.66±0.06b	0.63±0.11b	0.48±0.06c	0.73±0.12a	0.87±0.11a	0.70±0.06a
15:0	0.29±0.01a	0.27±0.03a	0.19±0.01b	0.20±0.01b	0.34±0.04a	0.24±0.02a	0.26±0.02a
16:0	23.90±0.95a	22.24±2.55a	20.78±1.28a	25.00±0.83a	22.95±0.34a	22.71±1.77a	22.93±0.59a
17:0	0.41±0.14a	3.07±1.71b	0.30±0.04c	0.15±0.04d	0.17±0.04d	0.24±0.04c	0.72±0.47e
18:0	7.19±0.47a	7.58±0.71a	7.97±0.27a	9.59±0.47a	9.24±0.75a	8.05±0.55a	8.27±0.39a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>32.61±1.18a</b>	<b>33.82±1.90a</b>	<b>29.88±1.07a</b>	<b>35.41±0.68a</b>	<b>33.43±1.19a</b>	<b>32.10±2.15a</b>	<b>32.88±0.76a</b>
16:1n-7	4.09±0.28a	5.28±1.05a	3.95±0.48a	3.94±0.22a	5.00±0.36a	5.28±0.61a	4.59±0.27a
18:1n-9	12.78±0.97a	14.53±2.02a	16.05±1.88a	13.63±1.76a	13.45±0.22a	14.66±0.97a	14.18±0.47a
20:1n-9	0.27±0.03a	3.33±2.84b	0.43±0.20a	0.04±0.02c	0.35±0.04a	0.44±0.05a	0.81±0.51d
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>17.15±1.19a</b>	<b>23.14±1.04b</b>	<b>20.43±2.46a</b>	<b>17.61±1.73a</b>	<b>18.80±0.30a</b>	<b>20.39±1.45a</b>	<b>19.59±0.90a</b>
18:2n-6	2.29±0.25a	1.15±0.29b	1.81±0.22a	1.78±0.64a	1.42±0.03b	1.21±0.19b	1.61±0.18a
18:3n-3	0.70±0.05a	5.25±2.43b	0.55±0.08a	0.31±0.09c	0.63±0.04a	0.63±0.11a	1.34±0.78d
20:2n-6	0.56±0.10a	0.83±0.19a	0.80±0.12a	0.46±0.07b	0.30±0.08b	0.53±0.01a	0.58±0.08a
20:3n-6	0.74±0.02a	0.95±0.43a	0.78±0.17a	0.60±0.19a	0.73±0.08a	0.59±0.05a	0.73±0.05a
20:4n-6	6.85±0.59a	6.21±1.54a	6.38±0.60a	6.25±0.62a	7.61±0.08a	6.42±0.71a	6.62±0.22a
20:5n-3	13.29±0.76a	8.51±1.77a	12.38±0.23a	11.26±0.49a	11.68±0.28a	10.81±0.65a	11.32±0.67a
22:5n-3	5.16±0.24a	4.14±0.79a	5.78±0.32a	4.66±0.11a	5.65±0.31a	5.61±0.36a	5.17±0.27a
22:6n-3	20.66±0.64a	16.00±3.99b	21.21±1.82a	21.66±2.97a	19.75±1.14a	21.72±0.39a	20.17±0.88a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>50.24±0.53a</b>	<b>43.04±4.55b</b>	<b>49.69±1.65a</b>	<b>46.98±1.05a</b>	<b>47.77±1.48a</b>	<b>47.51±1.36a</b>	<b>47.54±1.04a</b>
Σn-3	39.80±0.26a	33.90±4.09b	39.93±1.78a	37.89±2.49a	37.71±1.53a	38.76±1.38a	38.00±0.90a
Σn-6	10.44±0.29a	9.14±1.30a	9.76±0.53a	9.09±1.48a	10.06±0.12a	8.75±0.62a	9.54±0.27a
n-3/n-6	3.81	3.71	4.09	4.17	3.75	4.43	3.98

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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. Kas Lipitlerinin Fosfolipit Yağ Asidi Analizi

Lipit bakımından zengin dokularda TAG; fakir olan dokularda ise PL fazla bulunur. 27 tür kemikli balıkta yapılan çalışmada kas PL içeriği % 0.44-0.92, ortalama % 0.69 olarak bulunmuştur (Takama ve ark. 1999).

Fosfolipitte SFA içeriği, alabalık türlerinden *S. t. labrax* ve *S. t. macrostigma*'da yazın, *S. t. caspius*'ta ise yumurtlama öncesi dönemde (sonbahar) yüksek bulunmuştur. Fosfolipitteki yüksek 16:0 oranı, yazın su sıcaklığının etkisiyle sonbaharda ise üreme aktivitesiyle ilgili olabilir (Bayır ve ark. 2009).

Palmitik asit, SFA'lar içinde dominant yağ asidi olup, oranı besinden etkilenmez (Ackman ve ark. 1975).

Denenen otuz üç deniz balığında; kas PL de major yağ asitleri; 16:0, 18:1n-9, EPA (EPA) ve DHA (DHA) olarak saptanmıştır. En yüksek içeriğe sahip bileşen DHA idi. Bu bileşeni 16:0 izlemiştir. Balıklarda ortalama  $\Sigma$ SFA % 29.6,  $\Sigma$ MUFA % 13.9,  $\Sigma$ PUFA % 55.53 olarak bulunmuştur (Takama ve ark. 1994).

Hindistan'daki beş sazan türünün kas fosfolipitinde  $\Sigma$ 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'sinde; 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; AA, % 5.7-10.6; EPA, % 3.0-4.5; DHA, % 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; AA, % 2.8; EPA, % 2.0; DHA, % 6.4 olarak bulunmuştur (Ackman ve ark. 2002).

*C. baicalensis*'te kas ve ovaryum PL'de sıralama PUFA>MUFA>SFA şeklinde oluşmuştur (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

*C. carpio*'nun her iki eşeyinin kas PL fraksiyonunda SFA'lardan 16:0 % 20.75-27.07, 18:0 % 5.04-11.24, MUFA'lardan 18:1n-9 % 11.64-20.43, 16:1n-7 % 3.70-9.00, PUFA'lardan AA % 7.10-13.28, EPA % 5.41-11.63, DHA % 11.02-20.18; *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, AA % 8.40- 13.32, EPA % 3.69-6.19, DHA % 19.27-27.01; *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, AA % 8.00-11.75, EPA % 4.83-9.53, DHA % 11.58-18.80 aralığında tespit edilmiştir. Total SFA oranı dışı

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.

*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. *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. Çalışılan türlerden iki sazan türü ile Siluriformes'ten *S. triostegus*'ta, Hindistan'daki dört sazan türünün kas PL'sindeki gibi en çok  $\Sigma$ PUFA daha sonra  $\Sigma$ SFA en az ise  $\Sigma$ MUFA bulunmuştur (Kaçar 2010).

*C. trutta*'nın dorsal kas PL'sinde major yağ asitleri tüm mevsimlerde 16:0, 18:0, 18:1n-9, AA, EPA, 22:5n-3 ve DHA olarak saptanmıştır (Satar ve ark. 2012).

*V. vimba*'da kas PL lipitte major bileşenlerin değerleri; 16:0 % 17.85; 18:0 % 10.74, total SFA % 33.70, 16:1n-7 % 3.23, 18:1n-9 % 11.12, total MUFA % 18.55, 18:2n-6 % 1.28, 18:3n-3 % 0.60, AA % 12.11, EPA % 7.12, DHA % 17.37,  $\Sigma$ PUFA % 47.16,  $\Sigma$ n-3 PUFA % 29.55,  $\Sigma$ n-6 PUFA % 17.61, n-3/n-6 % 1.68 olarak belirlenmiştir (Görgün ve ark. 2013).

Tödürge Gölü'nden toplanan iki balık türünden *C. sieboldii* balığının kas PL'sinde yüzde dağılımda en çok bulunan bileşenleri, doymuş yağ asitlerinden 16:0 (% 16.90) ve 18:0 (12.81), tekli doymamışlardan 16:1n-7 (% 4.14), 18:1n-9 (% 11.93), çoklu doymamışlardan AA (% 8.01), EPA (% 7.85) ve DHA (% 12.53) oluşturmuştur. Balıkta en çok  $\Sigma$ PUFA (% 44.31), en az  $\Sigma$ MUFA (% 19.67),  $\Sigma$ SFA oranı da % 36 olarak saptanmıştır. Total n-3 PUFA % 28.73,  $\Sigma$ n-6 PUFA % 15.58 şeklinde belirlenmiştir. Aynı gölden toplanan *C. baliki*'de baskın olanlar doymuş yağ asitlerinden 16:0 (% 15.52) ve 18:0 (13.20), tekli doymamışlardan 16:1n-7 (% 2.08), 18:1n-9 (% 8.86), çoklu doymamışlardan AA (% 1.05), EPA (% 12.16) ve DHA (% 27.10) asitlerdir.  $\Sigma$ PUFA % 52.94,  $\Sigma$ SFA % 33.55,  $\Sigma$ MUFA ise % 13.50 olarak saptanmıştır. Balıkta  $\Sigma$ n-3 PUFA % 45.21,  $\Sigma$ n-6 PUFA % 7.73 idi. *C. sieboldii* n-3/n-6 oranı 1.84, *C. baliki*'de 5.84 olarak belirlenmiştir (Görgün ve ark. 2014).

Kayhan ve ark (2015), Munzur Nehri'nden topladıkları *S. t. macrostigma*'nın kas PL'sinde 16:0, 18:1n-9, EPA ve DHA asiti yüzde dağılımda en fazla oranda tespit ettiler.

Analiz ettiğimiz İnci Kefali'nin her iki eşeyinin kas PL sinde dominant olarak belirlediğimiz bileşenler, diğer tatlı su balıklardan elde edilenlerle (Kaçar 2010, Satar ve ark. 2012, Görgün ve ark. 2014, Kayhan ve ark. 2015) uyum içindedir. Zira bu çalışmada da PL fraksiyonunda SFA içinde en çok 16:0, MUFA içinde 18:1n-9, PUFA'dan EPA ve DHA saptanmıştır (Çizelge 4.10 ve 4.11). Diğer önemli bir bulgu da total lipitte nisbeten az bulunan (% 4) 18:0 yağ asitinin PL fraksiyonunda iki kat (% 8) olarak saptanmasıdır. Bir diğer bulgu da temel yağ asitleri olan 18:2n-6 ve 18:3n-3 ün PL de oldukça az oranda belirlenmesidir. Stearik asitin yüksek, 18:2n-6 ve 18:3n-3 ün düşük oranları PL fraksiyonuna has bir özelliktir. *A. tarichi*'nin kas PL'sinde n-3/n-6 oranını dişilerde ortalama 4.07 (Çizelge 4.10), erkeklerde 3.98 (Çizelge 4.11) olarak belirledik. Tatlı su balıkları için n-3/n-6 oranı polar lipitler için 1.6-2.0'dir (Henderson ve Tocher 1987). *C. baicalensis*'in dokularında PL'de n-3/n-6 oranı 1.6-1.8; *C. dybowski*'de 2.8-3.7 olarak belirlenmiştir (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Tatlı su balıklarında bu oran *V. vimba*'da 1.68 (Görgün ve ark. 2013), *C. sieboldii*'de 1.84 (Görgün ve ark. 2014) olarak saptanmıştır. İnci Kefali'nde n-3/n-6 oranının yüksek olmasının nedeni önemli n-3 bileşenlerden EPA (% 11) ve DHA'nın (% 20) yüzde oranlarının yüksek olması, önemli n-6'lardan AA'nın da düşük (% 6) oranda saptanmasıdır (Çizelge 4.10 ve 4.11).

*T. grypus*, *C. carpio*, *S. triostegus* (Kaçar 2010), *V. Vimba* (Görgün ve ark. 2013), *C. sieboldii* ve *C. baliki*'de (Görgün ve ark. 2014) kas PL fraksiyonunda sıralama fazladan aza doğru PUFA>SFA>MUFA şeklinde saptanmıştır. İnci Kefali'nde de aynı sıralama saptanmıştır (Çizelge 4.10 ve 4.11).

#### **4.26. Fosfolipit Fraksiyonundaki Yağ Asidi İçeriğine Sıcaklık ve Mevsimin Etkisi**

Doku yağ asiti kompozisyonları, termal aklimatizasyon (Soğukkanlılarda sıcaklığa karşı fizyolojik adaptasyon) esnasında değişir.

Hücreler kendi zarlarının lipid 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 arttırmırlar. 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). Örneğin, düşük sıcaklığa maruz bırakılma sonucunda, fosfolipitlerde, UFA/SFA oranları daha yüksek bulunmuştur. Bu durum, membran akışkanlığının sürdürülmesi (korunması) 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).

Fosfolipitlerin, DHA, AA, linolenik asit ve EPA gibi PUFA'ları yüksek oranda içermesi bu lipit fraksiyonunun, düşük çevresel sıcaklıklara adaptasyondan kaynaklanmaktadır (Inhamuns ve Franco 2001). Zira, membranların fiziksel özellikleri, fosfolipitler ile bunların yağ asit asitlerince belirlenir. Yağ asitlerinin doymamışlık derecesi, membranların fonksiyonu ve akıcılığının devamı için önemlidir. Balıklar ve diğer poikloterm hayvanlar, farklı çevresel sıcaklıklara adaptasyon için zarlarındaki yağ asitlerinin doymamışlık derecelerini değiştirirler (Bell ve ark. 1986).

Miller ve ark. (1976), Cyprinidae familyasından *Carassius auratus auratus* balığında soğuk ortama adaptasyonun sonucu olarak fosfolipit fraksiyonunda doymuş yağ asitlerin azaldığını, buna karşılık AA ve DHA asitlerinin ise arttığını belirttiler.

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 etkilemektedir (Cordier ve ark 2002).

Kaçar (2010) *C. carpio*, *S. trisotegus* ve *T. grypus*'tan elde ettiği verilere dayanarak balıkların kas PL'sindeki yağ asitlerinin yüzde içeriği üzerine sıcaklığın etkisinin hem çalışılan üç tür üzerinde hem de aynı türün eşeyleri üzerinde farklı etki

ettiğini bildirmiştir. 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 DHA oranı ocak ayında azalırken 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. Araştırmacı bu sonuçlara dayanarak, değişen fizyolojik koşullara karşı aynı türün farklı eşyelerinin farklı tepki gösterebileceğini belirtmiştir. Gallagher ve ark. (1991), aynı türün dişi ve erkek bireylerinin fizyolojik olaylara karşı gösterdiği adaptasyonların değişebildiğini ileri sürdüler.

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan türlerden *C. carpio*'da yaza oranla kışın  $\Sigma$ MUFA; *T. grypus*'ta ise  $\Sigma$ PUFA artmıştır. Aşırı doymamış yağ asitlerinin kışın artması beklenir. Ancak, incelenen iki türde farklı sonuçlar saptanmıştır. Örneğin, *C. carpio*'da temmuz ayı ile karşılaştırıldığında, ocak ayında DHA'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. *C. carpio*'nun her iki bireyinin kas PL sindeki  $\Sigma$ MUFA oranı kışın artmıştır. *T. grypus*'un dişi bireylerinin kas PL'sinde kışın  $\Sigma$ SFA'lar azalmış, DHA'ten dolayı  $\Sigma$ PUFA ve n-3/n-6 oranı her iki bireyin PL'sinde kışın artmıştır (Kaçar 2010).

Japon Kedibalığı'nda 18:1n-9 miktarı yaza oranla kışın daha fazla bulunmuştur (Shirai ve ark. 2002).

Bir yıl boyunca analizlenen *S. triostegus*'un dorsal kasının fosfolipit fraksiyonunda yazın % 41.05 ile  $\Sigma$ SFA'lar, diğer mevsimlerde ise  $\Sigma$ PUFA'lar daha yüksek oranda belirlenmiştir. Yaz mevsiminde  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ MUFA artarken aynı dönemde  $\Sigma$ SFA azalma göstermiştir. Kışın, diğer mevsimlere oranla total SFA da artış kaydedilmiştir.

Bir yıl boyunca analizlenen *S. triostegus*'un dorsal kasının fosfolipit fraksiyonunda baskın bulunan başlıca yağ asitleri; doymuş yağ asitlerinden 16:0, tekli doymamış yağ asitlerinden 18:1n-9, n-6 çoklu doymamış yağ asitlerinden AA ve n-3 çoklu doymamış yağ asitlerinden DHA belirlenmiştir. Fosfolipit fraksiyonunda palmitik asit yazın, DHA ise kışın, diğer mevsimlere oranla yüksek düzeyde belirlenmiştir. Balıkta

$\Sigma n-3$ ; % 24.36 (yaz)- % 51.53 (kış);  $\Sigma n-6$ ; % 13.76 (yaz)- % 26.84 (sonbahar); arasında saptanmıştır (Cengiz ve ark. 2012).

*C. trutta*'nın dorsal kas PL'sinde % 43.62(yaz)- % 66.91(kış) oranı ile total PUFA, analizlenen tüm mevsimlerde diğer fraksiyonlara oranla yüksek olarak saptanmıştır. DHA, EPA, 22:5n-3 ve AA, PUFA'da en çok bulunan bileşenler olmuştur. Total PUFA'daki yağ asitleri kışın en yüksek, yazın ise en düşük yüzde de elde edilmiştir. Bu fraksiyonu, miktar olarak total SFA izlemiştir. Total SFA oranı yazın % 41.01 ile artış göstermiştir. Balıkta doymuş yağ asitlerinden 14:0, 16:0 ve 18:0 yazın, DHA kışın,  $\Sigma n-3$  sonbahar,  $\Sigma n-6$  ise sonbahar ve kışın artış göstermiştir. DHA ve 22:5n-3 yazın azalmıştır (Satar ve ark. 2012).

Çalışmamızda, iki ayda bir analizlediğimiz İnci Kefali kas PL yağ asitlerinden DHA,  $\Sigma$ PUFA ve  $\Sigma n-3$  bileşenlerin dışı diğer aylara oranla sıcaklığın 15 °C olduğu ekim ayında (Çizelge 4.10), erkeklerde ise sıcaklığın 12 °C olduğu nisan ayında (Çizelge 4.11) diğer aylara oranla azaldıkları saptanmıştır. Bu sonuç, mevsim ve sıcaklığın, İnci Kefali'nin her iki eşeyine farklı etki yaptığını gösterir.

##### 4.27. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerindeki Karaciğer Lipitlerinin Fosfolipit Yağ Asidi İçeriği

İnci Kefali'nin karaciğer dokusundaki PL yağ asiti içeriğinde dominant olarak bulunan 16:0 ile 18:0 oranı üreme öncesi şubat ayında azalmış, 16:0 ve bu yağ asitine bağlı olarak  $\Sigma$ SFA üreme döneminde (nisan-haziran) artış göstermiştir (Çizelge 4.12 ve 13).

Palmitoleik asit, 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA, her iki eşeyde de üreme öncesi şubat ayında en düşük oranda saptanmıştır. Ekim ayında dişi balıklarda 16:1n-7 ile dişi ve erkeklerde oleik asit ve  $\Sigma$ MUFA yüksek olarak belirlenmiştir.

Linoleik asit (erkeklerde ortalama % 0.94, dişilerde % 1.01) ve 18:3n-3 (erkeklerde ortalama % 0.38, dişilerde % 0.44) diğer çoklu doymamışlardan oldukça düşük oranda saptanmıştır.

Araidonik asitin dişilerde aralık, erkeklerde ise ekim ayında artmış, üreme dönemi olan haziranda azalmıştır (Çizelge 4.12 ve 13).

Önemli n-3 bileşenlerinden EPA, yaz döneminde (haziran-ağustos) azalmış, şubat ayında ise artış göstermiştir. Dişilerde ortalama % 17.73, erkeklerde % 17.98 olarak bulunan diğer bir n-3 olan DHA ile  $\Sigma$ PUFA ve  $\Sigma$ n-3 ün oranı, EPA gibi şubat ayında artmış,  $\Sigma$ n-6 ise üreme dönemini kapsayan haziranda azalmıştır.

Şubat ayında en yüksek değere ulaşan n-3/n-6 (dişilerde 6.99, erkeklerde 7.35); bu dönemden sonra azalarak ekim ayında en düşük değere (dişilerde 3.16, erkeklerde 2.65) sahip olmuştur.

Her iki eşeyde de; üremeden hemen önce şubat ayında  $\Sigma$ MUFA, 18:1n-9 ve 16:1n-7 en düşük; aynı ayda  $\Sigma$ PUFA, DHA ve EPA ise en yüksek değerde, ayrıca üreme dönemi olan haziran ayında  $\Sigma$ SFA ve 16:0 yüzdesi oldukça yüksek, aynı ayda  $\Sigma$ PUFA, DHA ve EPA yüzdesinin oldukça düşük olarak saptanması ilginç bulunmuştur (Çizelge 4.12 ve 13).

Balığın karaciğer PL fraksiyonunda dominant olarak belirlenen bileşenler; SFA dan 16:0 (dişilerde ortalama % 23.55, erkeklerde % 23.84) ve 18:0 (dişilerde ortalama % 9.53, erkeklerde % 9.26), MUFA'dan 18:1n-9 (dişilerde ortalama % 20.87, erkeklerde % 17.72), PUFA'dan DHA (dişilerde ortalama % 17.73, erkeklerde % 17.98) belirlenirken,  $\Sigma$ SFA dişilerde ortalama % 36.20, erkeklerde % 37.65;  $\Sigma$ MUFA dişilerde ortalama %

28.60 erkeklerde % 25.22;  $\Sigma$ PUFA dişilerde ortalama % 35.20 erkeklerde % 37.12 olarak saptanmıştır.

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çizelge 4.12 Dişi *Alburnus tarichi*'nin karaciğer fosfolipitfraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0s	0.63±0.05a	4.33±0.39b	5.89±0.56b	1.12±0.21c	2.39±0.65d	0.51±0.04a	2.48±0.90d
15:0	0.19±0.01a	0.50±0.07b	1.27±0.21c	0.22±0.02a	0.29±0.02d	0.20±0.01a	0.44±0.17b
16:0	17.50±1.07a	28.21±1.26b	32.13±1.31b	27.48±1.31b	14.85±1.05a	21.13±1.20c	23.55±2.76c
17:0	0.14±0.01a	0.29±0.02b	0.10±0.04a	0.04±0.02c	0.49±0.03b	0.13±0.04a	0.20±0.07a
18:0	6.44±0.65a	9.37±0.67b	14.15±1.14b	10.23±0.92b	6.06±0.56a	10.90±1.01b	9.53±1.23b
<b>ΣS.F.A</b>	<b>24.90±1.29a</b>	<b>42.70±1.44b</b>	<b>53.55±1.47c</b>	<b>39.09±1.33b</b>	<b>24.08±1.29a</b>	<b>32.88±1.33ab</b>	<b>36.20±4.61b</b>
16:1n-7	3.48±0.19a	10.65±0.93b	5.80±0.58a	5.43±0.53a	14.56±1.05b	3.49±0.37a	7.23±1.81ab
18:1n-9	13.92±1.06a	17.23±1.07b	16.67±1.16b	21.86±1.01b	38.11±1.38c	17.44±1.08b	20.87±3.60b
20:1n-9	0.52±0.03a	0.37±0.04a	0.48±0.03a	0.07±0.02b	0.98±0.09c	0.53±0.19a	0.49±0.12a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>17.91±1.05a</b>	<b>28.26±1.31b</b>	<b>22.94±1.22a</b>	<b>27.36±1.14b</b>	<b>53.65±1.47c</b>	<b>21.47±1.20a</b>	<b>28.60±5.25b</b>
18:2n-6	0.48±0.03a	0.87±0.07b	0.91±0.08b	0.65±0.05c	2.63±0.22d	0.53±0.19a	1.01±0.33b
18:3n-3	0.26±0.02a	0.37±1.30b	0.29±0.02a	0.08±0.02c	1.44±0.12d	0.20±0.01a	0.44±0.20b
20:2n-6	0.43±0.04a	0.41±0.15a	0.27±0.01b	0.14±0.01c	0.42±0.03a	0.49±0.03a	0.36±0.05a
20:3n-6	0.47±0.04a	0.49±0.04a	0.23±0.01b	0.35±0.02ab	0.70±0.04c	0.41±0.15a	0.44±0.06a
20:4n-6	5.78±0.56a	2.33±0.23b	1.97±0.11b	6.54±0.16a	1.61±0.40b	7.45±0.77a	4.28±1.06a
20:5n-3	9.28±0.67a	8.95±0.88a	6.68±0.66b	3.30±0.31c	5.95±0.55b	7.33±0.71a	6.91±0.89a
22:5n-3	5.57±0.54a	3.51±0.22a	3.72±0.12a	2.37±0.23b	4.01±0.38a	5.00±0.53a	4.03±0.46a
22:6n-3	34.92±1.33a	12.11±1.12b	9.44±0.98b	20.13±1.10c	5.51±0.23d	24.26±1.29c	17.73±4.45e
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>57.18±1.46a</b>	<b>29.04±1.34b</b>	<b>23.51±1.22c</b>	<b>33.55±1.33b</b>	<b>22.27±1.27c</b>	<b>45.66±1.42d</b>	<b>35.20±5.59b</b>
Σn-3	50.03±1.47a	24.94±1.20b	20.12±1.10b	25.88±1.27b	16.91±1.06c	36.79±1.37d	29.11±5.01b
Σn-6	7.16±0.06a	4.10±0.28b	3.39±0.26b	7.67±0.71a	5.36±0.43a	8.87±0.81a	6.09±0.88a
n-3/n-6	6.99	6.08	5.94	3.37	3.16	4.15	4.78

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

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

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

**Çizelge 4.13** Erkek *Alburnus tarichi*'nin karaciğer fosfolipitfraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.35±0.02a	5.74±0.15b	5.86±0.15b	2.69±0.23c	0.77±0.19d	0.99±0.05d	2.73±1.02c
15:0	0.16±0.01a	0.63±0.09b	8.30±1.15c	0.30±0.03d	0.21±0.01a	0.20±0.01a	1.63±1.34e
16:0	17.70±1.07a	27.19±1.22b	31.27±1.15b	25.33±1.20b	21.40±1.20a	20.14±1.20a	23.84±2.05a
17:0	0.12±0.03a	0.48±0.03b	0.10±0.03a	0.13±0.04a	0.14±0.01a	0.15±0.03a	0.19±0.06a
18:0	7.05±0.71a	8.85±0.88a	9.81±0.99a	7.66±0.71a	14.06±1.10b	8.16±0.89a	9.26±1.04a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>25.38±1.27a</b>	<b>42.89±1.40b</b>	<b>55.33±1.46c</b>	<b>36.10±1.46b</b>	<b>36.57±1.38b</b>	<b>29.65±1.16a</b>	<b>37.65±4.31b</b>
16:1n-7	4.01±0.38a	11.62±0.98b	6.98±0.55ab	10.29±0.94ab	5.11±0.51a	4.90±0.38a	7.15±1.28ab
18:1n-9	13.97±1.13a	17.76±1.07a	13.90±1.16a	21.69±1.30b	19.66±1.08b	19.37±1.10b	17.72±1.30a
20:1n-9	0.52±0.03a	0.61±0.05a	0.10±0.03b	0.12±0.01b	0.09±0.01b	0.64±0.10a	0.35±0.11c
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>18.50±1.18a</b>	<b>29.98±1.12b</b>	<b>20.98±1.20a</b>	<b>32.10±1.31b</b>	<b>24.86±1.20b</b>	<b>24.91±1.14b</b>	<b>25.22±2.11b</b>
18:2n-6	0.37±0.04a	1.18±0.11b	1.10±0.10b	1.12±0.21b	0.97±0.08b	0.88±0.07b	0.94±0.12b
18:3n-3	0.19±0.01a	0.67±0.07b	0.45±0.02c	0.30±0.03d	0.40±0.02c	0.26±0.02d	0.38±0.07c
20:2n-6	0.45±0.02a	0.37±0.04b	0.61±0.05c	0.12±0.01d	0.30±0.03b	0.76±0.06c	0.43±0.09a
20:3n-6	0.44±0.03a	0.42±0.03a	0.33±0.02b	0.42±0.03a	0.61±0.06c	0.63±0.05c	0.47±0.05a
20:4n-6	5.46±0.55a	2.24±0.24b	1.15±0.26b	4.27±0.43a	8.69±0.89c	5.99±0.55a	4.63±1.11a
20:5n-3	10.95±0.99a	10.48±1.03a	6.23±0.65b	5.47±0.25b	7.67±0.71ab	8.20±0.80a	8.17±0.90a
22:5n-3	5.68±0.54a	3.40±0.32b	2.41±0.21b	3.28±0.22b	4.96±0.31a	4.98±0.38a	4.12±0.52a
22:6n-3	32.57±1.30a	8.38±1.19b	11.40±1.04b	16.83±1.08c	14.96±1.05c	23.75±1.12d	17.98±3.62c
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>56.12±1.47a</b>	<b>27.13±1.20b</b>	<b>23.69±1.13b</b>	<b>31.80±1.12b</b>	<b>38.57±1.38c</b>	<b>45.44±1.43d</b>	<b>37.12±4.97c</b>
Σn-3	49.40±1.43a	22.93±1.11b	20.49±1.28b	25.87±1.34b	28.00±1.15c	37.20±1.30d	30.65±4.42c
Σn-6	6.72±0.63a	4.20±0.44b	3.20±0.31b	5.93±0.52a	10.57±0.95a	8.25±0.83a	6.48±1.10a
n-3/n-6	7.35	5.46	6.41	4.36	2.65	4.51	4.73

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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.

##### 4.28. Balıkların Karaciğer Lipitlerindeki Fosfolipit Yağ Asidi Analizleri

27 tür kemikli balıkta yapılan çalışmada karaciğerdeki PL içeriği % 0.62-2.42 ortalama % 1.22 olarak saptanmıştır (Takama ve ark. 1999).

Otuz üç deniz balığında; karaciğer PL'de major yağ asitleri kastaki gibi; 16:0, 18:1n-9, EPA ve DHA olarak saptanmıştır. Total SFA ve PUFA yüzdeleri kasa yakın bulunmuştur (Takama ve ark. 1994).

*L. bata*'nın fosfolipitinde, 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; AA, % 2.6; EPA, % 2.6; DHA, % 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; AA, % 3.5; EPA, % 2.9; DHA, % 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 fosfolipit 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).

*C. carpio*'nun her iki eşeyinin karaciğer PL fraksiyonunda SFA'lardan 16:0 % 21.83-29.15, 18:0 % 6.04-10.74, MUFA'lardan 18:1n-9 % 17.39-26.08, 16:1n-7 % 3.94-8.26, PUFA'lardan AA % 6.47-12.79, EPA % 2.31-6.50, DHA % 10.00-16.64; *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, AA % 9.56-18.23, EPA % 2.12-4.26, DHA % 15.67-27.42; *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, AA % 7.46-12.82, EPA % 2.08-8.89, DHA % 15.53-21.78 aralığında tespit edilmiştir. 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. Analizlenen üç balık türünün PL'sinde 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 (Kaçar 2010).



*V. vimba*'da karaciğer PL lipitte major bileşenlerin değerleri; 16:0 % 27.72; 18:0 % 11.01,  $\Sigma$ SFA % 44.25, 16:1n-7 % 6.61, 18:1n-9 % 21.26,  $\Sigma$ MUFA % 32.32, 18:2n-6 % 5.47, 18:3n-3 % 1.28, AA % 5.72, EPA % 0.94, DHA % 5.67,  $\Sigma$ PUFA % 23.25,  $\Sigma$ n-3 PUFA % 9.45,  $\Sigma$ n-6 PUFA % 13.80, n-3/n-6 % 0.68 olarak tespit edilmiştir (Görgün ve ark. 2013).

Tödürge Gölü'nden *C. sieboldii*'de karaciğer PL fraksiyonunda 16:0 % 12.34, 18:0 % 17.69, 16:1n-7 % 3.87, 18:1n-9 % 12.05, AA % 15.21, EPA % 3.85, DHA % 13.81,  $\Sigma$ SFA % 35.45,  $\Sigma$ MUFA % 17.95,  $\Sigma$ PUFA % 46.57,  $\Sigma$ n-3 PUFA % 27.45,  $\Sigma$ n-6 PUFA % 19.12; aynı gölden toplanan *C. baliki*'de 16:0 % 19.99, 18:0 % 11.74, 16:1n-7 % 4.89, 18:1n-9 % 14.53, AA % 5.27, EPA % 5.30, DHA % 15.36,  $\Sigma$ SFA % 41.17,  $\Sigma$ MUFA % 23.03,  $\Sigma$ PUFA % 35.80,  $\Sigma$ n-3 PUFA % 26.60,  $\Sigma$ n-6 PUFA % 9.20 olarak bulunmuştur. *C. sieboldii* balığının karaciğer PL'sinde n-3/n-6 oranı 1.43 *C. baliki*'de 2.89 olarak saptanmıştır (Görgün ve ark. 2014).

İnci Kefali'nin karaciğer PL fraksiyonunda belirlediğimiz baskın bileşenler, diğer tatlı su balıkları (Kaçar 2010, Görgün ve ark. 2013, Görgün ve ark. 2014) gibidir. Bu bileşenlerin başlıcaları SFA'dan 16:0, MUFA'dan 18:1n-9 ve PUFA'dan DHA tür. Kas PL'de olduğu gibi karaciğer dokusunda belirlediğimiz n-3/n-6 oranı (dişilerde 4.78, erkeklerde 4.73), n-3'ü oluşturan bileşenlerin fazlalığı ve n-6'yı oluşturanların azlığından dolayı, diğer tatlı su balıklardan yüksek bulunmuştur.

Ayrıca analizlerimizde *C. trutta* (Kaçar ve ark. 2010), *C. baliki* ve *C. sieboldii* (Görgün ve ark. 2014) daki gibi en az oranda MUFA belirlenmiştir. Bu bulgu PL fraksiyonuna hastır. Total SFA ve PUFA yüzdeleri ise birbirine yakın bulunmuştur (Çizelge 4.12 ve 4.13).

#### 4.29. Balıkların Karaciğer Fosfolipit Yağ Asidi İçeriğine Mevsim ve Üreme Etkisi

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus* balıklarından *C. carpio*'da  $\Sigma$ SFA, üremeden hemen önceki dönem olan mart ayında;  $\Sigma$ MUFA ise üreme sonrası dönem olan temmuz ayında azalma göstermiştir. Oleik asit ve  $\Sigma$ MUFA dişilerde en fazla mart ayında erkeklerde mayısta fazla oranda saptanmıştır. Total PUFA oranı, dişilerde ocak ve mart aylarında, erkeklerde mart, mayıs ve ocak

aylarında azalmıştır. Diğer aylarda birbirine yakın olarak saptanmıştır. DHA ise, her iki eşeyde kasım ayında artma göstermiştir.

*T. grypus*'ta, DHA, erkeklerde eylül ayında yüksek, mart ayında ise düşük yüzde de saptanmıştır (Kaçar 2010). *C. carpio* karaciğer fosfolipit fraksiyonunda n-3/n-6 oranı dişilerde 1.33 (ocak)- 1.93 (kasım); erkeklerde 1.03 (ocak)- 1.94 (mayıs); *T. grypus* tadışilerde 1.49 (mart)-2.46 (ocak), erkeklerde 1.18 (mart)-2.91 (eylül); *S. triostegus* tadışilerde 1.75 (kasım)-2.97 (ocak), erkeklerde 1.85 (mayıs)-2.76 (ocak) aralığında saptanmıştır. 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 (Kaçar 2010).

Analizlerimizde *A. tarichi*'de 16:0 ve  $\Sigma$ SFA her iki eşeyde üreme dönemini kapsayan haziran ayında, 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA dışı balıklarda üremeden sonraki ekim, erkeklerde ağustos ayında, diğer aylara oranla artış göstermiştir. Üremeden hemen sonraki ay olan ağustosta (20 °C) her iki eşeyde EPA azalmış, DHA,  $\Sigma$ n-3 ve  $\Sigma$ PUFA dışı ve erkek balıklarda hava sıcaklığının düştüğü (7 °C) şubat ayında artmıştır (Çizelge 11 ve 12). Bu bulgu, kaslardan ziyade karaciğerin PL fraksiyonundaki çoklu doymamış yağ asitlerinin düşük su sıcaklığına daha iyi tepki verdiğini ve sıcaklığın düşmesiyle karaciğer PL fraksiyonundaki aşırı doymamış yağ asitlerinin sentezinin arttığını göstermektedir.

İki ayda bir analizlenen balık karaciğerinin PL'sinde kimi aylarda total SFA, kimi aylarda total PUFA, kas PL'de olduğu gibi en az da total MUFA belirlenmiştir (Çizelge 11 ve 12). İnci Kefali'nde her iki eşeyde sıcaklıkların düşük olduğu aralık (5.5 °C) ve şubat (7 °C) aylarında diğer aylara oranla total PUFA'ların yüksek bulunması, düşük sıcaklığa karşı membran lipitlerinin doymamışlıklarını arttırarak göstermiş oldukları bir tepkidir. Balıklarda n-3/n-6 oranları dişilerde 3.16(ekim)- 6.99(şubat); erkek balıklarda 2.65(ekim)- 7.35(şubat) olarak saptanmıştır. Her iki eşeyde bu oran en düşük ekim, en yüksek şubat ayında bulunmuştur. Bu oranın şubat ayında yüksek olmasının nedeni aynı ayda önemli n-3 bileşenlerden DHA'ün oldukça yüksek olarak saptanmasıdır.

### 4.30. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerindeki Gonad Lipitlerinin Fosfolipit Yağ Asidi İçeriği

Çalışmamızda İnci Kefali'nin gonat PL fraksiyonunda SFA'lardan dominant olarak bulunan ve ovaryumda % 23.38(ağustos)- % 28.29(şubat), testislerde % 22.40 (aralık)- % 30.08 (ağustos) olarak bulunan 16:0, analizlenen aylarda önemli değişiklikler göstermemiştir. Ancak bu bileşen  $\Sigma$ SFA ile birlikte her iki eşeyde de aralık ayında bir miktar azalma göstermiştir. Diğer baskın SFA dan 18:0 yüzdesi üremeden hemen sonra testislerde haziran ve ağustos ovaryumda da ağustos ayında artmıştır (Çizelge 4.14 ve 4.15).

Palmitoleik asit, 18:1n-9 ve bunlara bağlı olarak  $\Sigma$ MUFA, gonatlarda üreme dönemi olan haziranda düşük, üremeden hemen sonraki ağustos ayında yüksek olarak saptanmıştır.

Diğer dokuların PL'sinde olduğu gibi gonatlarda da 18:2n-6 ve 18:3n-3 düşük yüzdede belirlenmiştir (Çizelge 4.14 ve 4.15).

Total n-6 PUFA'lardan major olan ve analizlenen aylarda ortalama olarak ovaryumda % 7.02, testislerde % 7.92 oranında bulunan AA'nın gonatlarda, ekim ve aralık ayında arttığı saptanmıştır. N-3'ün önemli bileşenlerinden EPA, nisan ayında; DHA,  $\Sigma$ PUFA ve  $\Sigma$ n-3'ler ise haziranda artmış, ancak bu ayda  $\Sigma$ n-6'lar azalma göstermiştir (Çizelge 4.14 ve 4.15).

Gonatların PL fraksiyonunda, ağustos dışında analizlenen tüm aylarda en çok  $\Sigma$ PUFA, daha sonra  $\Sigma$ SFA en az yüzde de ise  $\Sigma$ MUFA belirlenmiştir.  $\Sigma$ PUFA ağustosta azalmış, aynı ayda  $\Sigma$ SFA ise artmıştır (Çizelge 4.14 ve 4.15).

Bireysel yağ asitlerinden SFA arasında 16:0 (ovaryumda % 26.06, testiste % 25.17), 18:0 (ovaryumda % 8.35, testiste % 9.83), MUFA'dan 18:1n-9 (ovaryumda % 17.77, testiste % 17.82), PUFA'dan (ovaryumda % 9.27, testiste % 10.16) ve DHA (ovaryumda % 17.58 testiste % 13.39) belirlenmiştir (Çizelge 4.14 ve 4.15). Çizelge 4.14 ve 4.15'te görüleceği gibi ovaryumda ortalama  $\Sigma$ SFA % 36.01, testiste % 36.95; ovaryumda ortalama  $\Sigma$ MUFA % 23.09, testiste % 24.74; ovaryumda ortalama  $\Sigma$ PUFA % 40.90, testiste % 38.31 olarak saptanmıştır.

Ovaryum ve testiste ağustos ayında en çok  $\Sigma$ SFA, testiste şubat ve ekimde  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ PUFA birbirine yakın, her iki gonatta analizlenen diğer aylarda en fazla oranda  $\Sigma$ PUFA, en az olarak ta  $\Sigma$ MUFA belirlenmiştir.

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

---

Ovaryumda n-3/n-6 oranı 2.32 (ağustos)- 9.07 (haziran) ortalama 4.20; testiste n-3/n-6 oranı 2.17 (ağustos)- 3.48 (nisan) ortalama 2.85 olarak tespit edilmiştir. Verilerden, her iki gonatta da bu oranın, ağustos ayında n-3'leri oluşturan EPA ve DHA yüzdelerinin düşmelerinden dolayı azalma gösterdiği anlaşılmaktadır.

**Çizelge 4.14** Diş *Alburnus tarichi*'nin ovaryum fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.76±0.13a	0.75±0.24a	0.52±0.08a	2.04±0.28b	0.97±0.11ab	0.94±0.19ab	1.00±0.22ab
15:0	0.35±0.03a	0.32±0.07a	0.28±0.04a	0.33±0.02a	0.33±0.03a	0.33±0.02a	0.32±0.01a
16:0	28.19±1.73a	24.06±3.32b	27.05±0.84a	27.45±1.66a	26.19±0.29a	23.38±0.24b	26.06±0.79a
17:0	0.67±0.11a	0.27±0.06b	0.27±0.03b	0.21±0.03b	0.13±0.05c	0.16±0.05c	0.29±0.08b
18:0	7.77±0.94a	7.51±1.82a	7.99±0.31a	11.70±0.40b	7.83±0.15a	7.31±0.17a	8.35±0.68a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>37.74±2.90a</b>	<b>32.91±1.93b</b>	<b>36.11±0.83a</b>	<b>41.73±2.28a</b>	<b>35.45±0.46a</b>	<b>32.12±0.05b</b>	<b>36.01±1.42a</b>
16:1n-7	4.17±0.16a	4.46±1.25a	3.81±0.41a	6.69±0.53b	5.46±0.50b	5.46±0.57b	5.01±0.44b
18:1n-9	17.54±0.47a	19.11±4.02a	15.59±0.29a	19.64±1.35a	17.47±0.40a	17.28±0.59a	17.77±0.59a
20:1n-9	0.28±0.06a	0.25±0.21a	0.06±0.02b	0.04±0.01b	0.73±0.10c	0.49±0.01d	0.31±0.11a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>21.98±0.56a</b>	<b>23.82±3.31a</b>	<b>19.46±0.70a</b>	<b>26.38±1.88b</b>	<b>23.67±0.98a</b>	<b>23.23±1.16a</b>	<b>23.09±0.93a</b>
18:2n-6	0.86±0.07a	0.97±0.16a	0.64±0.05a	1.39±0.25b	0.85±0.11a	0.66±0.14a	0.89±0.11a
18:3n-3	0.38±0.04a	1.21±1.72b	0.11±0.03c	0.47±0.16a	0.28±0.02d	0.34±0.15a	0.46±0.16a
20:2n-6	0.35±0.05a	0.44±0.02a	0.34±0.01a	0.30±0.05a	0.37±0.06a	0.29±0.04a	0.35±0.02a
20:3n-6	0.39±0.03aa	0.73±0.29b	0.34±0.05a	0.31±0.04a	0.40±0.07a	0.45±0.02ab	0.44±0.06ab
20:4n-6	7.53±0.02a	6.93±1.40a	3.09±0.50b	7.59±0.44a	9.15±0.30a	7.82±0.51a	7.02±0.84a
20:5n-3	9.53±0.41a	11.52±2.13a	10.38±0.19a	7.94±0.58a	7.20±0.50a	9.03±0.18a	9.27±0.64a
22:5n-3	4.98±0.55a	5.21±0.65a	6.15±0.85a	2.39±0.13b	4.96±0.32a	5.68±0.07a	4.90±0.53a
22:6n-3	16.25±1.75a	16.27±1.15a	23.38±1.07b	11.50±1.31c	17.68±2.27a	20.37±0.88b	17.58±1.65a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>40.27±2.49a</b>	<b>43.28±3.00a</b>	<b>44.43±1.47a</b>	<b>31.90±0.49b</b>	<b>40.89±1.05a</b>	<b>44.65±1.20a</b>	<b>40.90±1.95a</b>
Σn-3	31.13±2.64a	34.22±1.99a	40.02±1.62b	22.30±0.59c	30.12±1.51a	35.43±0.86a	32.20±2.44a
Σn-6	9.14±0.15a	9.06±1.50a	4.41±0.52b	9.60±0.72a	10.76±0.48a	9.22±0.42a	8.70±0.90a
n-3/n-6	3.41	3.78	9.07	2.32	2.80	3.84	3.70

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.15** Erkek *Alburnus tarichi*'nin testis fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	2.60±0.43a	0.94±0.24b	0.54±0.11c	2.04±0.25a	1.44±0.16b	0.87±0.11d	1.40±0.32b
15:0	0.45±0.05a	0.31±0.02b	0.17±0.03c	0.31±0.02b	0.33±0.01b	0.24±0.01d	0.30±0.04b
16:0	23.22±1.95a	24.29±0.01a	24.32±1.09a	30.08±1.39b	26.69±0.61a	22.40±1.13a	25.17±1.15a
17:0	0.54±0.05a	0.24±0.02b	0.22±0.02b	0.16±0.01c	0.19±0.03b	0.14±0.02c	0.25±0.06b
18:0	8.26±0.67a	7.88±0.26a	14.03±0.03b	11.99±2.14b	8.80±0.42a	8.00±0.39a	9.83±1.05a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>35.07±2.70a</b>	<b>33.65±0.42a</b>	<b>39.28±1.21a</b>	<b>44.58±3.21b</b>	<b>37.46±0.54a</b>	<b>31.65±0.69a</b>	<b>36.95±1.88a</b>
16:1n-7	9.64±1.42a	5.93±0.73b	2.52±0.33c	7.62±1.33a	7.35±0.39a	6.15±0.21b	6.54±0.97b
18:1n-9	20.66±2.70a	17.97±1.39a	12.66±1.06b	20.07±1.20a	18.76±0.37a	16.82±0.49b	17.82±1.18b
20:1n-9	0.45±0.04a	0.48±0.20a	0.22±0.07b	0.06±0.03c	0.57±0.13a	0.51±0.01a	0.38±0.08a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>30.74±3.67a</b>	<b>24.39±0.77b</b>	<b>15.40±1.32c</b>	<b>27.76±2.26a</b>	<b>26.69±0.28a</b>	<b>23.48±0.64b</b>	<b>24.74±2.14b</b>
18:2n-6	2.39±0.19a	0.71±0.07b	0.70±0.03b	1.40±0.39c	0.73±0.04b	0.63±0.05b	1.09±0.28c
18:3n-3	1.14±0.08a	1.92±1.62a	0.11±0.04b	0.39±0.09c	0.25±0.03d	0.24±0.02d	0.67±0.29e
20:2n-6	0.44±0.06a	0.64±0.10b	0.59±0.03b	0.25±0.05c	0.37±0.04a	0.44±0.02a	0.46±0.06a
20:3n-6	0.51±0.11a	0.58±0.20a	0.52±0.13a	0.41±0.08a	0.43±0.01a	0.48±0.02a	0.49±0.03a
20:6n-6	6.33±0.87a	7.44±0.19a	8.40±0.40a	6.66±0.42a	7.72±0.36a	10.97±0.48b	7.92±0.68a
20:5n-3	9.73±1.79a	14.61±1.65b	11.98±0.79a	7.68±1.01ab	6.96±0.39ab	10.02±0.40a	10.16±1.15a
22:5n-3	3.58±0.77a	4.52±0.39a	5.03±0.26a	2.30±0.09b	4.49±0.44a	4.87±0.20a	4.13±0.42a
22:6n-3	10.07±2.53a	11.54±0.48a	18.01±1.11b	8.58±0.81a	14.90±0.14ab	17.23±0.24b	13.39±1.59a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>34.19±5.88a</b>	<b>41.96±0.50b</b>	<b>45.32±2.48b</b>	<b>27.66±1.68c</b>	<b>35.85±0.80a</b>	<b>44.87±0.12b</b>	<b>38.31±2.84a</b>
Σn-3	24.51±5.04a	32.59±0.36b	35.12±2.08b	18.95±1.09a	26.60±0.84a	32.35±0.37b	28.35±2.49a
Σn-6	9.68±0.84a	9.37±0.18a	10.21±0.48a	8.71±0.88a	9.25±0.41a	12.52±0.49a	9.96±0.55a
n-3/n-6	2.53	3.48	3.44	2.17	2.88	2.58	2.85

\*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.

#### 4.31. Gonat Lipidindeki Fosfolipit Yağ Asidi İçeriği

Yirmi yedi tür kemikli balıkta yapılan çalışmada, 11 balığın ovaryumdaki total PL içeriği % 0.45-1.21, ortalama % 0.86 olarak bulunmuştur. Bu balıklardan, 9 balığın testisinde total PL içeriği % 0.63-1.66, ortalama % 1.05 olarak bulundu (Takama 1999).

Arakidonik asit, balık fizyolojisinde birçok açıdan önemli rollere sahiptir. Bu bileşen, balık hücrelerinde başlıca eikosanoid öncül maddesidir (Bell ve ark. 1994). Eikosanoidler; üreme ve diğer birçok fizyolojik fonksiyonları kontrol ederler (Sorbera ve ark. 1998). Arakidonik asitin birçok türün olgunlaşması esnasında yumurta ve spermde toplandığı ve bu sürece katılan en etkin PUFA olduğu bildirilmiştir (Blanchard ve ark. 2005, Gomes ve ark. 2010).

Düşük oranda AA içeren besin, *Micropterus salmonides* balığında ovaryum gelişimini geciktirmiş, fekunditeyi düşürmüştür (Rosenblum ve ark. 1995).

Sorbera ve ark. (1998) balık hücre zarlarında genellikle az miktarda bulunan AA'nın, eikosanoidler olarak bilinen ve osmoregülasyon, kardiyovasküller fonksiyonlar, nöral kontrol ve üreme gibi çeşitli fizyolojik işlevlerle ilgili fonksiyon gören değişik bileşiklerin öncül maddesi olduğunu belirttiler. Araştırmacılar *Dicentrarchus labrax*'la yapmış oldukları çalışmanın sonucunda, AA'nın gonadotropin uyarımlı oosit olgunlaşmasına katıldığına dair kanıt elde etmişlerdir. Ayrıca, diğer PUFA'ların ve prostaglandinlerin de bu süreçte önemli roller oynadıklarını bildirdiler.

AA, genellikle soğuk ve ılıman su balıklarında az miktarda bulunur. Ogata ve ark. (2004) Batı Filipinlerden beş balık türünün ovaryumlarında AA'nın minör bir bileşen olmadığını, bu yağ asitinin, tropikal balıklarda yumurta gelişimi ve larvanın büyümesi için çok daha önemli olduğunu ileri sürmüştür.

On bir tanesi Filipinlerden 8 tanesi Japonya dan olmak üzere 19 doğal mercan kayalığı balıklarının gonat yağ asitleri incelenmiştir. 19 türün ovaryum polar lipitlerinde, AA % 6.0-19.4; EPA miktarı ise, % 0.9-6.2 arasında belirlenmiştir. Analizlenen tüm türlerde ovaryumdaki DHA miktarı EPA'dan yüksek bulunmuştur. Tüm türlerin polar lipitleri ile 17 türün nötral lipitlerinde AA düzeyi EPA'dan yüksek bulunmuştur. Tropikal balıkların gonatlarında yüksek AA olması; bu balıkların, soğuk ve ılıman su balıklarına oranla (bu balıklarda AA düşük) normal gonadogenesisi ve embriyo gelişimi için AA'ya daha fazla gereksinim duyduğunu göstermektedir. AA; prostaglandin üretimi, testis ve ovaryumda steroidgenesisin uyarılması, ovulasyonun tetiklenmesi, çiftleşme

davranışında feromonal aktivite gibi balık üremesinde birçok fonksiyona sahip eikosanoidin öncül maddesidir. Üç *Lethrinus* türünün testis polar lipitinde AA, çok yüksek seviyede (% 21.4- % 22.9) saptanmıştır. AA, minör bileşen değil, aksine bu balıkların gonatlarında PL fraksiyonunda major PUFA'lar EPA değil, DHA ve AA'dır. Arakidonik asit bu balıkların sadece ovaryumunda değil testislerde de major ve yüksek oranda bulunan bileşendir. Bu da AA'nın erkek üreme işlevlerinde gerekli bir yağ asiti olduğunu gösterir (Suloma ve Ogata 2011).

Çalışmamızda İnci Kefali gonat PL fraksiyonunda AA oranı ovaryumda ortalama % 7.02, EPA % 9.27; testiste AA % 7.92, EPA % 10.16 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.14 ve 4.15). İnci Kefali'ndeki AA oranının Filipinlerde çalışılan (Suloma ve Ogata 2011) deniz balıkları gibi çok fazla olmadığı saptanmıştır. Bunun nedeni besin ve sentezleme yeteneği olabilir. Zira gonat dahil dokulardaki AA miktarına, besinsel AA düzeyi etki edebilir. Deniz balıklarının HUFA'ları sentezleme yeteneği yoktur. Bu bileşenler genellikle besinden sağlanır. Suloma ve Ogata (2011)'nin çalışmasında kullanılan balıkların çoğu sefalopodlar, poliketler, gastropodlar ve küçük balıklarla beslenen karnivorlardır, *A. tarichi* ise fitoplankton ve zooplanktonla beslenen omnivor bir balıktır.

Orkinos Balığının) *Euthynnus pelamis* ovaryumunda PL yağ asiti içeriği major yağ asitleri DHA (% 39.2) ve 16:0 (% 24.6) olarak saptanmıştır. Balığın testislerinin PL yağ asiti içeriğinde, en çok DHA (% 32.5), 16:0 (% 28.9) ve 18:1n-9 (% 10.1) belirlenmiştir (Hiratsuka ve ark. 2004).

Total MUFA'lar *C. baicalensis*'in polar lipitlerinde % 19 olarak belirlenmiştir. *C. dybowski*'nin ovaryum polar lipitlerinde  $\Sigma$ PUFA'lardan DHA bulunmuştur. Analizlerde diğer major yağ asitleri 16:1n-7, 18:1n-7, EPA'dür (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan, *C. regium*'un gonat 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).

Aynı gölden toplanan *C. carpio*'nun her iki eşeyinin gonat PL fraksiyonunda SFA'lardan 16:0 % 19.27-31.42, 18:0 % 4.79-15.29, MUFA'lardan 18:1n-9 % 9.84-19.89, 16:1n-7 % 2.49-9.06, PUFA'lardan AA % 5.46-15.84, EPA % 2.47-9.71, DHA % 16.44-22.61; *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, AA % 9.99-17.42,



EPA % 2.58-5.77, DHA % 18.50-24.67, *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, AA % 5.89-13.03, EPA % 4.26-8.07, DHA % 14.81-20.71 aralığında tespit edilmiştir. *S. triostegus*, *C. carpio* ve *T. grypus*'un ovaryum ve testis PL'sinde en çok  $\Sigma$ PUFA ve PUFA'lardan da DHA bulunmuştur (Kaçar 2010) Üç balık türü ile ilgili yapılan analiz sonuçları *C. regium*'a uygunluk göstermektedir. Zira, *C. carpio*, *S. triostegus* ve *T. grypus*'un her iki eşeyinde analizlenen birçok dönemde, gonat PL fraksiyonunda ise çoktan aza doğru sıralama  $\Sigma$ PUFA,  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ MUFA şeklinde olmuştur (Kaçar 2010).

Araştırmamızda İnci Kefali'nin gonatlarında belirlediğimiz baskın bileşenler (16:0, 18:0, 18:1n-9, EPA ve DHA), diğer çalışmalara (Kaçar ve ark. 2010, Kaçar 2010) uygunluk göstermektedir. Ancak *A. tarichi*'de n-3/n-6 oranını daha yüksek olarak (ovaryumda ortalama 4.20, testiste 2.85) belirledik (Çizelge 4.14 ve 4.15). Bunun nedeni özellikle n-6'yı oluşturan major bileşenlerden AA'nın düşük oranıdır. Örneğin İnci Kefali'nin ovaryumunda ortalama % 7.02, testisinde % 7.92 olarak tespit ettiğimiz AA oranı, *C. carpio*'nun gonatlarında % 5.46-15.84, *T. grypus*'ta % 9.99-17.42, *S. triostegus*'ta % 5.89-13.03 aralığında belirlenmiştir (Kaçar 2010).

Diğer çalışmalarda olduğu gibi İnci Kefali'nin gonat PL'sinde de yüzde dağılımında analizlenen çoğu dönemde en çok  $\Sigma$ PUFA en az  $\Sigma$ MUFA saptanmıştır. Her iki gonatta nisan, haziran ve aralıkta  $\Sigma$ PUFA, ağustosta  $\Sigma$ SFA en çok yüzde de belirlenmiştir (Çizelge 4.14 ve 4.15).

#### 4.32. Gonat Lipidindeki Fosfolipit Yağ Asidi İçeriğine Mevsimin Etkisi

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio* ile *S. triostegus*'un ovaryumunda 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA temmuz ayında azalmıştır. *T. grypus*'un her iki eşeyinde de eylül ayında azalma göstermiştir. *C. carpio*'nun her iki eşeyinde PUFA'lar mayısta azalırken aynı dönemde bu bileşenler *S. triostegus*'un ovaryumunda artmıştır. Arakidonik asit, *C. carpio*'nun testisleri ile *T. grypus*'un her iki eşeyinde eylülde artmıştır. Eikosapentaeoik asit, *C. carpio*'nun gonatları ile *S. triostegus*'un ovaryumunda 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 testislerinde n-3/n-6 oranı

en az eylül ayında tespit edilmiştir. *T. grypus*'un ovaryumu ile *S. triostegus*'un testislerinde n-3/n-6 oranı en az mart ayında belirlenmiştir (Kaçar 2010).

İnci Kefali gonat PL fraksiyonunda ovaryumda 18:0 ağustosta, testiste haziranda, her iki gonatta  $\Sigma$ SFA ile testiste 16:0 ağustosta artmıştır. Arakidonik asit ovaryumda üreme dönemi olan haziran ayında önemli derecede düştü. Bu bileşen eikosanoidlerden 2 sınıfına giren ve üremede de rol oynayan prostaglandinlerin sentezinde kullanıldığı için miktarı azalmış olabilir. Ancak testiste aynı dönemde önemli bir azalmanın olmaması bu bileşenin balığın testisinden ziyade ovulasyon için gerekli olduğunu göstermektedir. Ovaryumda DHA,  $\Sigma$ PUFA ve  $\Sigma$ n-3 ağustosta azalmış, her iki gonatta haziranda artmıştır. N-3/n-6 oranı testiste Analizlenen dönemlerde pek değişmezken ovaryumda ağustos (2.32) ve ekim (2.80) aylarında azalmış, AA'nın haziranda azalmasından dolayı bu ayda önemli bir artış (9.07) göstermiştir.

#### 4.33. Dişi ve erkek *Alburnus tarichi*'nin Kas, Karaciğer ve Gonad Dokularının Fosfolipit Yağ Asidi Yüzdelerinin Karşılaştırılması

*A. tarichi*'nin her iki eşeyinin kas, karaciğer ve gonatlarının PL fraksiyonundaki lipitlerde SFA'lardan 16:0 ve 18:0, MUFA'lardan 18:1n-9 ve PUFA'lardan DHA en fazla yüzdede belirlenen yağ asitleri olmuştur (Çizelge 4.16). Kimi bileşenlerin analizlenen dönemlerde artma ve azalmalar gösterdiği belirlenmiştir. Örneğin;  $\Sigma$ SFA, balığın kas ve gonatlarında ağustos, karaciğerde nisan ve haziran aylarında yani su sıcaklığın nisbeten yüksek olduğu zamanlarda artmıştır.  $\Sigma$ MUFA, dişi balıkların kaslarında, dişi ve erkeklerin karaciğerinde ekim ayında artış göstermiştir. Çoklu doymamış yağ asitlerinde artış ve azalmalar doku ve eşeye bağlı olarak farklı bulunmuştur. Şöyle ki; kas dokusunda dominant PUFA'lardan DHA,  $\Sigma$ PUFA ve  $\Sigma$ n-3 değerleri dişilerde ekim, erkek balıklarda nisan döneminde azalma göstermiştir. Bu bileşenler gonatlarda haziran ayında, karaciğer dokusunda ise şubat ayında artış kaydetmiştir (Çizelge 4.16).

Erkek balıkların kasında  $\Sigma$ MUFA, testiste n-3/n-6 oranı, karaciğerde AA, EPA ve  $\Sigma$ n-6 diğer dokulara oranla daha az; kasta  $\Sigma$ PUFA ve  $\Sigma$ n-3, testis ve karaciğerden daha yüksek; dişilerde erkeklerde olduğu gibi karaciğer dokusundaki AA, EPA ve  $\Sigma$ n-6 ve  $\Sigma$ PUFA ovaryum ve kastan daha az, aynı dokuda 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA diğer dokulara oranla daha fazla belirlenmiştir. Her iki eşeyin karaciğerinde  $\Sigma$ MUFA'nın fazla, doymamış yağ asitlerinden AA, EPA ve  $\Sigma$ n-6 daha az olması ortak bir bulgudur. Balığın

gonatlarından ovaryumda DHA ve bu bileşene bağlı olarak  $\Sigma$ PUFA,  $\Sigma$ n-3 ve n-3/n-6 oranı testisten daha fazla olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.16).

Yirmi yedi tür kemikli balıkta yapılan çalışmada kas PL içeriği % 0.44-0.92, ortalama % 0.69; karaciğerde % 0.62-2.42 ortalama % 1.22; ovaryumda % 0.45-1.21, ortalama % 0.86; testiste % 0.63-1.66, ortalama % 1.05 olarak bulunmuştur. (Takama ve ark. 1999). Bu verilerden PL'nin miktar olarak dokularda farklı olduğu, en çok karaciğerde en az da kasta bulunduğu söylenebilir

Daha önceki çalışmada denenen otuz üç deniz balığının kas ve karaciğer PL'inde baskın yağ asitleri; 16:0, 18:1n-9, EPA ve DHA saptanmıştır. En yüksek içeriğe sahip bileşen DHA olup, bu yağ asitini 16:0 izlemiştir. Her iki dokudaki total SFA ve PUFA yüzdeleri birbirine yakın bulunmuştur (Takama ve ark. 1994).

Baskın bileşenlerle ilgili elde ettiğimiz veriler buna uygundur. Ancak İnci Kefali'nin dokularında en çok DHA değil 16:0 belirlenmiştir. Bu doğaldır. Zira *A. tarichi* deniz balığı değildir.

*C. dybowski*'de PL yağ asiti içeriğinde; tüm dokularda en çok PUFA, ikinci grup olarak kas ve ovaryumda SFA olmuştur. En az ise MUFA belirlenmiştir. Ancak karaciğerde MUFA, SFA'dan fazla bulunmuştur. *C. baicalensis*'te kas ve ovaryum PL de sıralama PUFA>MUFA>SFA; karaciğerde ise MUFA>PUFA>SFA şeklinde oluşmuştur (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Çalışmamızda İnci Kefali'nde; her iki eşeyin kas dokusu ile ovaryumda en çok total PUFA, karaciğerde ise  $\Sigma$ MUFA yüzde dağılımında en fazla bulunmuştur. Karaciğerde  $\Sigma$ MUFA'nın yüksek olması 18:1n-9'dan kaynaklanmakta olup karaciğere has bir özellik olduğunu söyleyebiliriz.

*C. baicalensis* balığının kas, karaciğer ve ovaryum dokularının PL fraksiyonunda en çok bulunan yağ asiti 18:1n-9 olup bunu 16:0 izlemiştir. DHA; karaciğerde % 4.1, kasta % 13.2 ovaryumda % 8.1 olarak bulunmuştur.

*C. dybowski*'de karaciğer PL'de en çok bulunan bileşen 16:0 iken; kasta % 20.8, ovaryumda % 17.5 ile en çok DHA saptanmıştır (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Denenen otuz üç deniz balığının gonat PL'inde  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ MUFA karaciğer ve kasta yüksek; ancak  $\Sigma$ PUFA daha düşük olarak belirlenmiştir (Takama ve ark. 1994).

Araştırmamızda elde ettiğimiz veriler bu çalışmaya uygundur. Zira İnci Kefali'nde de gonat PL'de bulunan  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ MUFA kasta yüksek ancak  $\Sigma$ PUFA daha

düşük olarak saptanmıştır. Bu sonuç, gonatların kasa oranla doymuş ve tekli doymamış yağ asitleri bakımından, kasların ise gonatlara oranla çoklu doymamış yağ asitleri bakımından daha zengin olduğunu göstermektedir.

*V. vimba* karaciğer ve kas dokularının PL fraksiyonu karşılaştırıldığında karaciğerde 16:0,  $\Sigma$ SFA, 18:1n-9, 16:1n-7,  $\Sigma$ MUFA, 18:2n-6, 18:3n-3, kasta ise; AA,  $\Sigma$ PUFA, EPA, DHA,  $\Sigma$ n-3,  $\Sigma$ n-6 ve n-3/n-6 oranı daha yüksek bulunmuştur. (Görgün ve ark. 2013).

*A. tarichi*'de elde ettiğimiz sonuçlar, 18:2n-6, 18:3n-3 dışında *V. vimba*'ya paralellik göstermektedir. Çalışmamızda da balığın her iki eşeyinde karaciğer dokusunda 16:1n-7, 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA miktarı kas dokusundan, kas dokusundaki 18:2n-6, 18:3n-3, 20:3n-6, AA, EPA,  $\Sigma$ PUFA ve  $\Sigma$ n-3 miktarı karaciğerden yüksek bulunmuştur. Bu veriler, karaciğerin  $\Sigma$ MUFA ve bileşenleri bakımından, kas dokusunun ise  $\Sigma$ PUFA ve bileşenleri bakımından daha zengin olduğunu göstermektedir.

Analizlediğimiz dokuların tümünde yüzde dağılımda en çok bulunan bileşenin 16:0 olduğunu söyleyebiliriz. Palmitik asit gibi diğer bir doymuş yağ asiti olan 18:0 oranı da total ve TAG'ye oranla PL fraksiyonunda daha fazla miktarda saptanmıştır. Bunun nedeni PL alt sınıflarından dominant olarak bulunan PC'nin *sn-2* pozisyonda 16:0, diğer bir PL alt sınıfı olan PI'nın ise 18:0 içermesi olabilir. Temel yağ asitleri olan 18:2n-6 ile 18:3n-3, diğer C20 yağ asitlerinin sentezinde kullanıldıkları için, doku PL fraksiyonlarında oranları düşük olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 4.16** Dişi ve erkek *Alburnus tarichi*'nin kas, karaciğer, testis ve ovaryum fosfolipit yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması

Yağ asidi	Erkek			Dişi		
	Testis (ORT±S.H)*	Kas (ORT±S.H)*	Karaciğer (ORT±S.H)*	Ovaryum (ORT±S.H)*	Kas (ORT±S.H)*	Karaciğer (ORT±S.H)*
14:0 <sup>s</sup>	1.40±0.32a	0.70±0.06b	2.73±1.02c	1.00±0.22a	0.99±0.14a	2.48±0.90b
15:0	0.30±0.04a	0.26±0.02a	1.63±1.34b	0.32±0.01a	0.29±0.12a	0.44±0.17a
16:0	25.17±1.15a	22.93±0.59a	23.84±2.05a	26.06±0.79a	22.69±0.90b	23.55±2.76b
17:0	0.25±0.06a	0.72±0.47b	0.19±0.06a	0.29±0.08a	0.37±0.17a	0.20±0.07a
18:0	9.83±1.05a	8.27±0.39a	9.26±1.04a	8.35±0.68a	8.24±0.70a	9.53±1.23a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>36.95±1.88</b>	<b>32.88±0.76</b>	<b>37.65±4.31</b>	<b>36.01±1.42</b>	<b>32.59±0.95</b>	<b>36.20±4.61</b>
16:1n-7	6.54±0.97a	4.59±0.27b	7.15±1.28a	5.01±0.44a	5.21±0.46a	7.23±1.81b
18:1n-9	17.82±1.18a	14.18±0.47b	17.72±1.30a	17.77±0.59a	15.11±0.82b	20.87±3.60c
20:1n-9	0.38±0.08a	0.81±0.51b	0.35±0.11a	0.31±0.11a	0.48±0.14a	0.49±0.12a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>24.74±2.14</b>	<b>19.59±0.90</b>	<b>25.22±2.11</b>	<b>23.09±0.93</b>	<b>20.80±1.12</b>	<b>28.60±5.25</b>
18:2n-6	1.09±0.28a	1.61±0.18a	0.94±0.12a	0.89±0.11a	1.66±0.10b	1.01±0.33a
18:3n-3	0.67±0.29a	1.34±0.78b	0.38±0.07c	0.46±0.16a	1.06±0.30b	0.44±0.20a
20:2n-6	0.46±0.06a	0.58±0.08a	0.43±0.09a	0.35±0.02a	0.59±0.08b	0.36±0.05a
20:3n-6	0.49±0.03a	0.73±0.05b	0.47±0.05a	0.44±0.06a	0.74±0.09b	0.44±0.06a
20:4n-6	7.92±0.68a	6.62±0.22a	4.63±1.11b	7.02±0.84a	6.21±0.27a	4.28±1.06b
20:5n-3	10.16±1.15a	11.32±0.67a	8.17±0.90b	9.27±0.64a	11.81±0.50b	6.91±0.89c
22:5n-3	4.13±0.42a	5.17±0.27a	4.12±0.52a	4.90±0.53a	5.18±0.20a	4.03±0.46a
22:6n-3	13.39±1.59a	20.17±0.88b	17.98±3.62c	17.58±1.65a	19.37±0.91b	17.73±4.45a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>38.31±2.84</b>	<b>47.54±1.04</b>	<b>37.12±4.97</b>	<b>40.90±1.95</b>	<b>46.61±1.40</b>	<b>35.20±5.59</b>
Σn-3	28.35±2.49a	38.00±0.90b	30.65±4.42a	32.20±2.44a	37.42±1.36b	29.11±5.01c
Σn-6	9.96±0.55a	9.54±0.27a	6.48±1.10b	8.70±0.90a	9.19±0.16a	6.09±0.88b
n-3/n-6	2.85	3.98	4.73	3.70	4.07	4.78

\*Her veri 3

tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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.

Dişi ve erkek balıkların dokuları kendi aralarında karşılaştırılmıştır.

##### 4.34. Dişi ve Erkek *Alburnus tarichi*'nin Kas Lipitlerinin Triaçilgliserol Yağ Asidi Yüzdelerinin Karşılaştırılması

Doymuş yağ asitlerinden dominant olarak bulunan 16:0 oranı iki bireyde de ağustos ayında artarken aralık ayında azalma göstermiştir.

Stearik asit oranının dişi bireylerde % 2.73- % 3.97, erkek bireylerde % 3.08- % 3.86 arasında değiştiği,  $\Sigma$ SFA'nın aralık ayında azaldığı görülmüştür.

MUFA'lerden baskın bulunan 16:1n-7 oranı dişilerde ortalama % 17.44, erkeklerde % 17.35 olarak bulunmuştur. Üreme başlangıcı olan nisan ayında artan bu bileşen, üreme dönemini kapsayan haziran ayında azalmıştır.

Diğer major MUFA olan 18:1n-9, aylar arasında önemli artış ve azalışlar göstermemiştir.

$\Sigma$ MUFA'nın her iki eşeyde toplamda şubat ve nisan aylarında bir miktar artış gösterdiği belirlenmiştir.

Çoklu doymamışlardan 18:2n-6 ile 18:3n-3'ün toplamda şubat ayında arttığı, daha az yüzdede belirlenen (dişiler ortalama % 1.56 erkeklerde % 1.52) AA, ile n-3 yağ asitlerinden EPA aylar arasında önemli bir artış ve azalış göstermemiştir. DHA'nın, üreme başlangıcı olan nisan ayında azalmış, üreme sonrası ekim ve aralık aylarında arttığı belirlenmiştir.

Total PUFA'ların her iki eşeyde de, diğer aylara oranla haziran ve aralık aylarında bir miktar artığı, üreme başlangıcı olan nisan ayında azalma gösterdiği tespit edilmiştir. Total n-3'ler; DHA'ye bağlı olarak aralık ayında artış gösterirken,  $\Sigma$ PUFA'lar gibi üreme dönemi başlangıcında azalma göstermiştir. Total n-6'lar, her iki eşeyde üreme dönemini kapsayan haziran ayında yüksek, üremeden hemen sonraki ağustosta düşük bulunmuştur.

İnci Kefali'nin kas TAG'sinde her iki eşeyde de analizlenen dönemlerde büyükten küçüğe doğru MUFA>PUFA>SFA şeklinde oluşmuştur. Erkek balıklarda  $\Sigma$ MUFA,  $\Sigma$ SFA'nın iki katı yüzdeye sahip bulunmuştur. Dişi bireylerde şubat ayında;  $\Sigma$ MUFA artarken aynı ayda  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ PUFA azalmıştır.

Bireysel yağ asitlerinden dominant olarak bulunan 16:0 oranı dişilerde ortalama % 13.81, erkeklerde % 14.19; 16:1n-7 dişilerde ortalama % 17.44, erkeklerde % 17.35; 18:1n-9 dişilerde ortalama % 29.57, erkeklerde % 30.17; EPA dişilerde ortalama % 9.45, erkeklerde % 8.41; DHA dişilerde ortalama % 7.03, erkeklerde % 7.24; n-3/n-6 oranı dişilerde ortalama 3.42, erkeklerde 3.45 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.17 ve 4.18).

Balıkta kas dokusunda dişilerde ortalama  $\Sigma$ SFA % 22.73, erkeklerde % 23.19;  $\Sigma$ MUFA dişilerde % 47.39, erkeklerde % 47.96;  $\Sigma$ PUFA dişilerde % 29.88, erkeklerde % 28.85; n-3/n-6 oranı dişilerde ortalama 3.42, erkeklerde 3.45 olarak saptanmıştır.

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.17** Dişi *Alburnus tarichi*'nin kas triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>s</sup>	3.98±0.43a	5.67±0.79a	4.08±0.29a	5.34±0.41a	3.71±0.31a	4.24±0.25a	4.50±0.33a
15:0	0.36±0.01a	0.49±0.07b	0.39±0.02a	0.36±0.02a	0.31±0.04a	0.38±0.01a	0.38±0.02a
16:0	12.24±0.98a	13.33±1.88a	13.96±0.52a	16.12±1.13a	14.71±0.45a	12.48±0.15a	13.81±0.60a
17:0	0.90±0.11a	1.13±0.05b	0.94±0.02a	0.17±0.09c	0.48±0.01d	0.71±0.02e	0.72±0.14e
18:0	2.73±0.19a	2.85±0.34a	3.77±0.30a	3.40±0.43a	3.97±0.38a	3.17±0.12a	3.31±0.20a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>20.21±0.26a</b>	<b>23.46±2.46a</b>	<b>23.14±1.04a</b>	<b>25.39±1.25a</b>	<b>23.18±0.26a</b>	<b>20.97±0.49a</b>	<b>22.73±0.76a</b>
16:1n-7	15.60±1.40a	19.97±1.70a	15.84±0.57a	19.94±1.37a	16.16±0.98a	17.14±0.23a	17.44±0.82a
18:1n-9	35.33±3.02a	30.79±3.40a	28.51±1.66b	25.42±2.54b	29.22±1.22b	28.17±0.96b	29.57±1.35b
20:1n-9	0.55±0.03a	0.15±0.06b	0.17±0.03b	0.04±0.01c	0.59±0.06a	0.77±0.05d	0.38±0.12e
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>51.48±1.71a</b>	<b>50.90±2.34a</b>	<b>44.53±1.81b</b>	<b>45.40±1.28b</b>	<b>45.96±1.88b</b>	<b>46.08±0.78b</b>	<b>47.39±1.22b</b>
18:2n-6	5.41±0.42a	3.98±0.24a	4.85±0.82a	3.59±0.19a	3.35±0.24a	3.25±0.09a	4.07±0.36a
18:3n-3	2.54±0.15a	2.33±0.06a	2.03±0.14a	2.08±0.03a	1.56±0.23b	1.84±0.02b	2.06±0.14a
20:2n-6	0.46±0.06a	0.48±0.06a	0.68±0.06b	0.33±0.03c	0.38±0.07c	0.52±0.02a	0.48±0.05a
20:3n-6	0.58±0.04a	0.58±0.07a	0.88±0.07b	0.53±0.03a	0.61±0.07a	0.79±0.03c	0.66±0.06a
20:4n-6	1.27±0.10a	1.47±0.14a	1.69±0.11b	1.34±0.01a	1.82±0.32b	1.74±0.06b	1.56±0.09a
20:5n-3	8.56±1.24a	8.20±1.09a	8.95±0.57a	11.22±0.86a	9.43±0.83a	10.32±0.22a	9.45±0.46a
22:5n-3	3.86±0.54a	3.62±0.64a	5.63±0.35b	3.29±0.58a	5.19±0.28b	5.85±0.21b	4.57±0.45a
22:6n-3	5.64±0.33a	4.97±0.82a	7.61±0.38b	6.83±0.32b	8.50±1.01b	8.63±0.13b	7.03±0.61b
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>28.31±1.97a</b>	<b>25.63±2.54a</b>	<b>32.33±0.92a</b>	<b>29.20±0.06a</b>	<b>30.86±1.64a</b>	<b>32.95±0.39a</b>	<b>29.88±1.12a</b>
Σn-3	20.59±2.18a	19.12±2.19a	24.23±1.36a	23.42±0.19a	24.69±1.33a	26.64±0.46b	23.12±1.13a
Σn-6	7.72±0.24a	6.51±0.35a	8.10±0.83a	5.78±0.25a	6.17±0.52a	6.31±0.07a	6.77±0.38a
n-3/n-6	2.67	2.94	2.99	4.05	4.00	4.22	3.42

\*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.



**Çizelge 4.18** Erkek *Alburnus tarichi*'nin kas triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	4.23±0.13a	5.57±0.36a	3.61±0.31a	4.29±0.71a	4.27±0.22a	4.12±0.51a	4.35±0.27a
15:0	0.42±0.01a	0.52±0.04b	0.35±0.01c	0.31±0.05c	0.39±0.04c	0.37±0.02c	0.39±0.03c
16:0	13.50±0.33a	16.08±1.48a	12.92±0.48a	15.82±0.46a	14.17±0.17a	12.65±0.17a	14.19±0.60a
17:0	0.99±0.02a	1.02±0.05a	0.96±0.05a	0.20±0.04b	0.61±0.05c	0.66±0.01c	0.74±0.13c
18:0	3.08±0.12a	3.76±0.09b	3.86±0.43b	3.71±0.31b	3.53±0.25b	3.18±0.22a	3.52±0.13b
<b>∑S.F.A</b>	<b>22.22±0.41a</b>	<b>26.96±1.85b</b>	<b>21.69±0.67a</b>	<b>24.34±1.34a</b>	<b>22.97±0.68a</b>	<b>20.98±0.27a</b>	<b>23.19±0.89a</b>
16:1n-7	16.92±0.77a	19.53±0.77b	15.24±0.67a	16.63±1.40a	18.09±0.39a	17.69±1.23a	17.35±0.59a
18:1n-9	30.16±1.99a	27.87±1.03b	31.63±1.16a	31.99±1.18a	29.47±1.76a	29.88±0.77a	30.17±0.61a
20:1n-9	0.69±0.04a	0.37±0.14b	0.12±0.01c	0.07±0.01d	0.64±0.08a	0.78±0.05e	0.45±0.12f
<b>∑M.U.F.A</b>	<b>47.76±1.69a</b>	<b>47.77±1.22a</b>	<b>46.99±1.02a</b>	<b>48.69±4.06a</b>	<b>48.20±1.63a</b>	<b>48.35±1.06a</b>	<b>47.96±0.24a</b>
18:2n-6	4.25±0.43a	4.06±0.31a	4.08±0.04a	3.97±0.88a	3.17±0.04b	3.05±0.17b	3.76±0.21a
18:3n-3	2.31±0.05a	2.40±0.12a	1.86±0.26b	1.44±0.13b	1.95±0.16a	1.86±0.04a	1.97±0.14a
20:2n-6	0.54±0.03a	0.49±0.05a	0.68±0.01b	0.43±0.01c	0.43±0.08c	0.49±0.03a	0.51±0.04a
20:3n-6	0.78±0.04a	0.61±0.06b	0.84±0.01a	0.45±0.05c	0.71±0.10a	0.75±0.01a	0.69±0.06a
20:4n-6	1.52±0.11a	1.34±0.16a	1.82±0.12a	1.05±0.13b	1.72±0.06a	1.66±0.07a	1.52±0.12a
20:5n-3	8.66±0.74a	7.56±0.93a	8.28±0.68a	8.13±1.46a	8.94±0.22a	8.85±0.35a	8.41±0.21a
22:5n-3	4.88±0.41a	3.52±0.41b	6.13±0.54a	4.03±0.50b	4.48±0.08a	5.44±0.39a	4.75±0.39a
22:6n-3	7.08±0.67a	5.29±0.69b	7.62±0.14a	7.48±1.44a	7.43±0.70a	8.56±0.84a	7.24±0.44a
<b>∑P.U.F.A</b>	<b>30.02±1.66a</b>	<b>25.27±2.71b</b>	<b>31.32±0.72a</b>	<b>26.97±2.82b</b>	<b>28.83±1.25a</b>	<b>30.67±1.25a</b>	<b>28.85±0.95a</b>
∑n-3	22.93±1.75a	18.77±2.15b	23.90±0.63a	21.08±3.51a	22.80±1.02a	24.72±1.28a	22.36±0.88a
∑n-6	7.09±0.33a	6.50±0.56a	7.42±0.12a	5.89±0.70b	6.03±0.26b	5.95±0.13b	6.48±0.26a
n-3/n-6	3.23	2.89	3.22	3.58	3.78	4.15	3.45

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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. Kas Lipitlerinin Triaçilgliserol Yağ Asidi Analizi

*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; AA, % 3.3; EPA, % 6.6; 22:1n-9, % 2.9; 22:5n-6, % 1.4; 22:5n-3, % 2.0; DHA, % 6.0;  $\Sigma$ n-3 PUFA, % 21.6;  $\Sigma$ n-6 PUFA, % 11.0; n-3/n-6, 2.0, *Atractoscion 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, AA, %3.3; EPA, %10.7; 22:1n-9, %3.1; 22:5n-6, %1.2; 22:5n-3, %2.1; DHA, %9.9;  $\Sigma$ n-3 PUFA, %30.5;  $\Sigma$ n-6 PUFA, % 9.7; n-3/n-6, 3.1 olarak saptanmıştır (Mieth ve ark. 1989a, b).

*C. pabda*'nın TAG fraksiyonunda SFA'lar içinde 16:0, % 19.42; 18:0, % 11.26; MUFA'lar içinde 18:1n-9, % 17.01; 16:1n-7, %12.01; C20 PUFA'lardan AA, % 10.36; EPA, % 7.5; DHA, % 9.11 oranında bulunmuştur. Hindistan balıklarında genellikle AA miktarı yüksektir (Ghosh ve Dua, 1997). Doğal besin ile beslenen *C. carpio*'nun kas TAG'sinde 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; AA, % 2.2; EPA, % 3.3; DHA, % 1.0;  $\Sigma$ n-3 PUFA, % 15.3;  $\Sigma$ n-6 PUFA, % 19.4; n-3/n-6, 0.8 olarak belirlenmiştir (Steffens ve Wirth 1997).

*C. baicalensis*'in kas nötral lipitinde 16:0, % 14.3 bulunmuştur. Aynı balığın nötral lipitinde kasta 16:1n-7, %11.1 olarak saptanmıştır. Palmitik asit ve 16:1n-7, hemen hemen yakın yüzdelerde bulunmaktadır (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

*C. carpio*'nun her iki eşeyinin kas 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, AA % 1.01-3.96, EPA % 2.59-6.68, DHA % 2.13-8.11; *T. grypus*'un her iki eşeyinin kas 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, AA % 1.80-3.38, EPA % 2.27-5.45, DHA % 6.74-13.34; *S. triostegus*'un her iki eşeyinin kas 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, AA % 0.65-3.21, EPA % 2.12-6.02, DHA % 4.12-8.55 aralığında tespit edilmiştir (Kaçar 2010).

Japon ve Tayvan Kedibalığı'nın TAG'deki esas yağ asitleri; 16:0, 18:1n-9, 18:2n-6'dır. Arakidonik asit, EPA ve DHA gibi PUFA yüzdeleri TAG'de düşüktür. Japon Kedibalığı'nda 18:1n-9 miktarı yaza oranla kışın daha fazladır. Tayvan Kedibalığı; Japon Kedibalığı'na oranla 16:0 ve 18:1n-9 bakımından yüksek; EPA ve DHA gibi  $\Sigma$ n-3 PUFA bakımından düşüktür (Shirai ve ark. 2002). Mezopotamya yayını olarak bilinen

Kedibalıđı *S. triostegus*'ta elde edilen veriler Tayvan Kedibalıđı'na benzerdir. *S. triostegus* kas TAG'sinde de 16:0 ve 18:1n-9 oranı yüksek, EPA ve DHA dűşűktűr (Kaçar 2010).

Kaçar (2010) űç tatlı su balık tűrűnűn her iki eűeyinin TAG fraksiyonunda, 16:0, 16:1n-7, 18:1n-9 gibi yađ asitlerini PL fraksiyonuna oranla daha fazla oranda saptamıűtır. Atatűrk Baraj Gűlű'nden toplanan *C. carpio*'nun kas TAG'si Avrupa'daki *C. carpio* balıđına oranla 16:0 ve DHA daha fazla yűzde de 18:2n-6 ve 18:3n-3 asitlerini ise daha az ięermiűtir.

Atatűrk Baraj Gűlű'nden toplanan iki tűrűden *C. trutta*'da 16:1n-7 oranı % 30.15 (Kaçar ve ark. 2010a), *C. regium*'da ise % 10.21 (Kaçar ve ark. 2010b) olarak saptanmıűtır. Ancak Kaçar (2010), aynı yerden toplanan *C. carpio*, *S. triostegus* ve *T. grypus* TAG'sinde 16:0 asitini, 16:1n-7'ten űç dűrt kat daha fazla oranda bulmuűtur. Bu veriler, tatlı su balıklarının nűtral lipitleri ięin 16:1n-7 oranının balıklarda farklı olduđunu gűstermektedir.

ęin'in en bűyűk tatlı su gűlű olan Poyand Gűlű'nden toplanan beű balık tűrűnde (*S. curriculum*, *E. ilishaeformis*, *P. fulvidraco*, *B. sinensis* ve *S. kneri* Garman) kas TAG ięeriđinde;  $\sum$ SFA (% 31.59-40.07),  $\sum$ MUFA (% 30.17-44.62)  $\sum$ PUFA (% 18.38-31.86) olarak saptanmıűtır. SFA ięinde major olan 16:0, % 16.29- 21.10 arasında belirlenmiűtir. Total MUFA *S. kneri* Garman'da % 29.34, *S. curriculum*'ta % 43.9 olarak saptanmıűtır. En ęok bulunan bileűenin 18:1n-9 olduđu ortaya konmuűtur. *B. sinensis*'te 18:2n-6 (% 9.18) ve 18:3n-3 (% 5.77) oranlarının diđer balık tűrűlerinden fazla olduđu ileri sűrűlműűtir. EPA (% 3.26) ve DHA (% 6.01) en ęok *E. ilishaeformis*'te; AA (% 5.51) ise *S. kneri* Garman'da tespit edilmiűtir. Analizlenen balıklarda  $\sum$ n-6 % 8.78- % 17.54;  $\sum$ n-3 % 9.59- % 13.59 olarak saptanmıűtır (Lin ve ark. 2012).

*V. vimba*'da kas nűtral lipitte major bileűenlerin deđerleri; 16:0 % 20.31; 18:0 % 2.60,  $\sum$ SFA % 27.90, 16:1n-7 % 15.70, 18:1n-9 % 30.56,  $\sum$ MUFA % 52.82, 18:2n-6 % 2.85, 18:3n-3 % 1.23, AA % 3.24, EPA % 4.65, DHA % 3.50,  $\sum$ PUFA % 19.24,  $\sum$ n-3 PUFA % 11.73,  $\sum$ n-6 PUFA % 7.50, n-3/n-6 % 1.56 olarak belirlenmiűtir (Gűrgűn ve ark. 2013).

Tűdűrge Gűlű'nden *C. sieboldii* ve *C. baliki* balıklarının kaslarındaki nűtral lipitlerin yađ asiti ięeriđinde baskın olarak belirlenen baűlica yađ asitleri doymuű SFA dan 16:0, MUFA'dan 16:1n-7 ve 18:1n-9, PUFA'dan EPA ve DHA olarak belirlendiler.

Bu bileşenlerden 16:0'ın oranı her iki balıkta % 17, 16:1n-7 *C. sieboldii*'de % 19.41, *C. baliki*'de % 12; 18:1n-9 her iki türde % 22 civarında, EPA *C. sieboldii*'de % 9.0, *C. baliki*'de % 13; DHA *C. sieboldii*'de % 2.88, *C. baliki*'de % 7.79 olarak saptanmıştır (Görgün ve ark. 2014).

İnci Kefali'nin her iki eşeyinin kas TAG'sinde belirlediğimiz dominant bileşenler (16:0, 16:1n-7, 18:1n-9 ve DHA), diğer çalışmalara (Kaçar ve ark. 2010a, b, Kaçar 2010, Görgün ve ark. 2014) paralellik göstermektedir (Çizelge 4.17 ve 4.18). Yüzde dağılımında SFA içinde en fazla bulunan 16:0 oranı kimi balıklarda % 15 (Mieth ve ark. 1989a) kimilerinde % 17 (Görgün ve ark. 2014) kimilerinde de % 25 (Kaçar 2010) olarak saptanmıştır. Çalışmamızda dişilerde ortalama % 13.81, erkeklerde % 14.19 (Çizelge 4.17 ve 4.18) olarak belirlenen bu bileşenin oranının sabit olmayıp balıklar arasında değişebileceğini söyleyebiliriz. Balıklarda miktarı farklı olan bir diğre bileşen de 16:1n-7'dir. Kimi çalışmalarda % 10 civarında belirlenen (Mieth ve ark. 1989a, Kaçar ve ark. 2010) bu yağ asiti İnci Kefali'nde her iki eşeyde % 17 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.17 ve 4.18). Bu yağ asitini etkileyen faktörün besinden ziyade balığın sentezleme yeteneği olduğunu söyleyebiliriz. Zira bu bileşen Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan iki balık türünden *C. trutta*'da % 30.15 (Kaçar ve ark. 2010 a), *C. regium*'da % 10.21 (Kaçar ve ark. 2010a); Tödürge Gölü'nden *C. sieboldii*'de % 19.0, *C. baliki*'de % 12 (Görgün ve ark. 2014) olarak saptanmıştır. Ackman ve Takeuchi, (1986), 16:1n-7'nin yüksek oranının tatlı su balıklarının nötral lipitleri için karakteristik olduğunu belirttiler. Bu veri, balıkların depo lipitlerinde 18:1n-9 gibi 16:1n-7'nin de fazla bulunduğunu ve TAG fraksiyonunun bu nedenle MUFA bakımından zengin olduğunu, Shirai ve arkadaşlarının (2002) belirttiği gibi, enerji amacıyla bu bileşenlerin daha fazla kullanıldığını göstermektedir.

Analizlerimizde her iki eşeyde 18:1n-9 oranı, *V. vimba* (Görgün ve ark. 2013) gibi yüksek oranda (% 30) olarak saptanmıştır. Çoğu tatlı su balıklarında % 3-5 oranında bulunan AA analizlerimizde % 1.5 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.17 ve 4.18). Değişik dokunun değişik fraksiyonlarında bu bileşenin düşük miktarı İnci Kefali'ne has bir özelliktir. Bu veri aynı zamanda balıkta total n-6'ların düşük olmasına da neden olmaktadır. Analizlerimizde önemli n-3 bileşenlerinden EPA ortalama % 8-9, DHA ise % 7 olarak bulunmuştur. Bu bileşenlerin balıklarda sabit olmadığını aynı bölgeden toplanan türlerde bile (Görgün ve ark. 2014) farklı olabileceğini söyleyebiliriz.

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

*C. baicalensis*'te denenen tüm dokuların (kas, karaciğer ve gonat) nötral lipitlerinde en çok  $\Sigma$ MUFA, sonra  $\Sigma$ SFA ve en son  $\Sigma$ PUFA bulunmuştur (Kozlova ve Khotimchenko 2000). Bu sıralama çoğu tatlı su balıkları için genel bir özelliktir (Gunstone ve ark. 1978).

Bir deniz balığı türü olan *P. Marinus* nötral lipitinde, en çok  $\Sigma$ MUFA sonra  $\Sigma$ SFA en son  $\Sigma$ PUFA bulunur (Pinela ve ark. 2009). Bir başka deniz balığı olan *D. sargus*'un TAG fraksiyonunda,  $\Sigma$ n-3 HUFA'ları düşük oranlarda, monoen yağ asitlerini ise yüksek oranda saptanmıştır (Cejas ve ark. 2003). Triaçilgliserolde monoenlerin yüksek oranda olmasının nedeni, bu gruptaki bileşenlerden, 18:1n-9 yüzde oranının fazla olmasıdır. Ayrıca bu fraksiyonda EPA ile DHA gibi n-3 bileşenlerin miktarı az olduğu için,  $\Sigma$ n-3 HUFA'lar düşük bulunmuştur (Cejas ve ark. 2003).

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; (Kaçar ve ark. 2010a); *C. regium*'un TAG fraksiyonunda,  $\Sigma$ SFA, % 44.82;  $\Sigma$ MUFA, % 31.72;  $\Sigma$ PUFA, % 23.37; bulunmuştur (Kaçar ve ark. 2010b). Aynı Baraj Gölü'nden toplanan *T. grypus*'ta da sıralama fazladan aza doğru MUFA > SFA > ve PUFA şeklinde oluşmuştur. Ancak, *C. carpio*'da temmuz ve eylül aylarında en çok  $\Sigma$ SFA, diğer aylarda  $\Sigma$ MUFA daha baskın belirlenmiştir. *S. triostegus*'un dişilerinde 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, en az  $\Sigma$ PUFA saptanmıştır. Araştırmacı bu balıkların kas TAG'lerinde, diğer çoğu tatlı su balıklarında olduğu gibi, ağırlıklı olarak  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ SFA'ların olduğunu ileri sürmüştür (Kaçar 2010).

*C. sieboldii* kas nötral yağ asitlerinde en çok total MUFA (% 44.88), ikinci olarak total SFA (% 31.77) en az total PUFA (% 23.38); *C. baliki*'de ise total MUFA % 35.17, total SFA % 31.39, total PUFA % 33.39 olarak belirlenmiştir (Görgün ve ark. 2014).

Araştırmacılar, balıkların, daha çok doymuş ve tekli doymamış yağ asitlerini depo olarak kullandıklarını belirtmişlerdir (Gunstone ve ark. 1978, Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Verilerden de anlaşılacağı gibi tatlı su balıklarının çoğunluğunun kas TAG'sinde en çok  $\Sigma$ MUFA en az  $\Sigma$ PUFA belirlenmiştir. *A. tarichi*'de yaptığımız analizlerde  $\Sigma$ SFA

% 23,  $\Sigma$ MUFA % 47,  $\Sigma$ PUFA % 29 civarında belirlenmiştir. Çalışmamızda diğer tatlı su balıklarında olduğu gibi en çok  $\Sigma$ MUFA saptanmıştır. Bu doğaldır. Zira  $\Sigma$ MUFA'yı oluşturan 16:1n-7 ve 18:1n-9 TAG fraksiyonunda oldukça fazla oranda bulunmaktadır. Ancak diğer çoğu çalışmaların aksine analizlerimizde ikinci fraksiyon olarak  $\Sigma$ PUFA saptanmıştır. Bu bileşenler dişi balıklarda şubat, haziran ağustos ve aralıkta; erkeklerde ise şubat, haziran, ekim ve aralıkta  $\Sigma$ SFA'dan daha fazla oranda belirlendiler (Çizelge 4.17 ve 4.18). Bunun nedeni diğer balıklara oranla İnci Kefali'nde  $\Sigma$ SFA'yı oluşturan bileşenlerden 16:0 ve 18:0'ın daha az,  $\Sigma$ PUFA'dan EPA ve DHA'ün daha fazla oranda bulunmasıdır.

İlk olarak Henderson ve Tocher (1987) n-3/n-6 oranını, tatlı su balıklarında 1.08-3.3; deniz balıklarında 8.3-11.4 arasında olduğunu daha sonra Steffens ve Wirth (2005), tatlı su balıklarının TAG'lerindeki n-3/n-6 oranının deniz balıklarından yüksek olup, 1 ile 3 aralığında bulunduğunu ileri sürdüler.

Kaçar (2010) *C. carpio*'nun mevsime bağlı olarak her iki eşeyinde n-3/n-6 oranı, 0.87-2.85; *T. grypus*'ta, 2.06-4.63; *S. triostegus*'ta, 1.37-2.41 aralığında bulmuştur. Bu oran *C. sieboldii*'de 2.52, *C. baliki*'de 3.79 (Görgün ve ark. 2014). *H. molitrix*'te 2.0, *A. nobilis*'te 3.1 (Mieth ve ark. 1989a, 1989b). *V. vimba*'da 1.56 (Görgün ve ark. 2013). olarak belirlenmiştir

İnci Kefali'nde n-3/n-6 oranı dişilerde ortalama 3.42; erkeklerde 3.45 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.17 ve 4.18). Bu oran, yukarıda belirtilen diğer tatlı su balıklarından oldukça yüksektir. İncelediğimiz balıkta n-6'lardan baskın olan AA'nın düşük, n-3'lerden EPA ve DHA'nın yüksek olması bu sonucu doğurmuştur. Ayrıca, n-3/n-6 oranının fazla olması, çalıştığımız balığın besin kalitesi bakımından daha değerli olduğunu göstermektedir.

#### **4.36. Triaçilgliserol Fraksiyonundaki Kas Lipitlerinin 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 (Christie 1987, Arts ve ark. 2001).

#### 4.36.1. Triaçilgliserol Fraksiyonundaki Kas Lipitlerinin Yağ Asidi İçeriğine Besinin Etkisi

Besinsel lipidlerin vücut lipidlerinin yağ asidi kompozisyonuna etkisi, trigliserid ve fosfolipidler arasında farklılık gösterir. Kimi çalışmalarda fosfolipit, kimilerinde ise triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asitlerinin besinden önemli derecede etkilendiği saptanmıştır. Tatlı su balıklarında besinle alınan linoleik ve linolenik asit, enzimlerle zincir uzamasına uğratarak doymamışlık dereceleri artırılır ve arakidonik asit, dokosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik asitlere dönüştürülerek fosfolipidlerin yapısına girerler. Bununla beraber bu yağ asitlerinin (18:2n-6, 18:3n-3) trigliseridlerde değişime uğramadan depolandığı saptanmıştır (Takeuchi ve Watanabe 1977, Farkas ve ark. 1980).

Besin ve ortam sıcaklığı balık doku lipitlerinin PL ve TAG fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriğini etkilemektedir. Fakat besinin nötral, ortam sıcaklığının da daha çok PL yağ asidi bileşimini etkilediği bildirilmiştir.

Shirai ve ark. (2002), balık vücudunda önemli depo lipiti olarak fonksiyon gören TAG'lerin yağ asidi içeriğinin, besinden önemli ölçüde etkilendiğini belirttiler.

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

Kaçar (2010), çalıştığı türlerden omnivor beslenme özelliğine sahip *C. carpio* ile *T. grypus*'ta PUFA'yı oluşturan yağ asitlerinin mayıs ve temmuz dönemlerinde artması, bu balıkların besinlerinin bir bölümünü oluşturan su alglerinin bu dönemlerde maksimum seviyede olmasına dayandırmıştır. Araştırmacı, balıkların bu yağ asitlerini sentezleyemedikleri için dışarıdan besinle almak zorunda olduğunu öne sürmüştür.

İnci Kefali üyesi bulunduğu sazangiller familyasındaki bir çok balık gibi plankton ağırlıklı olarak beslenmektedir. Besinleri arasındaki fitoplankton ve zooplanktonların oranı balığın büyüklüğüne ve dönemlere göre değişme göstermektedir. Chrinomidler ve Copepodlar özellikle kış aylarında balığın önemli besin kaynağıdır. Ergin balıklar daha çok Chrinomid ve Copepodları tercih etmektedir. Balık genç yaşlarda daha çok fitoplanktonla, ileri yaşlarda ve özellikle kış aylarında daha çok zooplanktonlarla beslenmektedir. Balıklar diğer omurgalılar gibi 18:1n-9 yağ asitine kadar olan bileşenleri kendileri sentezlerler. Linoleik ve 18:3n-3 bileşenleri sentezleyemediklerinden bunları besinle alıp zincir uzatma ve doymamışlık derecesinin artırılması reaksiyonları ile diğer

yirmi karbonlu PUFA'ları sentezlerler. Bu sentez yeteneği tatlı su balıklarında oldukça yüksektir. Balıklar PUFA'ları besinlerini oluşturan fito ve zooplanktonlardan da sağlamaktadır. Kanımızca, İnci Kefali özellikle n-3 bileşenleri bakımından zengin olması, besinin de bu bileşenler bakımından zengin olduğunu gösterir.

#### 4.36.2. Triaçilgliserol Fraksiyonundaki Kas Lipitlerinin Yağ Asidi İçeriğine Sıcaklığın Etkisi

Doku yağ asidi kompozisyonları, termal aklimatizasyon (Soğukkanlılarda sıcaklığa karşı fizyolojik adaptasyon) esnasında değişir.

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).

*C. carpio*'nun her iki bireyinin hem kas TAG'sindeki hem de kas PL'sindeki  $\Sigma$ MUFA oranı kışın artmıştır. *T. grypus*'un dişi bireylerinin kas PL ve TAG'sinde kışın  $\Sigma$ SFA'lar azalmış, DHA'ten dolayı  $\Sigma$ PUFA ve n-3/n-6 oranı her iki bireyin hem PL'si hem de TAG'sinde kışın artmıştır (Kaçar 2010).

Japon Kedibalığı'nda 18:1n-9 miktarı yaza oranla kışın daha fazla bulunmuştur (Shirai ve ark. 2002).

Bandarra ve ark. (1997); sardalya'da (deniz balığı) TAG'nin yağ asidi kompozisyonunun mevsimden önemli derecede etkilendiğini belirtirler.

Bir yıl boyunca analizlenen *S. triostegus*'un dorsal kasının triaçilgliserol fraksiyonunda; tekli doymamış yağ asitleri ilkbahar ve yaz;  $\Sigma$ PUFA ise total lipitteki gibi kış ve ilkbaharda diğer bileşenlere göre yüksek oranda kaydedilmiştir. Total n-3; % 7.47 (ilkbahar)- % 26.52 (kış);  $\Sigma$ n-6; % 11.64 (kış)- % 25.66 (ilkbahar); arasında belirlenmiştir. Major bileşenlerden 16:0 yazın, 18:1n-9 ve 18:2n-6 ilkbaharda DHA sonbahar ve kış mevsiminde artış gösterdiler (Cengiz ve ark. 2012).

*C. trutta*'nın dorsal kas TAG'sinde sonbahar mevsiminde total MUFA ile total PUFA oranları birbirine yakın bulunmuş analizlenen diğer mevsimlerde ise total MUFA diğer fraksiyonlara oranla yüksek değerde saptanmıştır. Total SFA yüzdeleri ise yıl



boyunca düşük yüzde de saptanmıştır. Bireysel yağ asitlerinden 18:1n-9 kışın, 16:1n-7 yaz ayında, 18:3n-3, EPA ve  $\sum n-3$  ilkbaharda, 18:2n-6 ve AA ve  $\sum n-6$  sonbaharda artış göstermiştir (Satar ve ark. 2012).

Japon Kedibalgı *S. asotus*'ta oleik asit, kış mevsiminde artış göstermiştir (Shirai ve ark. 2001)

Araştırmamızda mevsimin kas TAG içeriğine çok önemli bir etki yaptığını söyleyemeyiz. Zira baskın bulunan bileşenlerin, analizlenen aylarda birbirlerine yakın değerde olduklarını söyleyebiliriz. Elde edilen verilerden dişilerde 16:0 ve  $\sum SFA$  şubat ayına oranla ağustosta; 18:1n-9 ve  $\sum MUFA$  haziran ayına oranla şubatta; erkeklerde ise DHA ve n-3/n-6 oranı nisan ayına oranla aralık aylarında arttığı tespit edilmiştir.

#### 4.37. Dişi ve Erkek *Alburnus tarichi*'nin Karaciğer Lipitlerinin Triasilgiserol Yağ Asidi Yüzdelerinin Karşılaştırılması

İnci Kefali'nin her iki eşeyinde 16:0, üreme dönemi sonrası olan ağustos ayında artmıştır. Palmitik asit, üreme başlangıcı olan nisan ayında, diğer bir doymuş yağ asiti olan 18:0 ise şubatta azalmıştır.

$\sum SFA$  erkek ve dişi balıklarda yaz mevsimi ayları olan haziran ve ağustosta yükselmiştir.

Dominant MUFA'lardan 16:1n-7 ile 18:1n-9'un artış ve azalış gösterdiği aylar birbirlerine ters bulunmuştur. Örneğin, 18:1n-9'un azalma gösterdiği nisan ayında 16:1n-7 artış, 16:1n-7'nin artış gösterdiği nisan ayında 18:1n-9 azalmıştır.

Üreme sonrası ağustos ayında azalan  $\sum MUFA$  miktarı; 18:1n-9'a bağlı olarak ekim ayında artış göstermiştir (Çizelge 4.19 ve 4.20).

Dönemler arasında önemli varyasyonlar göstermeyen 18:2n-6 oranı dişilerde % 2.63- % 3.33; erkeklerde % 2.47- % 3.20 arasında belirlenmiştir.

AA miktarının balıklarda üremeden hemen sonra ağustos ayında, EPA ise üreme dönemi başlangıcı olan nisan ayında, diğer aylara oranla yüksek bulundular.

Dişi bireylerde aralık erkeklerde ise ağustosta yüksek olan DHA miktarı, her iki eşeyde ekim ayında azalmıştır.

$\sum PUFA$  ve  $\sum n-3$ ; EPA ve DHA'ten dolayı her iki eşeyde üreme sonrası ekim ayında azalmış, üreme başlangıcı olan nisan ayında ise artış göstermiştir.

Analizlenen aylarda pek fazla varyasyon göstermeyen  $\Sigma n-6$ 'lar, diřilerde % 5.36- % 7.24; erkeklerde ise % 4.59- % 6.71 arasında deęiřmiřtir (Çizelge 4.19 ve 4.20). N-3/n-6 oranı;  $\Sigma n-3$ 'e baęlı olarak ekim ayında dūřmūř, nisan ayında ise artmıřtır.

Analizlenen dōnemlerde total bileşenlerin oranı fazladan aza doğru MUFA >PUFA>SFA şeklinde oluşmuştur.

Her iki eřeyde de  $\Sigma SFA$ ; ūreme ūncesi řubat ayında azalırken  $\Sigma MUFA$  ise artıř gōstermiř; diři balıklarda  $\Sigma MUFA$  aralıktta azalırken aynı ayda  $\Sigma PUFA$  artmıřtır.

Kas dokusunda olduğu gibi karaciğer dokusunda da baskın bulunan bileşenler aynı olmuştur. İnci Kefali'nin karaciğer TAG'sinde SFA'lardan 16:0 dişilerde ortalama % 14.09, erkeklerde % 13.47; MUFA'lardan 16:1n-7 dişilerde ortalama % 17.11, erkeklerde % 18.11; 18:1n-9 dişilerde ortalama % 30.40, erkeklerde % 28.59; PUFA'lardan EPA dişilerde ortalama % 10.11, erkeklerde % 11.24; DHA dişilerde ortalama % 6.75, erkeklerde % 6.63; n-3/n-6 oranı dişilerde ortalama 3.72, erkeklerde 4.33;  $\Sigma SFA$  dişilerde ortalama % 22.21, erkeklerde % 22.18,  $\Sigma MUFA$  dişilerde ortalama % 48.18, erkeklerde % 47.33;  $\Sigma PUFA$  dişilerde ortalama % 29.61, erkeklerde % 30.50 olarak saptanmıştır (Çizelge 18 ve 19). Her iki eşeyde analizlenen tūm aylarda yūzde olarak en çok  $\Sigma MUFA$  belirlenmiştir. Diři balıklarda ağustos ve ekim aylarında erkeklerde ekim ve haziran aylarında  $\Sigma PUFA$  ve  $\Sigma SFA$  birbirine yakın, diğer aylarda  $\Sigma PUFA$ ,  $\Sigma MUFA$ 'nın ardından ikinci olarak en fazla oranda belirlenmiştir (Çizelge 18 ve 19).

**Çizelge 4.19** Dişi *Alburnus tarichi*'nin karaciğer triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	2.97±0.47a	4.91±0.49b	3.45±0.33b	2.66±0.17a	2.39±0.65a	3.16±0.14a	3.26±0.36a
15:0	0.30±0.03a	0.33±0.02a	0.35±0.02a	0.23±0.01b	0.29±0.02a	0.32±0.02a	0.30±0.02a
16:0	11.61±1.03a	11.18±0.99a	14.35±1.04a	20.35±1.10b	14.85±1.05a	12.22±1.04a	14.09±1.39a
17:0	0.73±0.06a	1.16±0.11b	0.65±0.05a	0.45±0.10c	0.49±0.03c	0.82±0.07d	0.72±0.11a
18:0	2.62±0.21a	2.25±0.12a	4.76±0.45b	3.54±0.29a	6.06±0.56b	3.83±0.38a	3.84±0.58a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>18.22±1.16a</b>	<b>19.83±1.09a</b>	<b>23.56±1.30a</b>	<b>27.22±1.25b</b>	<b>24.08±1.29a</b>	<b>20.36±1.29a</b>	<b>22.21±1.36a</b>
16:1n-7	21.09±1.20a	20.95±1.22a	15.71±1.03b	15.96±1.04b	14.56±1.05b	14.40±1.05b	17.11±1.26b
18:1n-9	31.35±1.18a	23.53±1.13b	31.87±1.37a	30.27±1.29a	38.11±1.38c	27.26±1.25b	30.40±2.00a
20:1n-9	0.71±0.06a	0.55±0.05a	0.60±0.14a	0.12±0.03b	0.98±0.09a	1.06±0.15c	0.67±0.14a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>53.15±1.47a</b>	<b>45.03±1.34b</b>	<b>48.18±1.54a</b>	<b>46.35±1.45b</b>	<b>53.65±1.48a</b>	<b>42.72±1.45b</b>	<b>48.18±1.80a</b>
18:2n-6	2.81±0.23a	3.02±0.31a	3.33±0.30a	2.99±0.23a	2.63±0.22a	2.98±0.24a	2.96±0.10a
18:3n-3	1.70±0.11a	1.83±0.24a	1.74±0.41a	1.90±0.93a	1.44±0.12a	1.76±0.16a	1.73±0.06a
20:2n-6	0.49±0.03a	0.46±0.02a	0.37±0.04b	0.05±0.03c	0.42±0.03a	0.64±0.10d	0.41±0.06a
20:3n-6	1.21±0.51a	0.95±0.07a	0.70±0.04b	0.63±0.09b	0.70±0.04b	1.07±0.16a	0.88±0.10b
20:4n-6	1.77±0.21a	1.69±0.81a	1.85±0.11a	2.69±0.23b	1.61±0.40a	2.54±0.27b	2.03±0.19ab
20:5n-3	9.56±0.85a	15.36±1.05b	10.72±0.91a	7.17±0.06c	5.95±0.55c	11.91±1.01a	10.11±1.38a
22:5n-3	4.85±0.35a	4.95±0.45a	4.46±0.37a	3.56±0.26a	4.01±0.38a	6.71±0.33b	4.76±0.44a
22:6n-3	6.25±0.61a	6.89±0.65a	5.09±0.51a	7.44±0.77a	5.51±0.50a	9.30±0.91b	6.75±0.62a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>28.63±1.48a</b>	<b>35.14±1.34b</b>	<b>28.26±1.21a</b>	<b>26.43±1.19a</b>	<b>22.27±1.27a</b>	<b>36.92±1.25b</b>	<b>29.61±2.24a</b>
Σn-3	22.35±1.13a	29.03±1.22b	22.01±1.27a	20.07±1.20a	16.91±1.05c	29.68±1.30a	23.34±2.06a
Σn-6	6.28±0.66a	6.11±0.55a	6.24±0.53a	6.36±0.65a	5.36±0.43a	7.24±0.77a	6.27±0.24a
n-3/n-6	3.56	4.75	3.53	3.15	3.16	4.10	3.72

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.20** Erkek *Alburnus tarichi*'nin karaciğer triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	3.00±0.31a	5.18±0.56b	3.34±0.30a	4.20±0.44a	2.46±0.30a	3.42±0.15a	3.60±0.39a
15:0	0.30±0.03a	0.32±0.02a	0.26±0.02a	0.22±0.02b	0.27±0.02a	0.32±0.02a	0.28±0.02a
16:0	12.99±1.02a	9.06±0.99a	16.55±1.16b	15.39±1.05a	14.41±1.08a	12.41±1.12a	13.47±1.08a
17:0	0.68±0.05a	1.33±0.12b	0.71±0.06a	1.62±0.15b	0.47±0.04c	0.74±0.16a	0.93±0.18a
18:0	2.82±0.27a	2.87±0.25a	6.48±0.61b	2.48±0.29a	5.05±0.43b	3.73±0.33a	3.91±0.64a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>19.78±1.11a</b>	<b>18.76±1.08a</b>	<b>27.34±1.14b</b>	<b>23.91±1.22a</b>	<b>22.65±1.22a</b>	<b>20.62±1.32a</b>	<b>22.18±1.29a</b>
16:1n-7	19.94±1.09a	20.02±1.26a	16.35±1.06b	19.67±1.09a	16.63±1.113b	16.07±1.06b	18.11±0.79a
18:1n-9	27.70±1.29a	23.89±1.21b	31.75±1.38a	19.23±1.09b	38.63±1.37c	30.33±1.30a	28.59±2.73a
20:1n-9	1.03±0.09a	0.49±0.03b	0.51±0.04b	0.16±0.01c	0.70±0.04b	0.86±0.21a	0.62±0.13b
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>48.67±1.46a</b>	<b>44.40±1.40a</b>	<b>48.62±1.46a</b>	<b>39.05±1.28b</b>	<b>55.96±1.47c</b>	<b>47.25±1.45a</b>	<b>47.33±2.27a</b>
18:2n-6	2.51±0.23a	3.11±0.21a	2.69±0.23a	2.62±0.21a	2.47±0.13a	3.20±0.31a	2.76±0.13a
18:3n-3	1.70±0.11a	2.22±0.21a	0.98±0.09b	2.43±0.26a	1.99±0.29a	1.91±0.57a	1.87±0.21a
20:2n-6	0.67±0.05a	0.39±0.02b	0.30±0.03b	0.13±0.03c	0.27±0.02b	0.61±0.05a	0.39±0.09b
20:3n-6	1.50±0.14a	0.82±0.07b	0.47±0.04c	0.66±0.22b	0.59±0.05c	1.02±0.12a	0.84±0.15b
20:4n-6	1.72±0.10a	1.78±0.38a	1.13±0.11a	2.04±0.21b	1.77±0.12a	1.89±0.28a	1.72±0.13a
20:5n-3	10.18±0.99a	17.49±1.06b	9.06±0.99a	15.03±1.04b	5.77±0.57c	9.89±0.98a	11.24±1.74a
22:5n-3	5.80±0.55a	5.23±0.55a	3.94±0.35a	4.59±0.42a	4.85±0.35a	5.80±0.55a	5.04±0.30a
22:6n-3	7.47±0.76a	5.79±0.56a	5.48±0.56a	9.54±0.85a	3.68±0.26b	7.81±0.77a	6.63±0.84a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>31.55±1.30a</b>	<b>36.84±1.25a</b>	<b>24.04±1.22b</b>	<b>37.04±1.36c</b>	<b>21.39±1.17b</b>	<b>32.12±1.35a</b>	<b>30.50±2.65a</b>
Σn-3	25.15±1.08a	30.74±1.30a	19.45±1.08b	31.60±1.22a	16.29±1.06b	25.41±1.08a	24.77±2.47a
Σn-6	6.40±1.05a	6.10±0.61a	4.59±0.42a	5.44±0.56a	5.10±0.51a	6.71±0.33a	5.72±0.33a
n-3/n-6	3.93	5.04	4.24	5.81	3.19	3.78	4.33

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

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

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

#### 4.38. Balıkların Karaciğer Lipitlerindeki Triaçilgliserol Yağ Asidi Analizleri

Baykal Gölü'ndeki *C. baicalensis*'in, karaciğer nötral lipitlerinde en çok  $\Sigma$ MUFA (% 64.0) oluşturmuştur. Bunu  $\Sigma$ SFA, (% 17.0) izledi en az  $\Sigma$ PUFA'lar (% 11.30) oluşturmuştur. Total MUFA'lar içinde en çok 18:1n-9 (% 56.0) bulunmuştur. Aynı balığın nötral lipitlerinin tüm dokularında ise 16:0 en çok saptanmıştır. Analizlerde diğer major yağ asitleri 16:1n-7, 18:1n-7 ve EPA'dür (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; AA, % 0.4-1.9; EPA, % 0.4- 3; DHA, % 0.5-4.3 oranında tespit edilmiştir. Balıklarda çoğunlukla SFA'ların dominant olduğu bunu da monoenler ile polienlerin izlediği görülmüştür (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'sinde en çok bulunan bileşenler farklı olabilmektedir. Örneğin, Baykal Gölü'ndeki pelajik ergin dişi *C. dybowski*, *C. baicalensis* ile Atatürk Baraj Gölünden *C. trutta*'da en çok  $\Sigma$ MUFA, Hindistan'daki balıklarda ise  $\Sigma$ SFA bulunmaktadır. Kaçar'ın (2010) çalıştığı üç türde, analiz yapılan 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'ların daha fazla oranda biriktiğini göstermektedir. Kasım ayında, *T. grypus* dişilerinde saptanan n-3/n-6 oranı, aynı dönemde *C. trutta*'dan elde edilene benzerlik gösterir. Ancak *C. carpio* ile *S. triostegus*'tan elde edilen oranlar daha düşük bulunmuştur.

*C. carpio*'nun her iki eşeyinin karaciğer 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, AA % 1.02-6.84, EPA % 2.09-4.79, DHA % 3.56-13.70; *T. grypus*'un her iki eşeyinin kas 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, AA % 2.36-6.21, EPA % 1.91-4.44, DHA % 7.29-10.88; *S. triostegus*'un her iki eşeyinin kas 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, AA % 2.31-5.97, EPA % 1.28-5.73, DHA % 2.98-7.83 aralığında tespit edilmiştir (Kaçar 2010).

*V. vimba*'da karaciğernötral lipitte major bileşenlerin değerleri; 16:0 % 40.10; 18:0 % 10.13,  $\Sigma$ SFA % 53.77, 16:1n-7 % 6.35, 18:1n-9 % 28.30,  $\Sigma$ MUFA % 38.71, 18:2n-6 % 1.12, 18:3n-3 % 1.42, AA % 1.43, EPA % 0.76, DHA % 1.56,  $\Sigma$ PUFA % 7.51,  $\Sigma$ n-3 PUFA % 4.29,  $\Sigma$ n-6 PUFA % 3.22, n-3/n-6 % 1.33 olarak belirlenmiştir (Görgün ve ark. 2013).

*D. sargus*'ta, kas ve karaciğer TG'si, 16:0 ve 18:1n-9 bakımından zengin, EPA ve DHA bakımından fakir olarak belirlenmiştir. Araştırmacılara göre bu sonuç, nötral lipitler için karakteristik bir özelliktir (Cejas ve ark. 2004).

Tödürge Gölü'nden *C. sieboldii* ve *C. baliki* balıklarının karaciğerinde nötral lipitlerin yağ asiti içeriğinde SFA'lardan 16:0, MUFA'dan 16:1n-7 ve 18:1n-9, PUFA'lardan EPA ve DHA dominant bileşenler olarak tespit edilmiştir. Her iki balık türünde 16:0 % 17 ile birbirine yakın bulunmuştur. Ancak diğer bileşenlerin yüzdesi aynı gölden toplanan iki türde farklı bulunmuştur. Oleik asit *C. sieboldii*'de % 22.26, *C. baliki*'de % 25.03, EPA *C. sieboldii*'de % 9.72, *C. baliki*'de % 11.59, DHA *C. sieboldii*'de % 3.59, *C. baliki*'de % 7.00,  $\Sigma$ n-3 PUFA *C. sieboldii*'de % 18.56, *C. baliki*'de % 28.40,  $\Sigma$ n-6 PUFA *C. sieboldii*'de % 8.03, *C. baliki*'de % 7.40 olarak saptanmıştır. Her iki balıkta total SFA % 30 ile birbirine yakın tespit edilmiştir. Ancak total MUFA *C. sieboldii*'de % 43, *C. baliki*'de % 35;  $\Sigma$ PUFA *C. sieboldii*'de % 26, *C. baliki*'de % 35 olarak saptanmıştır. Her iki balığın karaciğer nötralinde total SFA ile total doymamış yağ asitlerinin benzer yüzdelerde olduğu görülmüştür. (Görgün ve ark. 2014).

İnci Kefali'nin karaciğer TAG'sinde belirlediğimiz dominant bileşenler diğer çalışmalarda da belirlendiği gibi (Kaçar 2010, Görgün ve ark. 2014), her iki eşeyde 16:0, 16:1n-7, 18:1n-9, EPA ve DHA yağ asitleri olmuştur. Ancak bu bileşenlerin oranlarının tatlı su balıkları arasında hatta aynı gölden toplananlarda dahi (Görgün ve ark. 2014) farklılık gösterdiği kaydedilmiştir. Örneğin 16:0 oranı Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*, *T. grypus*'ta ortalama % 28, *S. triostegus*'ta % 25 (Kaçar 2010), Tödürge Gölü'nden toplanan *C. sieboldii* ve *C. baliki*'de % 17 (Görgün ve ark. 2014), *V. vimba*'da % 40 (Görgün ve ark. 2013), çalışmamızda ise bu oran daha az olup % 14 olarak belirlenmiştir. Bu veri 16:0'ın balıklar için genel bir bileşen olduğunu ve miktarının besinden pek fazla etkilenmediğini gösterir. Tekli doymamış yağ asitlerinden 16.1n-7 *C.*

*carpio* 'da ortalama % 9, *T. grypus*'ta % 7.00 *S. triostegus*'ta % 11 (Kaçar 2010), Tödürge Gölü'nden toplanan *C. sieboldii*'de % 18, *C. baliki*'de % 10 (Görgün ve ark. 2014), *V. vimba*'da % 6 (Görgün ve ark. 2013), çalışmamızda ise *C. sieboldii*'deki gibi yüksek oranda (% 17.6) olarak saptanmıştır (Çizelge 4.19 ve 4.20). İnci Kefali'nde diğer tatlı su balıklarına oranla bir depo lipiti olan TAG'de kastaki gibi 16:0'm düşük, 16:1n-7'nin yüksek olması, balığın önemli bir besin kaynağı olduğunu göstermektedir. Zira kandaki kötü kolesterolü 16:0 arttırırken 16:1n-7 düşürür (Grundy 1994).

Diğer tatlı su balıklarında baskın bulunan (Kaçar 2010, Görgün ve ark. 2013 ve 2014) diğer bir MUFA 18:1n-9, İnci Kefali'nde *V. vimba*'ya yakın oranda (Görgün ve ark. 2013) ve % 29-30 oranında belirlenmiştir. Bu doğal bir sonuçtur. Zira balıklarda depo lipitlerini genellikle doymuş ve tekli doymamış yağ asitleri oluşturur. Palmitoleik asitin ve 18:1n-9'un yüksek oranı, tatlı su balıklarının nötral lipitlerine has bir özelliktir (Ackman ve Takeuchi 1986).

İnci Kefali'nde belirlediğimiz n-3/n-6 oranı (dişilerde ortalama 3.72, erkeklerde 4.33) diğer balıklardan (Kaçar 2010, Görgün ve ark. 2013, 2014) daha yüksek olarak saptanmıştır. Bunun nedeni baskın n-6'lardan AA'nın düşük, dominant n-3'lerden EPA ile DHA'nın yüksek olmasıdır.

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. trutta* (Kaçar ve ark. 2010a), *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus* (Kaçar 2010), Tödürge Gölü'nden toplanan *C. sieboldii*'de (Görgün ve ark. 2014) fazladan aza doğru sıralama MUFA>SFA> ve PUFA şeklinde olmuştur. Bu çalışmalardaki gibi çalışma materyalimiz olan İnci Kefali'nde 16:1n-7 ve 18:1n-9'dan dolayı en fazla MUFA belirlenmiştir. Ancak diş balıklarda ağustos ve ekim aylarında, erkeklerde ekim ve haziran aylarında  $\sum$ PUFA ve  $\sum$ SFA birbirine yakın, diğer aylarda  $\sum$ PUFA,  $\sum$ MUFA'nın ardından ikinci olarak en fazla oranda belirlenmiştir (Çizelge 4.19 ve 4.20). Bu veri, diğer tatlı su balıklarına oranla İnci Kefali karaciğer TAG'sinde  $\sum$ PUFA oranının  $\sum$ SFA'dan fazla olduğunu göstermektedir.

#### 4.39. Karaciğer Lipitlerindeki Triaçilgliserol Yağ Asidi İçeriğine Mevsim ve Üremenin Etkisi

Hazel (1979), Gökkuşığı Alabalığı'nın karaciğer TAG'sinde  $\sum$ n-3 ve  $\sum$ n-6 PUFA'yı oluşturan yağ asitlerinin, sıcaklığın azalmasıyla arttığını belirtmiştir.

Kaçar (2010) analiz ettiği üç balık türünde de Alabalıktaki gibi benzer bir sonuç saptamadı. Araştırmacı bu durumun, balıkların yaşamış olduğu su sıcaklığından doğabileceğini öne sürmüştür. Zira alabalıklar, soğuk sularda yaşadıkları için böyle bir adaptasyon göstermeleri doğaldır.

Doğal ve kültür Japon Kedibalığı *S. asotus*'un karaciğer lipit içeriği ve yağ asidi kompozisyonuna; yumurtlama ve mevsimin etkisi araştırılmıştır. Yumurtlama mevsimi esnasında karaciğer TAG'sinde n-7 MUFA'ların miktarı yüksek bulunmuştur. Yaz ve kış mevsimlerinde kültür Kedibalığı'nın 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 ark. 2001).

*C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus* karaciğer lipit TAG'sinde, 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. *S. triostegus* ta 16:0 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. 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 (Kaçar 2010).

Deniz balıklarından *D. sargus*'un karaciğer TAG sezonal yağ asiti içeriği araştırılmıştır. Verilere göre 16:0, 18:0 ve  $\Sigma$ SFA kışın azalırken aynı mevsimde ve sonbaharda EPA, DHA ve  $\Sigma$ PUFA artış göstermiştir. Palmitoleik asit, 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA'nın yazın azaldığı belirlenmiştir.  $\Sigma$ SFA ile 16:0 ve 18:0 ilkbaharda artarken aynı dönemde AA, EPA ve DHA azalma göstermiştir. Sonbahar mevsiminde, *D. vulgaris*'in karaciğer TAG sezonal yağ asiti içeriğinde 16:0, 18:0 ve total SFA'nın bir miktar arttığı ancak 16:1n-7, 18:1n-9 ve total MUFA'nın ise azaldığı sonucuna varılmıştır (Baticic ve ark. 2011).



Yukarda belirtildiği gibi *D. sargus*'un karaciğer TAG'sinde ise 18:1n-9 ve total MUFA'nın yazın azaldığı belirlenmiştir, demek ki yakın türler olsa da aynı yağ asitindeki artma ve azalma bazen farklılık gösterebilmektedir (Baticic ve ark. 2011).

*A. tarichi*'nin karaciğer TAG yağ asiti içeriği, sıcaklık, mevsim ve balığın fizyolojik durumuna göre farklılıklar göstermiştir. Örneğin baskın SFA'lerden 16:0, *S. triostegus*'ta (Kaçar 2010) olduğu gibi dişilerde üremeden sonra ve su sıcaklığının 20 °C olduğu ağustosta; 16:1n-7, her iki eşeyde üremeden önceki şubat (7 °C) ve üreme dönemi olan nisan ayında (12 °C) artmıştır (Çizelge 4.19 ve 4.20). Diğer bir baskın MUFA olan 18:1n-9, balıklarda üreme sonrası ekim (15 °C) ayında artmış nisanda (12 °C) ise üremede kullanıldığından azalma göstermiştir. EPA'daki artma ve azalmalar 18:1n-9'un tersi olmuştur.

Balıkların her iki eşeyinde ortak olarak  $\Sigma$ SFA yaz mevsimini kapsayan haziran ve ağustosta,  $\Sigma$ MUFA ekimde,  $\Sigma$ PUFA nisan ve ağustosta diğer aylara oranla yüksek bulunmuştur. Balıkların yağ asitlerinde oluşan artma ve azalmaların, daha çok balığın fizyolojik ve beslenme durumuna bağlayabiliriz. Zira lipitlerin depo formu olan TAG fraksiyonu besinden etkilenmektedir. Elde ettiğimiz veriler, karaciğer dokusundaki yağ asiti değişimlerin, kas dokusundan daha fazla olduğunu söyleyebiliriz. Bu normal bir sonuçtur. Çünkü, yağ asitlerinin sentezi ve yıkımı karaciğerde daha yoğun olarak oluşmaktadır.

#### **4.40. Dişi ve Erkek *Alburnus tarichi*'nin Gonad Lipitlerinin Triaçilgliserol Yağ Asidi Yüzdelerinin karşılaştırılması**

İnci Kefali'nin ovaryum ve testislerinde dominant olarak bulunan 16:0'ın yaz aylarında arttığı, aralık ayında ise azaldığı belirlenmiştir. Ovaryumda üreme dönemi olan haziran ayında % 21.85 ile diğer aylara oranla önemli oranda yüksek olarak saptanmıştır.

$\Sigma$ SFA oranının, hem ovaryum hem de testiste üreme sonrası aralık döneminde azaldığı, yaz döneminde ise dişilerde haziran, erkeklerde ağustos döneminde arttığı belirlenmiştir.

Diğer TAG fraksiyonlarında olduğu gibi gonatlarda da yüksek oranda belirlenen 16:1n-7 (ovaryumda ortalama % 18.83, testiste % 18.97) oranı, üreme dönemi olan haziran ayında bir miktar düşük bulunmuştur. MUFA'lerden baskın bulunan diğer

bileşenlerden 18:1n-9 ile  $\Sigma$ MUFA, gonatlarda üremeden hemen sonra ağustos ayında azalmıştır (Çizelge 4.21 ve 4.22).

Çoklu doymamışlardan 18:2n-6, 18:3n-3 ve AA daha düşük yüzdede bulunmuş ve aylar arasında çok önemli varyasyonlar belirlenmemiştir.

Ovaryumda ortalama % 11.59, testiste % 10.80 oranında belirlenen EPA, diğer PUFA'lar gibi değişik aylarda önemli artış ve azalışlar göstermemiştir.

DHA oranının testislerde stabil kaldığı ancak ovaryumda yaz döneminde artış sağladığı kaydedilmiştir.

$\Sigma$ PUFA yüzdesinin gonatlarda üreme sonrası ekim ayında azaldığı ancak aralık ayında artış gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.21 ve 4.22).

$\Sigma$ n-3 yağ asitlerinin, aralık;  $\Sigma$ n-6'ların, üreme dönemi başlangıcı olan nisan, n-3/n-6 oranının da üremeden hemen sonra ağustos ayında arttığı saptanmıştır.

Diğer dokuların TAG fraksiyonunda olduğu gibi, gonatlarda da 16:1n-7 ve 18:1n-9'dan dolayı en çok  $\Sigma$ MUFA, ikinci olarak ta  $\Sigma$ PUFA tespit edilmiştir.

Ovaryumda aralık döneminde  $\Sigma$ SFA % 19.26 ile diğer aylara oranla en düşük yüzde de iken aynı dönem  $\Sigma$ MUFA % 34.89 ile en yüksek değerde belirlenmiştir.

Diğer doku TAG fraksiyonundaki gibi SFA'lardan 16:0 (ovaryumda % 13.93, testiste % 12.31) MUFA'lardan 16:1n-7 (ovaryumda % 18.83, testiste % 18.97), 18:1n-9 (ovaryumda % 26.83, testiste % 28.06), PUFA'lardan EPA (ovaryumda % 11.59, testiste % 10.80) ve DHA (ovaryumda % 5.97, testiste % 5.39) dominant yağ asitleri olarak belirlenmiştir. N-3/n-6 oranı ovaryumda 3.54, testiste 3.02;  $\Sigma$ SFA ovaryumda ortalama % 22.74, testiste % 22.47;  $\Sigma$ MUFA ovaryumda ortalama % 46.07, testiste % 47.37;  $\Sigma$ PUFA ovaryumda ortalama % 31.19, testiste % 30.16 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.21 ve 4.22).

Çizelge 4.21 Dişi *Alburnus tarichi*'nin ovaryum triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	5.21±0.82a	5.39±0.70a	2.35±0.69b	5.61±0.26a	4.60±0.10a	4.40±0.41a	4.59±0.49a
15:0	0.48±0.04a	0.34±0.08b	0.43±0.01a	0.37±0.02b	0.36±0.03b	0.34±0.01b	0.39±0.02ab
16:0	13.12±0.28a	10.94±0.21a	21.85±1.36b	13.81±0.33a	13.23±1.30a	10.62±0.06a	13.93±1.67a
17:0	1.39±0.31a	1.04±0.40a	0.73±0.15b	0.31±0.05c	0.73±0.08b	0.90±0.08a	0.85±0.15a
18:0	2.84±0.31a	3.29±1.27a	1.69±0.39b	3.16±0.33a	3.91±0.26a	3.00±0.07a	2.98±0.30a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>23.04±1.08a</b>	<b>21.00±0.11a</b>	<b>27.05±0.43b</b>	<b>23.26±0.46a</b>	<b>22.83±1.11a</b>	<b>19.26±0.42a</b>	<b>22.74±1.07a</b>
16:1n-7	19.48±1.13a	19.97±2.54a	16.76±0.76a	20.90±1.21a	18.10±0.63a	17.78±0.68a	18.83±0.63a
18:1n-9	28.56±2.38a	28.50±3.22a	24.29±1.30a	22.99±1.74b	29.32±0.49a	27.31±0.70a	26.83±1.06a
20:1n-9	0.73±0.11a	0.24±0.16b	0.09±0.03c	0.03±0.01d	0.60±0.06a	0.77±0.01a	0.41±0.13ab
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>48.77±1.97a</b>	<b>48.72±0.84a</b>	<b>41.13±0.65b</b>	<b>43.91±1.19b</b>	<b>48.02±0.15a</b>	<b>45.85±0.89ab</b>	<b>46.07±1.25ab</b>
18:2n-6	4.96±0.44a	4.94±0.25a	2.78±0.41b	3.48±0.24b	3.91±0.35a	3.55±0.05b	3.94±0.35a
18:3n-3	3.14±0.65a	2.44±0.41b	1.08±0.28c	2.35±0.12b	1.96±0.18b	2.04±0.03b	2.17±0.28b
20:2n-6	0.57±0.06a	0.72±0.01b	0.62±0.04ab	0.30±0.05c	0.44±0.05bc	0.51±0.02a	0.52±0.06a
20:3n-6	0.83±0.13a	0.98±0.10a	1.16±0.04b	0.48±0.01c	0.64±0.05c	0.93±0.03a	0.84±0.10a
20:4n-6	1.45±0.09a	1.77±0.40a	1.43±0.20a	1.27±0.04b	1.55±0.05a	1.95±0.01a	1.57±0.10a
20:5n-3	9.20±0.38a	11.02±0.25a	11.23±0.42a	13.82±1.25b	11.10±0.27a	13.14±0.69b	11.59±0.68a
22:5n-3	3.72±0.51a	4.04±0.01a	6.09±0.07b	3.77±0.20a	4.21±0.56a	5.76±0.07b	4.60±0.43a
22:6n-3	4.32±0.26a	4.37±0.70a	7.44±0.75b	7.35±0.25b	5.34±0.84ab	7.00±0.43b	5.97±0.60ab
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>28.19±1.55a</b>	<b>30.28±0.73a</b>	<b>31.82±0.77a</b>	<b>32.82±1.52a</b>	<b>29.15±1.25a</b>	<b>34.89±1.21b</b>	<b>31.19±1.01a</b>
Σn-3	20.38±1.11a	21.88±0.02a	25.83±1.03b	27.29±1.29b	22.61±1.37a	27.95±1.16b	24.32±1.27ab
Σn-6	7.81±0.46a	8.40±0.75a	5.98±0.49a	5.53±0.32a	6.54±0.34a	6.94±0.06a	6.87±0.44a
n-3/n-6	2.61	2.60	4.32	4.93	3.46	4.03	3.54

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.22** Erkek *Alburnus tarichi*'nin testis triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	5.65±0.24a	5.52±0.51a	4.70±0.52a	5.38±0.69a	5.35±0.47a	5.39±0.58a	5.33±0.13a
15:0	0.46±0.03a	0.38±0.04b	0.29±0.01c	0.38±0.04b	0.39±0.04b	0.33±0.02c	0.37±0.02b
16:0	12.41±0.14a	11.84±0.94a	10.16±0.32a	15.05±0.85b	13.42±0.51a	10.97±0.3a0	12.31±0.72a
17:0	1.63±0.21a	0.89±0.26b	0.61±0.29c	0.31±0.03d	0.81±0.09b	0.94±0.06b	0.86±0.18b
18:0	3.05±0.15a	3.10±0.31a	4.86±0.31a	3.80±0.59a	3.80±0.28a	2.94±0.16a	3.59±0.30a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>23.19±0.45a</b>	<b>21.74±1.15a</b>	<b>20.61±0.37a</b>	<b>24.92±0.93a</b>	<b>23.77±1.20a</b>	<b>20.57±0.41a</b>	<b>22.47±0.73a</b>
16:1n-7	19.90±0.38a	20.03±0.88a	15.92±0.78b	19.35±1.91a	19.47±0.29a	19.12±0.89a	18.97±0.62a
18:1n-9	25.28±1.57a	26.87±2.15a	32.44±3.98b	26.55±5.16a	28.45±1.91a	28.80±1.43a	28.06±1.02a
20:1n-9	0.52±0.04a	0.10±0.01b	0.15±0.01b	0.03±0.01c	0.56±0.05a	0.68±0.02d	0.34±0.11e
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>45.70±1.52a</b>	<b>47.00±1.30a</b>	<b>48.51±3.26a</b>	<b>45.92±3.26a</b>	<b>48.48±1.61a</b>	<b>48.59±1.17a</b>	<b>47.37±0.55a</b>
18:2n-6	4.39±0.26a	6.32±1.37b	5.07±0.40a	3.73±0.65a	3.67±0.12a	3.45±0.24a	4.44±0.45a
18:3n-3	3.03±0.09a	2.92±0.26a	1.64±0.71b	1.81±0.25b	2.25±0.12c	2.17±0.11c	2.30±0.23c
20:2n-6	0.67±0.18a	0.63±0.09a	0.67±0.06a	0.36±0.01b	0.38±0.06b	0.47±0.03ab	0.53±0.06a
20:3n-6	0.75±0.03a	0.80±0.01a	0.96±0.05b	0.54±0.02c	0.69±0.05a	0.78±0.03a	0.75±0.06a
20:4n-6	1.62±0.08a	2.00±0.20ab	2.44±0.43b	1.35±0.15a	1.57±0.09a	1.75±0.03a	1.79±0.16a
20:5n-3	11.16±1.09a	10.34±1.30a	10.09±1.97a	11.55±1.92a	10.21±0.82a	11.48±1.04a	10.80±0.27a
22:5n-3	4.15±0.45a	3.67±0.35a	5.35±0.44a	3.38±0.60a	3.74±0.09a	4.63±0.36a	4.15±0.30a
22:6n-3	5.34±0.56a	4.58±0.16a	4.66±0.38a	6.44±1.44a	5.24±0.45a	6.10±0.54a	5.39±0.31a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>31.10±1.91a</b>	<b>31.26±0.54a</b>	<b>30.87±3.31a</b>	<b>29.16±3.37a</b>	<b>27.75±1.56b</b>	<b>30.84±1.48a</b>	<b>30.16±0.57a</b>
Σn-3	23.67±2.04a	21.51±1.82a	21.73±3.10a	23.18±4.19a	21.44±1.35a	24.39±1.24a	22.65±0.52a
Σn-6	7.43±0.24a	9.75±1.28a	9.14±0.38a	5.97±0.82a	6.31±0.26a	6.45±.30a	7.51±0.65a
n-3/n-6	3.19	2.21	2.38	3.88	3.40	3.78	3.02

\*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.

#### 4.41. Gonat Lipidindeki Triaçilgliserol Yağ Asidi İçeriği

*D. sargus*'un ovaryum TAG 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; AA, % 1.39; EPA, % 2.2; 22:5n-3, % 1.51; DHA, % 17.59;  $\Sigma$ SFA, % 28.62;  $\Sigma$ MUFA, % 33.76; n-3, % 23.24; n-6, % 11.16 olarak bulunmuştur (Cejas ve ark. 2003).

*C. carpio*'nun gonat 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, AA % 1.69-5.36, EPA % 1.21-5.10, DHA % 5.34-10.69; *T. grypus*'ta 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, AA % 2.30-4.92, EPA % 2.07-7.12, DHA % 4.24-10.91; *S. triostegus*'ta 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, AA % 1.60-6.59, EPA % 2.01-7.64, DHA % 3.24-8.19 aralığında tespit edilmiştir (Kaçar 2010).

Baykal Gölü'nde ergin dişi *C. baicalensis*'te ovaryumlarının nötral lipitlerinde en çok  $\Sigma$ MUFA (% 54) oluşturmuştur. Bunu  $\Sigma$ SFA'lar (% 20) izlemiştir en az ise  $\Sigma$ PUFA'lar (% 18) bulunmuştur. Total MUFA'lar içinde en çok 18:1n-9 (% 43) saptanmıştır. Total MUFA'lar *C. baicalensis*'in polar lipitlerinde % 19 olarak belirlenmiştir (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

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 olarak saptanmıştır (Kaçar ve ark. 2010b). *C. carpio*, *S. triostegus* ve *T. grypus*'un her iki eşeyinde analizlenen birçok dönemde, gonat TAG fraksiyonunda *C. regium*'daki gibi en çok  $\Sigma$ MUFA, daha sonra  $\Sigma$ SFA en az  $\Sigma$ PUFA; şeklinde olmuştur (Kaçar 2010).

İnci Kefali gonat TAG fraksiyonunda belirlenen dominant yağ asitleri diğer balıklardaki gibi (Kaçar ve ark. 2010 b, Kaçar 2010), SFA'lardan 16:0, MUFA'lardan 16:1n-7 ve 18:1n-9, PUFA'lardan EPA ve DHA olmuştur (Çizelge 4.21 ve 4.22). Ancak bu bileşenlerin oranları balıklar arasında farklı bulunmuştur. Örneğin *C. carpio*, *T. grypus* ve *S. triostegus* gonatlarında ortalama % 25-30 olan 16:0 yüzdesi İnci kefali gonatlarında oldukça azalarak ortalama % 13 şeklinde saptanmıştır. Ayrıca balık gonatlarında belirlediğimiz 16:1n-7, EPA ile n-3/n-6 oranlarının da diğer üç balık türünden fazla olduğu Çizelge 4.21 ve 4.22'den anlaşılmaktadır. Diğer balıklardaki gibi İnci Kefali'nde da analizlenen tüm dönemlerde en çok  $\Sigma$ MUFA saptanmıştır. Ancak diğer balıklardan

(Kaçar ve ark. 2010b, Kaçar 2010) farklı olarak çalışma materyalimizde ikinci olarak  $\Sigma$ PUFA saptanmıştır (Çizelge 4.22 ve 4.23).

#### 4.42. Gonad Lipitlerindeki Triaçilgliserol Yağ Asidi İçeriğine Etki Eden Faktörler

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 Kedibalığı *S. asotus*'un yumurtlama mevsimi esnasında ovaryum TAG'sinde n-7 MUFA'ların miktarı yüksek bulunmuştur (Shirai ve ark. 2001).

*C. carpio* ve *S. triostegus*'un ovaryumunda 16:0 ve  $\Sigma$ SFA oranı, temmuz ayında artmış fakat *T. grypus*'ta mevsimler arasında pek farklılık bulunmamıştır. Total SFA, *T. grypus* ile *S. triostegus*'un testislerinde martta azalmıştır. *C. carpio* testislerinde ise dönemler arasında pek fazla değişiklik saptanmamıştır. Her üç balık türünün ovaryumunda 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA mart ayında artmıştır. *C. carpio* ile *S. triostegus*'un ovaryumunda  $\Sigma$ PUFA'lar eylül ayında, *T. grypus*'ta ise mayıs ayında artmıştır. *T. grypus* ile *S. triostegus*'un ovaryumunda  $\Sigma$ PUFA'lar mart ayında azalmıştır. *C. carpio*'da C20 PUFA'lardan AA, EPA ve DHA; *T. grypus*'un testislerinde EPA ve DHA; *S. triostegus*'un testislerinde EPA, ovaryumunda ise DHA eylül ayında artmıştır (Kaçar 2010).

*A. tarichi* gonat TAG yağ asitlerinden 16:0, ovaryumda haziranda testiste ağustosta artmış; 18:1n-9 ovaryumda ağustosta azalırken aynı ayda bu bileşen testiste artış gösterdi. Ayrıca  $\Sigma$ SFA ovaryumda haziran ayında artarken aynı ayda  $\Sigma$ MUFA azalmıştır. Total MUFA'ların üreme döneminde azalması bu fraksiyonu oluşturan tekli doymamışların üremede kullanıldıklarını göstermektedir.

#### 4.43. Dişi ve Erkek *Alburnus tarichi*'nin Kas, Karaciğer ve Gonad Lipitlerinin Triaçilgliserol Yağ Asidi Yüzdelerinin Karşılaştırılması

İki ayda bir Van Gölü'nden toplanan balığın her iki eşeyinin gonatları ile kas ve karaciğerdeki TAG fraksiyonlarındaki ortalama yağ asit yüzdelerinin birbirine yakın oldukları saptanmıştır. Örneğin erkek balıklarda SFA'lardan 16:0 % 12.31 (testis) - % 14.19 (kas), 18:0 % 3.52 (kas)- % 3.91(karaciğer); MUFA'lardan 16:1n-7 % 17.35 (kas)- % 18.97 (testis), 18:1n-9 % 28.06 (testis)- % 30.17 (kas); PUFA'lardan 18:2n-6 % 2.76

(karaciğer)- % 4.44 (testis), 18:3n-3 % 1.87 (karaciğer)- % 2.30 (testis); EPA % 8.41 (kas)- % 11.24 (karaciğer), 22:5n-3 % 4.15 (testis)- % 5.04 (karaciğer); DHA % 5.39 (testis)- % 7.24 (kas),  $\Sigma$ SFA % 22.18 (karaciğer)- % 23.19 (kas),  $\Sigma$ MUFA % 47.33 (karaciğer)- % 47.96 (kas);  $\Sigma$ PUFA % 28.85 (kas)- % 30.50 (karaciğer); n-3/n-6 oranı 3.02 (testis)- 4.33 (karaciğer) olarak saptanmıştır (Çizelge 4.23). Doymuş yağ asitlerinden 14:0, 15:0 ve 17:0, MUFA'lardan 20:1n-9, PUFA'lardan 20:2n-6, 20:3n-6 ve AA daha az oranda belirlenmiştir.

*A. tarichi*'nin her iki eşeyinin karaciğer, kas ve gonatlarının TAG analizinde bireysel yağ asitlerinden SFA içinde 16:0, MUFA'lardan 16:1n-7 ve 18:1n-9, PUFA'lardan EPA, dominant olarak belirlenmişlerdir. Palmitoleik asitin dokulardaki yüksek oranı (kasta % 17.40, karaciğerde % 17.61, testislerde % 18.97, ovaryumda % 18.83) önemli bulunmuş, bu yağ asiti ile birlikte 18:1n-9,  $\Sigma$ MUFA'ların analizlenen aylarda,  $\Sigma$ PUFA ve  $\Sigma$ SFA'dan daha yüksek olmasını sağlamışlardır.

Palmitik asitin tüm dokularda ağustos ayında, 16:1n-7'nin nisanda artış göstermesi, 16:0 ve  $\Sigma$ SFA'nın kas ve gonatlarda aralık, 18:1n-9 ve  $\Sigma$ n-6'nın ise ağustos ayında azalması, EPA'ün ağustos,  $\Sigma$ n-3'ün aralık ayında artışı, haziran ayında 16:1n-7'nin kas ve gonatta, aynı ayda 18:3n-3'ün gonat ve karaciğer dokularında azalma göstermesi, İnci Kefali'nin dokularının TAG yağ asiti analizlerinde bulunan ortak sonuçlardır. Aynı bileşenlerin özellikle kas ve gonatlarda ortak azalma ve artışlar göstermesi ilginç bulunmuştur.

Daha önceki çalışmada, Tödürge Gölü'nden toplanan *C. sieboldii* ve *C. baliki*'de aynı balıkta kas ve karaciğer nötral lipit fraksiyonundaki yağ asiti yüzdelerinin de birbirlerine oldukça yakın olduğu belirlenmiştir (Görgün ve ark. 2014).

*V. vimba*'da karaciğer ve kas dokuların nötral lipit fraksiyonu yağ asiti içeriği karşılaştırıldığında, karaciğerde 16:0, 18:0, SFA'nın, kasta ise 16:1n-7,  $\Sigma$ MUFA, 18:2n-6, AA,  $\Sigma$ PUFA,  $\Sigma$ n-3 ve  $\Sigma$ n-6 ile n-3/n-6 oranının daha fazla olduğu görülmektedir (Görgün ve ark. 2013).

Bu çalışmada kimi yağ asitlerinde farklılık saptanması doğal olabilir. Zira çalışılan nötral lipit içinde sadece TAG değil, monoaçilgliserol, diaçilgliserol, serbest yağ asitleri, kolesterol ve kolesterol esterlerinin tümü bulunmaktadır. Oysa yaptığımız çalışmada balığın değişik dokularında sadece TAG fraksiyonu yağ asitleri analizlenmiş ve dokular arasında önemli bir farkın olmadığı belirlenmiştir.

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.23** Dişi ve erkek *Alburnus tarichi*'nin kas, karaciğer, testis ve ovaryum triaçilgliserol yağ asidi yüzdelilerinin karşılaştırılması

Yağ asidi	Erkek			Dişi		
	Testis (ORT±S.H)*	Kas (ORT±S.H)*	Karaciğer (ORT±S.H)*	Ovaryum (ORT±S.H)*	Kas (ORT±S.H)*	Karaciğer (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	5.33±0.13a	4.35±0.27ab	3.60±0.39b	4.59±0.49a	4.50±0.33a	3.26±0.36a
15:0	0.37±0.02a	0.39±0.03a	0.28±0.02a	0.39±0.02a	0.38±0.02a	0.30±0.02a
16:0	12.31±0.72a	14.19±0.60a	13.47±1.08a	13.93±1.67a	13.81±0.60a	14.09±1.39a
17:0	0.86±0.18a	0.74±0.13a	0.93±0.18a	0.85±0.15a	0.72±0.14a	0.72±0.11a
18:0	3.59±0.30a	3.52±0.13a	3.91±0.64a	2.98±0.30a	3.31±0.20a	3.84±0.58a
<b>∑S.F.A</b>	<b>22.47±0.73a</b>	<b>23.19±0.89a</b>	<b>22.18±1.29a</b>	<b>22.74±1.07a</b>	<b>22.73±0.76a</b>	<b>22.21±1.36a</b>
16:1n-7	18.97±0.62a	17.35±0.59a	18.11±0.79a	18.83±0.63a	17.44±0.82a	17.11±1.26a
18:1n-9	28.06±1.02a	30.17±0.61a	28.59±2.73a	26.83±1.06a	29.57±1.35a	30.40±2.00a
20:1n-9	0.34±0.11a	0.45±0.12a	0.62±0.13b	0.41±0.13a	0.38±0.12a	0.67±0.14b
<b>∑M.U.F.A</b>	<b>47.37±0.55a</b>	<b>47.96±0.24a</b>	<b>47.33±2.27a</b>	<b>46.07±1.25a</b>	<b>47.39±1.22a</b>	<b>48.18±1.80a</b>
18:2n-6	4.44±0.45a	3.76±0.21a	2.76±0.13b	3.94±0.35a	4.07±0.36a	2.96±0.10b
18:3n-3	2.30±0.23a	1.97±0.14a	1.87±0.21a	2.17±0.28a	2.06±0.14a	1.73±0.06a
20:2n-6	0.53±0.06a	0.51±0.04a	0.39±0.09b	0.52±0.06a	0.48±0.05a	0.41±0.06a
20:3n-6	0.75±0.06a	0.69±0.06a	0.84±0.15a	0.84±0.10a	0.66±0.06a	0.88±0.10a
20:4n-6	1.79±0.16a	1.52±0.12a	1.72±0.13a	1.57±0.10a	1.56±0.09a	2.03±0.19a
20:5n-3	10.80±0.27a	8.41±0.21b	11.24±1.74a	11.59±0.68a	9.45±0.46a	10.11±1.38a
22:5n-3	4.15±0.30a	4.75±0.39a	5.04±0.30a	4.60±0.43a	4.57±0.45a	4.76±0.44a
22:6n-3	5.39±0.31a	7.24±0.44b	6.63±0.84ab	5.97±0.60a	7.03±0.61a	6.75±0.62a
<b>∑P.U.F.A</b>	<b>30.16±0.57a</b>	<b>28.85±0.95a</b>	<b>30.50±2.65a</b>	<b>31.19±1.01a</b>	<b>29.88±1.12a</b>	<b>29.61±2.24a</b>
∑n-3	22.65±0.52a	22.36±0.88a	24.77±2.47a	24.32±1.27a	23.12±1.13a	23.34±2.06a
∑n-6	7.51±0.65a	6.48±0.26ab	5.72±0.33b	6.87±0.44a	6.77±0.38a	6.27±0.24a
n-3/n-6	3.02	3.45	4.33	3.54	3.42	3.72

\*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.

Dişilerin ve erkek balıkların dokuları kendi aralarında karşılaştırılmıştır



#### 4.44. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerinin Değişik Dokularında Total ile Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonlarındaki Yağ Asiti İçeriklerinin Karşılaştırılması

Her iki eşeyin gonatları ile; karaciğer ve kas dokularının total, TAG ve PL fraksiyonlarında; yüzde olarak en fazla bulunan bileşenler; SFA içinde; 16:0, MUFA'da 18:1n-9 ve 16:1n-7; PUFA'da DHA ve EPA olarak belirlenmiştir (Çizelge 23-25).

İki eşeyin tüm dokularında; 16:0 ve 18:0 gibi dominant SFA'lar ile, bunlara bağlı olarak  $\Sigma$ SFA; AA ve DHA gibi PUFA'lar ile  $\Sigma$ PUFA,  $\Sigma$ n-3 PL fraksiyonunda; tekli doymamış yağ asitlerinden 18:1n-9, 16:1n-7 ve bunlara bağlı olarak  $\Sigma$ MUFA ile PUFA'dan 18:2n-6 ve 18:3n-3 TAG fraksiyonunda daha yüksek yüzde de belirlenmiştir (Çizelge 24-26).

Karaciğer dışındaki diğer dokular olan gonatlar ile kas dokusunda PL fraksiyonundaki dağılım; PUFA>SFA>MUFA; karaciğer dahil tüm dokuların TAG'sindeki dağılım ise MUFA>PUFA>SFA şeklinde olmuştur. Bu verilerden, PL fraksiyonun  $\Sigma$ PUFA, TAG fraksiyonun ise  $\Sigma$ MUFA bakımından daha zengin olduğu söylenebilir.

İki eşeyin analizlenen tüm dokularında; 14:0, 16:0, 18:0 ve bunlara bağlı olarak  $\Sigma$ SFA ile tekli doymamış yağ asitlerinden 20:1n-9 ve çoklu doymamış yağ asitlerinden 20:2n-6, 20:3n-6, EPA ve 22:5n-3 gibi  $\Sigma$ PUFA'ların yüzde oranları total ve TAG'de birbirine yakın değerlerde belirlenmiştir.

*C. baicalensis*'in kas ve ovaryumun PL sinde AA, EPA ve DHA ün oranı nötralden fazla; 16:1n-7 ve 18:1n-9 oranı ise daha az bulunmuştur (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

*V. vimba*'da kas dokusunun nötralinde,  $\Sigma$ SFA, 16:1n-7, 18:1n-9  $\Sigma$ MUFA, 18:2n-6, 18:3n-3; PL'de ise 18:0, AA, EPA, DHA,  $\Sigma$ PUFA,  $\Sigma$ n-3 ve  $\Sigma$ n-6 PUFA daha yüksek oranda saptanmıştır (Görgün ve ark. 2013).

Çoğu tatlı su balıklarının PL yağ asitleri TAG'ye oranla daha fazla PUFA ve daha az MUFA içerirler. Doymuş yağ asitleri miktarı ise benzerdir. (Gunstone ve ark. 1978).

Tödürge Gölü'nden toplanan *C. sieboldii* ile *C. baliki* karaciğer ve kas nötral lipitinde 16:1n-7, 18:1n-9,  $\Sigma$ MUFA, 18:2n-6, 18:3n-3 ile EPA'ün oranı PL'den, PL fraksiyonunda ise 18:0, SFA, AA, DHA ve PUFA'nın yüzdesi nötral lipitten daha fazla olarak belirlenmiştir. (Görgün ve ark. 2014).

*C. baicalensis*'in sonuçları buna uymaktadır. Denenen tüm dokularda (kas, karaciğer ve ovaryum)  $\Sigma$ SFA, PL ve nötralde birbirine yakın belirlenmiştir. (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Önceki çalışmalarda (Kaçar 2010, Satar ve ark. 2012, Görgün ve ark. 2013 ve 2014, Kayhan ve ark. 2015), İnci Kefali'nde belirlediğimiz gibi, genellikle dokuların TAG fraksiyonununun 16:1n-7, 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA ile çoklu doymamışlardan 18:2n-6 ve 18:3n-3; PL fraksiyonununun ise doymuş yağ asitlerinden 18:0, çoklu doymamışlardan AA ve DHA ile  $\Sigma$ PUFA bakımından zengin olduğu saptanmıştır. Total lipitlerin önemli bir kısmını TAG içerdiği için genellikle TAG ile total lipitteki yağ asiti içeriği birbirine yakındır. Doymuş bir yağ asiti olmasına rağmen 18:0, çoklu doymamışlardan AA ile DHA balıkların PL'sinde daha fazla bulunmaktadır. Fosfolipit fraksiyonuna has bir özellik olan dağılımın nedenlerinden biri, kanımızca PI ve PS gibi asidik PL alt sınıflarında *sn-1* pozisyonunda 18:0'nın, PI'nın *sn-2* pozisyonunda AA'nın ve PC ve PE alt sınıflarının *sn-2* pozisyonunda ise DHA bileşenin yer almasıdır. Çoklu doymamış yağ asitlerinin yapısal lipitler olan PL'de daha fazla bulunması da doğaldır. Zira bu bileşenler her türlü farklı koşullarda hücre zarının akışkanlığının sürdürülmesinde fonksiyon görürler. Bu yağ asitlerinden AA, hücrelerarası iletişim, fizyolojik olarak aktif eikosanoidleri üretme gibi zarda çok önemli fonksiyonları vardır (Uysal ve ark. 2008).

Ayrıca TAG fraksiyonunda 16:1n-7, 18:1n-9 ile bunlara bağlı olarak  $\Sigma$ MUFA'nın daha fazla oranda bulunması bu fraksiyonun karakteristik özelliğidir (Ackman ve Takeuchi 1986).

Özellikle  $\beta$ -oksidasyonu araştıran bazı araştırmacılar, doymuş ve tek çift bağ içeren doymamış yağ asitlerinin balıklarda enerji üretiminde aşırı doymamış yağ asitlerinden daha fazla tercih edildiğini bildirmektedirler (Henderson 1996). Belki de bu nedenle bu yağ asitleri depo lipit formu ve enerji rezervi olan TAG'de daha fazla bulunurlar.

Diğer bir ilginç bulgu da hem çalışmamızda hem de önceki çalışmalarda (Kaçar 2010, Görgün ve ark. 2014) belirlendiği gibi, çoklu doymamış bileşenler olmasına rağmen 18:2n-6 ile 18:3n-3'ün TAG fraksiyonunda daha fazla yüzde de bulunmasıdır. Balık tarafından sentezlenmeyen bu bileşenler, doğrudan besinle alınıp TAG fraksiyonuna sokulduğu için ve PL fraksiyonunda da diğer yirmi karbonlu n-3 ve n-6 bileşenlerin sentezinde kullanıldıkları için PL'deki miktarları TAG'den daha az olabilir.

**Çizelge 4.24** Dişi ve erkek *Alburnus tarichi*'nin kas dokusundaki total, fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması

Yağ asidi	Dişi Kas			Erkek Kas		
	Total (ORT±S.H)*	PL (ORT±S.H)*	TAG (ORT±S.H)*	Total (ORT±S.H)*	PL (ORT±S.H)*	TAG (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	3.24±0.06a	0.99±0.14b	4.50±0.33a	3.09±0.21a	0.70±0.06b	4.35±0.27a
15:0	0.34±0.01a	0.29±0.12a	0.38±0.02a	0.31±0.02a	0.26±0.02a	0.39±0.03a
16:0	14.94±0.64a	22.69±0.90	13.81±0.60	15.34±0.57a	22.93±0.59b	14.19±0.60a
17:0	0.68±0.09a	0.37±0.17b	0.72±0.14a	0.57±0.08a	0.72±0.47a	0.74±0.13a
18:0	4.24±0.16a	8.24±0.70b	3.31±0.20a	4.36±0.14a	8.27±0.39b	3.52±0.13a
<b>∑S.F.A</b>	<b>23.44±0.76a</b>	<b>32.59±0.95b</b>	<b>22.73±0.76a</b>	<b>23.67±0.61a</b>	<b>32.88±0.76b</b>	<b>23.19±0.89a</b>
16:1n-7	13.28±0.28a	5.21±0.46b	17.44±0.82c	13.16±0.79a	4.59±0.27b	17.35±0.59c
18:1n-9	23.69±0.64a	15.11±0.82b	29.57±1.35c	24.47±1.05a	14.18±0.47b	30.17±0.61c
20:1n-9	0.43±0.10a	0.48±0.14a	0.38±0.12a	0.34±0.12a	0.81±0.51b	0.45±0.12a
<b>∑M.U.F.A</b>	<b>37.40±0.81a</b>	<b>20.80±1.12b</b>	<b>47.39±1.22c</b>	<b>37.98±1.64a</b>	<b>19.59±0.90b</b>	<b>47.96±0.24c</b>
18:2n-6	3.33±0.14a	1.66±0.10b	4.07±0.36a	3.28±0.16a	1.61±0.18b	3.76±0.21a
18:3n-3	1.73±0.08ab	1.06±0.30a	2.06±0.14b	1.67±0.12a	1.34±0.78a	1.97±0.14a
20:2n-6	0.52±0.05a	0.59±0.08a	0.48±0.05a	0.56±0.10a	0.58±0.08a	0.51±0.04a
20:3n-6	0.84±0.14a	0.74±0.09a	0.66±0.06a	0.70±0.06a	0.73±0.05a	0.69±0.06a
20:4n-6	3.19±0.12a	6.21±0.27b	1.56±0.09c	3.33±0.27a	6.62±0.22b	1.52±0.12c
20:5n-3	11.60±0.28a	11.81±0.50a	9.45±0.46a	10.93±0.43a	11.32±0.67a	8.41±0.21b
22:5n-3	5.35±0.37a	5.18±0.20a	4.57±0.45a	5.23±0.42a	5.17±0.27a	4.75±0.39a
22:6n-3	12.61±0.48a	19.37±0.91b	7.03±0.61c	12.67±0.59a	20.17±0.88b	7.24±0.44c
<b>∑P.U.F.A</b>	<b>39.16±0.77a</b>	<b>46.61±1.40b</b>	<b>29.88±1.12c</b>	<b>38.35±1.70a</b>	<b>47.54±1.04b</b>	<b>28.85±0.95c</b>
∑n-3	31.28±0.67a	37.42±1.36b	23.12±1.13c	30.49±1.26a	38.00±0.90b	22.36±0.88c
∑n-6	7.88±0.32ab	9.19±0.16b	6.77±0.38a	7.86±0.48a	9.54±0.27b	6.48±0.26a
n-3/n-6	3.97	4.07	3.42	3.88	3.98	3.45

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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. Dişi ve erkek balıkların dokuları kendi aralarında karşılaştırılmıştır.

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.25** Dişi ve erkek *Alburnus tarichi*'nin karaciğer dokusundaki total, fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması

Yağ asidi	Dişi Karaciğer			Erkek Karaciğer		
	Total (ORT±S.H)*	PL (ORT±S.H)*	TAG (ORT±S.H)*	Total (ORT±S.H)*	PL (ORT±S.H)*	TAG (ORT±S.H)*
14:0 <sup>s</sup>	3.51±0.35a	2.48±0.90a	3.26±0.36a	3.14±0.33a	2.73±1.02a	3.60±0.39a
15:0	0.33±0.02a	0.44±0.17a	0.30±0.02a	0.31±0.02a	1.63±1.34b	0.28±0.02a
16:0	15.58±1.26a	23.55±2.76b	14.09±1.39a	14.22±1.30a	23.84±2.05b	13.47±1.08a
17:0	0.58±0.09a	0.20±0.07b	0.72±0.11c	0.54±0.09a	0.19±0.06b	0.93±0.18c
18:0	4.90±0.55a	9.53±1.23b	3.84±0.58a	4.20±0.45a	9.26±1.04b	3.91±0.64a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>24.89±1.70a</b>	<b>36.20±4.61b</b>	<b>22.21±1.36a</b>	<b>22.40±1.37a</b>	<b>37.65±4.31b</b>	<b>22.18±1.29a</b>
16:1n-7	14.82±0.63a	7.23±1.81b	17.11±1.26a	16.52±1.21a	7.15±1.28b	18.11±0.79a
18:1n-9	27.24±2.33a	20.87±3.60b	30.40±2.00a	28.79±2.05a	17.72±1.30b	28.59±2.73a
20:1n-9	0.62±0.12a	0.49±0.12a	0.67±0.14a	0.68±0.13a	0.35±0.11b	0.62±0.13a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>42.68±2.49a</b>	<b>28.60±5.25b</b>	<b>48.18±1.80c</b>	<b>45.99±2.27a</b>	<b>25.22±2.11b</b>	<b>47.33±2.27a</b>
18:2n-6	2.39±0.17a	1.01±0.33b	2.96±0.10a	2.28±0.22a	0.94±0.12b	2.76±0.13a
18:3n-3	1.22±0.14a	0.44±0.20b	1.73±0.06a	1.29±0.11a	0.38±0.07b	1.87±0.21c
20:2n-6	0.41±0.07a	0.36±0.05a	0.41±0.06a	0.41±0.06a	0.43±0.09a	0.39±0.09a
20:3n-6	0.73±0.08a	0.44±0.06b	0.88±0.10a	0.96±0.10a	0.47±0.05b	0.84±0.15a
20:4n-6	2.48±0.25a	4.28±1.06b	2.03±0.19a	2.31±0.27a	4.63±1.11b	1.72±0.13a
20:5n-3	10.24±1.19a	6.91±0.89b	10.11±1.38a	9.39±1.39a	8.17±0.90a	11.24±1.74b
22:5n-3	4.96±0.52a	4.03±0.46a	4.76±0.44a	5.26±0.77a	4.12±0.52a	5.04±0.30a
22:6n-3	10.00±1.09a	17.73±4.45b	6.75±0.62c	9.70±1.22a	17.98±3.62b	6.63±0.84c
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>32.43±3.13a</b>	<b>35.20±5.59ab</b>	<b>29.61±2.24a</b>	<b>31.61±3.49a</b>	<b>37.12±4.97b</b>	<b>30.50±2.65a</b>
Σn-3	26.42±2.77a	29.11±5.01b	23.34±2.06a	25.64±3.12a	30.65±4.42b	24.77±2.47a
Σn-6	6.01±0.47a	6.09±0.88a	6.27±0.24a	5.97±0.46a	6.48±1.10a	5.72±0.33a
n-3/n-6	4.40	4.78	3.72	4.30	4.73	4.33

\*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.

Dişi ve erkek balıkların dokuları kendi aralarında karşılaştırılmıştır.

**Çizelge 4.26** Dişi ve erkek *Alburnus tarichi*'nin ovaryum ve testis dokusundaki total, fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi yüzdelерinin karşılaştırılması

Yağ asidi	Ovaryum			Testis		
	Total (ORT±S.H)*	PL (ORT±S.H)*	TAG (ORT±S.H)*	Total (ORT±S.H)*	PL (ORT±S.H)*	TAG (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	3.04±0.58a	1.00±0.22b	4.59±0.49c	4.18±0.55a	1.40±0.32b	5.33±0.13a
15:0	0.32±0.01a	0.32±0.01a	0.39±0.02a	0.32±0.03a	0.30±0.04a	0.37±0.02a
16:0	16.23±1.33a	26.06±0.79b	13.93±1.67c	13.71±0.63a	25.17±1.15b	12.31±0.72a
17:0	0.54±0.09a	0.29±0.08b	0.85±0.15c	0.77±0.17a	0.25±0.06b	0.86±0.18a
18:0	4.85±0.55a	8.35±0.68b	2.98±0.30c	4.64±0.94a	9.83±1.05b	3.59±0.30a
<b>∑S.F.A</b>	<b>24.99±1.31a</b>	<b>36.01±1.42b</b>	<b>22.74±1.07a</b>	<b>23.62±0.80a</b>	<b>36.95±1.88b</b>	<b>22.47±0.73a</b>
16:1n-7	13.04±1.95a	5.01±0.44b	18.83±0.63c	15.79±1.91a	6.54±0.97b	18.97±0.62c
18:1n-9	22.31±1.47a	17.77±0.59b	26.83±1.06c	24.86±1.20a	17.82±1.18b	28.06±1.02c
20:1n-9	0.36±0.12a	0.31±0.11a	0.41±0.13a	0.35±0.10a	0.38±0.08a	0.34±0.11a
<b>∑M.U.F.A</b>	<b>35.72±3.30a</b>	<b>23.09±0.93b</b>	<b>46.07±1.25c</b>	<b>41.01±3.01a</b>	<b>24.74±2.14b</b>	<b>47.37±0.55c</b>
18:2n-6	2.66±0.33a	0.89±0.11b	3.94±0.35c	3.51±0.25a	1.09±0.28b	4.44±0.45a
18:3n-3	1.57±0.24a	0.46±0.16b	2.17±0.28c	2.00±0.30a	0.67±0.29b	2.30±0.23a
20:2n-6	0.44±0.03a	0.35±0.02a	0.52±0.06a	0.55±0.11a	0.46±0.06a	0.53±0.06a
20:3n-6	0.63±0.06a	0.44±0.06b	0.84±0.10c	0.70±0.06a	0.49±0.03b	0.75±0.06a
20:4n-6	3.80±0.73a	7.02±0.84b	1.57±0.10c	3.19±0.76a	7.92±0.68b	1.79±0.16c
20:5n-3	12.33±0.50a	9.27±0.64b	11.59±0.68a	12.19±0.50a	10.16±1.15a	10.80±0.27a
22:5n-3	5.30±0.46a	4.90±0.53a	4.60±0.43a	4.59±0.41a	4.13±0.42a	4.15±0.30a
22:6n-3	12.57±1.89a	17.58±1.65b	5.97±0.60c	8.64±1.35a	13.39±1.59b	5.39±0.31c
<b>∑P.U.F.A</b>	<b>39.29±2.18a</b>	<b>40.90±1.95a</b>	<b>31.19±1.01a</b>	<b>35.38±2.40a</b>	<b>38.31±2.84a</b>	<b>30.16±0.57b</b>
∑n-3	31.77±1.97a	32.20±2.44a	24.32±1.27b	27.42±1.69a	28.35±2.49a	22.65±0.52b
∑n-6	7.52±0.71a	8.70±0.90a	6.87±0.44a	7.95±0.73a	9.96±0.55b	7.51±0.65a
n-3/n-6	4.22	3.70	3.54	3.45	2.85	3.02

\*Her veri 3 tekrarı 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.

Dişi ve erkek balıkların dokuları kendi aralarında karşılaştırılmıştır.

##### 4.45. Balıklarda Fosfolipit Altsınıf Miktarları

Yapılan kimi çalışmalarda balıkların PL altsınıflarının miktarları fazladan aza doğru PC>PE>PI >PS şeklinde olmuştur. Tocher and Sargent (1984); kimi deniz balıklarında total PL içersinde PC oranını % 64-74 arasında bulmuştur.

Değişik balık dokularında yapılan çalışmalarda miktar olarak PL altsınıflarından en çok PC'nin ikinci olarak ta PE nin olduğu görülür. Diğer altsınıflardan PI ve PS daha az olarak saptanmıştır. Örneğin; Pisi balığının (*Hippoglossus hippoglossus*) eritrosit, solungaç, dalak, kalp, karaciğer ve kas dokusundaki total fosfolipitlerin % 50-68'ini PC, % 20-39'unu PE, % 6- 15'ini PI ve % 3- 14'ünü PS oluşturmuştur (Lie ve ark. 1992).

Yirmi yedi tür kemikli balıkta yapılan çalışmada, kas, karaciğer ve gonatlarda PC'nin temel bir PL altsınıfı olduğu; çoğu göçmen ve dip balıklarında içeriğinin total PL'nin % 50-70; kıyı (sahil) ve yüzey balıklarında % 65-85 arasında değiştiği belirlenmiştir. Analizlenen tüm türlerde kastaki PC içeriği; tüm lipitin % 0.3- 0.6'sını oluşturmuştur. Diğer altsınıflardan PE; % 6.3-35.3; PI; % 1.11-7; PS; % 0.4-6.2 olarak bulunmuştur. Karaciğerdeki PC miktarı, balık türleri arasında değişiklik göstermiştir. Göçmen balıkların yarısı ile dip balıklarının % 79 unda PC içeriği total lipitin % 0.4-0.8'ini; geriye kalan diğer balıklarda ise % 0.9- % 1.2'sini oluşturmuştur. PE; % 1.4-27.2, PI: % 0.8-6.8 ve PS; % 0.4-12.8 olarak saptanmıştır. Çoğu balıkta ovaryum ve testiste PC içeriği PL'nin % 55-80'ini oluşturdu. Testislerdeki PC içeriği, göçmen balıkların ovaryumlarından biraz daha yüksek bulunmuştur. Testiste PE içeriği; 5.1-32.9, PI; % 0.4-3.6, PS içeriği % 1-8.3 olarak saptanmıştır. Ovaryumdaki PC miktarı total lipitin % 0.3-0.7'sini oluşturdu. Bu oran göçmen balıkların testislerinde % 0.5-0.8; sahil (kıyı) ve yüzey balıklarda % 0.7-1.3; dip balıkların üçte ikisinde % 0.2-0.4 olarak belirlenmiştir. Ovaryumda PE; %2.2-31.1; PI; % 1-5.8, PS; % 0.4-8.8 oranında bulunmuştur (Takama ve ark. 1999).

*C. baicalensis* ve *C. dybowski*'nin kas, karaciğer ve ovaryumunda temel fosfolipit sınıfları olarak PC ve PE belirlenmiştir. Her iki balık türünde, PC içeriği % 60.7-75.1; PE ise % 14.5-25.7 arasında değişmektedir. PI ve PS içeriği % 6'dan düşük bulunmuştur. Her iki balıkta PC en çok ovaryumda saptanmıştır (Kozlova ve Khotimchenko 2000).

Altı çeşit Orkinos Balığında (İrigöz, İstavrit, Palamut, Tombik, Kızılorkinos, Sarıkanat Orkinoz) yapılan çalışmada kas PL fraksiyonunda PC % 37.88-53.85, PE %

18.81-21.84, PI % 2.25-10.88, PS % 2.20-5.37 arasında belirlenmiştir (Medina ve ark. 1995)

İnci Kefali’nde yaptığımız çalışmada TLC’deki gözlemlerimize bakarak, altsınıf miktarlarını büyükten küçüğe doğru, diğer çalışmalardaki gibi, PC>PE> PI> PS olarak belirledik (Şekil 3.5). Ancak PL altsınıflarından PC miktarının ovaryumda üreme döneminde önemli ölçüde arttığını saptadık (Şekil 3.5). Bundan dolayı, PC miktarının sabit olmayıp balığın gelişim dönemine bağlı olarak farklı olabileceğini söyleyebiliriz.

#### 4.46. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerindeki Kas Fosfatidilkolin (PC) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi

Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda sadece yurtdışındaki deniz balıklarının PL altsınıf yağ asitleri analizi yapılmıştır. İlk kez yurdumuzda İnci Kefali’nde böyle bir çalışma yapmamız, araştırmanın önemini arttırmaktadır. Yürütücü karışımımız PL altsınıflarını etkili bir şekilde ayırabilmektedir. Zira kimi çalışmalarda asidik lipitler olan PI ve PS birbirinden iyi ayrılmadıklarından yağ asidi içerikleri birlikte PI+PS şeklinde verilmiştir (Baticic ve ark. 2011).

İki ayda bir Van Gölü’nden topladığımız İnci Kefali’nin kas PC’sinde SFA’lardan en çok 16:0 (dişilerde ortalama % 33.48, erkeklerde % 30.20), PUFA’lardan da DHA (dişilerde ortalama % 33.48, erkeklerde % 30.20) saptanmıştır.

Palmitik asit ile bu bileşene bağlı olarak  $\Sigma$ SFA oranlarının her iki eşeyde de ortak olarak, ağustos ayında en yüksek; ekim ve aralık aylarında ise en düşük yüzdede olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.27 ve 4.28).

Oleik asit ve  $\Sigma$ MUFA yüzdelerinin su sıcaklığının nisbeten daha fazla olduğu haziran ve ağustosta (20 °C) arttığı nisan ayında ise azaldığı saptanmıştır.

PUFA’lardan AA ve buna bağlı olarak  $\Sigma$ n-6, dişi balıklarda ekim ayında artmıştır. EPA oranı erkek balıklarda analizlenen aylarda birbirine yakın (%14.09-%16.1) bulunmuştur. Dişilerde EPA, her iki eşeyde 22:5n-3,  $\Sigma$ n-3,  $\Sigma$ PUFA ve DHA’ün ağustos ayında azaldıkları kaydedilmiştir.

Total n-3’e bağlı olarak n-3/n-6 oranının ağustos ayında düştüğü (dişilerde 4.93, erkeklerde 5.57), nisan ayında ise arttığı (dişilerde 6.34, erkeklerde 9.28) saptanmıştır. Dişilerde ağustos ayında 16:0 artarken önemli n-3’lerden EPA ve DHA aynı dönemde azalma gösterdi (Çizelge 4.27 ve 4.28).

Verilere göre; erkek bireylerin tüm dönemlerinde, dişilerde ağustos dönemi dışında analizlenen tüm aylarda en yüksek  $\Sigma$ PUFA (dişilerde ortalama % 38.94, erkeklerde % 48.14), ondan sonra  $\Sigma$ SFA (dişilerde ortalama % 39.31, erkeklerde % 34.28) daha düşük oranda ise  $\Sigma$ MUFA (dişilerde ortalama % 21.75, erkeklerde % 17.57) belirlenmiştir. Dişilerde ağustos ayında 16:0 ve  $\Sigma$ SFA en yüksek düzeyde belirlenirken, aynı dönemde  $\Sigma$ PUFA, EPA ve DHA en düşük oranda saptanmıştır.

Balıkta PL'lerin yağ asiti içeriğine; mevsim, çevre, besinsel yağ asitleri (Lie ve ark. 1992) ve sıcaklığın etki ettiği belirlenmiştir (Wodtke 1981).

Araştırmamızda da 16:0 ve total SFA'ların su sıcaklığının nisbeten yüksek olduğu ağustos ayında (20 °C), DHA ve total PUFA'nın ağustos ayına oranla su sıcaklığının düştüğü aralık ayında (5.5 °C) arttığı belirlenmiştir (Çizelge 26 ve 27). Bu veri kas PC yağ asiti içeriğine mevsim ve sıcaklığın etki ettiğini göstermektedir.

PC ve PE'nin besinsel yağ asitlerinden benzer şekilde etkilendiği belirlenmiştir (Shirai ve Wada 2001).

27 tür kemikli balıkta yapılan çalışmada balık kaslarında, PC alt sınıfında 16:0, 18:1n-9, EPA ve DHA esas bileşenlerdi. DHA oranı türlere göre farklı olup göçmen, sahil ve yüzey balıklarında % 25'ten fazla, dip balıklarında bu orandan biraz daha düşük bulunmuştur. Dip balıklarının, daha yüksek EPA içerdiği belirlenmiştir. Kas PC'de total SFA miktarı, göçmen balık dokularında % 35-38 olarak saptanmıştır. Denenen balık dokularında (göçmen balıkların testisleri hariç) PC yağ asitlerinde total PUFA % 40-55 olarak saptanmıştır. Önemli bir bulgu da; göçmen balıkların tüm dokularında,  $\Sigma$ n-6 PUFA'ların düşük olmasından dolayı PUFA'daki n-3/n-6 oranı, yüksek çıkmıştır (Takama 1999).

Çin'in en büyük tatlı su gölü olan Poyand Gölü'nden toplanan beş balık türünün (*S. curriculum*, *E. ilishaeformis*, *P. fulvidraco*, *B. sinensis* ve *S. kneri garman*) kas PC sinde  $\Sigma$ PUFA en yüksek (% 40.94-56.55), total MUFA ise en düşük (% 10.75-22.80) oranlarda belirlenmiştir. PL fraksiyonlarında en zengin bulunan bileşenler olan total PUFA'ların oranı PC'de % 40.94-47.81 arasında saptanmıştır. *S. curriculum*'ta EPA PC'de % 7.54 oranında bulunmuştur (Lin ve ark. 2012)

Altı çeşit Orkinos Balığında yapılan çalışmada kas PL fraksiyonunda PC'de baskın doymuş yağ asiti 16:0 (% 19.26-25.46), PUFA'dan ise DHA (% 28.70-41.63) belirlenmiştir (Medina ve ark. 1995).



Çalışmamızda, *A. tarichi* kas PC'sinde de 16:0, 18:1n-9 ve DHA temel bileşenler olarak belirlenmiştir. Dişi balıklarda şubat, haziran ve ağustosta en çok  $\Sigma$ SFA, ekim ve aralıkta  $\Sigma$ PUFA; erkeklerde analizlenen tüm aylarda en çok  $\Sigma$ PUFA belirlenmiştir. Total MUFA'ların ise her iki eşeyde de en az bulunan lipit sınıfı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.27 ve 4.28).

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.27** Dişi *Alburnus tarichi*'nin kas fosfatidilkolin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	1.54±0.14a	1.10±0.10a	1.05±0.10a	1.90±0.93b	0.68±0.05c	0.54±0.03c	1.13±0.21a
15:0	0.57±0.05a	0.46±0.02a	0.34±0.03b	0.45±0.10a	0.30±0.03b	0.31±0.02b	0.40±0.04a
16:0	33.59±1.31a	39.19±1.40b	32.60±1.33a	40.57±1.40b	26.65±1.15c	28.29±1.20c	33.48±2.29a
17:0	0.28±0.01a	0.25±0.02a	0.18±0.01b	0.15±0.03b	0.18±0.01b	0.11±0.03c	0.19±0.02b
18:0	3.19±0.15a	2.16±0.25b	4.67±0.42c	7.25±0.73d	3.63±0.33e	3.70±0.31e	4.10±0.71c
<b>ΣS.F.A</b>	<b>39.17±1.54a</b>	<b>43.15±1.44b</b>	<b>38.84±1.35a</b>	<b>50.32±1.71c</b>	<b>31.45±1.42d</b>	<b>32.95±1.21d</b>	<b>39.31±2.82a</b>
16:1n-7	7.95±0.66a	4.29±0.41b	6.11±0.55a	6.96±0.66a	5.99±0.55a	4.55±1.15b	5.98±0.57a
18:1n-9	16.47±1.06a	9.40±0.95b	20.07±1.20c	18.26±1.07a	15.14±1.03a	13.76±1.12a	15.52±1.53a
20:1n-9	0.50±0.07a	0.14±0.01b	0.08±0.02d	0.10±0.03d	0.39±0.02a	0.34±0.03a	0.26±0.07e
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>24.92±1.29a</b>	<b>13.83±1.18b</b>	<b>26.26±1.18a</b>	<b>25.31±1.27a</b>	<b>21.52±1.22ab</b>	<b>18.65±1.08ab</b>	<b>21.75±1.96ab</b>
18:2n-6	1.11±0.92a	0.68±0.05b	1.48±1.14a	0.80±0.07b	1.19±0.31a	0.78±0.05b	1.01±0.13a
18:3n-3	0.55±0.05a	0.20±0.01b	0.33±0.02ab	0.25±0.02b	0.50±0.03a	0.29±0.02ab	0.35±0.06b
20:2n-6	0.22±0.01a	0.09±0.01b	0.23±0.01a	0.08±0.02b	0.14±0.01ab	0.11±0.03ab	0.15±0.03ab
20:3n-6	0.51±0.04a	0.56±0.04a	0.30±0.03b	0.39±0.02b	0.55±0.05a	0.41±0.15ab	0.45±0.04ab
20:4n-6	4.22±0.41a	4.53±0.40a	2.74±0.25b	4.59±0.42a	7.70±1.07c	5.96±0.56a	4.96±0.069a
20:5n-3	11.52±1.01a	13.00±1.03a	11.13±0.99a	6.64±0.33b	14.03±1.14a	14.85±1.05a	11.86±1.19a
22:5n-3	4.16±0.35a	4.32±0.44a	3.70±0.31a	0.79±0.06b	4.72±0.44a	3.80±0.53a	3.58±0.58a
22:6n-3	13.62±0.91a	19.64±1.09b	14.98±1.05a	10.82±0.99a	18.21±1.08b	22.21±1.09b	16.58±1.72a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>35.92±1.42a</b>	<b>43.02±1.41b</b>	<b>34.89±1.39a</b>	<b>24.37±1.27c</b>	<b>47.04±1.36b</b>	<b>48.40±1.38b</b>	<b>38.94±3.70a</b>
Σn-3	29.85±1.28a	37.16±1.31b	30.14±1.23a	18.50±1.08c	37.45±1.30b	41.15±1.29b	32.38±3.32a
Σn-6	6.07±0.60a	5.86±0.15a	4.75±0.43a	5.87±0.55a	9.59±0.93b	7.25±0.57a	6.56±0.69a
n-3/n-6	4.92	6.34	6.34	3.15	3.91	5.68	4.93

\*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.

**Çizelge 4.28** Erkek *Alburnus tarichi*'nin kas fosfatidilkolin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.61±0.06a	0.58±0.04a	0.94±0.06b	0.40±0.02c	0.87±0.07b	0.67±0.07a	0.68±0.08a
15:0	0.30±0.01a	0.32±0.02a	0.26±0.02a	0.24±0.02a	0.29±0.02a	0.31±0.02a	0.29±0.01a
16:0	29.50±1.30a	28.51±1.22a	29.28±1.27a	35.56±1.37b	30.97±1.30a	27.38±1.33a	30.20±1.18a
17:0	0.15±0.03a	0.07±0.02b	0.30±0.03c	0.06±0.02b	0.11±0.03a	0.18±0.01a	0.15±0.04a
18:0	3.31±0.12a	2.44±0.25a	2.73±0.24a	3.09±0.30a	3.14±0.48a	3.14±0.48a	2.97±0.13a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>33.89±1.33a</b>	<b>31.92±1.21a</b>	<b>33.51±1.29a</b>	<b>39.34±1.38b</b>	<b>35.37±1.29a</b>	<b>31.68±1.39a</b>	<b>34.28±1.15a</b>
16:1n-7	5.15±0.15a	6.12±0.58a	6.75±0.23a	3.46±0.19a	5.28±0.58a	5.03±0.30a	5.30±0.46a
18:1n-9	12.43±1.02a	9.83±0.99a	14.68±1.17a	12.48±1.13a	10.72±0.50a	12.28±1.10a	12.07±0.68a
20:1n-9	0.27±0.02a	0.18±0.01b	0.16±0.01b	0.04±0.02c	0.20±0.01b	0.38±0.02d	0.21±0.05b
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>17.85±1.07a</b>	<b>16.13±1.05a</b>	<b>21.59±1.15b</b>	<b>15.98±1.05a</b>	<b>16.20±1.06a</b>	<b>17.69±1.07a</b>	<b>17.57±0.87a</b>
18:2n-6	0.82±0.07a	0.53±0.03a	1.99±0.10b	0.97±0.18a	0.90±0.09a	0.79±0.06a	1.00±0.21a
18:3n-3	0.27±0.02a	0.25±0.02a	0.44±0.03b	0.22±0.01a	0.41±0.04b	0.41±0.15b	0.33±0.04a
20:2n-6	0.12±0.03a	0.08±0.02a	0.19±0.01b	0.10±0.03a	0.09±0.01a	0.14±0.01a	0.12±0.02a
20:3n-6	0.58±0.04a	0.46±0.04b	0.50±0.03a	0.40±0.02b	0.40±0.02b	0.60±0.14a	0.49±0.04a
20:4n-6	5.69±0.52a	3.99±0.29a	4.70±0.35a	6.80±0.67a	6.31±0.62a	6.83±0.56a	5.72±0.48a
20:5n-3	15.15±1.03a	14.09±1.04a	16.10±1.08a	14.90±1.06a	14.34±1.02a	13.53±1.03a	14.69±0.37a
22:5n-3	4.79±0.39a	5.78±0.56a	3.54±0.29a	2.07±0.25b	4.46±0.37a	4.80±0.34a	4.24±0.52a
22:6n-3	20.85±1.20a	26.77±1.29b	17.44±1.06a	19.20±1.08a	21.51±1.05a	23.53±1.13a	21.55±1.34a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>48.27±1.66a</b>	<b>51.95±1.48a</b>	<b>44.90±1.40a</b>	<b>44.67±1.41a</b>	<b>48.43±1.64a</b>	<b>50.63±1.48a</b>	<b>48.14±1.20a</b>
Σn-3	41.05±1.40a	46.90±1.45a	37.52±1.37b	36.40±1.38b	40.72±1.59a	42.27±1.32a	40.81±1.52a
Σn-6	7.21±0.65a	5.05±0.43a	7.37±0.56a	8.28±0.87a	7.71±0.71a	8.36±0.80a	7.33±0.49a
n-3/n-6	5.69	9.28	5.08	4.40	5.29	5.06	5.57

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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.

##### 4.47. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerindeki Karaciğer Fosfatidilkolin (PC) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi

İnci Kefali'nin karaciğer dokusunda PL'nin temel alt sınıfı olan PC'nin SFA'lardan dominant olarak 16:0'ı (dişilerde ortalama % 30.66, erkeklerde % 25.63), MUFA'lardan 18:1n-9'u (dişilerde ortalama % 17.34, erkeklerde % 16.91), PUFA'lardan DHA (dişilerde ortalama % 17.86, erkeklerde % 21.60) asiti içermiştir (Çizelge 4.29 ve 4.30).

Her iki eşeyde üreme dönemindeki nisan (12 °C) ve haziran (20 °C) aylarında azalan 16:0 ve bu yağ asidine bağlı olarak  $\Sigma$ SFA oranının, ağustosta (20 °C) en yüksek yüzdeye ulaştığı, bu aydan sonra azalma gösterdiği belirlenmiştir.

Oleik asit ile bu yağ asidine bağlı olarak  $\Sigma$ MUFA'nın her iki eşeyde de üremeden hemen sonra ağustos ayında arttığı, üremeden önceki şubat ayında (7 °C) ise arttığı belirlenmiştir.

Total PL'lerde olduğu gibi PL'nin alt sınıfı olan PC'de de 18:2n-6 ve 18:3n-3 çok düşük oranlarda (% 1'den az) belirlendiler.

Total N-6 PUFA ile bu yağ asitlerini önemli temsilcisi olan, AA yüzdesinin her iki eşeyde de ekim ayında, diğer aylara oranla neredeyse iki kat arttığı saptanmıştır.

EPA, DHA, 22:5n-3 ve bu yağ asitlerine bağlı olarak  $\Sigma$ n-3,  $\Sigma$ PUFA'nın su sıcaklığının yüksek olduğu ağustosta (20 °C) azaldığı, nisan ve aralık aylarında ise artış gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.29 ve 4.30).

N-3/n-6 oranı dişilerde 3.15 (ekim)- 8.44 (nisan), erkeklerde 4.01 (ekim)- 8.55 (şubat) arasında saptanmıştır. Bu oranın her iki eşeyde de ekim ayında azaldığı görülmüştür.

Ağustos ayı hariç analizlenen her dönemde dişi bireylerde en çok  $\Sigma$ PUFA, daha sonra  $\Sigma$ SFA belirlenmiştir. Her iki eşeyde;  $\Sigma$ SFA ağustos ayında en yüksek yüzde de bulunurken, aynı dönemde  $\Sigma$ PUFA en düşük değerde saptanmıştır (Çizelge 4.29 ve 4.30).

Pisi balığının (*H. hippoglossus*) eritrosit, solungaç, dalak, kalp, karaciğer ve kas dokusunda, 16:0 miktar olarak en çok PC'de (% 18-26) saptanmıştır. Balığının kas ve karaciğer PC'sinde DHA ile EPA birlikte % 45'ten fazla oranda saptanmıştır (Lie ve ark. 1992).

27 tür kemikli balıkta yapılan çalışmada karaciğer PC'de, EPA % 8-17, DHA ise total yağ asitlerinin % 20-40'ını oluşturdu. Dip balıklarında DHA oranı % 14-39 ortalama

% 25 olarak bulunmuştur (Takama ve ark. 1999). Karaciğer, gonat gibi dokular kasa yakın n-3/n-6 oranı göstermiştir.

*A. tarichi* karaciğer PC'de EPA oranı dişilerde ortalama % 8.51, erkeklerde % 11.06; DHA ise dişilerde ortalama % 17.86, erkeklerde % 21.60 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.29 ve 4.30).

*D. sargus*'un karaciğer PC'si doymuş yağ asitlerinden 16:0, çoklu doymamışlardan DHA bakımından zengindir. Yapılan çalışmada, 16:0 ile total PUFA'nın ilkbaharda önemli oranda azaldığı buna karşılık diğer doymuş yağ asiti olan 18:0 ile total SFA'nın bu dönemde arttığı belirlenmiştir. EPA ve DHA'nın analizlenen mevsimlerde yakın yüzdelerde buldukları saptanmıştır. Diğer bir tür olan *D. vulgaris*'in karaciğer PC'sinde sonbahar mevsiminde 16:0, 18:0,  $\Sigma$ SFA, 16:1n-7, 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA azalırken, AA ve  $\Sigma$ PUFA artış göstermiştir. Tekli doymamış yağ asitlerinden 16:1n-7, 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA, sonbaharda azalmıştır (Baticic ve ark. 2011).

Çalışmamızda kasta olduğu gibi karaciğer PC'de de 16:0 ve  $\Sigma$ SFA'ların su sıcaklığının nisbeten yüksek olduğu ağustos ayında (20 °C), DHA ve  $\Sigma$ PUFA'nın ağustos ayına oranla su sıcaklığının düştüğü aralık ayında (5.5 °C) arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.29 ve 4.30). Bu veri kasta olduğu gibi karaciğer PC yağ asiti içeriğine mevsim ve sıcaklığın etki ettiğini göstermektedir. Dominant MUFA'dan 18:1n-9 ile  $\Sigma$ MUFA analizlenen dönemlerde birbirine yakın değerlerde belirlenmiştir (Çizelge 4.29 ve 4.30).

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.29** Dişi *Alburnus tarichi*'nin karaciğer fosfatidilkolin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.84±0.07a	0.63±0.09a	1.35±0.10b	1.29±0.21b	0.39±0.02c	0.50±0.07a	0.83±0.17a
15:0	0.44±0.03a	0.25±0.02b	0.15±0.03c	0.42±0.03a	0.22±0.02b	0.25±0.02b	0.29±0.05b
16:0	36.84±1.25a	25.47±1.26b	24.94±1.20b	41.00±1.38a	30.99±1.30b	24.74±1.29b	30.66±2.83b
17:0	0.15±0.03a	0.09±0.01b	0.05±0.03b	0.05±0.03b	0.17±0.06a	0.10±0.04b	0.10±0.02b
18:0	6.96±0.66a	7.03±0.89a	10.20±0.98b	7.49±0.74a	7.99±0.77a	6.17±1.06a	7.64±0.57a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>45.24±1.43a</b>	<b>33.46±1.34b</b>	<b>36.69±1.23b</b>	<b>50.25±1.48c</b>	<b>39.76±1.35b</b>	<b>31.77±1.12b</b>	<b>39.53±2.90b</b>
16:1n-7	5.23±0.55a	6.14±0.51a	4.88±0.68a	6.00±0.61a	4.65±0.46a	4.38±0.32a	5.21±0.30a
18:1n-9	15.52±1.05a	16.96±1.05a	16.49±1.06a	20.54±1.22b	16.08±1.06a	18.47±1.03a	17.34±0.76a
20:1n-9	0.10±0.04a	0.25±0.02b	2.88±0.25c	0.03±0.02d	0.04±0.02d	0.35±0.03d	0.61±0.46d
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>20.86±1.11a</b>	<b>23.35±1.22a</b>	<b>24.25±1.29a</b>	<b>26.57±1.19b</b>	<b>20.76±1.29a</b>	<b>23.20±1.20a</b>	<b>23.16±0.89a</b>
18:2n-6	0.55±0.05a	0.57±0.03a	0.64±0.10a	0.31±0.02b	1.10±0.10c	0.60±0.14a	0.63±0.11a
18:3n-3	0.06±0.02a	0.11±0.03b	0.20±0.01c	0.14±0.01b	0.34±0.02d	0.17±0.06b	0.17±0.04b
20:2n-6	0.31±0.02a	0.25±0.01a	0.57±0.05b	0.03±0.02c	0.12±0.03b	0.14±0.06b	0.24±0.08a
20:3n-6	0.51±0.04a	0.60±0.06a	2.60±0.21b	0.19±0.01c	1.06±0.15d	0.39±0.02a	0.89±0.36a
20:4n-6	3.68±0.26a	3.15±0.52a	2.69±0.23a	4.77±0.25a	7.23±0.57b	4.77±0.25a	4.38±0.67a
20:5n-3	7.59±0.70a	11.76±1.01b	8.98±0.49a	4.42±0.38c	7.99±0.77a	10.30±1.01b	8.51±1.03a
22:5n-3	5.24±0.54a	6.72±0.63a	3.16±0.14b	1.19±0.31c	3.90±0.21b	7.59±0.70a	4.63±0.97a
22:6n-3	15.95±1.04a	20.03±1.26b	20.22±1.27b	12.14±1.02a	17.73±1.04a	21.07±1.06a	17.86±1.38a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>33.90±1.35a</b>	<b>43.19±1.40b</b>	<b>39.07±1.33ab</b>	<b>23.19±1.20c</b>	<b>39.48±1.35ab</b>	<b>45.03±1.46b</b>	<b>37.31±3.23b</b>
Σn-3	28.85±1.14a	38.61±1.83b	32.56±1.16a	17.89±1.20c	29.97±1.29a	39.14±1.55b	31.17±3.18a
Σn-6	5.05±0.43a	4.58±0.40a	6.51±0.61a	5.30±0.54a	9.51±0.90b	5.89±0.55a	6.14±0.73a
n-3/n-6	5.71	8.44	5.00	3.37	3.15	6.64	5.08

\*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.

Çizelge 4.30 Erkek *Alburnus tarichi*'nin karaciğer fosfatidilkolin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.52±0.03a	1.07±0.16b	1.12±0.21b	1.15±0.26b	0.39±0.02a	0.42±0.03a	0.78±0.15ab
15:0	0.30±0.03a	0.29±0.02a	0.14±0.01b	0.37±0.04a	0.34±0.02a	0.27±0.02a	0.29±0.03a
16:0	26.30±1.22a	21.75±1.11a	22.51±1.20a	32.19±1.15b	27.07±1.16a	23.98±1.16a	25.63±1.56a
17:0	0.18±0.01a	0.15±0.01a	0.17±0.06a	0.03±0.02b	0.32±0.02c	0.16±0.01a	0.17±0.04a
18:0	4.82±0.27a	4.80±0.34a	10.85±0.99b	5.69±0.52a	8.21±0.80b	7.34±0.74ab	6.95±0.96ab
<b>ΣS.F.A</b>	<b>32.12±1.31a</b>	<b>28.07±1.27a</b>	<b>34.79±1.23a</b>	<b>39.43±1.40b</b>	<b>36.34±1.38a</b>	<b>32.17±1.15a</b>	<b>33.82±1.61a</b>
16:1n-7	5.49±0.56a	6.80±0.67a	5.86±0.15a	5.42±0.55a	4.01±0.38a	3.76±0.31a	5.22±0.47a
18:1n-9	15.10±1.06a	15.33±1.15a	17.95±1.05a	18.41±1.08a	16.31±1.06a	18.35±1.09a	16.91±0.62a
20:1n-9	0.32±0.02a	0.53±0.19b	0.36±0.02a	0.06±0.02c	0.24±0.02d	0.45±0.10b	0.33±0.07a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>20.91±1.14a</b>	<b>22.67±1.12a</b>	<b>24.17±1.13a</b>	<b>23.89±1.21a</b>	<b>20.55±1.22a</b>	<b>22.56±1.36a</b>	<b>22.46±0.61a</b>
18:2n-6	0.53±0.19a	0.69±0.06a	0.83±0.07a	0.37±0.02a	0.80±0.07a	0.54±0.07a	0.63±0.07a
18:3n-3	0.38±0.02a	0.19±0.01b	0.18±0.01b	0.18±0.01b	0.28±0.01c	0.40±0.02a	0.27±0.04c
20:2n-6	0.25±0.02a	0.35±0.02b	0.20±0.01a	0.12±0.01c	0.08±0.02d	0.22±0.01a	0.20±0.04a
20:3n-6	0.45±0.10a	0.76±0.07b	0.66±0.05b	0.38±0.02a	0.51±0.04a	0.41±0.15a	0.53±0.06a
20:4n-6	3.70±0.31a	4.43±0.32a	4.08±0.41a	4.07±0.21a	7.23±0.72b	4.77±0.25a	4.71±0.52a
20:5n-3	12.39±1.12a	14.47±1.17a	11.92±1.01a	6.90±0.65b	10.22±0.98a	10.45±1.01a	11.06±1.04a
22:5n-3	6.14±0.51a	5.88±0.55a	4.48±0.42a	2.90±0.02b	3.64±0.35a	5.32±0.53a	4.73±0.53a
22:6n-3	23.15±1.13a	22.49±1.25a	18.69±1.08a	21.77±1.25a	20.36±1.10a	23.16±1.13a	21.60±0.72a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>46.98±1.45a</b>	<b>49.27±1.47a</b>	<b>41.04±1.32a</b>	<b>36.69±1.23b</b>	<b>43.11±1.38a</b>	<b>45.27±1.42a</b>	<b>43.73±1.83a</b>
Σn-3	42.06±1.43a	43.03±1.41a	35.27±1.29b	31.74±1.12b	34.51±1.14b	39.33±1.33a	37.66±1.84b
Σn-6	4.92±0.41a	6.23±0.65a	5.77±0.54a	4.95±0.33a	8.61±0.81b	5.94±0.54a	6.07±0.55a
n-3/n-6	8.55	6.90	6.11	6.42	4.01	6.62	6.20

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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.

##### 4.48. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerindeki Gonat Fosfatidilkolin (PC) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi

*A. tarichi* gonat PC fraksiyonunda baskın bulunan bileşenlerden 16:0 ve buna bağlı olarak  $\Sigma$ SFA'nın ovaryum ve testiste diğer aylara oranla ağustos ayında (20 °C) önemli oranda artış gösterdikleri, bu bileşenlere ek olarak diğer doymuş yağ asitlerinden 18:0 ile birlikte su sıcaklığının düşük olduğu aralık (5.5 °C) ve şubat (7 °C) aylarında azalma gösterdikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.31 ve 4.32).

Oleik asit ile  $\Sigma$ MUFA'nın analizlenen dönemlerde düzensiz artış ve azalışlar gösterdikleri saptanmıştır.

Total n-3 ve bu bölümü temsil eden bileşenler olan EPA, DHA, 22:5n-3 ile  $\Sigma$ PUFA'nın diğer aylara oranla su sıcaklığının yüksek olduğu ağustos ayında azalma, aralık ayında ise artış gösterdikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.31 ve 4.32).  $\Sigma$ n-6'lar, ovaryum ve testiste ekim ayında artmıştır.

Ovaryumda, haziran ayında en yüksek değere (13.12) ulaşan n-3/n-6 oranı, ekim ayında oldukça düşmüştür (2.43). Bu oran testiste 1.38 (ekim)- 4.88 (nisan) arasında belirlenmiştir. Bu verilerden,  $\Sigma$ n-3'leri oluşturan DHA'ten dolayı n-3/n-6 oranının testislere oranla ovaryumda oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Zira ovaryumda ortalama DHA % 19.14, testislerde ise % 9.90 olarak saptanmıştır.

Testislerde aralık ayı dışında; analizlenen tüm aylarda  $\Sigma$ SFA oranı  $\Sigma$ PUFA ve  $\Sigma$ MUFA'dan yüksek; ovaryumda ise ağustos ayı hariç tüm dönemde  $\Sigma$ PUFA;  $\Sigma$ SFA'dan ve  $\Sigma$ MUFA'dan yüksek bulunmuştur. Bu veriler, İnci Kefali'nin testis ve ovaryum PC yağ asidi içeriklerinin kantitatif olarak birbirinden farklı olduğunu göstermektedir. Zira testislerde 16:0 ve  $\Sigma$ SFA, ovaryumda ise DHA ve  $\Sigma$ PUFA daha fazla oranda bulunmuştur.

*D. sargus*'un ovaryum 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; AA, % 4.0; EPA, % 6.4; 22:5n-3, % 1.54; DHA, % 25.86;  $\Sigma$ SFA, % 34.95;  $\Sigma$ MUFA, % 17.8; n-3, % 34.78; n-6, % 9.52, olarak bulunmuştur (Cejas ve ark. 2003). *A. tarichi*'de 18:2n-6, 22:5n-3 ve DHA dışındaki yağ asitlerinin oranları *D. sargus*'a benzerlik gösterir (Çizelge 4.31 ve 4.32). Çalışma materyalimizde DHA'ün daha az oranda belirlenmesinin nedeni *D. sargus*'un deniz balığı olmasından kaynaklanmaktadır.



*S. asotus* ovaryumun PC'deki DHA miktarı; yumurtlama esnasında ve yumurtlama sonrasında yüksek bulunmuştur. Kültür Kedibalığı'nın ovaryumundaki AA miktarı; yazın kışa göre daha yüksek olarak saptanmıştır. Ovaryumda yumurtlamaya ve mevsime bağlı olarak lipit sınıflarında farklılıklar tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre bu balığın lipit metabolizmasının yumurtlamaya ve mevsime bağlı olarak değiştiği söylenebilir (Shirai ve ark. 2001). Araştırmamızda İnci Kefali'nin ovaryum PC de DHA oranı üremeden sonraki ağustos ve ekim aylarında azalma, buna karşılık aynı dönemlerde AA artış göstermiştir (Çizelge 4.31 ve 4.32). Arakidonik asitin ovaryumda üreme ayı olan haziran ayında azalmasının nedeni bu bileşenin dişi balıkların üremesinde (ovulasyon) kullanılmasından kaynaklanabilir. Zira daha önce de belirtildiği gibi bu yağ asiti 2 sınıfına giren ve üreme dahil çeşitli fizyolojik olaylarda kullanılan prostaglandinlerin sentezinde öncül maddedir.

Doğal Kedibalığı'nda 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 Kedibalığı, ovulasyondan sonra yumurtaların gelişimi için EPA ve DHA'ya ihtiyaç duyarlar (Shirai ve ark. 2001).

İnci Kefali'nde kas ve karaciğerde olduğu gibi gonat PC'de de 16:0 ve total SFA'ların ağustos ayında, DHA ve total PUFA'nın ağustos ayına oranla aralık ayında arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.31 ve 4.32). Bu bulgu, dört farklı doku için ortak bulgudur. Japonya'da yöresel adları Ikura, Tarako, Tobiko ve Kazanako olan dört balık türü yumurtasının temel PL sınıfı 16:0, EPA ve DHA bakımından zengin olan PC fraksiyonudur (Shirai ve ark. 2006).

İnci Kefali'nin ovaryum PC'sinde kas ve karaciğerde olduğu gibi SFA'lardan 16:0, PUFA'lardan DHA dominant olarak bulunmuştur.

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.31** Dişi *Alburnu starichi*'nin ovaryum fosfatidil kolin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.63±0.05a	0.79±0.06a	0.42±0.03b	1.30±0.22c	1.71±0.51c	0.53±0.19ab	0.90±0.21c
15:0	0.35±0.03a	0.23±0.01b	0.29±0.02ab	0.46±0.04c	1.02±0.12d	0.27±0.02ab	0.44±0.92c
16:0	27.91±1.20a	25.54±1.15a	26.19±1.25a	35.00±1.29b	28.16±1.29a	29.18±1.29a	28.66±1.38a
17:0	0.16±0.01a	0.32±0.02b	0.66±0.22c	0.24±0.02ab	0.14±0.01a	0.13±0.04a	0.28±0.08ab
18:00	5.12±0.51a	7.19±1.20a	7.01±0.72a	6.75±0.23a	7.04±0.70a	5.21±0.52a	6.39±0.39a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>34.17±1.30a</b>	<b>34.09±1.40a</b>	<b>34.57±1.39a</b>	<b>43.75±1.44b</b>	<b>38.08±1.40ab</b>	<b>35.32±1.35a</b>	<b>36.66±1.54a</b>
16:1n-7	4.93±0.34a	4.07±0.40a	3.05±0.32a	5.43±0.53a	5.87±1.34a	4.88±0.68a	4.71±0.41a
18:1n-9	17.24±1.15a	21.23±1.13a	14.77±1.04b	18.44±1.14a	16.92±1.10a	17.67±1.07aa	17.71±0.86a
20:1n-9	0.37±0.04a	0.32±0.02a	0.05±0.03b	0.03±0.02b	0.70±0.04c	0.29±0.02a	0.29±0.10a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>22.54±1.15a</b>	<b>25.62±1.32a</b>	<b>17.87±1.07b</b>	<b>23.89±1.12a</b>	<b>23.49±1.28a</b>	<b>22.85±1.12a</b>	<b>22.71±1.06a</b>
18:2n-6	0.52±0.03a	0.56±0.03a	1.19±0.12b	0.63±0.09a	0.87±0.07ab	0.55±0.05a	0.72±0.11ab
18:3n-3	0.26±0.01a	0.37±0.04b	0.13±0.04a	0.18±0.01ab	0.17±0.02ab	0.23±0.01a	0.22±0.04a
20:2n-6	0.20±0.01a	0.25±0.02b	0.22±0.01a	0.25±0.02b	0.68±0.04c	0.08±0.02d	0.28±0.08b
20:3n-6	0.50±0.03a	0.42±0.03a	0.25±0.02b	0.39±0.02a	3.31±0.12c	0.19±0.01b	0.84±0.50d
20:4n-6	4.42±0.41a	3.18±0.30a	1.71±0.11b	6.84±0.62c	6.35±0.63c	4.20±0.31a	4.45±0.79a
20:5n-3	10.32±0.99a	11.43±0.92a	10.28±0.90a	6.17±1.06b	7.41±0.70b	12.51±1.04a	9.69±0.99ab
22:5n-3	6.15±0.16a	6.37±0.63a	7.64±0.72a	2.85±0.25b	4.88±0.68ab	3.87±0.31ab	5.29±0.72a
22:6n-3	20.92±1.10a	17.71±1.06b	26.16±1.14c	15.05±1.05b	14.76±1.02b	20.21±1.14a	19.14±1.75a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>43.29±2.15a</b>	<b>40.29±1.40a</b>	<b>47.58±1.14b</b>	<b>32.36±1.37c</b>	<b>38.43±1.40a</b>	<b>41.84±1.55a</b>	<b>40.63±2.08a</b>
Σn-3	37.64±1.26a	35.88±1.39a	44.21±1.48b	24.25±1.24c	27.22±1.14c	36.82±1.31a	34.34±3.00a
Σn-6	5.65±0.50a	4.41±0.43a	3.37±0.11a	8.11±0.71b	11.21±0.92b	5.02±0.52a	6.29±1.18a
n-3/n-6	6.66	8.13	13.12	2.99	2.43	7.34	5.45

\*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.

**Çizelge 4.32** Erkek *Alburnus tarichi*'nin testis fosfatidilkolin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.76±0.07a	1.50±0.14b	0.92±0.10a	1.65±0.20b	1.98±0.17b	0.75±0.06a	1.26±0.21ab
15:0	0.37±0.04a	0.49±0.03a	0.30±0.03b	0.55±0.05c	1.96±0.08d	0.40±0.02a	0.68±0.26c
16:0	31.42±1.19a	41.79±1.50b	33.48±1.31a	45.05±1.52b	35.25±1.25a	28.84±1.25a	35.97±2.55a
17:0	0.08±0.02a	0.07±0.02a	0.59±0.05b	0.34±0.52c	0.26±0.02c	0.11±0.03a	0.24±0.08c
18:0	3.86±0.35a	5.57±0.35a	8.71±0.88b	9.99±0.97b	9.14±0.99b	3.50±1.17a	6.80±1.16b
<b>ΣS.F.A</b>	<b>36.49±1.29a</b>	<b>49.42±1.62b</b>	<b>44.00±1.40b</b>	<b>57.58±1.44c</b>	<b>48.59±1.67b</b>	<b>33.60±1.29a</b>	<b>44.94±3.62b</b>
16:1n-7	8.32±0.89a	11.95±1.04a	5.89±0.56a	3.96±0.34b	6.55±0.61a	5.46±0.25a	7.02±1.14a
18:1n-9	17.54±1.07a	16.51±1.23a	17.19±1.17a	22.84±1.10b	18.09±1.08a	15.54±1.05a	17.95±1.04a
20:1n-9	0.45±0.10a	0.17±0.06b	0.02±0.01c	0.11±0.03b	0.72±0.05a	0.06±0.01c	0.25±0.11d
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>26.30±1.16a</b>	<b>28.63±1.31a</b>	<b>23.10±1.20b</b>	<b>26.91±1.27b</b>	<b>25.36±1.13a</b>	<b>21.06±1.14b</b>	<b>25.23±1.12a</b>
18:2n-6	0.46±0.02a	0.33±0.02a	1.33±0.14b	1.73±0.55b	0.77±0.99ab	0.14±0.01c	0.79±0.25ab
18:3n-3	0.12±0.03a	0.06±0.01b	0.09±0.05ab	0.53±0.03c	0.14±0.01a	0.16±0.01a	0.18±0.07a
20:2n-6	0.18±0.01a	0.18±0.01a	0.22±0.02a	0.11±0.03b	1.25±0.06c	0.15±0.03a	0.35±0.18d
20:3n-6	0.54±0.07a	0.37±0.04b	0.38±0.02b	0.31±0.02b	5.55±0.56c	0.63±0.09a	1.30±0.85e
20:4n-6	5.18±0.56a	2.85±0.25b	6.29±0.34a	3.39±0.34a	3.35±0.39a	9.27±0.92c	5.06±1.00a
20:5n-3	12.25±1.01a	8.79±0.71a	9.59±0.89a	4.22±0.41b	4.64±0.44b	14.01±1.06a	8.91±1.61a
22:5n-3	5.11±0.51a	2.60±0.21b	3.11±0.31b	0.93±0.06c	3.87±1.22a	4.40±0.43a	3.34±0.60b
22:6n-3	13.38±1.01a	6.77±0.63b	11.90±1.10a	4.31±0.46c	6.48±0.53b	16.58±1.23a	9.90±1.94a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>37.21±1.43a</b>	<b>21.95±1.19b</b>	<b>32.90±1.29a</b>	<b>15.53±1.05c</b>	<b>26.05±1.28b</b>	<b>45.34±1.42d</b>	<b>29.83±4.42a</b>
Σn-3	30.86±1.36a	18.22±1.08b	24.69±1.11a	9.99±0.97c	15.12±1.06b	35.14±1.28a	22.34±3.93b
Σn-6	6.35±0.63a	3.73±0.33b	8.22±0.89a	5.53±0.15a	10.93±0.98c	10.20±0.98c	7.49±1.14a
n-3/n-6	4.86	4.88	3.00	1.80	1.38	3.45	2.98

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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.

##### **4.49. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerindeki Kas, Karaciğer ve Gonad Fosfatidilkolin (PC) Mevsimsel Yağ Asidi İçeriklerinin Karşılaştırılması**

Analizlenen tüm dokularda dominant olarak SFA'lerden 16:0, PUFA'lerden DHA belirlenmiştir (Çizelge 4.33).

Her iki gonat ile kas ve karaciğer doku PC analizinde, 16:0 ve  $\Sigma$ SFA, üremeden hemen sonraki ve su sıcaklığının daha yüksek olduğu ağustos (20 °C) ayında artarken EPA, DHA,  $\Sigma$ PUFA ve  $\Sigma$ n-3'ler aynı ayda azalma göstermiştir. Ayrıca 16:0 ve  $\Sigma$ SFA'nın düşük bulunduğu aralık ayında (5.5 °C) EPA, DHA,  $\Sigma$ PUFA ve  $\Sigma$ n-3'ler yüksek oranda saptanmıştır. Oleik asit ile  $\Sigma$ MUFA, analizlenen dönemlerde incelenen tüm dokularda önemli varyasyonlar göstermemiştir.

*A. tarichi*'nin kas ve karaciğer dokularının PC alt sınıfında 16:0, ağustosta artmış, bu dönemden sonra ekim ve aralıkta azalmış; AA ve  $\Sigma$ n-6 ekimde artmış;  $\Sigma$ n-3; PUFA ve DHA her iki dokuda ağustosta azalırken aralık ve nisan aylarında artmıştır.

Erkek ve dişi balığın karaciğeri ile dişilerin kas dokusundaki PC fraksiyonunda, ağustos ayında  $\Sigma$ SFA en yüksek değerde,  $\Sigma$ PUFA ise en düşük düzeyde belirlenmiştir. Her iki eşeyin gonat, kas ve karaciğer dokularındaki PC alt sınıfının kantitatif yağ asiti içeriği kimi dokularda benzer kimilerde de farklı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.33).

Erkek balıkların karaciğer dokusundaki 16:0, kastaki 18:0, 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA, testislerdeki DHA,  $\Sigma$ PUFA,  $\Sigma$ n-3 ve n-3/n-6 oranı diğer dokulara oranla daha düşük çıkmıştır (Çizelge 4.33).

Erkek balıklarda testislerde 16:0 ve  $\Sigma$ SFA; kasta EPA ve  $\Sigma$ PUFA; dişi balıklarda kastaki 16:0 ve EPA oranları diğer dokulardan fazla bulunmuştur. Dişi balıkların tüm dokularında  $\Sigma$ PUFA, erkek balıklarda testiste  $\Sigma$ SFA, diğer dokularda  $\Sigma$ PUFA, diğer fraksiyonlara oranla daha yüksek oranda bulunmuştur (Çizelge 4.33).

Aynı PL alt sınıfının kantitatif yağ asiti içeriği dokular arasında farklı olabilmektedir. Örneğin; 27 tür kemikli balıkta yapılan çalışmada, gonatların PC'deki EPA ve DHA içeriği; karaciğer ve kasta farklı bulunmuştur. Zira gonatlarda DHA yüksek olduğunda buna bağlı olarak EPA'da yüksek olmaktadır. Ovaryumların PC içeriği, testislere oranla DHA ve EPA içeriği bakımından az daha fazlaydı (Takama ve ark. 1999).

Çalışmamızda erkek balıklarda EPA ve DHA kasta, dişilerde ise EPA erkeklerdeki gibi kasta DHA ise ovaryumda daha fazla bulunmuştur (Çizelge 4.33).

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.33** Dişi ve erkek *Alburnus tarichi*'nin kas, karaciğer, testis ve ovaryum fosfatidilkolin yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması

Yağ asidi	Erkek			Dişi		
	Testis (ORT±S.H)*	Kas (ORT±S.H)*	Karaciğer (ORT±S.H)*	Ovaryum (ORT±S.H)*	Kas (ORT±S.H)*	Karaciğer (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	1.26±0.21a	0.68±0.08b	0.78±0.15b	0.90±0.21a	1.13±0.21a	0.83±0.17a
15:0	0.68±0.26a	0.29±0.01b	0.29±0.03b	0.44±0.92a	0.40±0.04a	0.29±0.05b
16:0	35.97±2.55a	30.20±1.18b	25.63±1.56c	28.66±1.38a	33.48±2.29b	30.66±2.83a
17:0	0.24±0.08a	0.15±0.04a	0.17±0.04a	0.28±0.08a	0.19±0.02a	0.10±0.02b
18:0	6.80±1.16a	2.97±0.13b	6.95±0.96a	6.39±0.39a	4.10±0.71b	7.64±0.57a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>44.94±3.62a</b>	<b>34.28±1.15b</b>	<b>33.82±1.61b</b>	<b>36.66±1.54a</b>	<b>39.31±2.82a</b>	<b>39.53±2.90a</b>
16:1n-7	7.02±1.14a	5.30±0.46b	5.22±0.47b	4.71±0.41a	5.98±0.57b	5.21±0.30b
18:1n-9	17.95±1.04a	12.07±0.68b	16.91±0.62a	17.71±0.86ba	15.52±1.53b	17.34±0.76a
20:1n-9	0.25±0.11a	0.21±0.05a	0.33±0.07a	0.29±0.10a	0.26±0.07a	0.61±0.46b
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>25.23±1.12a</b>	<b>17.57±0.87b</b>	<b>22.46±0.61a</b>	<b>22.71±1.06a</b>	<b>21.75±1.96a</b>	<b>23.16±0.89a</b>
18:2n-6	0.79±0.25a	1.00±0.21a	0.63±0.07a	0.72±0.11ab	1.01±0.13a	0.63±0.11b
18:3n-3	0.18±0.07a	0.33±0.04b	0.27±0.04b	0.22±0.04ab	0.35±0.06c	0.17±0.04ab
20:2n-6	0.35±0.18a	0.12±0.02b	0.20±0.04b	0.28±0.08a	0.15±0.03b	0.24±0.08a
20:3n-6	1.30±0.85a	0.49±0.04b	0.53±0.06b	0.84±0.50a	0.45±0.04b	0.89±0.36a
20:4n-6	5.06±1.00a	5.72±0.48a	4.71±0.52a	4.45±0.79a	4.96±0.069a	4.38±0.67a
20:5n-3	8.91±1.61a	14.69±0.37b	11.06±1.04c	9.69±0.99a	11.86±1.19b	8.51±1.03a
22:5n-3	3.34±0.60a	4.24±0.52a	4.73±0.53a	5.29±0.72a	3.58±0.58b	4.63±0.97a
22:6n-3	9.90±1.94a	21.55±1.34b	21.60±0.72b	19.14±1.75ba	16.58±1.72a	17.86±1.38a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>29.83±4.42a</b>	<b>48.14±1.20b</b>	<b>43.73±1.83c</b>	<b>40.63±2.08a</b>	<b>38.94±3.70a</b>	<b>37.31±3.23a</b>
Σn-3	22.34±3.93a	40.81±1.52b	37.66±1.84c	34.34±3.00da	32.38±3.32ab	31.17±3.18b
Σn-6	7.49±1.14a	7.33±0.49a	6.07±0.55a	6.29±1.18a	6.56±0.69a	6.14±0.73a
n-3/n-6	2.98	5.57	6.20	5.45	4.93	5.08

\*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.

Dişi ve erkek balıkların dokuları kendi aralarında karşılaştırılmıştır.

#### 4.50. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerindeki Kas Fosfatidiletanolamin (PE) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi

A. *tarichi*'nin kas dokusunun PL temel alt sınıflarından PE yağ asitlerinin mevsimsel değişiminde, SFA'dan baskın bulunan 16:0'ın (dişilerde ortalama % 17.01 , erkeklerde % 12.79) dişilerde nisan ayında önemli olacak şekilde arttığı (% 29.84 ), her iki eşeyde aralık ayında oldukça azaldığı belirlenmiştir.

Total SFA'nın dişilerde 16:0'a bağlı olarak nisanda önemli olacak şekilde arttığı, her iki eşeyde de aralıkta azaldığı kaydedilmiştir.

Dişi balıklarda 16:1n-7 oranı % 0.78 ile en düşük haziran, %11.00 ile en yüksek ağustos ayında saptanmıştır. MUFA'lardan baskın olan 18:1n-9 yüzdesi, dişilerde ağustos, erkeklerde haziran aylarında, diğer aylara oranla yüksek belirlenmiştir. Oleik asit ve 16:1n-7'ye bağlı olarak  $\Sigma$ MUFA, dişilerde, ağustos ayında, erkek balıklarda 18:1n-9'a bağlı olarak haziranda artmıştır (Çizelge 4.34 ve 4.35).

Diğer alt sınıflarda olduğu gibi, 18:2n-6 ve 18:3n-3 düşük yüzdelerde görülmüştür. Arakidonik asit; dişilerde % 4.87 (ağustos) - % 9.70 (ekim); erkeklerde % 5.16 (nisan) - % 10.78 (ağustos) arasında belirlenmiştir.

Her iki eşeyde ortalama % 10 civarında saptanan EPA, analizlenen aylarda çok önemli varyasyonlar göstermemiştir (Çizelge 4.34 ve 4.35).

Çoklu doymamış yağ asitlerinden en dominant olanı DHA ve buna bağlı olarak  $\Sigma$ PUFA ve  $\Sigma$ n-3 bileşenleri yüzdelerinde aylara bağlı olarak dalgalanmalar ve düzensiz artış ve azalışlar kaydedilmiştir.

Aarakidonik asite bağlı olarak  $\Sigma$ n-6'ların dişilerde ekim, erkek balıklarda ağustos ve aralıkta yüzde olarak artış gösterdiği görülmüştür (Çizelge 4.34 ve 4.35).

Dişilerde ortalama 5.08, erkeklerde 5.47 olan n-3/n-6 oranı, dişi balıklarda aralık ve haziranda, erkeklerde nisan ayında yüksek bulunmuştur.

Analizlenen aylarda bireysel yağ asitleri arasında; SFA içinde 16:0 ve 18:0, MUFA'dan 18:1n-9, PUFA'lardan DHA; dominant olarak kaydedilmiştir.

Dişilerde nisan ayı hariç, diğer aylarda her iki eşeyde en çok  $\Sigma$ PUFA, ikinci olarak ta, dişilerde ağustos ayı hariç; hem dişi hem erkek balıklarda  $\Sigma$ SFA belirlenmiştir.

Dişi bireylerde; ağustos ayında; 16:1n-7 ve 18:1n-9 gibi MUFA'lar artarken; aynı ayda AA, EPA ve DHA gibi PUFA'lar artış göstermiştir (Çizelge 4.34).

İki ayda bir Van Gölü'nden topladığımız İnci Kefali'nin kas PE'sinde SFA'lardan en çok 16:0 (dişilerde ortalama % 17.01, erkeklerde % 12.79), 18:0 (dişilerde ortalama % 12.38, erkeklerde % 12.01), MUFA'lardan 18:1n-9 (dişilerde ortalama % 11.93, erkeklerde % 8.88), PUFA'lardan EPA (dişilerde ortalama % 10.17, erkeklerde % 10.64), 22:5n-3 (dişilerde ortalama % 7.95, erkeklerde % 9.57), DHA (dişilerde ortalama % 26.36, erkeklerde % 33.34) olarak saptanmıştır (Çizelge 4.34 ve 4.35).

Verilere göre; erkek bireylerin tüm dönemlerinde, dişilerde nisan ve ağustos dönemi dışında analizlenen tüm aylarda en yüksek  $\Sigma$ PUFA (dişilerde ortalama % 53.79, erkeklerde % 63.69), ondan sonra  $\Sigma$ SFA (dişilerde ortalama % 30.51, erkeklerde % 25.35) daha düşük oranda ise  $\Sigma$ MUFA (dişilerde ortalama % 15.71, erkeklerde % 10.96) belirlenmiştir (Çizelge 4.34 ve 4.35).

Çin'in en büyük tatlısu gölü olan Poyand Gölü'nden toplanan beş balık türünün (*S. curriculum*, *E. ilishaeformis*, *P. fulvidraco*, *B. sinensis* ve *S. kneri* Garman) kas PE sinde PUFA en yüksek (% 56.55), MUFA ise en düşük (% 22.80) oranlarda belirlenmiştir. Total SFA'nın en düşük ve en yüksek değerleri (% 27.12- % 37.46) PE de saptanmıştır. PL fraksiyonlarında en zengin bulunan bileşenler olan PUFA'ların oranı, PE'de % 48.21-56.55 arasında saptanmıştır. *S. kneri* Garman türü (PE'de AA % 6.04) dışında analizlenen tüm türlerde AA ve DHA PL fraksiyonlarında % 10'dan fazla bulunmuştur. *S. curriculum*'ta EPA PE'de % 3.15 olarak saptanmıştır. PE alt sınıfında n-3/n-6 oranı 0.84-1.96 arasında belirlenmiştir (Lin ve ark. 2012).

*A. tarichi*'nin her iki eşeyinin kas PE ile ilgili çalışmamızda da analizlenen ayların çoğunluğunda en çok  $\Sigma$ PUFA en az  $\Sigma$ MUFA saptanmıştır. Arakidonik asit oranı dişilerde ortalama % 6.72, erkeklerde % 8.07 olarak belirlenmiştir. Ancak n-3/n-6 oranı, Çin'de çalışılan balıklardan (Lin ve ark. 2012), oldukça yüksek (dişilerde ortalama 5.08, erkeklerde 5.47) olarak belirlenmiştir. Bunun nedeni İnci Kefali'nin n-3 yağ asitleri bakımından zengin, n-6'lar bakımından fakir oluşudur.

Pisi balığının (*H. hippoglossus*) kas ve karaciğer PE fraksiyonu da PC gibi uzun zincirli PUFA, özellikle DHA bakımından zengindir (Lie ve ark. 1992). Benzer sonuç bizim çalışmamızda da tespit edilmiştir.

Portekizde çalışılan İstavrit balığında (*Trachurus trachurus* L.) PC ve PE temel fosfolipit alt sınıfları olarak saptanmıştır. Bu alt sınıflarda EPA ve DHA oranı yüksek



belirlenmiştir. Fosfatidietanolaminin, DHA ve 18:0 bakımından zengin olarak tespit edilmiştir. (Nadcisa ve ark. 2001).

Altı çeşit Orkinos Balığında yapılan çalışmada kas PE fraksiyonunda PC'de baskın  $\Sigma$ SFA, PC'deki gibi 16:0 değil 18:0 (% 17.85-23.25) olarak saptanmıştır. DHA PE'de de yüksek oranda (% 21.61-30.89) saptanmıştır (Medina ve ark. 1995).

İnci Kefali balığında da kas PE'deki 18:0 içeriği PC'den oldukça yüksek bulunmuştur. Ancak bu bileşenin oranı analizlenen aylar içinde dişilerde nisan ve ağustosta 16:0'dan daha az, aralıkta biraz yüksek, erkeklerde ise tüm aylarda benzer oranda saptanmıştır. Bu veri, balığımızda 18:0 oranının, istavrit balığı ile (Nadcisa ve ark. 2001) orkinos balıklardan (Medina ve ark. 1995) daha düşük oranda olduğunu gösterir. Diğer çalışmalardaki gibi (Medina ve ark. 1995, Nadcisa ve ark. 2001), kas PE'de DHA oldukça yüksek oranda saptanmıştır (Çizelge 4.34 ve 4.35). Bu bulgu, İnci kefali'nin PE fraksiyonunda *sn-2* pozisyonunda DHA'nın olduğunu gösterir.

Analizlerimizde su sıcaklığına bağlı olarak İnci Kefali kas PE yağ asitleri miktarlarının değiştiği belirlenmiştir. Şöyle ki; su sıcaklığının düşük olduğu aralık (5.5 °C) ayında 16:0 ve total SFA'nın azaldığı, ancak aynı ayda DHA ve bu yağ asitine bağlı olarak PUFA'nın arttığı saptanmıştır. Oleik asit ve  $\Sigma$ MUFA'daki artış ise su sıcaklığının yüksek olduğu haziran (erkek balıklarda) ve ağustos (dişilerde) aylarında olmuştur.

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.34** Dişi *Alburnus tarichi*'nin kas fosfatidiletanolamin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.05±0.03a	0.79±0.06b	0.08±0.02a	2.78±0.27c	0.29±0.02d	0.15±0.03e	0.69±0.43b
15:0	0.12±0.01a	0.05±0.01b	0.06±0.02b	0.33±0.02c	0.17±0.06d	0.09±0.01ab	0.13±0.04a
16:0	15.04±1.04a	29.84±1.22b	13.95±1.13a	21.57±1.22c	12.97±0.99a	8.70±0.85d	17.01±3.08a
17:0	0.19±0.01a	1.18±0.11b	0.05±0.03c	0.07±0.02c	0.25±0.02a	0.04±0.02c	0.30±0.18a
18:0	13.18±1.12a	11.91±0.91a	14.67±1.17a	8.06±0.83b	14.07±1.04a	12.39±1.12a	12.38±0.96a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>28.57±1.26a</b>	<b>43.77±1.49b</b>	<b>28.80±1.20a</b>	<b>32.80±1.29a</b>	<b>27.75±1.29a</b>	<b>21.36±1.17c</b>	<b>30.51±3.05a</b>
16:1n-7	2.67±0.26a	2.08±0.90a	0.78±0.05b	11.00±0.99c	2.06±0.45a	1.12±0.21b	3.28±1.57a
18:1n-9	11.75±1.01a	10.92±1.01a	12.41±1.12a	20.11±1.07b	8.74±0.67a	7.64±0.71a	11.93±1.80a
20:1n-9	1.21±0.51a	0.18±0.01b	0.32±0.02c	0.46±0.02d	0.32±0.02c	0.48±0.03d	0.50±0.15e
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>15.63±1.63a</b>	<b>13.18±1.12a</b>	<b>13.51±1.03a</b>	<b>31.57±1.30b</b>	<b>11.12±0.99a</b>	<b>9.23±0.91a</b>	<b>15.71±3.30a</b>
18:2n-6	0.67±0.07a	1.33±0.14b	0.90±0.09a	2.05±1.23c	0.49±0.03a	0.39±0.02a	0.97±0.26a
18:3n-3	0.58±0.04a	0.56±0.04a	0.18±0.01b	0.82±0.07a	0.34±0.03c	0.26±0.02d	0.46±0.10e
20:2n-6	0.48±0.03a	0.35±0.02b	0.40±0.02a	0.42±0.03a	0.12±0.01c	0.15±0.01c	0.32±0.06b
20:3n-6	1.21±0.51a	0.79±0.06b	0.56±0.04b	0.61±0.05b	1.14±0.10a	0.68±0.05b	0.83±0.11b
20:4n-6	7.31±0.77a	5.09±0.51a	5.33±0.55a	4.87±0.14a	9.70±0.99b	8.03±0.85a	6.72±0.79a
20:5n-3	10.46±1.01a	9.55±0.89a	11.46±0.99a	9.08±0.83a	9.31±1.08a	11.16±0.99a	10.17±0.41a
22:5n-3	9.88±1.20a	5.87±0.15a	9.65±0.98a	2.86±0.23b	9.62±0.95a	9.82±0.91a	7.95±1.20a
22:6n-3	25.22±1.16a	19.52±1.20b	29.21±1.22a	14.91±1.04b	30.41±1.41a	38.92±1.32c	26.36±3.47a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>55.80±1.62a</b>	<b>43.05±1.34b</b>	<b>57.69±1.63a</b>	<b>35.63±1.35c</b>	<b>61.13±1.65d</b>	<b>69.41±1.62d</b>	<b>53.79±5.04a</b>
Σn-3	46.13±1.45a	35.49±1.36b	50.50±1.47a	27.67±1.26c	49.69±1.48a	60.15±1.52d	44.94±4.74a
Σn-6	9.67±0.67a	7.56±0.75a	7.19±0.71a	7.96±0.71a	11.45±1.16a	9.25±0.99a	8.85±0.65a
n-3/n-6	4.77	4.69	7.02	3.48	4.34	6.50	5.08

\*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.

Çizelge 4.35 Erkek *Alburnus tarichi*'nin kas fosfatidiletanolamin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.06±0.08a	0.38±0.02b	0.14±0.01c	0.25±0.02d	0.40±0.02b	0.19±0.01c	0.24±0.05d
15:0	0.12±0.03a	0.08±0.01a	0.04±0.02b	0.52±0.03c	0.19±0.01a	0.14±0.01a	0.18±0.07a
16:0	14.01±1.04a	12.55±1.02a	13.81±1.05a	13.65±1.03a	13.31±0.95a	9.41±0.81a	12.79±0.71a
17:0	0.09±0.01a	0.08±0.01a	0.10±0.04a	0.29±0.02b	0.12±0.03a	0.07±0.02a	0.13±0.03a
18:0	12.02±1.02a	10.13±0.99a	11.04±1.01a	14.93±1.04a	13.92±1.06a	10.05±0.98a	12.01±0.83a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>26.30±1.22a</b>	<b>23.22±1.20a</b>	<b>25.12±1.25a</b>	<b>29.64±1.16a</b>	<b>27.94±1.25a</b>	<b>19.86±1.08a</b>	<b>25.35±1.42a</b>
16:1n-7	2.48±0.19a	1.70±0.11b	1.80±0.11b	1.03±0.09b	2.05±0.27a	1.26±0.13b	1.72±0.21b
18:1n-9	9.67±0.67a	6.53±0.61b	14.79±1.06a	8.49±0.78a	6.96±0.66b	6.82±0.56b	8.88±1.28a
20:1n-9	0.63±0.09a	0.36±0.03b	0.28±0.01c	0.03±0.01d	0.26±0.02c	0.63±0.09a	0.37±0.09b
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>12.78±0.99a</b>	<b>8.60±0.83a</b>	<b>16.87±1.08a</b>	<b>9.56±0.89a</b>	<b>9.27±0.92a</b>	<b>8.71±0.85a</b>	<b>10.96±1.34a</b>
18:2n-6	0.52±0.03a	0.32±0.02b	1.06±0.15c	0.33±0.02b	0.49±0.03a	0.46±0.02a	0.53±0.11a
18:3n-3	0.39±0.02a	0.20±0.01b	0.38±0.02a	0.20±0.01b	0.27±0.02b	0.33±0.02a	0.30±0.03a
20:2n-6	0.32±0.02a	0.25±0.02b	0.50±0.03c	0.10±0.03d	0.08±0.02d	0.31±0.03a	0.26±0.06a
20:3n-6	1.08±0.10a	1.07±0.10a	0.64±0.10b	0.82±0.08a	1.01±0.28a	1.25±0.24a	0.98±0.09a
20:4n-6	7.81±0.77a	5.16±0.33b	7.43±0.28a	10.78±0.96c	7.90±0.54a	9.38±0.88a	8.07±0.77a
20:5n-3	10.81±0.99a	11.46±1.16a	12.30±0.99a	9.51±0.90a	9.63±0.95a	10.10±1.01a	10.64±0.45a
22:5n-3	11.10±1.01a	11.74±1.01a	8.19±0.83b	6.14±0.51b	9.34±0.91a	10.95±0.99a	9.57±0.87a
22:6n-3	28.90±1.25a	38.00±1.33b	27.51±1.14a	32.93±1.33a	34.07±1.39a	38.66±1.32b	33.34±1.87a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>60.92±1.72a</b>	<b>68.19±1.82b</b>	<b>58.01±1.66a</b>	<b>60.81±0.71a</b>	<b>62.78±1.73a</b>	<b>71.43±1.84b</b>	<b>63.69±2.07a</b>
Σn-3	51.19±1.47a	61.39±1.73b	48.38±1.37a	48.78±1.38a	53.31±1.47a	60.04±1.72b	53.85±2.30a
Σn-6	9.73±0.93a	6.80±0.52a	9.63±0.95a	12.03±1.05a	9.47±0.81a	11.39±0.99a	9.84±0.74a
n-3/n-6	5.26	9.03	5.02	4.06	5.63	5.27	5.47

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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.

##### 4.51. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerindeki Karaciğer Fosfatidiletanolamin (PE) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi

İnci Kefali'nde 16:0'ın dişilerde aralık ayında azaldığı, erkek balıklarda yaz mevsimini temsil eden haziran ve ağustosta arttığı, 18:0 yüzdesinin her iki eşeyde ekim ayında en yüksek; nisan ayında ise en düşük yüzdede olduğu,  $\Sigma$ SFA'nın dişilerde ekim, erkek bireylerde ağustos ayında arttığı belirlenmiştir.

Oleik asit ile buna bağlı olarak  $\Sigma$ MUFA ların yüzdeleri her iki eşeyde de haziran ayında önemli ölçüde artıp, ekim ayında ise azaldıkları görülmüştür.

Önemli n-6'lardan AA ile  $\Sigma$ n-6 oranları dişilerde ağustos, erkeklerde ekim ayında artmış haziranda her iki eşeyde de en düşük yüzdede kaydedilmiştir.

EPA'nın her iki eşeyde de ağustosta azaldığı, kış mevsiminde arttığı; diğer önemli n-3'lerden DHA'nın ise dişilerde, nisan (% 9.72) ve haziran (% 8.99) aylarında önemli oranda azaldığı diğer aylarda birbirine yakın yüzdelerde (% 17.89- % 21.96) bulunduğu saptanmıştır. Dokosaheksaenoik asit, erkek balıklarda haziran ayında önemli düzeyde azalmış (% 4.44); diğer aylarda % 15.73(nisan)- % 25.35(şubat) arasında dağılım göstermiştir.

Her iki eşeyde de  $\Sigma$ PUFA'ların ve  $\Sigma$ n-3'lerin haziran ayında azaldığı, DHA'e bağlı olarak bu yağ asitlerinin dişilerde aralık, erkek balıklarda şubat ayında arttığı belirlenmiştir.

N-3/n-6 oranının, dişi balıklarda ağustos (% 2.03), erkeklerde ekim ayında (%2.86) daha düşük; dişilerde haziran (% 6.79) ayında ise en yüksek değerde bulunduğu görülmüştür.

Kas dokusunda olduğu gibi karaciğer PE'de de bireysel yağ asitleri içinde SFA'dan 16:0 (dişilerde ortalama % 17.47, erkeklerde % 16.74) ve 18:0 (dişilerde ortalama % 17.40, erkeklerde % 16.74), MUFA'dan 18:1n-9 (dişilerde ortalama % 21.32, erkeklerde % 18.31), ve PUFA'dan DHA (dişilerde ortalama % 16.85, erkeklerde % 18.93) yüzde dağılımında en fazla belirlenen bileşenlerdir (Çizelge 4.36 ve 4.37). Erkek balıklarda sadece ağustosta  $\Sigma$ SFA, analizlenen diğer beş ayda  $\Sigma$ PUFA; dişilerde nisan ve haziranda  $\Sigma$ MUFA, aralıkta  $\Sigma$ PUFA en fazla yüzde de belirlenmiştir (Çizelge 4.36 ve 4.37).

*D. sargus*'un karaciğer PE'sinde, 16:0 ve total SFA ilkbaharda artış, total PUFA ve DHA ise azalma göstermiştir. *D. vulgaris*'in karaciğer PE'sinde 16:0 ve total SFA

ilkbahar ve yaz mevsiminde, DHA ve total PUFA ise sonbaharda artmıştır. Total PUFA ve DHA ilkbahar ve yazın azalma göstermiştir (Baticic ve ark. 2011).

Araştırmamızda dişi balıklarda 16:0 ve  $\Sigma$ SFA aralıkta azalırken aynı ayda DHA ve  $\Sigma$ PUFA artmıştır. DHA ve  $\Sigma$ PUFA dişilerde haziranda erkek balıklarda ekimde azalma göstermiştir (Çizelge 4.36 ve 4.37).

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.36** Dişi *Alburnus tarichi*'nin karaciğer fosfatidiletanolamin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.65±0.05a	1.38±0.11b	1.56±0.14b	0.89±0.29a	0.34±0.03c	1.32±0.46b	1.02±0.19b
15:0	0.18±0.01a	0.19±0.01a	0.22±0.02a	1.17±0.14b	0.29±0.02c	0.18±0.01a	0.37±0.16d
16:0	20.58±1.22a	18.21±1.08a	17.70±1.07a	17.45±1.07a	17.56±1.07a	13.31±0.95b	17.47±0.96a
17:0	0.18±0.01a	0.36±0.03b	0.13±0.04a	0.08±0.02a	1.05±0.10c	0.16±0.01a	0.33±0.15b
18:0	16.23±1.06a	11.04±1.01b	18.45±1.08a	20.40±1.22c	24.42±1.29c	13.83±1.03a	17.40±1.95a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>37.83±1.35a</b>	<b>31.19±1.22b</b>	<b>38.05±1.38a</b>	<b>39.99±1.36a</b>	<b>43.65±1.40a</b>	<b>28.80±1.25b</b>	<b>36.59±2.27a</b>
16:1n-7	2.54±0.27a	11.64±0.99b	5.47±0.25a	3.72±0.12a	1.98±0.17d	4.59±0.42a	4.99±1.43a
18:1n-9	19.88±1.20a	27.64±1.15b	37.75±1.35c	14.68±1.17d	10.17±0.99d	17.78±1.07a	21.32±4.05a
20:1n-9	0.32±0.02a	0.75±0.06b	0.84±0.07b	0.03±0.02c	0.42±0.03a	0.76±0.07b	0.52±0.13b
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>22.75±1.29a</b>	<b>40.03±1.44b</b>	<b>44.06±1.40b</b>	<b>18.43±1.08a</b>	<b>12.56±1.02c</b>	<b>23.14±1.13a</b>	<b>26.83±5.08a</b>
18:2n-6	0.39±0.02a	1.55±0.15b	0.89±0.29c	0.20±0.01d	0.46±0.03e	0.76±0.07c	0.71±0.20c
18:3n-3	0.15±0.03a	0.74±0.16b	0.12±0.03a	0.16±0.01a	0.12±0.01a	0.34±0.02c	0.27±0.10e
20:2n-6	0.74±0.16a	0.60±0.14a	0.30±0.03b	0.36±0.02b	0.17±0.02c	0.40±0.02b	0.43±0.08b
20:3n-6	0.57±0.05a	0.91±0.08a	0.15±0.01b	0.06±0.02c	0.61±0.05a	0.42±0.03d	0.45±0.13d
20:4n-6	6.19±0.61a	2.49±0.12b	0.96±0.10c	13.11±0.98d	10.16±0.90d	7.90±0.70a	6.80±1.87a
20:5n-3	7.82±0.56a	8.20±0.56a	4.93±0.34b	4.75±0.43b	6.16±0.61a	9.05±0.86a	6.82±0.73a
22:5n-3	5.68±0.54a	4.56±0.48a	1.55±0.15b	2.36±0.25b	4.14±0.41b	7.25±0.73a	4.26±0.86a
22:6n-3	17.89±1.20a	9.72±0.81b	8.99±0.58b	20.58±1.22a	21.96±1.11a	21.94±1.19a	16.85±2.45a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>39.42±1.36a</b>	<b>28.78±1.32b</b>	<b>17.89±1.20c</b>	<b>41.58±1.41d</b>	<b>43.79±1.37d</b>	<b>48.06±1.88d</b>	<b>36.59±4.57a</b>
Σn-3	31.53±1.30a	23.22±1.23b	15.59±1.09c	27.85±1.23a	32.39±1.33a	38.58±1.37d	28.19±3.27a
Σn-6	7.89±0.71a	5.56±0.45a	2.30±0.18b	13.74±1.04c	11.40±1.04c	9.48±0.96a	8.39±1.68a
n-3/n-6	3.99	4.18	6.79	2.03	2.84	4.07	3.36

\*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.

Çizelge 4.37 Erkek *Alburnus tarichi*'nin karaciğer fosfatidiletanolamin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.26±0.02a	2.20±0.41b	3.72±0.12b	0.74±0.16c	0.66±0.22c	0.73±0.06c	1.38±0.54d
15:0	0.07±0.02a	0.23±0.01b	0.20±0.01b	0.35±0.02c	0.41±0.15c	0.09±0.01a	0.23±0.05b
16:0	14.56±1.06a	14.28±1.14a	21.79±1.16b	20.25±1.12b	13.83±1.18a	15.73±1.05a	16.74±1.39a
17:0	0.15±0.01a	0.45±0.10b	0.29±0.02c	0.03±0.02d	0.04±0.02d	0.11±0.03a	0.18±0.07a
18:0	12.52±1.02a	8.35±0.78a	13.38±1.01a	22.51±1.20b	24.10±1.23b	19.60±1.20b	16.74±2.55ab
<b>ΣS.F.A</b>	<b>27.57±1.23a</b>	<b>25.50±1.14a</b>	<b>39.38±1.38b</b>	<b>43.89±1.38b</b>	<b>39.03±1.33b</b>	<b>36.26±1.31b</b>	<b>35.27±2.95b</b>
16:1n-7	2.02±0.25a	9.59±0.93b	11.85±0.94b	4.15±0.49a	2.65±0.15a	2.66±0.26a	5.49±1.70ab
18:1n-9	16.66±1.16a	21.16±1.21b	26.73±1.15b	16.08±1.06a	11.68±1.05c	17.57±1.07a	18.31±2.09a
20:1n-9	0.93±0.06a	0.95±0.06a	0.39±0.02b	0.13±0.04c	0.56±0.04a	1.07±0.16d	0.67±0.15a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>19.62±1.09a</b>	<b>31.70±1.19b</b>	<b>38.96±1.44b</b>	<b>20.37±1.19a</b>	<b>14.89±1.15c</b>	<b>21.29±0.21a</b>	<b>24.47±3.67a</b>
18:2n-6	0.33±0.02a	1.80±1.12b	1.67±0.10b	0.20±0.01a	0.67±0.07c	0.27±0.02a	0.82±0.30c
18:3n-3	0.27±0.02a	1.02±0.12b	0.82±0.07c	0.12±0.03e	0.19±0.01e	0.48±0.03f	0.48±0.15f
20:2n-6	0.70±0.04a	0.75±0.06a	0.40±0.02b	0.01±0.01c	0.13±0.04d	0.36±0.02b	0.39±0.12b
20:3n-6	0.51±0.04a	0.84±0.04b	0.49±0.02a	0.18±0.01c	0.39±0.02a	0.33±0.02a	0.46±0.09a
20:4n-6	6.79±0.45a	4.93±0.34a	1.21±0.51b	5.44±0.56a	10.76±0.96c	6.43±0.44a	5.93±1.26a
20:5n-3	12.78±0.99a	11.80±0.95a	9.75±0.98a	4.11±0.28b	7.62±1.15a	8.09±0.84a	9.02±1.28a
22:5n-3	6.08±0.17a	5.93±0.52a	2.86±0.23b	2.29±0.23b	3.95±0.34b	4.18±0.39b	4.22±0.63b
22:6n-3	25.35±1.32a	15.73±1.05b	4.44±0.41c	23.39±1.22a	22.38±1.24a	22.30±1.13a	18.93±3.19b
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>52.82±1.47a</b>	<b>42.80±1.38b</b>	<b>21.66±1.27c</b>	<b>35.75±1.34d</b>	<b>46.08±1.35b</b>	<b>42.45±1.33b</b>	<b>40.26±4.36b</b>
Σn-3	44.48±1.44a	34.48±1.29b	17.88±1.09c	29.91±1.12b	34.13±1.33b	35.05±1.27b	32.65±3.54b
Σn-6	8.34±0.78a	8.32±0.88b	3.78±0.03c	5.84±0.56b	11.95±1.04b	7.40±0.59b	7.60±1.12b
n-3/n-6	5.34	4.15	4.73	5.12	2.86	4.74	4.29

\*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.

##### 4.52. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerindeki Gonat Fosfatidiletanolamin (PE) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi

İnci Kefali'nin ovaryum PE'sinde ortalama olarak % 14.23, testiste % 21.28 olan 16:0, her iki gonatta ağustos ve ekim aylarında önemli ölçüde artmış, testislerde aralık ayında oldukça azalmıştır.

Gonatlarda ortalama % 12 seviyelerinde olan 18:0, haziranda artış göstermiştir. Her iki gonatta  $\Sigma$ SFA, yaz aylarında artmış, kışın ise azalmıştır (Çizelge 4.38 ve 4.39). Oleik asit ve buna bağlı olarak  $\Sigma$ MUFA'nın şubatta arttığı kaydedilmiştir.

Diğer alt sınıflarında olduğu gibi PE'de de 18:2n-6 ve 18:3n-3 çok az yüzdede belirlenmiştir. Önemli n-6'lardan AA, ovaryumda % 5.93 (haziran) - % 13.64 (nisan), testislerde % 6.31(nisan)- % 16.81(aralık) olarak dağılım göstermiştir. Bu yağ asidine bağlı olarak  $\Sigma$ n-6'lar, ovaryumda ağustos, testislerde aralık ayında yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.38 ve 4.39).

N-3'lerden EPA'nın her iki gonatta ağustos ve ekimde azaldığı, nisan ve haziran aylarında arttığı belirlenmiştir. Baskın n-3 ve PUFA'lardan DHA, ovaryumda ortalama % 21.35, testiste % 16.49 bulunmuştur. Ovaryumda ekim ve aralıkta testislerde ise haziran ve aralıkta artan bu bileşen, her iki gonatta da ağustos ayında azalmıştır. DHA ya bağlı olarak  $\Sigma$ PUFA, gonatlarda aralık ayında artmış, ağustosta azalmıştır (Çizelge 4.38 ve 4.39).

Ovaryumda ortalama 2.84, testiste 2.73 olan n-3/n-6 oranı, ovaryumda haziran, testislerde nisan ayında artmış, her iki gonatta ağustos ayında önemli bir azalma göstermiştir. Diğer dokularda olduğu gibi gonat PE alt sınıfında bireysel yağ asitleri içinde SFA'dan 16:0 ve 18:0; MUFA'dan 18:1n-9 ve PUFA'dan DHA yüzde dağılımında en fazla belirlenen bileşenlerdir.

Testislerde ağustos ayı hariç; her iki gonatta analizlenen tüm aylarda en çok  $\Sigma$ PUFA (ovaryumda ortalama % 52.08, testiste % 44.82); ikinci olarak  $\Sigma$ SFA (ovaryumda ortalama % 28.47, testiste % 35.40); en az olarak  $\Sigma$ MUFA (ovaryumda ortalama % 19.44, testiste % 19.78) belirlenmiştir (Çizelge 4.38 ve 4.39).

*S. asotus*'ta ovaryumun PE'deki DHA miktarı; yumurtlama esnasında ve yumurtlama sonrasında yüksek bulunmuştur (Shirai ve ark. 2001). Çalışmamızda bu bileşen üreme dönemi olan haziranda artmış, ancak üremeden hemen sonraki ağustos ayında azalmıştır (Çizelge 4.38).



Kültür Kedibalığı'nın ovaryumundaki AA miktarı; yazın kışa göre daha yüksek olarak saptanmıştır. Ovaryumda yumurtlamaya ve mevsime bağlı olarak lipit sınıflarında farklılıklar tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre bu balığın lipit metabolizmasının yumurtlamaya ve mevsime bağlı olarak değiştiği söylenebilir (Shirai ve ark. 2001).

Doğal Kedibalığı'nda ovaryum PE'leri yumurtlama mevsimi esnasında, yumurtlama sonrası mevsime göre fazla miktarda EPA ve DHA içerirken, az miktarda AA içerirler. Bu sonuçlara göre, Japon Kedibalığı, ovulasyondan sonra yumurtaların gelişimi için EPA ve DHA'ya ihtiyaç duyarlar (Shirai ve ark. 2001). İnci Kefali'nden elde ettiğimiz bulgular, bu sonuçlarla paralellik göstermektedir. Zira ovaryumda, üreme ayı olan haziranda EPA ve DHA artarken, karaciğer dokusunda olduğu gibi AA azalmıştır (Çizelge 4.38).

*D. sargus*'un ovaryum 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; AA, % 9.37; EPA, % 4.86; 22:5n-3, % 3.3; DHA, % 35.43;  $\Sigma$ SFA, % 27.2;  $\Sigma$ MUFA, % 10.3; n-3, % 45.8; n-6, % 13.3 olarak bulunmuştur (Cejas ve ark. 2003). İnci Kefali'nde 16:0'ın ortalama yüzdesi ile MUFA'lardan 16:1n-7 ve 18:1n-9, PUFA'lardan EPA'ün yüzdesinin *D. sargus*'tan daha fazla DHA'ün ise daha az oranda olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.38 ve 4.39). *D. sargus* bir deniz balığı olduğu için daha fazla DHA ve daha az oranda 16:1n-7 ve 18:1n-9 içermesi doğaldır.

Japonya'da yöresel adları Ikura, Tarako, Tobiko ve Kazanako olan dört balık türü yumurtasının PE'si 18:0 ve DHA bakımından zengindir (Shirai ve ark. 2006)

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.38** Dişi *Alburnus tarichi*'nin ovaryum fosfatidiletanolamin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.73±0.06a	0.17±0.06b	0.09±0.01c	2.19±0.21d	0.69±0.04a	0.30±0.03e	0.69±0.32a
15:0	0.13±0.04a	0.71±0.06b	0.07±0.02c	0.36±0.03d	0.73±0.06b	0.06±0.02c	0.34±0.13d
16:0	12.66±0.99a	12.55±0.96a	13.42±1.01a	17.04±1.07b	17.12±1.07b	12.57±1.02a	14.23±0.91a
17:0	0.18±0.01a	0.29±0.02b	1.01±0.28c	0.32±0.02b	0.21±0.01a	0.88±0.07c	0.48±0.15bc
18:0	11.39±0.99a	14.13±1.05a	19.96±1.09b	11.48±1.01a	8.03±0.85a	11.37±1.01a	12.73±1.65a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>25.09±1.22a</b>	<b>27.85±1.23a</b>	<b>34.54±1.29b</b>	<b>31.39±1.32b</b>	<b>26.78±1.28a</b>	<b>25.18±1.29a</b>	<b>28.47±1.54ab</b>
16:1n-7	4.84±0.49a	0.93±0.06b	0.93±0.09b	6.51±0.65a	3.77±0.31a	2.43±0.44a	3.24±0.91a
18:1n-9	19.61±1.09a	18.06±1.18a	15.97±1.04b	15.15±1.03b	12.79±0.99b	11.79±0.99b	15.56±1.22b
20:1n-9	1.17±0.14a	0.43±0.04b	0.05±0.03c	0.32±0.02b	1.01±0.28a	0.90±0.09a	0.65±0.18d
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>25.62±1.30a</b>	<b>19.41±1.09b</b>	<b>16.96±1.06b</b>	<b>21.98±1.19a</b>	<b>17.57±1.07b</b>	<b>15.11±1.06b</b>	<b>19.44±1.56b</b>
18:2n-6	0.81±0.06a	0.59±0.05b	0.52±0.03b	4.26±0.23c	0.90±0.09a	0.35±0.02d	1.24±0.61e
18:3n-3	0.43±0.04a	0.28±0.01b	0.20±0.01b	0.92±0.09c	0.30±0.03b	0.34±0.03b	0.41±0.11a
20:2n-6	0.60±0.06a	0.59±0.05a	0.46±0.02b	3.50±1.17c	0.44±0.03b	0.33±0.02b	0.99±0.51d
20:3n-6	0.73±0.06a	0.33±0.02b	0.15±0.03c	0.56±0.03a	0.60±0.14a	0.46±0.02a	0.47±0.08a
20:4n-6	10.44±1.17a	13.64±1.03a	5.93±0.52b	13.19±1.12a	10.91±1.01a	11.08±1.11a	10.87±1.12a
20:5n-3	10.49±0.99a	12.09±1.02a	11.79±0.99a	4.87±0.14b	5.85±0.56b	10.70±0.93a	9.30±1.28a
22:5n-3	7.87±0.70a	8.02±0.71a	7.89±0.56a	3.51±0.30b	8.64±1.08a	8.83±0.78a	7.46±0.81a
22:6n-3	17.92±1.24a	17.20±1.10a	21.56±1.28b	15.83±1.03a	28.01±1.15c	27.62±1.26c	21.35±2.18b
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>49.28±1.40a</b>	<b>52.73±1.43a</b>	<b>48.50±1.40a</b>	<b>46.64±1.44a</b>	<b>55.65±1.44a</b>	<b>59.71±1.46b</b>	<b>52.08±2.01a</b>
Σn-3	36.70±1.39a	37.59±1.33a	41.43±1.44b	25.13±1.14c	42.80±1.44b	47.49±1.38c	38.52±3.11a
Σn-6	12.58±1.13a	15.14±1.03a	7.06±0.71b	21.51±1.05c	12.85±1.00a	12.22±1.04a	13.56±1.93a
n-3/n-6	2.92	2.48	5.87	1.17	3.33	3.89	2.84

\*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.

Çizelge 4.39 Erkek *Alburnus tarichi*'nin testis fosfatidiletanolamin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.47±0.03a	1.91±0.57b	0.06±0.02c	4.19±0.14d	0.61±0.05a	0.68±0.05a	1.32±0.63b
15:0	0.07±0.02a	0.31±0.02b	0.06±0.01a	0.32±0.02b	0.30±0.03b	0.13±0.04c	0.20±0.05bc
16:0	19.98±1.19a	23.18±1.13a	18.51±1.08a	27.24±1.25b	25.44±1.13b	13.34±1.03c	21.28±2.07a
17:0	0.08±0.02a	0.11±0.03a	0.60±0.14b	0.14±0.01a	0.37±0.04c	0.07±0.02a	0.23±0.09d
18:0	8.97±0.73a	7.80±0.56a	18.37±1.08b	15.99±1.05b	13.12±0.98c	10.02±1.07a	12.38±1.71c
<b>ΣS.F.A</b>	<b>29.56±1.21a</b>	<b>33.31±1.20a</b>	<b>37.60±1.17b</b>	<b>47.88±1.42c</b>	<b>39.84±1.33b</b>	<b>24.24±1.24d</b>	<b>35.40±3.38a</b>
16:1n-7	4.39±0.41a	5.40±0.54a	0.31±0.02b	7.02±0.71a	4.00±0.35a	3.44±0.25a	4.09±0.92a
18:1n-9	23.15±1.13a	15.82±1.07b	7.28±0.70c	18.66±1.08b	13.55±0.95b	12.42±1.02b	15.15±2.23b
20:1n-9	1.76±0.16a	0.49±0.03b	0.03±0.02c	0.11±0.03d	0.18±0.01d	0.67±0.05b	0.54±0.26b
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>29.31±1.26a</b>	<b>21.71±1.11b</b>	<b>7.61±0.06c</b>	<b>25.80±1.13a</b>	<b>17.73±1.04d</b>	<b>16.53±1.23d</b>	<b>19.78±3.13b</b>
18:2n-6	0.24±0.02a	0.53±0.19b	0.54±0.04b	0.62±0.05b	0.55±0.05b	0.83±0.05c	0.55±0.08b
18:3n-3	0.33±0.02a	0.09±0.01b	0.07±0.02b	0.28±0.01a	0.15±0.03c	0.29±0.02a	0.20±0.05a
20:2n-6	0.71±0.06a	0.54±0.07b	0.46±0.02b	0.15±0.03c	0.22±0.02c	0.43±0.04b	0.42±0.08b
20:3n-6	0.31±0.02a	0.34±0.03a	0.21±0.01b	0.59±0.05c	0.24±0.02b	0.58±0.04c	0.38±0.07a
20:4n-6	9.34±0.91a	6.31±0.65b	12.35±1.15a	9.96±0.83a	9.18±0.91a	16.81±1.08c	10.66±1.46a
20:5n-3	11.49±0.99a	15.62±1.05a	15.86±1.16a	5.29±0.41b	7.88±0.66b	11.88±0.93a	11.34±1.71a
22:5n-3	4.78±0.34a	5.44±0.56a	4.66±0.27a	2.05±0.27b	5.24±0.54a	6.49±0.61a	4.78±0.61a
22:6n-3	13.92±1.06a	16.10±1.08a	20.64±1.16b	7.38±0.65c	18.97±1.08a	21.91±1.12b	16.49±2.18a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>41.13±1.48a</b>	<b>44.98±1.40a</b>	<b>54.79±1.44b</b>	<b>26.33±1.13c</b>	<b>42.44±1.44a</b>	<b>59.23±1.48b</b>	<b>44.82±4.72a</b>
Σn-3	30.52±1.20a	37.26±1.31b	41.24±1.42b	15.00±1.05c	32.24±1.30a	40.58±1.41b	32.81±3.97a
Σn-6	10.61±0.96a	7.72±0.71b	13.56±1.14a	11.32±1.01a	10.20±0.98a	18.65±1.08c	12.01±1.53a
n-3/n-6	2.88	4.82	3.04	1.33	3.16	2.18	2.73

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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.

##### **4.53. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerindeki Kas, Karaciğer ve Gonad Fosfatidiletanolamin (PE) Mevsimsel Yağ Asidi İçeriklerinin Karşılaştırılması**

Tüm dokuların PE yağ asiti analizlerinde, analizlenen aylardabireysel yağ asitleri arasında; SFA içinde 16:0 ve 18:0, MUFA'dan 18:1n-9, PUFA'lardan DHA; dominant olarak kaydedilmiştir.

Kas, karaciğer ve gonatlarda ortak olarak, dişilerde n-3/n-6 oranı ağustosta azalmış, haziranda artmıştır. Erkeklerde  $\Sigma$ SFA, ağustosta artmıştır.

Kas ve testis dokularında ortak olarak, 18:0 yaz aylarında,  $\Sigma$ n-6 aralık ayında, n-3/n-6 oranı nisan ayında artmıştır.

Kas, ovaryum ve testis dokularında; DHA aralıkta artmış, n-3/n-6 oranı ağustosta azalmıştır.

Karaciğer ve ovaryumda; AA ve bu bileşene bağlı olarak  $\Sigma$ n-6 haziranda azalmış, ağustosta ise artış göstermiştir. Karaciğer ve gonatlarda; EPA ağustosta azalmıştır.

Her iki eşeyin karaciğer ve kas dokusunda 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA yazın artmıştır.

Balıkların gonat PE'sinde AA, kasta DHA ile bu bileşene bağlı olarak,  $\Sigma$ PUFA ve  $\Sigma$ n-3 yüzdeleri ile n-3/n-6 oranı; karaciğerde ise 18:0,  $\Sigma$ SFA, 18:1n-9,  $\Sigma$ MUFA yüzdeleri diğer dokulardan daha fazla bulunmuştur (Çizelge 4.40).

Erkek balıklarda kasta 16:0 ve  $\Sigma$ SFA, 16:1n-7, 18:1n-9 ve buna bağlı olarak  $\Sigma$ MUFA, karaciğerde AA ve  $\Sigma$ PUFA; dişi balıklarda ovaryumda 16:0 ve  $\Sigma$ SFA, kasta 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA, karaciğerde DHA ve  $\Sigma$ PUFA diğer dokulara oranla daha az kaydedilmiştir (Çizelge 4.40). Dişi ve erkek balıklarda belirlenen ortak bulgu, kas dokusunda 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA'ların az, karaciğerde ise fazla olmasıdır. Daha önce de karaciğerin 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA bakımından zengin olduğu vurgulanmıştı.

**Çizelge 4.40** Dişi ve erkek *Alburnus tarichi*'nin Kas, karaciğer, testis ve ovaryum fosfatidiletanolamin yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması

Yağ asidi	Testis (ORT±S.H)*	Kas (ORT±S.H)*	Karaciğer (ORT±S.H)*	Ovaryum (ORT±S.H)*	Kas (ORT±S.H)*	Karaciğer (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	1.32±0.63a	0.24±0.05b	1.38±0.54a	0.69±0.32a	0.69±0.43a	1.02±0.19b
15:0	0.20±0.05a	0.18±0.07a	0.23±0.05a	0.34±0.13a	0.13±0.04b	0.37±0.16a
16:0	21.28±2.07a	12.79±0.71b	16.74±1.39c	14.23±0.91a	17.01±3.08a	17.47±0.96a
17:0	0.23±0.09a	0.13±0.03b	0.18±0.07a	0.48±0.15a	0.30±0.18a	0.33±0.15a
18:0	12.38±1.71a	12.01±0.83a	16.74±2.55b	12.73±1.65a	12.38±0.96a	17.40±1.95b
<b>ΣS.F.A</b>	<b>35.40±3.38a</b>	<b>25.35±1.42b</b>	<b>35.27±2.95a</b>	<b>28.47±1.54a</b>	<b>30.51±3.05a</b>	<b>36.59±2.27b</b>
16:1n-7	4.09±0.92a	1.72±0.21b	5.49±1.70a	3.24±0.91a	3.28±1.57a	4.99±1.43a
18:1n-9	15.15±2.23a	8.88±1.28b	18.31±2.09c	15.56±1.22a	11.93±1.80a	21.32±4.05b
20:1n-9	0.54±0.26a	0.37±0.09a	0.67±0.15a	0.65±0.18a	0.50±0.15a	0.52±0.13a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>19.78±3.13a</b>	<b>10.96±1.34b</b>	<b>24.47±3.67c</b>	<b>19.44±1.56a</b>	<b>15.71±3.30b</b>	<b>26.83±5.08c</b>
18:2n-6	0.55±0.08a	0.53±0.11a	0.82±0.30b	1.24±0.61a	0.97±0.26a	0.71±0.20b
18:3n-3	0.20±0.05a	0.30±0.03a	0.48±0.15b	0.41±0.11a	0.46±0.10a	0.27±0.10b
20:2n-6	0.42±0.08a	0.26±0.06b	0.39±0.12a	0.99±0.51a	0.32±0.06b	0.43±0.08b
20:3n-6	0.38±0.07a	0.98±0.09b	0.46±0.09a	0.47±0.08a	0.83±0.11b	0.45±0.13a
20:4n-6	10.66±1.46a	8.07±0.77a	5.93±1.26b	10.87±1.12a	6.72±0.79b	6.80±1.87b
20:5n-3	11.34±1.71a	10.64±0.45a	9.02±1.28a	9.30±1.28a	10.17±0.41a	6.82±0.73b
22:5n-3	4.78±0.61a	9.57±0.87b	4.22±0.63a	7.46±0.81a	7.95±1.20a	4.26±0.86b
22:6n-3	16.49±2.18a	33.34±1.87b	18.93±3.19a	21.35±2.18a	26.36±3.47b	16.85±2.45c
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>44.82±4.72a</b>	<b>63.69±2.07b</b>	<b>40.26±4.36c</b>	<b>52.08±2.01a</b>	<b>53.79±5.04a</b>	<b>36.59±4.57b</b>
Σn-3	32.81±3.97a	53.85±2.30b	32.65±3.54a	38.52±3.11a	44.94±4.74b	28.19±3.27c
Σn-6	12.01±1.53a	9.84±0.74b	7.60±1.12c	13.56±1.93a	8.85±0.65b	8.39±1.68b
n-3/n-6	2.73	5.47	4.29	2.84	5.08	3.36

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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.

##### **4.54. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerindeki Kas Fosfatidilinositol (PI) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi**

İnci Kefali'nin kas dokusunun PI alt sınıfında 16:0 oranı, dişilerde nisanda % 7.57 ile azalmış, % 16.03 ile ağustosta artış göstermiştir. Bu yağ asidinin erkeklerde kış mevsimi olan aralık ve şubatta azaldığı, diğer aylarda birbirine yakın yüzdelerde olduğu kaydedilmiştir. Doymuş yağ asitleri içinde en baskın bulunan 18:0 oranı dişilerde % 24.55 (şubat)- % 37.59 (nisan); erkek bireylerde % 24.41(nisan)- % 41.45(ağustos) arasında belirlenmiştir.

$\Sigma$ SFA oranının balıklarda yaz mevsiminde arttığı (dişilerde % 49.85 ile haziran, erkek bireylerde ise % 52.21 ile ağustos) saptanmıştır (Çizelge 4.41 ve 4.42).

Dişi balıklarda ortalama % 9.43, erkeklerde % 8.65 olarak bulunan 18:1n-9; şubat ayında %17.85 ile dişilerde, haziranda % 16.75 ile erkeklerde önemli ölçüde artış göstermiştir.  $\Sigma$ MUFA oranı, 18:1n-9'a bağlı olarak dişilerde şubat ve ağustos; erkeklerde ise haziran ayında artmıştır.

Baskın PUFA'lardan AA; dişilerde; % 9.40 (şubat)-% 15.81(aralık); erkeklerde ise % 10.23 (nisan)- %17.35 (şubat) olarak saptanmıştır. Bu bileşenin her iki eşeyde de aralık ayında arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.41 ve 4.42).

N-3 bileşenlerinden EPA (dişilerde ortalama % 12.74, erkek balıklarda % 12.12), analizlenen aylarda benzer yüzdelerde kaydedilmiştir. Diğer önemli n-3'lerden DHA; her iki eşeyde de aralık ayında artmış, şubat ve haziranda ise azalma göstermiştir.

$\Sigma$ n-3'lerin dişi bireylerde; DHA'ya bağlı olarak; aralık ayında arttığı şubatta azaldığı; erkek bireylerde ise nisan ayında artıp haziranda düştüğü saptanmıştır.

$\Sigma$ PUFA'ların DHA'ya bağlı olarak, aralıkta arttığı, yaz mevsiminde ise azaldığı belirlenmiştir.

Dişilerde ortalama 2.09 olan n-3/n-6 oranı, 1.40 ile ekim ayında azalmış; erkeklerde ortalama 1.94 iken nisan ayında 3.75 ile önemli derecede artmıştır(Çizelge 4.41 ve 4.42).

Her iki eşeyde analizlenen tüm aylarda; SFA içinde en çok 18:0; MUFA içinde 18:1n-9; PUFA içinde ise AA, EPA ve DHA yüksek oranda belirlenmiştir.

Dişi balıklarda ekim ve aralıkta  $\Sigma$ PUFA, yaz ayları olan haziran ve ağustosta  $\Sigma$ SFA daha yüksek bulunmuştur. Erkek balıklarda su sıcaklığının nisbeten yüksek ve 20 °C olduğu haziran ve ağustosta  $\Sigma$ SFA, diğer aylarda  $\Sigma$ PUFA, diğer fraksiyonlara göre

yüksek bulunmuştur. Total MUFA ise diğer iki grup yağ asitlerine oranla en az oranda kaydedilmiştir. Diğer alt sınıflara oranla 18:0 ve AA'nın daha yüksek oranda olmasının nedeni bu bileşenlerin PI'da sırayla *sn-1* ve *sn-2* pozisyonunda olmasından ileri gelmektedir.

Fosfatidilinositol; fosfolipitlerin yaklaşık % 10'unu oluşturur ve hücrelerde ikinci haberci olarak fonksiyon gördüğünden biyokimyasal olarak önemli bir role sahiptir (Ikezawa 1991).

Kültüre alınmış Japon Yayın Balığı *S. asotus*'un yaz ve kış mevsimine ait analizlerde dorsal kasın PI alt sınıfında major bileşenleri; 18:0 (ortalama % 34), AA (% 13.1) ve DHA (% 21.30) olarak saptanmıştır (Shirai ve Wada 2001). Çalışmamızda belirlediğimiz 18:0 ve AA oranları *S. asotus*'a benzerlik göstermektedir.

Kültüre alınmış Japon Yayın Balığı *S. asotus*'ta olduğu gibi, Morina (Lie ve ark. 1992) ve Tuna balığının (Medina ve ark. 1995) dorsal kasında DHA baskın olarak bulunmuştur.

Aynı PL alt sınıfının kantitatif yağ asiti içeriği yakın türlerde farklılık gösterebilir. Örneğin, Japon Yayın Balığının dorsal kastaki PI alt sınıfı Kanal Yayın balığına oranla daha düşük oranda 18:1n-9, daha fazla oranda DHA içermiştir (Shirai ve Wada 2001)

Kültüre alınmış Japon Yayın Balığı *S. asotus*'un yaz ve kış mevsimine ait analizlerde kasta: 16:0, 18:0, 18:1n-9, DHA kışın, AA asitinin ise yazın arttığı belirlenmiştir (Shirai ve Wada 2001).

Balığın her üç dokusunda da AA'nın yaz mevsiminde, EPA'nın ise kışın arttığı saptanmıştır.

Shirai ve Wada (2001), AA'nın PI için önemli olduğunu, kastaki DHA ile karaciğerdeki EPA değişimlerini dengelediğini ileri sürmüşlerdir. Örneğin, kışın 22.6n-3 kasta arttığı zaman AA azalmakta, yazın DHA azaldığı zaman AA artmaktadır. *S. asotus*'un kas, karaciğer ve ovaryumdaki n-3/n-6 oranı yaza oranla kışın daha yüksek bulunmuştur.

Sonuç olarak kültüre alınmış Japon Yayın Balığı'nın çeşitli dokularındaki PI yağ asiti içeriğine mevsimin ve sıcaklığın etki ettiği ileri sürülmüştür (Shirai ve Wada 2001).

İnci Kefali Balığı'nda 16:0 diğer alt sınıflarda olduğu gibi dişilerde ağustosta, 18:0 dişilerde nisan, erkek balıklarda ağustosta, AA ise her iki eşeyde aralık ayında artmıştır (Çizelge 4.41 ve 4.42).

Altı çeşit Orkinos Balığı'nda yapılan çalışmada kas PL fraksiyonunda PI'da major SFA 18:0 (% 14.70- 25.60) olarak tespit edilmiştir. MUFA'dan 18:1n-9'un oranları tüm alt sınıflarda benzer olarak saptanmıştır. PI ve PS'de DHA oranı düşük, doymuş yağ asitleri ise yüksek oranda saptanmıştır (Medina ve ark. 1995). Deniz balıklarıyla yapılan kimi çalışmalarda PI'nın AA bakımından zengin olduğu vurgulanmışsa da (Bell ve ark. 1985) bu çalışmada böyle bir sonuç saptanmamıştır.

Çalışmamızda kas PI'da AA oranı, deniz balıklarındaki gibi çok yüksek yüzde de belirlenmemiştir.

Pisi balığının (*H. hippoglossus*) dokularında PI, PC gibi yüksek oranda total SFA içerir. Ancak PI'da major SFA 16:0 değil 18:0 (% 17- 31)'dir.

PI, diğer alt sınıflara oranla AA bakımından zengin (% 6-21) olarak belirlenmiştir. Bu bileşen, balığın özellikle solungaç, dalak, kalp ve karaciğerinde başlıca PUFA'yı oluşturmuştur. Bu nedenle, n-3/n-6 oranı en düşük alt sınıf PI olmuştur.

Deniz balıklarında PI, genellikle doymuş yağ asitlerinden 18:0, PUFA'lardan ise AA bakımından zengindir. *A. tarichi*'de de baskın SFA 16:0 değil, analizlenen çoğu aylarda bu bileşenin iki hatta üç katı kadar saptanan 18:0 olmuştur (Çizelge 4.41 ve 4.42). Bu bulgu, PI alt sınıfına ait bir özelliktir.



Çizelge 4.41 Dişi *Alburnus tarichi*'nin kas fosfatidilinositol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	1.15±0.11a	0.27±0.02b	2.68±0.27c	1.45±0.15a	1.18±0.11a	0.20±0.01b	1.16±0.37a
15:0	0.16±0.01a	0.08±0.02b	1.46±0.14c	0.10±0.04a	1.57±0.13c	0.05±0.03b	0.57±0.30d
16:0	11.69±1.17a	7.57±0.70b	13.05±1.03a	16.03±1.06c	11.98±1.02a	8.02±0.71b	11.39±1.30a
17:0	0.22±0.02a	0.75±0.06b	0.61±0.05b	0.04±0.02c	0.29±0.02a	0.07±0.02c	0.33±0.12a
18:0	24.55±1.15a	37.59±1.33b	32.05±1.27b	25.41±1.08a	25.74±1.13a	24.86±1.28a	28.37±2.17a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>37.76±1.37a</b>	<b>46.26±1.52b</b>	<b>49.85±1.38b</b>	<b>43.03±1.41b</b>	<b>40.76±1.33b</b>	<b>33.21±1.36a</b>	<b>41.81±2.43b</b>
16:1n-7	5.28±0.50a	0.85±0.07b	0.83±0.08b	4.02±0.40a	2.90±0.22a	1.43±0.19c	2.55±0.75a
18:1n-9	17.85±1.07a	5.43±0.53b	2.86±0.12c	14.31±1.04a	8.37±0.80b	7.74±0.73b	9.43±2.29d
20:1n-9	0.79±0.06a	0.08±0.02b	0.26±0.02c	0.17±0.06c	0.38±0.02d	0.35±0.02d	0.34±0.10d
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>23.91±1.22a</b>	<b>6.36±0.65b</b>	<b>3.94±0.38b</b>	<b>18.51±1.08c</b>	<b>11.66±1.05d</b>	<b>9.53±0.90b</b>	<b>12.32±3.09d</b>
18:2n-6	1.29±0.21a	0.61±0.05b	1.15±0.26a	0.71±0.06b	0.99±0.05a	0.40±0.02c	0.86±0.14a
18:3n-3	0.49±0.03a	0.10±0.04b	2.30±0.27c	0.25±0.02d	0.19±0.01b	0.07±0.02e	0.57±0.35a
20:2n-6	0.30±0.03a	0.07±0.02b	1.60±0.12c	0.09±0.01b	0.73±0.06d	0.05±0.03b	0.47±0.25e
20:3n-6	0.48±0.03a	0.25±0.02b	0.33±0.02b	0.11±0.03c	4.05±0.40d	0.29±0.02b	0.92±0.63e
20:4n-6	9.40±0.95a	14.60±1.06a	11.96±1.01a	9.81±0.99a	14.08±1.10a	15.81±1.07a	12.61±1.08a
20:5n-3	11.00±0.99a	14.40±1.08a	15.30±1.54a	9.86±0.83a	10.04±0.92a	15.80±1.07a	12.74±1.12a
22:5n-3	4.47±0.43a	4.79±0.38a	2.20±0.41b	2.54±0.27b	5.66±0.55a	4.67±0.42a	4.05±0.56a
22:6n-3	10.89±0.93a	12.56±1.02a	11.37±1.01a	15.11±1.06a	11.84±0.99a	20.17±1.20b	13.66±1.44a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>38.33±1.34a</b>	<b>47.38±1.36b</b>	<b>46.21±1.89b</b>	<b>38.46±1.44a</b>	<b>47.58±1.55b</b>	<b>57.27±1.72c</b>	<b>45.87±2.87b</b>
Σn-3	26.86±1.27a	31.85±1.22a	31.16±1.30a	27.76±1.29a	27.73±1.26a	40.71±1.59b	31.01±2.11a
Σn-6	11.47±1.16a	15.53±1.15a	15.04±1.04a	10.71±1.06a	19.85±1.08b	16.56±1.19a	14.86±1.38a
n-3/n-6	2.34	2.05	2.07	2.59	1.40	2.46	2.09

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.42** Erkek *Alburnus tarichi*'nin kas fosfatidilinositol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.47±0.04a	0.66±0.22b	0.20±0.01c	0.45±0.10a	0.51±0.04a	0.24±0.02c	0.42±0.07a
15:0	0.11±0.03a	0.20±0.01b	0.08±0.02c	0.07±0.02c	0.32±0.02d	0.04±0.02e	0.14±0.04a
16:0	6.44±0.65a	10.21±0.99a	10.75±0.95a	9.73±0.93a	9.12±0.99a	6.27±0.34a	8.75±0.79a
17:0	0.04±0.02a	0.04±0.02a	0.14±0.01b	0.52±0.03c	0.07±0.02a	0.04±0.02a	0.14±0.08b
18:0	35.41±1.21a	24.41±1.14b	34.96±1.23a	41.45±1.44a	28.73±1.30b	29.97±1.29a	32.49±2.45a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>42.47±1.40a</b>	<b>35.52±1.31b</b>	<b>46.13±1.46a</b>	<b>52.21±1.48c</b>	<b>38.75±1.25a</b>	<b>36.57±1.37b</b>	<b>41.94±2.60a</b>
16:1n-7	1.75±0.11a	2.99±0.23b	1.34±0.13a	1.13±0.11a	2.40±0.28b	1.40±0.39a	1.83±0.29a
18:1n-9	7.59±0.70a	7.74±0.73a	16.75±1.06b	5.42±0.55a	6.95±0.66a	7.43±0.28a	8.65±1.66a
20:1n-9	0.37±0.04a	0.28±0.01a	0.13±0.04b	0.05±0.03c	0.25±0.02a	0.40±0.04e	0.25±0.05a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>9.71±0.84a</b>	<b>11.00±0.99a</b>	<b>18.23±1.06b</b>	<b>6.60±0.62a</b>	<b>9.60±0.66a</b>	<b>9.23±0.91a</b>	<b>10.73±1.61a</b>
18:2n-6	0.35±0.02a	0.45±0.10b	0.52±0.03b	0.22±0.02c	0.58±0.04b	0.23±0.01c	0.39±0.06a
18:3n-3	0.07±0.02a	0.14±0.01b	0.06±0.02a	0.04±0.02a	0.24±0.01c	0.09±0.01a	0.11±0.03a
20:2n-6	0.11±0.03a	0.14±0.01a	0.19±0.01a	0.04±0.02b	0.13±0.01a	0.11±0.03a	0.12±0.02a
20:3n-6	0.35±0.02a	0.43±0.04b	0.43±0.04b	0.54±0.03c	0.44±0.03b	0.38±0.02a	0.43±0.03b
20:4n-6	17.35±1.07a	10.23±0.92b	12.45±1.01a	16.80±1.08a	15.72±1.05a	18.57±1.08a	15.19±1.30a
20:5n-3	14.97±1.05a	14.62±1.05a	8.63±1.16b	9.86±0.83a	12.90±1.02a	11.73±1.01a	12.12±1.04a
22:5n-3	4.34±0.14a	6.18±0.63a	3.26±0.30a	2.75±0.15a	5.37±0.41a	5.14±0.58a	4.51±0.54a
22:6n-3	10.29±0.94a	21.29±0.21b	10.11±0.98a	10.94±0.98a	16.29±1.06b	17.95±1.09b	14.48±1.92a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>47.82±1.64a</b>	<b>53.48±1.61b</b>	<b>35.64±1.36c</b>	<b>41.19±1.29a</b>	<b>51.65±1.48b</b>	<b>54.20±1.62b</b>	<b>47.33±3.04a</b>
Σn-3	29.67±1.23a	42.23±1.32b	22.06±1.12c	23.60±1.23c	34.79±1.23a	34.91±1.39a	31.21±3.12a
Σn-6	18.15±1.09a	11.25±0.99b	13.59±1.03a	17.60±1.09a	16.86±1.08a	19.29±1.08a	16.12±1.25a
n-3/n-6	1.63	3.75	1.62	1.34	2.06	1.81	1.94

\*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.

#### 4.55. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerindeki Karaciğer Fosfatidilinositol (PI) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi

İnci Kefali'nin karaciğer dokusu PI alt sınıfında 16:0; erkek balıklarda % 10.58 (aralık)- % 15.25 (haziran), dişilerde ekimde % 9.61 ile en düşük, ağustosta % 29.66 ile en yüksek değerde belirlenmiştir. Fosfatidilkolinde olduğu gibi PI alt sınıfında dominant SFA 16:0 değil, 18:0 belirlenmiştir. Bu bileşen dişilerde % 13.14 (aralık)- % 33.2 (ekim); erkeklerde % 15.57 (haziran)- % 23.85 (ekim) arasında saptanmıştır. Her iki eşeyde de 18:0'ın ekimde arttığı, haziran ayında ise azaldığı görülmüştür (Çizelge 4.43 ve 4.44).

Erkek balıklarda aralık ayında % 29.51 ile azalan  $\Sigma$ SFA, diğer aylarda yakın değerlerde bulunmuştur. Bu yağ asitlerinin dişilerde ağustos ayında önemli artış gösterdiği kaydedilmiştir. 18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA'nın dişilerde şubat, erkeklerde ise ağustos ayında diğer aylara oranla arttığı belirlenmiştir.

Diğer yağ asitlerine oranla daha düşük yüzdede bulunan 18:2n-6 (dişilerde ortalama % 0.61, erkeklerde % 1.69) ve 18:3n-3 (dişilerde ortalama % 0.13, erkeklerde % 0.35) yağ asitlerinin erkeklerde ekim ayında (18:2n-6 % 6.77, 18:3n-3 % 1.20) önemli oranda arttığı saptanmıştır.

Fosfatidilkolinde olduğu gibi PI alt sınıfında dominant PUFA DHA değil, AA belirlenmiştir. Bu bileşenin oranı dişilerde % 3.72 (haziran) - % 23.04 (ekim); erkeklerde % 5.75 (haziran) - % 21.01 (ekim) olarak saptanmıştır. Bu bileşen ile bunu temsil eden  $\Sigma$ n-6'ların haziranda azaldığı ekimde ise arttığı belirlenmiştir. EPA ve 22:5n-3,  $\Sigma$ n-3 ve  $\Sigma$ PUFA'ların ağustos ayında azaldıkları saptanmıştır.

Dişi balıklarda, DHA; % 6.16 (şubat) - % 16.24 (aralık); erkeklerde ise % 8.04 (ekim)- % 15.64 (haziran) arasında belirlenmiştir. EPA; her iki eşeyde, 22:5n-3 ve DHA erkek balıklarda, diğer aylara oranla haziran ayında artmıştır.

Dişilerde ortalama 1.53, erkeklerde 1.29 olan n-3/n-6 oranı DHA ya bağlı olarak, haziran ayında artış göstermiştir. Bu oranın genelde düşük çıkmasının nedeni n-6 bileşenlerinden AA'nın oldukça yüksek olmasıdır.

Bireysel yağ asitleri içinde analizlenen her ayda; 18:0, 18:1n-9, AA, 16:0, DHA ve EPA baskın olarak tespit edilmiştir. Doymuşlar içinde en çok 18:0; tekli doymuşlar içinde 18:1n-9; çoklu doymamışlar içinde ise AA fazla oranda belirlenmiştir. Her iki eşeyde  $\Sigma$ SFA; aralık ayında azalırken aynı dönemde  $\Sigma$ PUFA artış, ağustos ayında  $\Sigma$ SFA artarken  $\Sigma$ PUFA azalma göstermiştir.

Erkeklerde, ağustos ayı hariç diğer aylarda en çok  $\Sigma$ PUFA, daha sonra  $\Sigma$ SFA; dişilerde ise şubat, ağustos ve ekimde en çok  $\Sigma$ SFA, diğer dönemlerde ise  $\Sigma$ PUFA yüksek oranda bulunmuştur.  $\Sigma$ MUFA ise en az yüzde de kaydedilmiştir.

Kimi çalışmada (Baticic ve ark. 2011), asidik PL alt sınıflarından PI ve PS iyi ayrılmadığından, yağ asiti içerikleri birlikte verilmiştir. Örneğin, *D. sargus*'un karaciğer PI/PS'de ilkbahar mevsiminde 16:0, ve total SFA bir miktar, 16:1n-7, 18:1n-9 ve total MUFA ise önemli oranda artış göstermiştir. EPA ve DHA ise sonbahar ve kış mevsiminde yüksek bulunmuştur. *D. vulgaris*'in karaciğer PI/PS'de tıpkı *D. sargus*'ta olduğu gibi, 16:0 ve total SFA ilkbaharda, DHA ve PUFA sonbahar ve kışın artış göstermiştir (Baticic ve ark. 2011).

İnci Kefali Balığı'nın dişilerinde 16:0 ağustosta artmıştır. Dişi balıklarda 18:1n-9 ve total MUFA şubatta, erkeklerde ise ağustosta, total PUFA iki eşeyde de aralık ayında diğer aylara oranla daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.43 ve 4.44). Bu bulgu, aynı PL alt sınıf yağ asiti değişimlerinin değişik balık türlerinde, hatta aynı balığın dişi ve erkek bireylerinde bile farklı olabileceğini göstermektedir.

Pisi Balığı'nın (*H. hippoglossus*) dokularında PI, PC gibi yüksek oranda total SFA içerir. Ancak PI'da major SFA 16:0 değil 18:0 (% 17- 31) dir.PI, diğer alt sınıflara oranla AA bakımından zengin (% 6-21) olarak belirlenmiştir. Bu bileşen, balığın özellikle solungaç, dalak, kalp ve karaciğerinde başlıca PUFA'yı oluşturmuştur. Bu nedenle, n-3/n-6 oranı en düşük alt sınıf PI olmuştur.

Deniz balıklarında PI, genellikle doymuş yağ asitlerinden 18:0, PUFA'lardan ise AA bakımından zengindir.

Çalışmamızda da kas PI da olduğu gibi karaciğer PI da dominant bileşenler SFA dan 18:0 (dişilerde ortalama % 22.71, erkeklerde % 20.91), PUFA'dan AA (dişilerde ortalama % 12.70, erkeklerde % 16.34) belirlenmiştir (Çizelge 4.43 ve 4.44). Bu sonuç, aynı PL alt sınıfının baskın bileşenlerinin değişik balık türlerinde ve aynı balığın değişik dokularında benzer olduğunu, ancak yüzde miktarlarının değişebileceğini göstermektedir.

Genellikle deniz balıklarında büyümeyi artıran; hücre zarlarında önemli yapısal ve fonksiyonel işlev gören AA, hem karaciğer hem de kas fosfolipitlerin ve özellikle PI'nın önemli bileşenidir.Hücre zarında sinyal iletiminde işlev yapan PI, hücrede kalsiyum salınımını sağlayan IP<sub>3</sub>'ün de öncül maddesidir (Gallagher ve ark. 1998). Castell ve ark.

(1994), besine % 0.3-1.0 oranında eklenen AA'nın genç alabalıkların büyümesini arttırdığını buldular.

PC ve PE'nin besinsel yağ asitlerinden benzer şekilde etkilendiği, ancak PI'nın yağ asiti içeriğinin, besinsel lipitlerden en az etkilendiği saptanmıştır. Örneğin 18:0 içeriği % 1.00, AA % 0.75, DHA içeriği % 9.01 olan besinle beslenen Japon Yayın Balığı'nın Kas PI alt sınıfında; 18:0 % 34.00, AA % 13.00, DHA içeriği % 21.13 olarak bulunmuştur (Shirai ve Wada 2001)

Kültüre alınmış Japon Yayın Balığı *S. asotus*'un yaz ve kış mevsimine ait analizlerde karaciğer ve ovaryumda PI alt sınıfında baskın bulunan bileşenler; 18:0 ve AA'dır. Bu bileşenlerin ortalama yüzdeleri karaciğerde 18:0 için % 24.1, AA için % 27.1 olarak belirlenmiştir. (Shirai ve Wada 2001)

Sonuç olarak, kültüre alınmış Japon Yayın Balığı *S. asotus*'un kas, karaciğer ve ovaryumda PI; doymuş yağ asitlerinden 18:0 asiti, çoklu doymamışlardan AA asiti dominant olarak içermiştir. *S. asotus*'ta karaciğer ve ovaryumda AA yazın; EPA ve DHA ise kışın artış göstermiştir. Her iki dokuda total doymuş yağ asitleri yaz oranla kışın daha düşük bulunmuştur. Balığın her üç dokusunda da AA'nın yaz mevsiminde, EPA'nın ise kışın arttığı saptanmıştır (Shirai ve Wada 2001).

Shirai ve Wada (2001), AA'nın PI için önemli olduğunu, kastaki DHA ile karaciğerdeki EPA değişimlerini dengelediğini ileri sürmüşlerdir. Örneğin, kışın 22:6n-3 kasta arttığı zaman AA azalmakta, yazın DHA azaldığı zaman AA artmaktadır. *S. asotus*'un kas, karaciğer ve ovaryumdaki n-3/n-6 oranı yaz oranla kışın daha yüksek bulunmuştur.

Sonuç olarak kültüre alınmış Japon Yayın Balığı'nın çeşitli dokularındaki PI yağ asiti içeriğine mevsimin ve sıcaklığın etki ettiği ileri sürülmüştür (Shirai ve Wada 2001).

İnci Kefali'nin her iki eşeyinde özellikle dişilerde karaciğer PI fraksiyonunda 16:0 ve 18:0 ile bunlara bağlı olarak  $\Sigma$ SFA yüzdesinin, su sıcaklığının yüksek (20 °C) olduğu ağustos ayında, sıcaklığın düşük olduğu (5.5 °C) aralık ayına oranla önemli oranda arttığı; EPA ve  $\Sigma$ PUFA'ların sıcaklığın yüksek olduğu ağustos ayında azaldığı, sıcaklığın düşük olduğu aralık ayında ise arttığı belirlenmiştir. Özetle, sıcaklığın yüksek olduğu ağustosta doymuş yağ asitleri, sıcaklığın düşük olduğu aralık ayında ise çoklu doymamış yağ asitleri artış göstermiştir (Çizelge 4.43 ve 4.44). Bu sonuçlar karaciğer PI fraksiyonundaki yağ asiti içeriğinin sıcaklıktan önemli ölçüde etkilendiğini göstermektedir.

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.43** Dişi *Alburnus tarichi*'nin karaciğer fosfatidilinositol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>s</sup>	1.02±0.12a	1.65±0.20a	2.76±0.27b	1.14±0.10a	0.38±0.02c	0.58±0.04d	1.25±0.35a
15:0	0.30±0.03a	0.17±0.06b	0.83±0.05c	0.31±0.02a	0.42±0.03d	0.20±0.01b	0.37±0.10a
16:0	12.84±1.02a	13.06±1.03a	17.73±1.04b	29.66±1.29c	9.61±0.56a	15.83±1.03b	16.45±2.87b
17:0	0.07±0.02a	0.20±0.01b	0.16±0.01b	0.10±0.04a	0.17±0.06b	0.11±0.03a	0.14±0.02b
18:0	24.82±1.14a	19.60±1.20a	14.33±1.04b	31.19±1.22c	33.20±1.13c	13.14±1.02b	22.71±3.45a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>39.05±1.28a</b>	<b>34.68±1.34a</b>	<b>35.81±1.30a</b>	<b>62.39±1.48b</b>	<b>43.78±1.46a</b>	<b>29.86±1.19c</b>	<b>40.93±4.69a</b>
16:1n-7	3.03±0.38a	5.87±0.15b	6.52±0.65b	4.93±0.34a	2.15±0.25a	3.67±0.30a	4.36±0.69a
18:1n-9	26.78±1.28a	19.07±1.10a	21.45±1.22a	15.62±1.05b	14.70±1.17b	17.87±1.07b	19.25±1.80a
20:1n-9	0.44±0.03a	0.51±0.04a	0.23±0.01b	0.02±0.01c	0.17±0.06b	0.53±0.19a	0.31±0.08d
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>30.26±1.14a</b>	<b>25.45±1.13a</b>	<b>28.20±1.28a</b>	<b>20.56±1.22b</b>	<b>17.02±1.07b</b>	<b>22.07±1.12b</b>	<b>23.92±2.03b</b>
18:2n-6	0.84±0.07a	0.86±0.21a	1.03±0.09b	0.04±0.02c	0.35±0.02d	0.53±0.19a	0.61±0.15a
18:3n-3	0.04±0.02a	0.21±0.01b	0.25±0.02b	0.07±0.02a	0.09±0.01c	0.13±0.04d	0.13±0.03d
20:2n-6	0.26±0.01a	0.38±0.02a	0.18±0.01b	0.03±0.02c	0.12±0.03b	0.22±0.02b	0.20±0.05b
20:3n-6	0.20±0.02a	0.54±0.03b	0.28±0.01a	0.14±0.01a	0.85±0.04c	0.39±0.02d	0.40±0.11d
20:4n-6	15.22±1.07a	14.72±1.08a	3.72±0.12b	5.24±0.54b	23.04±1.27c	14.27±1.07a	12.70±2.92a
20:5n-3	6.02±0.60a	8.60±0.83a	12.23±1.04b	3.16±0.14c	4.98±0.38a	10.23±0.92b	7.54±1.39a
22:5n-3	1.95±0.19a	3.38±0.35a	3.11±0.31a	0.90±0.09b	2.49±0.12a	6.06±0.56c	2.98±0.71a
22:6n-3	6.16±0.61a	11.18±0.99b	15.20±1.07b	7.46±0.77a	7.29±0.56a	16.24±1.17b	10.59±1.77b
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>30.69±1.29a</b>	<b>39.88±1.35b</b>	<b>36.00±1.39b</b>	<b>17.05±1.08c</b>	<b>39.20±1.36b</b>	<b>48.08±1.46d</b>	<b>35.15±4.30a</b>
Σn-3	14.17±1.04a	23.38±1.16b	30.79±1.36c	11.59±0.98a	14.85±1.05a	32.66±1.27c	21.24±3.70b
Σn-6	16.53±1.16a	16.50±1.23a	5.21±0.52b	5.46±0.25b	24.35±1.25c	15.42±1.05a	13.91±3.01a
n-3/n-6	0.86	1.42	5.92	2.12	0.61	2.12	1.53

\*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.

**Çizelge 4.44** Erkek *Alburnus tarichi*'nin karaciğer fosfatidilinositol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.59±0.03a	1.48±1.14b	1.82±0.10b	0.33±0.02c	0.77±0.19d	0.65±0.05a	0.94±0.24b
15:0	0.14±0.01a	0.23±0.01b	0.89±0.29c	0.17±0.06a	0.64±0.10d	0.08±0.02a	0.36±0.13e
16:0	12.23±1.01a	11.29±1.01a	15.25±1.05a	13.92±1.06a	10.65±0.98a	10.58±0.90a	12.32±0.78a
17:0	0.09±0.01a	0.19±0.01b	0.18±0.01b	0.01±0.01c	0.06±0.02a	0.09±0.01a	0.10±0.03a
18:0	22.91±1.12a	21.93±1.20a	15.57±1.05b	23.08±1.20a	23.85±1.21a	18.10±1.09b	20.91±1.35a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>35.95±1.37a</b>	<b>35.11±1.33a</b>	<b>33.71±1.22a</b>	<b>37.51±1.28a</b>	<b>35.96±1.42a</b>	<b>29.51±1.36b</b>	<b>34.63±1.14a</b>
16:1n-7	2.82±0.12a	6.03±0.60b	6.12±0.55b	3.69±0.23a	2.65±0.15a	2.93±0.12a	4.04±0.66a
18:1n-9	15.39±1.05a	15.37±1.05a	19.15±1.09a	25.08±1.22b	15.08±1.05a	19.07±1.10a	18.19±1.58a
20:1n-9	0.49±0.03a	0.57±0.05a	0.40±0.02a	0.02±0.01b	0.04±0.02b	0.73±0.06c	0.37±0.12a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>18.70±1.08a</b>	<b>21.97±1.19a</b>	<b>25.67±1.09b</b>	<b>28.79±1.29b</b>	<b>17.77±1.07a</b>	<b>22.73±1.20a</b>	<b>22.60±1.70a</b>
18:2n-6	0.35±0.02a	0.97±0.08b	1.36±0.11b	0.12±0.01c	6.77±0.63d	0.56±0.04e	1.69±1.03b
18:3n-3	0.12±0.03a	0.24±0.02b	0.23±0.01b	0.01±0.01c	1.20±0.10d	0.30±0.03b	0.35±0.18e
20:2n-6	0.24±0.02a	0.30±0.03a	0.25±0.02a	0.01±0.01b	0.16±0.01c	0.27±0.02a	0.21±0.04a
20:3n-6	0.41±0.15a	0.52±0.04a	0.39±0.03a	0.34±0.02a	0.56±0.04b	0.33±0.02a	0.42±0.04a
20:4n-6	18.26±1.08a	15.62±1.05a	5.75±0.56b	17.36±1.09a	21.01±1.36a	20.05±1.23a	16.34±2.26a
20:5n-3	10.20±0.98a	9.87±0.83a	12.85±1.01a	3.41±0.37b	5.96±1.12b	11.24±0.99a	8.92±1.44a
22:5n-3	3.59±0.34a	3.35±0.35a	4.15±0.49a	1.37±0.15b	2.56±0.25a	3.02±0.31a	3.01±0.39a
22:6n-3	12.19±1.03a	12.05±1.11a	15.64±1.09a	11.08±1.11a	8.04±1.30a	11.99±1.02a	11.83±0.99a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>45.35±1.42a</b>	<b>42.92±1.55a</b>	<b>40.62±1.55a</b>	<b>33.70±1.22b</b>	<b>46.27±1.52a</b>	<b>47.76±1.48a</b>	<b>42.77±2.09a</b>
Σn-3	26.09±1.15a	25.52±1.23a	32.87±1.16b	15.87±1.04c	17.77±1.07c	26.56±1.32a	24.11±2.56a
Σn-6	19.26±1.10a	17.41±1.08a	7.75±0.77b	17.83±1.07a	28.50±1.22c	21.21±1.12a	18.66±2.74a
n-3/n-6	1.35	1.47	4.24	0.89	0.62	1.25	1.29

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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.

##### 4.56. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerindeki Gonat Fosfatidilinositol (PI) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi

İnci Kefali'nde, 16:0'ın miktarı ovaryum ve testiste birbirinden oldukça farklı saptanmıştır. Zira testiste PI fraksiyonunda, 16:0 yüzdesi analizlenen her ayda ovaryumdan oldukça yüksek (testiste ortalama % 17.42, ovaryumda % 10.91) bulunmuştur. Ortak olan bulgu her iki gonatta ağustos ayında 16:0'ın yüksek, şubat ayında ise diğer aylara oranla düşük olmasıdır (Çizelge 4.45 ve 4.46).

Ovaryum ve testiste SFA içinde en yüksek dağılıma sahip bileşen 16:0 değil, 18:0 tespit edilmiştir. Bu yağ asidinin yüzdesi ovaryumda % 19.45 ( aralık) - % 27.85 (ağustos); testiste ise % 15.78 ( aralık)- % 25.76 (şubat) oranında bulunmuştur. Her iki gonatta, diğer aylara oranla aralık ayında bir miktar azalan bu bileşen, ovaryumda ağustos, testiste ise şubat döneminde artış göstermiştir (Çizelge 4.45 ve 4.46).

$\Sigma$ SFA'da, 16:0 ve 18:0'a bağlı olarak ağustos ayında artış, 18:0'a bağlı olarak aralık ayında ise azalma kaydedilmiştir.

Oleik asit, ovaryum ve testiste; diğer aylara oranla nisan döneminde artış, ağustosta ise azalma göstermiştir.  $\Sigma$ MUFA'lar analizlenen her dönemde ovaryumda birbirine yakın değerlerde (% 17.31- % 19.33) belirlenmiş, testislerde ise 18:1n-9'a bağlı olarak nisanda artış göstermiştir. Analizlenen her dönemde; ovaryum PI fraksiyonunda baskın PUFA olarak belirlenen AA yüzdesi testisten fazla (ovaryumda % 17.63 ağustos- % 36.60 nisan, ortalama % 27.67, testiste % 3.88 nisan- % 21.17 şubat, ortalama % 11.78) bulunmuştur. Verilerden de anlaşılacağı gibi, bu bileşen ovaryumda nisan, testiste ise şubat döneminde diğer aylara oranla yüksek belirlenmiştir (Çizelge 4.45 ve 4.46).

EPA oranının gonatlarda kış mevsimini temsil eden aylarda arttığı (ovaryumda aralık, testiste ise şubat) nisan ayında da önemli derecede azaldığı belirlenmiştir.

Ovaryumda ortalama % 8.25, testislerde % 9.27 bulunan DHA'nın gonatlarda nisan ayında azaldığı; ovaryumda aralık, testiste ise haziran ayında artış gösterdiği tespit edilmiştir.

$\Sigma$ PUFA'ların üreme dokularında kış mevsimini temsil eden aylarda arttığı, ovaryumda ağustos, testiste nisanda azaldığı belirlenmiştir.

$\Sigma$ n-3'lerin her iki gonatta nisanda azaldığı,  $\Sigma$ n-6'ların AA'da olduğu gibi, ovaryumda nisan, testiste ise şubat döneminde arttığı, testiste nisan ayında oldukça azaldıkları saptanmıştır.



Ovaryumda ortalama 0.60, testiste 1.54 olan n-3/n-6 oranı, gonatlarda haziran ayında artış gösterdiği, ovaryumda nisan, testiste ise şubat ayında azaldığı belirlenmiştir. Görüldüğü gibi bu parametrenin testisteki miktarı, ovaryumun iki katıdır. Bunun nedeni ovaryumda AA oranının oldukça fazla olmasıdır.

Bireysel yağ asitleri içinde analizlenen her ayda; SFA'lar içinde 18:0, MUFA içinde 18:1n-9, PUFA'lardan AA saptanmıştır.

Nisan ayında testislerde  $\Sigma$ MUFA ve 18:1n-9 artarken aynı dönemde  $\Sigma$ PUFA, EPA ve DHA azalma göstermiştir. Aralık ayında ovaryum ve testiste  $\Sigma$ SFA ve 16:0 azalırken aynı ayda  $\Sigma$ PUFA ve DHA artış göstermiştir. Ağustos ayında ovaryumda  $\Sigma$ SFA, 16:0 ve 18:0 artarken aynı dönemde  $\Sigma$ PUFA ve AA da azalma kaydedilmiştir.

Ovaryumda ortalama  $\Sigma$ SFA % 35.61,  $\Sigma$ MUFA % 18.26,  $\Sigma$ PUFA % 46.13; testiste ortalama  $\Sigma$ SFA % 40.34,  $\Sigma$ MUFA % 24.21,  $\Sigma$ PUFA % 35.45 olarak bulunmuştur. Ovaryumda ağustos ayı dışında analizlenen tüm aylarda en çok  $\Sigma$ PUFA, testislerde su sıcaklığının yüksek olduğu haziran, ağustos ve ekimde  $\Sigma$ SFA, sıcaklığın düşük olduğu aralık ve şubatta  $\Sigma$ PUFA, ovaryumda tüm aylarda testiste ise nisan ve ekim dışında en az  $\Sigma$ MUFA saptanmıştır (Çizelge 4.45 ve 4.46). Verilerden, ovaryumun  $\Sigma$ PUFA, testisin  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ SFA bakımından daha zengin olduğu;  $\Sigma$ SFA ların, su sıcaklığının yüksek,  $\Sigma$ PUFA'ların ise sıcaklığın düşük olduğu zamanda miktarlarının arttığı ve karaciğerde olduğu gibi gonat PI yağ asiti içeriğinin su sıcaklığından etkilendiğini söyleyebiliriz.

PI'dan sentezlenen ve ikinci haberci olan IP<sub>3</sub>, kalsiyum salınımı; lipit sentezi için NAD kinazın aktivasyonu dahil yeni döllenmiş yumurtadaki bir seri metabolik reaksiyonların oluşumunu sağlar (Gallagher ve ark. 1998). IP<sub>3</sub>, Deniz kestanesinde yumurta döllenmesinde fonksiyon görmektedir (Kreimer ve Khotimchenko 1995).

Kültüre alınmış Japon Yayın Balığı *S. asotus*'un yaz ve kış mevsimine ait analizlerde ovaryumdaki PI alt sınıfında dominant bileşenler ortalama olarak % 26.5 ile 18:0, % 28.5 ile AA saptanmıştır (Shirai ve Wada 2001). Benzer bulgu çalışmamızda da saptanmıştır.

*S. asotus* takaraciğer ve ovaryumda: AA yazın; EPA ve DHA ise kışın artış göstermiştir. Her iki dokuda total doymuş yağ asitleri yazın oranla kışın daha düşük bulunmuştur.

Araştırmamızda ise PUFA'lerden baskın bulunan AA, muhtemelen üremede fonksiyon gören prostaglandinlerin sentezinde kullanıldığı için her iki gonatta da üreme dönemi olan haziranda azalma göstermiştir. Balığın ovaryumunda *S. asotus*'ta belirlendiği gibi (Shirai ve Wada 2001), EPA ve DHA'nın su sıcaklığının en düşük olduğu (5.5 °C) aralık ayında arttığı saptanmıştır.

*S. asotus*'un kas, karaciğer ve ovaryumdaki n-3/n-6 oranı yaza oranla kışın daha yüksek bulunmuştur (Shirai ve Wada 2001). İnci Kefali'nin ovaryumunda bu oran, nisanda azalmış, haziran ve aralıkta ise artmıştır (Çizelge 4.45).

**Çizelge 4.45** Dişi *Alburnus tarichi*'nin ovaryum fosfatidilinositol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.25±0.02a	0.09±0.01b	0.09±0.01b	2.21±0.29c	0.66±0.05d	0.21±0.01a	0.58±0.34d
15:0	0.07±0.02a	0.05±0.03a	0.08±0.02a	0.76±0.07b	0.39±0.02c	0.09±0.01a	0.24±0.12d
16:0	7.77±0.73a	6.56±0.65a	11.65±0.92b	19.30±1.25b	11.86±0.93b	8.32±0.84a	10.91±1.89b
17:0	0.07±0.02a	0.58±0.04b	1.02±0.12c	0.16±0.01d	0.04±0.02a	0.06±0.02a	0.32±0.16e
18:0	21.90±1.20a	24.48±1.20a	23.18±1.29a	27.85±1.23b	24.49±1.24	19.45±1.08	23.56±1.15
<b>ΣS.F.A</b>	<b>30.07±1.21a</b>	<b>31.75±1.22a</b>	<b>36.02±1.24b</b>	<b>50.27±1.43c</b>	<b>37.44±1.30b</b>	<b>28.12±1.28a</b>	<b>35.61±3.27b</b>
16:1n-7	1.69±0.81a	0.73±0.06b	1.21±0.51a	4.92±0.41c	3.08±0.39c	1.85±0.18a	2.25±0.62c
18:1n-9	15.95±1.10a	17.78±1.07a	18.06±0.83a	12.79±0.99b	14.03±1.05b	15.47±1.24a	15.68±0.84a
20:1n-9	0.79±0.06a	0.16±0.01b	0.06±0.02c	0.15±0.01b	0.19±0.01b	0.65±0.05a	0.33±0.12d
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>18.44±1.14a</b>	<b>18.68±1.08a</b>	<b>19.33±1.11a</b>	<b>17.86±1.07a</b>	<b>17.31±1.07a</b>	<b>17.97±1.09a</b>	<b>18.26±0.29a</b>
18:2n-6	0.30±0.03a	0.44±0.03a	0.79±0.06b	0.97±0.08b	0.44±0.03a	0.32±0.02a	0.54±0.11b
18:3n-3	0.22±0.01a	0.18±0.01a	0.10±0.04b	0.12±0.01b	0.15±0.01b	0.08±0.02c	0.14±0.02b
20:2n-6	0.26±0.02a	0.24±0.02a	0.23±0.01a	0.13±0.03b	0.18±0.01ab	0.15±0.01b	0.20±0.02a
20:3n-6	0.42±0.03a	0.24±0.02b	0.40±0.02a	0.51±0.04a	0.38±0.02a	0.35±0.02a	0.38±0.04a
20:4n-6	32.02±1.39a	36.60±1.17a	22.39±1.24b	17.63±1.17c	28.72±1.28a	28.65±1.31a	27.67±2.76a
20:5n-3	5.57±0.54a	4.92±0.41a	7.62±0.06b	4.13±0.41a	5.73±0.52a	8.59±0.88b	6.09±0.69a
22:5n-3	3.48±0.19a	2.24±0.24a	3.42±0.15a	1.55±0.15b	3.04±0.13a	3.40±0.32a	2.85±0.32a
22:6n-3	9.23±0.91a	4.71±0.35b	9.71±0.84a	6.83±0.56ab	6.61±0.18ab	12.38±1.12a	8.25±1.12a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>51.49±1.43a</b>	<b>49.57±1.43a</b>	<b>44.66±1.40b</b>	<b>31.87±1.37c</b>	<b>45.25±1.33a</b>	<b>53.92±1.45a</b>	<b>46.13±3.20b</b>
Σn-3	18.49±1.11a	12.06±1.11b	20.84±1.08a	12.63±1.10b	15.53±1.15ab	24.45±1.22c	17.34±1.98ab
Σn-6	33.00±1.37a	37.51±1.28a	23.81±1.28b	19.24±1.09b	29.72±1.67ab	29.47±1.29ab	28.79±2.65ab
n-3/n-6	0.56	0.32	0.88	0.66	0.52	0.83	0.60

\*Her veri 3 tekrarı 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. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.46** Erkek *Alburnus tarichi*'nin testis fosfatidilinositol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.35±0.02a	1.02±0.12b	0.67±0.07c	2.11±0.22d	1.98±0.17d	1.72±0.10d	1.31±0.30b
15:0	0.12±0.03a	0.30±0.03b	0.38±0.02b	0.57±0.05c	3.77±0.31d	0.16±0.01a	0.88±0.58e
16:0	10.80±1.01a	18.62±1.08b	20.84±1.10c	20.52±0.27c	18.18±1.08b	15.56±1.07a	17.42±1.53b
17:0	0.07±0.02a	0.08±0.02a	0.77±0.19b	0.05±0.03a	0.20±0.01c	0.20±0.01c	0.23±0.11c
18:0	25.76±1.33a	20.98±1.20a	23.11±1.12a	19.25±1.08a	18.13±1.08b	15.78±1.05b	20.50±1.46a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>37.10±1.38a</b>	<b>41.01±1.40a</b>	<b>45.76±1.42b</b>	<b>42.50±1.44a</b>	<b>42.25±1.44a</b>	<b>33.44±1.30a</b>	<b>40.34±1.79a</b>
16:1n-7	2.55±0.54a	5.94±0.54b	1.71±0.51a	5.52±0.50b	8.26±0.56b	7.30±0.70b	5.21±1.06b
18:1n-9	13.97±1.13a	34.70±1.22b	13.84±1.04a	12.25±1.01a	18.27±1.07c	16.51±1.23c	18.26±3.40c
20:1n-9	0.70±0.04a	1.26±1.13b	0.11±0.03c	0.53±0.19d	1.35±0.10b	0.45±0.02d	0.74±0.20a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>17.22±1.07a</b>	<b>41.91±1.41b</b>	<b>15.66±1.63a</b>	<b>18.30±1.08a</b>	<b>27.88±1.17c</b>	<b>24.26±1.29c</b>	<b>24.21±4.02c</b>
18:2n-6	0.24±0.02a	0.96±0.10b	1.39±0.13b	1.20±0.23b	2.79±0.21c	1.10±0.10b	1.28±0.34b
18:3n-3	0.07±0.02a	0.11±0.03b	0.22±0.02c	0.31±0.02d	1.09±0.13e	0.67±0.07f	0.41±0.16g
20:2n-6	0.23±0.01a	0.63±0.09b	0.45±0.02c	0.32±0.02d	0.36±0.02d	0.34±0.03d	0.39±0.06d
20:3n-6	0.29±0.02a	0.30±0.03a	0.32±0.02a	0.32±0.02a	1.39±0.13b	0.45±0.03c	0.51±0.18c
20:4n-6	21.17±1.21a	3.88±0.15b	8.31±0.82c	13.68±1.03c	8.73±0.82c	14.93±1.04d	11.78±2.49c
20:5n-3	12.18±1.02a	5.92±1.15b	9.26±0.92a	9.43±0.92a	6.01±0.63b	10.43±0.96a	8.87±1.01a
22:5n-3	3.11±0.31a	1.00±0.09b	4.33±0.24a	2.46±0.30a	3.19±0.32a	3.52±0.35a	2.94±0.46a
22:6n-3	8.41±0.55a	4.27±0.43b	14.31±1.04c	11.49±0.99a	6.30±0.57a	10.86±0.90a	9.27±1.50a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>45.68±1.45a</b>	<b>17.08±1.07b</b>	<b>38.58±1.37c</b>	<b>39.20±1.28c</b>	<b>29.86±1.28d</b>	<b>42.31±1.44a</b>	<b>35.45±4.26c</b>
Σn-3	23.77±1.26a	11.31±1.01b	28.12±1.29c	23.69±1.15a	16.59±1.19b	25.48±1.30a	21.49±2.57a
Σn-6	21.91±1.12a	5.77±0.57b	10.46±1.01c	15.51±1.07c	13.27±1.03c	16.83±1.06c	13.96±2.26c
n-3/n-6	1.08	1.96	2.69	1.53	1.25	1.51	1.54

\*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.

#### 4.57. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerindeki Kas, Karaciğer ve Gonad Fosfatidilinositol (PI) Mevsimsel Yağ Asidi İçeriklerinin Karşılaştırılması

*A. tarichi*'nin kas, karaciğer ve gonad dokularında PI alt sınıf yağ asitinin mevsimsel analizinde tüm dokularda dominant olarak SFA'lerden 18:0, PUFA'lerden AA belirlenmiştir.

Dokularda  $\sum$ SFA su sıcaklığının yüksek olduğu yaz döneminde;  $\sum$ PUFA ise sıcaklığın düşük olduğu kış aylarında diğer dönemlere oranla artış göstermiştir. Karaciğer ve kas dokularında 16:0 aralık ayında azalma gösterirken; DHA ise yaz aylarında (haziran, ağustos) artmıştır (Çizelge 4.47). N-3/n-6 oranı karaciğer, ovaryum ve testiste haziranda artış göstermiştir. Bu veriler dokulardaki PI yağ asidi içeriğine mevsimin ve su sıcaklığının etki ettiğini göstermektedir.

Diğer alt sınıflar olan PC, PE, PS ile PL ve TAG fraksiyonlarından farklı olarak her üç dokunun PI fraksiyonu, SFA'lerden, 18:0 ve PUFA'lerden AA bakımından oldukça zengin olarak belirlenmiştir. Bu dağılım PI fraksiyonuna has bir özelliktir.

Erkek balıkların testis PI alt sınıfında 16:0'ın, kas dokusunda 18:0, DHA,  $\sum$ PUFA;  $\sum$ n-3 yüzdeleri ile n-3/n-6 oranının, diğer dokulardan fazla olduğu saptanmıştır.

Dişi balıklarda ise ovaryumdaki AA oranının kas ve karaciğere oranla çok fazla olduğu (ovaryumda % 27.67, kasta % 12.61, karaciğerde % 12.70 ), bu nedenle n-3/n-6 oranının oldukça düştüğü (0.60) görülmüştür. Bu veri, AA'nın üremede önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Ayrıca 16:0 en çok karaciğerde, 18:0 kasta; 16:1n-7, 18:1n-9 ve bunlara bağlı olarak  $\sum$ MUFA en çok karaciğerde; EPA, DHA ve  $\sum$ n-3 en çok kasta kaydedilmiştir (Çizelge 4.47).

Kültüre alınmış Japon Yayın Balığı *S. asotus* un yaz ve kış mevsimine ait analizlerde dorsal kastaki 18:0 ve DHA yüzdeleri karaciğer ve ovaryumdan fazla; AA ve EPA ise daha düşük bulunmuştur. Bu nedenle, kastaki n-3/n-6 oranı, karaciğer ve ovaryumdan fazla bulunmuştur. Ancak karaciğer ve ovaryum; dorsal kasa oranla AA ve EPA bakımından daha zengindir. Her iki yağ asidi oksidatif olarak çeşitli eikosanoidlere metabolize edilirler. Fosfolipitlerde öncül maddelerin miktarları, dokular tarafından sentezlenen eikosanoid miktarlarını etkiler. AA ve EPA'nın karaciğer ve ovaryumda fazla olması; karaciğer ve ovaryumun fonksiyonlarıyla ilgili olabilir (Shirai ve Wada 2001).

İnci Kefali'nde *S. asotus* taki gibi, her iki eşeyde 18:0 ve DHA diğer dokulara oranla kasta, AA'da ovaryumda daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.47). Ancak, erkek balıklarda AA oranı testiste, dişilerde ise karaciğer ve kasta diğer dokulardan daha düşük bulunmuştur. Bu veri, mevsime bağlı olarak PI yağ asiti değişimlerinin balık türleri arasında farklı olabileceğini gösterir.

**Çizelge 4.47** Dişi ve erkek *Alburnus tarichi*'nin kas, karaciğer, testis ve ovaryum fosfatidilinositol yağ asidi yüzdelilerinin karşılaştırılması

Yağ asidi	Testis (ORT±S.H)*	Kas (ORT±S.H)*	Karaciğer (ORT±S.H)*	Ovaryum (ORT±S.H)*	Kas (ORT±S.H)*	Karaciğer (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	1.31±0.30a	0.42±0.07b	0.94±0.24c	0.58±0.34a	1.16±0.37b	1.25±0.35b
15:0	0.88±0.58a	0.14±0.04b	0.36±0.13c	0.24±0.12a	0.57±0.30b	0.37±0.10a
16:0	17.42±1.53a	8.75±0.79b	12.32±0.78c	10.91±1.89a	11.39±1.30a	16.45±2.87b
17:0	0.23±0.11a	0.14±0.08b	0.10±0.03b	0.32±0.16a	0.33±0.12a	0.14±0.02b
18:0	20.50±1.46a	32.49±2.45b	20.91±1.35a	23.56±1.15a	28.37±2.17b	22.71±3.45a
<b>∑S.F.A</b>	<b>40.34±1.79a</b>	<b>41.94±2.60a</b>	<b>34.63±1.14b</b>	<b>35.61±3.27a</b>	<b>41.81±2.43b</b>	<b>40.93±4.69b</b>
16:1n-7	5.21±1.06a	1.83±0.29b	4.04±0.66a	2.25±0.62a	2.55±0.75a	4.36±0.69b
18:1n-9	18.26±3.40a	8.65±1.66b	18.19±1.58a	15.68±0.84a	9.43±2.29b	19.25±1.80c
20:1n-9	0.74±0.20a	0.25±0.05b	0.37±0.12b	0.33±0.12a	0.34±0.10a	0.31±0.08a
<b>∑M.U.F.A</b>	<b>24.21±4.02a</b>	<b>10.73±1.61b</b>	<b>22.60±1.70a</b>	<b>18.26±0.29a</b>	<b>12.32±3.09b</b>	<b>23.92±2.03c</b>
18:2n-6	1.28±0.34a	0.39±0.06b	1.69±1.03a	0.54±0.11a	0.86±0.14b	0.61±0.15a
18:3n-3	0.41±0.16a	0.11±0.03b	0.35±0.18a	0.14±0.02a	0.57±0.35b	0.13±0.03a
20:2n-6	0.39±0.06a	0.12±0.02b	0.21±0.04b	0.20±0.02a	0.47±0.25b	0.20±0.05a
20:3n-6	0.51±0.18a	0.43±0.03b	0.42±0.04a	0.38±0.04a	0.92±0.63b	0.40±0.11a
20:4n-6	11.78±2.49a	15.19±1.30b	16.34±2.26b	27.67±2.76a	12.61±1.08b	12.70±2.92b
20:5n-3	8.87±1.01a	12.12±1.04b	8.92±1.44a	6.09±0.69a	12.74±1.12b	7.54±1.39a
22:5n-3	2.94±0.46a	4.51±0.54b	3.01±0.39a	2.85±0.32a	4.05±0.56b	2.98±0.71a
22:6n-3	9.27±1.50a	14.48±1.92b	11.83±0.99c	8.25±1.12a	13.66±1.44b	10.59±1.77c
<b>∑P.U.F.A</b>	<b>35.45±4.26a</b>	<b>47.33±3.04b</b>	<b>42.77±2.09b</b>	<b>46.13±3.20a</b>	<b>45.87±2.87a</b>	<b>35.15±4.30b</b>
∑n-3	21.49±2.57a	31.21±3.12b	24.11±2.56c	17.34±1.98a	31.01±2.11b	21.24±3.70c
∑n-6	13.96±2.26a	16.12±1.25b	18.66±2.74c	28.79±2.65a	14.86±1.38b	13.91±3.01b
n-3/n-6	1.54	1.94	1.29	0.60	2.09	1.53

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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.

##### **4.58. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerindeki Kas Fosfatidilserin (PS) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi**

Doymuş yağ asitlerinden 16:0, dişi balıklarda su sıcaklığının nisbeten fazla olduğu aylar olan nisan (12 °C), haziran ve ağustosta (20 °C); erkeklerde ise ağustos ve ekimde (15 °C) 16:0 artmış, SFA arasında baskın bulunan diğer bileşen olan 18:0 da dişilerde haziran (% 28.95), erkek balıklarda ağustosta (% 40.69) önemli oranda yükselmiş, haziran ayında ise erkeklerde çok önemli derecede (% 10.71) azalmıştır (Çizelge 4.48 ve 4.49).

$\Sigma$ SFA'nın 16:0 ve 18:0'a bağlı olarak yaz aylarında (dişilerde haziran, erkeklerde ise ağustos) yüksek olduğu saptanmıştır.

Oleik asit ve buna bağlı olarak  $\Sigma$ MUFA'nın dişilerde ağustos, erkeklerde haziranda arttığı belirlenmiştir.

Arakidonik asit n-6'ların baskın bileşeni olup dişilerde ortalama % 4.72, erkeklerde % 4.55 olarak saptanmıştır.

Önemli n-3'lerden EPA'nın dişilerde aralık ve şubat; erkeklerde ise aralık, şubat ve özellikle nisan ayında önemli ölçüde arttığı kaydedilmiştir. Özellikle erkeklerde ağustosta azalmıştır. Her iki eşeyde aralık ayında artan DHA, haziran ve ağustos aylarında ise önemli derecede azalma göstermiştir (Çizelge 4.48 ve 4.49).

DHA, EPA ve 22:5n-3'ebağlı olarak  $\Sigma$ PUFA'ların aralık ve nisan ayındaki yüzdelerinin, analizlenen diğer aylardan fazla; ağustos ayındaki oranlarının ise daha az olduğu görülmüştür.

En yüksek dağılıma sahip n-3 PUFA'lara bağlı olarak  $\Sigma$ n-3 bileşenlerinin her iki eşeyde aralık ayında arttığı, yaz dönemi olan ağustos ve haziranda ise azaldığı tespit edilmiştir.

Her iki eşeyde ortalama 3.87 olan n-3/n-6 oranı, dişilerde aralık (5.30), erkeklerde nisan ayında (6.25) artış gösterdiği saptanmıştır.

Bireysel yağ asitleri arasında SFA içinde en çok 16:0 (dişilerde ortalama % 19.82, erkeklerde % 18.66) ve 18:0 (dişilerde ortalama % 22.23, erkeklerde % 24.12; MUFA içinde 18:1n-9 (dişilerde ortalama % 14.52, erkeklerde % 16.26) ve PUFA içinde DHA (dişilerde ortalama % 15.60, erkeklerde % 13.83) belirlenmiştir (Çizelge 4.48 ve 4.49).

Dişi bireylerde; ağustosta; 16:1n-7 ve 18:1n-9 gibi MUFA'lar artarken, 22:5n-3 ve DHA azalmıştır.



Erkek bireylerde ise; ağustos ayında; 16:0 ve 18:0 gibi SFA'lar artarken aynı ayda 18:1n-9, EPA, 22:5n-3 ve DHA gibi doymamış yağ asitleri azalmıştır.

Dişilerde ortalama  $\Sigma$ SFA oranı % 44.13, erkeklerde % 44.93; dişilerde ortalama  $\Sigma$ MUFA oranı % 19.86, erkeklerde % 20.10; dişilerde ortalama  $\Sigma$ PUFA oranı % 36.01, erkeklerde % 32.97 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.48 ve 4.49).

Dişi balıklarda su sıcaklığının nisbeten yüksek olduğu haziran, ağustos ve ekimde  $\Sigma$ SFA, aralıkta  $\Sigma$ PUFA; erkeklerde şubat, ağustos ve ekimde  $\Sigma$ SFA, haziranda  $\Sigma$ MUFA, aralıkta ise  $\Sigma$ PUFA, diğer fraksiyonlara oranla yüksek bulunmuştur. Dişi ve erkek balıklarda ortak bulgu; dişilerde ağustos, erkeklerde haziran dışında analizlenen tüm aylarda en az oranda  $\Sigma$ MUFA belirlenmiştir (Çizelge 4.48 ve 4.49).

Altı çeşit Orkinos Balığı'nda yapılan çalışmada kas PL de total SFA bakımından en zengin alt sınıf PS olup 16:0 ve 18:0 asitlerini benzer yüzde de içermiştir. PS de DHA oranı düşük, doymuş yağ asitleri ise yüksek oranda saptanmıştır (Medina ve ark. 1995).

İnci Kefali kas PS'den elde ettiğimiz veriler, genellikle bu çalışmayla uyumludur. Zira analizlerimizde de her iki eşeyde 16:0 ve 18:0 oranları birbirine yakın, DHA oranı da diğer alt sınıflara oranla daha düşük olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.48 ve 4.49). Bu bulgular, PS alt sınıfına özgüdür. Ayrıca PI'da olduğu gibi, PS'de de 18:0'ın baskın olması, bu iki asidik özellikteki alt sınıfın ortak özelliğidir. Fosfatidilinositoldeki gibi PS yağ asiti içeriğinin de mevsim ve su sıcaklığından etkilendiğini söyleyebiliriz.

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.48** Dişi *Alburnus tarichi*'nin kas fosfatidiliserin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>s</sup>	1.17±0.14a	1.25±0.06a	0.87±0.07b	4.13±0.41c	1.35±0.10a	0.65±0.05b	1.57±0.52a
15:0	0.18±0.01a	0.36±0.03b	0.32±0.02b	0.24±0.02c	0.89±0.29d	0.13±0.03a	0.35±0.11b
16:0	17.19±1.17a	23.04±1.28b	23.93±1.22b	22.85±1.12b	17.06±1.07a	14.85±1.04a	19.82±1.59a
17:0	0.17±0.06a	0.09±0.01b	0.07±0.02b	0.17±0.06a	0.38±0.02c	0.06±0.02b	0.16±0.05a
18:0	22.52±1.20a	18.14±1.09b	28.95±1.29c	17.23±1.15b	24.95±1.20a	21.59±1.15a	22.23±1.78a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>41.23±1.56a</b>	<b>42.88±1.32a</b>	<b>54.14±1.45b</b>	<b>44.63±1.35a</b>	<b>44.63±1.34a</b>	<b>37.28±1.31a</b>	<b>44.13±2.29a</b>
16:1n-7	4.58±0.40a	1.59±0.16b	2.81±0.23b	9.56±0.89c	6.52±0.65a	3.69±0.23a	4.79±1.17a
18:1n-9	14.02±1.04a	9.66±0.56b	13.83±1.18a	21.27±0.21c	15.97±1.05a	12.37±1.12a	14.52±1.60a
20:1n-9	0.72±0.05a	1.05±0.10b	0.65±0.05a	0.44±0.03c	0.21±0.01d	0.23±0.01d	0.55±0.13a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>19.31±1.08a</b>	<b>12.29±1.01b</b>	<b>17.29±1.07a</b>	<b>31.27±1.15c</b>	<b>22.69±1.22a</b>	<b>16.29±1.06a</b>	<b>19.86±2.68a</b>
18:2n-6	0.75±0.06a	4.71±0.35b	1.27±0.10c	1.37±0.15c	1.06±0.15c	0.89±0.29a	1.68±0.61c
18:3n-3	0.21±0.01a	2.78±0.22b	0.12±0.03c	0.49±0.03d	0.23±0.01a	0.12±0.03c	0.66±0.43d
20:2n-6	0.36±0.03a	0.20±0.01b	0.27±0.02b	0.25±0.02b	0.31±0.02a	0.24±0.02b	0.27±0.02b
20:3n-6	0.73±0.06a	0.42±0.03b	0.44±0.03b	0.70±0.04a	1.61±0.40c	0.48±0.03b	0.73±0.18a
20:4n-6	5.85±0.56a	4.66±0.27a	4.33±0.24a	3.98±0.32a	3.73±0.33a	5.76±0.46a	4.72±0.37a
20:5n-3	8.07±0.83a	4.80±0.34b	4.74±0.23b	3.99±0.29b	3.45±0.33b	7.22±0.76a	5.38±0.75b
22:5n-3	8.12±0.56a	7.81±0.77a	5.68±0.54b	3.23±0.29b	8.21±0.80a	8.87±0.81a	6.99±0.87a
22:6n-3	15.36±1.05a	19.44±1.09a	11.73±1.01a	10.10±1.01a	14.10±1.04a	22.86±1.22b	15.60±1.96a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>39.46±1.33a</b>	<b>44.82±1.34a</b>	<b>28.58±1.26b</b>	<b>24.10±1.23b</b>	<b>32.68±1.27b</b>	<b>46.43±1.35c</b>	<b>36.01±3.68a</b>
Σn-3	31.77±1.12a	34.84±1.24a	22.27±1.23b	17.80±1.07b	25.98±1.57b	39.06±1.28a	28.62±3.28a
Σn-6	7.70±0.71a	9.99±0.97a	6.31±0.62a	6.30±0.57a	6.70±0.33a	7.37±0.56a	7.39±0.57a
n-3/n-6	4.13	3.49	3.53	2.83	3.88	5.30	3.87

\*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.

Çizelge 4.49 Erkek *Alburnus tarichi*'nin kas fosfatidiliserinfraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	1.43±0.12a	1.32±0.46a	0.66±0.22b	2.40±0.28c	1.53±0.09a	0.43±0.04b	1.30±0.29a
15:0	0.68±0.05a	0.34±0.03b	0.16±0.01c	0.22±0.02d	1.67±0.10e	0.08±0.02f	0.53±0.25a
16:0	19.24±1.09a	16.42±1.08a	13.82±1.03b	25.07±1.22a	22.09±1.32a	15.31±1.15b	18.66±1.76a
17:0	0.12±0.03a	0.05±0.03b	0.47±0.04c	0.99±0.05d	0.20±0.01e	0.11±0.03a	0.33±0.15c
18:0	24.09±1.29a	17.22±1.07a	10.71±1.06b	40.69±1.22c	30.51±1.31d	21.53±1.21a	24.12±4.28a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>45.57±1.46a</b>	<b>35.35±1.29b</b>	<b>25.83±1.32c</b>	<b>69.36±1.84d</b>	<b>56.02±1.62e</b>	<b>37.45±1.30b</b>	<b>44.93±6.41a</b>
16:1n-7	6.01±0.63a	5.29±0.41a	9.64±1.16a	3.40±0.32b	6.33±0.69a	2.64±0.18b	5.55±1.01a
18:1n-9	14.29±1.04a	12.59±1.02a	38.97±1.36b	8.54±0.81a	12.39±1.12a	10.81±0.99a	16.26±4.61a
20:1n-9	0.46±0.02a	0.18±0.01b	0.21±0.01c	0.34±0.03a	0.19±0.01b	0.32±0.02d	0.28±0.05c
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>20.76±1.29a</b>	<b>18.07±1.09a</b>	<b>48.82±1.64b</b>	<b>12.28±1.10c</b>	<b>18.91±1.08a</b>	<b>13.77±0.94c</b>	<b>22.10±5.50a</b>
18:2n-6	0.82±0.07a	0.62±0.06a	3.65±0.33b	0.60±0.14a	0.74±0.16a	0.44±0.03c	1.15±0.50d
18:3n-3	0.11±0.03a	0.07±0.02b	0.72±0.05c	0.07±0.02b	0.28±0.01d	0.11±0.01a	0.23±0.10d
20:2n-6	0.19±0.01a	0.27±0.02b	0.67±0.07c	0.11±0.03d	0.20±0.01a	0.24±0.02a	0.28±0.08b
20:3n-6	0.71±0.06a	0.55±0.05a	0.76±0.07a	0.48±0.04b	1.62±0.17c	0.62±0.06a	0.79±0.17a
20:4n-6	6.14±0.51a	4.99±0.35a	2.36±0.25b	3.17±0.30b	3.00±0.31b	7.65±0.55a	4.55±0.85a
20:5n-3	6.85±0.65a	8.37±0.80a	4.83±0.44b	1.64±0.15c	4.56±0.48b	6.72±0.63a	5.49±0.96a
22:5n-3	6.62±0.56a	9.91±0.99b	5.16±0.33a	3.94±0.38c	4.66±0.27c	9.63±0.95b	6.65±1.05a
22:6n-3	12.25±1.01a	21.81±1.10b	7.21±0.65a	8.36±0.80a	10.00±0.99a	23.35±1.16b	13.83±2.86a
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>33.67±1.31a</b>	<b>46.58±1.35b</b>	<b>25.36±1.15c</b>	<b>18.36±1.08d</b>	<b>25.07±1.22c</b>	<b>48.78±1.64b</b>	<b>32.97±5.06a</b>
Σn-3	25.82±1.32a	40.15±1.40b	17.93±1.07a	14.01±1.06c	19.51±1.09a	39.81±1.33b	26.20±4.63a
Σn-6	7.85±0.77a	6.42±0.16a	7.43±0.28a	4.35±0.41b	5.57±0.35a	8.96±0.49a	6.77±0.68a
n-3/n-6	3.29	6.25	2.41	3.22	3.51	4.44	3.87

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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.

##### 4.59. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerindeki Karaciğer Fosfatidilserin (PS) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi

İnci Kefali'nin karaciğer PS alt sınıfında dominant SFA'lerden 16:0 dişilerde ortalama % 18.65, erkeklerde % 16.55; 18:0 dişilerde ortalama % 21.29, erkeklerde % 18.79 olarak belirlenmiştir. Palmitik asitin dişilerde aralık ayında % 10.07, erkeklerde ekimde % 11.59 ile azalma; 18:0'ında dişilerde ekim ayında % 33.58 ile önemli oranda artış gösterdiği kaydedilmiştir (Çizelge 4.50 ve 4.51).

Dişilerde ekim, erkeklerde ise şubat ayında diğer dönemlere oranla yüksek bulunan  $\Sigma$ SFA; dişi balıklarda aralık, erkeklerde nisan ayında azalmıştır.

Oleik asit yüzdesi dişilerde ortalama % 23.03, erkeklerde % 21.49 bulunmuştur. Bu bileşen dişilerde şubat ayında (% 32.94), erkeklerde ağustosta (% 30.45) artış göstermiştir.

Oleik asite bağlı olarak  $\Sigma$ MUFA, dişilerde; şubat(% 37.35) ve nisan(% 37.62), erkeklerde haziran (% 33.30) ve ağustosta (% 33.20), analizlenen diğer aylara oranla oldukça yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.50 ve 4.51).

Diğer PL alt sınıflarında olduğu gibi, 18:2n-6 ve 18:3n-3, tüm aylarda düşük yüzdede saptanmıştır.

Dişilerde ortalama % 4.31, erkeklerde % 3.18 olan AA, dişilerde aralık ayında önemli oranda yüksek (% 18.57) çıkmış, her iki eşeyde ağustos ayında düşük bulunmuştur.

Önemli n-3'lerden EPA, dişi ve erkek balıklarda ağustos ayında oldukça yüksek kaydedilmiştir. Diğer bir n-3 olan DHA, dişilerde aralık ve şubat, erkek bireylerde aralık ayında önemli olacak şekilde artış göstermiştir.

Total PUFA'nın, dişilerde ağustos ve aralıkta arttığı,  $\Sigma$ n-3'lerin analizlenen dönemlerde dalgalanmalar gösterdiği,  $\Sigma$ n-6'ların ise AA'dan dolayı dişilerde aralık erkeklerde ekim ayında en yüksek yüzde de olduğu görülmüştür (Çizelge 4.50 ve 4.51).

Dişilerde ortalama 3.26, erkeklerde 4.08 olan n-3/n-6 oranı; AA'dan dolayı dişilerde aralıkta (1.27), erkeklerde ekimde (1.95) azalmıştır.

Her iki eşeyde, bireysel yağ asitlerinden, SFA içinde 16:0 ve 18:0; MUFA içinde 18:1n-9; PUFA'dan DHA ve EPA yüzde dağılımında yüksek belirlenmiştir. Bunlar içinde 16:0, 18:0 ve 18:1n-9 daha baskın olanlardır.

Dişi bireylerde;  $\sum$ SFA'ların arttığı dönemde (nisan, haziran ve ekim)  $\sum$ PUFA'ların azaldığı;  $\sum$ PUFA'ların arttığı dönemde (ağustos ve aralık)  $\sum$ SFA'ların azaldığı saptanmıştır. Erkek bireylerde ise şubat ayında  $\sum$ SFA'ların arttığı;  $\sum$ PUFA'ların azaldığı; nisan ve aralık ayında  $\sum$ PUFA'ların artıp  $\sum$ SFA'ların azaldığı görölmüştür.

Dişilerde nisan, haziran ve ekimde, erkeklerde şubat ayında  $\sum$ SFA; dişilerde aralık, erkeklerde nisan, ekim ve aralık aylarında ise  $\sum$ PUFA, diğer fraksiyonlara oranla daha yüksek belirlenmiştir (Çizelge 4.50 ve 4.51).

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.50** Dişi *Alburnus tarichi*'nin karaciğer fosfatidiliserin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	1.18±0.11a	2.94±0.21b	3.33±0.30b	12.99±1.02c	1.71±0.51a	0.98±0.09a	3.85±1.87b
15:0	0.28±0.01a	0.35±0.02a	0.94±0.09b	1.48±0.15b	2.26±1.06c	0.16±0.01d	0.91±0.34b
16:0	19.08±1.19a	24.16±1.15a	25.76±1.33a	12.05±1.02b	20.80±1.11a	10.07±1.03b	18.65±2.60a
17:0	0.15±0.03a	0.09±0.01a	0.02±0.01b	0.01±0.01b	1.80±0.11c	0.09±0.01a	0.36±0.29d
18:0	18.05±1.08a	18.66±1.08a	26.43±1.19b	11.74±1.01c	33.58±1.33b	19.26±1.08a	21.29±3.11a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>38.75±1.36a</b>	<b>46.20±1.89b</b>	<b>56.48±1.47c</b>	<b>38.27±1.35a</b>	<b>60.14±1.48c</b>	<b>30.56±1.21d</b>	<b>45.07±4.67b</b>
16:1n-7	4.03±0.43a	7.26±0.70b	4.86±0.41a	3.70±0.31a	6.28±0.66b	4.52±0.33a	5.11±0.56a
18:1n-9	32.94±1.33a	30.01±1.19a	23.43±1.27b	16.95±1.06c	16.05±1.06c	18.81±1.10c	23.03±2.89b
20:1n-9	0.38±0.02a	0.35±0.02a	0.24±0.02b	0.06±0.01c	0.91±0.08d	0.71±0.06e	0.44±0.13a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>37.35±1.34a</b>	<b>37.62±1.37a</b>	<b>28.53±1.27b</b>	<b>20.72±1.12c</b>	<b>23.24±1.15b</b>	<b>24.03±1.23b</b>	<b>28.58±3.00b</b>
18:2n-6	1.92±0.10a	0.51±0.04b	0.56±0.04b	0.29±0.02c	1.36±0.11a	0.76±0.06b	0.90±0.25d
18:3n-3	0.03±0.02a	0.08±0.02a	0.17±0.03b	0.03±0.02a	0.35±0.02c	0.16±0.01b	0.14±0.05b
20:2n-6	0.26±0.01a	0.35±0.02b	0.21±0.01a	2.56±0.23c	0.19±0.01a	0.24±0.01a	0.63±0.39d
20:3n-6	0.22±0.02a	0.18±0.01a	0.53±0.19b	0.03±0.02c	0.68±0.05b	0.39±0.02d	0.34±0.10d
20:4n-6	3.20±0.31a	1.06±0.15b	0.26±0.02c	0.13±0.04d	2.63±0.22a	18.57±1.08e	4.31±2.90a
20:5n-3	4.74±0.23a	7.08±0.78a	10.97±0.93b	33.95±1.32c	2.79±0.21d	7.88±0.66a	11.23±4.68b
22:5n-3	3.96±0.34a	1.81±0.38b	0.69±0.06c	0.39±0.02d	3.07±0.38a	6.52±0.65a	2.74±0.94a
22:6n-3	9.57±0.93a	5.11±0.51b	1.60±0.12c	3.64±0.35b	5.54±0.48b	10.89±0.97a	6.06±1.44b
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>23.89±1.21a</b>	<b>16.18±1.09b</b>	<b>15.00±1.05b</b>	<b>41.02±1.40c</b>	<b>16.62±1.05b</b>	<b>45.41±1.82c</b>	<b>26.35±5.51a</b>
Σn-3	18.30±1.11a	14.08±1.04a	13.44±1.01a	38.01±1.40b	11.75±1.01c	25.45±1.05a	20.17±4.09a
Σn-6	5.59±0.52a	2.09±0.52b	1.56±0.11b	3.01±0.26b	4.87±0.14a	19.96±1.19c	6.18±2.83a
n-3/n-6	3.27	6.74	8.59	12.63	2.41	1.27	3.26

\*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.

Çizelge 4.51 Erkek *Alburnus tarichi*'nin karaciğer fosfatidiliserin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.66±0.22a	1.28±0.12b	2.63±0.22c	0.03±0.02d	1.76±0.16b	1.26±0.13b	1.27±0.37b
15:0	0.43±0.04a	0.16±0.01b	0.42±0.03a	0.11±0.03b	2.19±0.21c	0.14±0.01b	0.58±0.33d
16:0	24.26±1.29a	15.67±1.05b	17.45±1.08b	14.13±1.14b	11.59±0.99b	16.19±1.16b	16.55±1.75b
17:0	0.19±0.01a	0.26±0.01a	0.19±0.01a	0.16±0.01a	0.49±0.03b	0.15±0.03a	0.24±0.05a
18:0	23.71±1.13a	14.84±1.04b	13.85±1.03b	22.32±1.12a	20.34±1.29a	17.70±1.07b	18.79±1.63a
ΣS.F.A	<b>49.25±1.54a</b>	<b>32.21±1.38b</b>	<b>34.55±1.29b</b>	<b>36.74±1.37b</b>	<b>36.36±1.38b</b>	<b>35.43±1.23b</b>	<b>37.42±2.45b</b>
16:1n-7	4.21±1.04a	6.36±0.65a	8.80±0.57b	1.74±0.41c	4.01±0.42a	5.05±0.43a	5.03±0.98a
18:1n-9	24.31±1.27a	19.53±1.09b	23.97±1.11a	30.45±1.30c	12.30±0.99d	18.36±1.19b	21.49±2.53a
20:1n-9	0.75±0.06a	0.70±0.04a	0.53±0.19a	1.01±0.28b	0.32±0.02c	0.59±0.05a	0.65±0.09a
ΣM.U.F.A	<b>29.27±1.20a</b>	<b>26.59±1.26a</b>	<b>33.30±1.34a</b>	<b>33.20±1.33a</b>	<b>16.63±1.13b</b>	<b>24.00±1.13a</b>	<b>27.16±2.58a</b>
18:2n-6	0.46±0.02a	1.45±0.15b	1.64±0.15b	2.72±0.21c	2.35±0.22c	0.87±0.07d	1.58±0.35b
18:3n-3	0.09±0.01a	0.43±0.04b	0.45±0.10b	0.11±0.03a	0.53±0.19b	0.20±0.01c	0.30±0.08d
20:2n-6	0.33±0.02a	0.44±0.03b	0.33±0.02a	0.73±0.06c	1.15±0.11d	0.23±0.01e	0.54±0.14f
20:3n-6	0.31±0.02a	0.60±0.06b	0.56±0.03b	0.94±0.09c	7.27±0.56d	0.30±0.03a	1.66±1.13e
20:4n-6	3.96±0.34a	3.76±0.331a	2.16±0.25b	0.80±0.07c	5.19±0.84a	3.24±0.29a	3.18±0.62a
20:5n-3	4.72±0.44a	10.73±1.12b	11.52±1.01b	15.49±1.06b	6.50±0.45a	6.21±0.56a	9.19±1.67b
22:5n-3	3.41±0.41a	7.77±0.73b	4.96±0.31a	3.92±0.22a	8.46±0.83b	8.14±0.66b	6.11±0.93ab
22:6n-3	8.19±0.83a	16.01±1.17b	10.52±1.08b	5.36±0.43a	15.56±1.05b	21.39±1.17b	12.84±2.41b
ΣP.U.F.A	<b>21.48±1.19a</b>	<b>41.20±1.52b</b>	<b>32.15±1.35c</b>	<b>30.06±1.23c</b>	<b>47.00±1.48b</b>	<b>40.57±1.40b</b>	<b>35.41±3.78c</b>
Σn-3	16.41±1.05a	34.94±1.39b	27.45±1.31b	24.87±1.20b	31.05±1.15b	35.93±1.42b	28.44±2.96b
Σn-6	5.07±0.51a	6.25±0.61a	4.70±0.35a	5.19±0.84a	15.96±1.04b	4.64±0.44a	6.97±1.81a
n-3/n-6	3.24	5.59	5.84	4.80	1.95	7.75	4.08

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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.

##### 4.60. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerindeki Gonat Fosfatidilserin (PS) Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi

İnci Kefali'nin ovaryumunda haziranda artış (% 35.07) gösteren 16:0, aralık (% 17.33) ve şubatta (% 17.21) azalmıştır. Bu bileşen testiste haziran ayında en düşük (%10.24), ekimde ise en yüksek (% 28.56) yüzdede saptanmıştır.

Stearik asit, 16:0 gibi; ovaryumda haziran ayında yüksek (% 26.94), ancak ağustos ayında oldukça düşük (% 9.57) yüzdede, testiste haziran (% 36.39) ile ekim (% 35.81) aylarında yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.52 ve 4.53).

Ovaryumda hem 16:0 hem de 18:0'dan dolayı  $\Sigma$ SFA, haziran ayında önemli oranda artıp ağustosta azalmış, testislerde ise ekim ayında artıp aralık ayında azalmıştır.

Oleik asit ile buna bağlı olarak  $\Sigma$ MUFA'nın, ovaryumda şubat, testiste ise nisan ayında önemli ölçüde arttığı, her iki gonatta haziran ayında en düşük yüzdeye sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 4.52 ve 4.53).

Diğer alt sınıflarda olduğu gibi 18:2n-6 ile 18:3n-3'ün düşük yüzdelerde olduğu görülmüştür.

Ovaryumdaki AA oranı (ortalama % 9.62), testistekinden (% 4.08) oldukça yüksek bulunmuştur. Bu yağ asitinin ovaryumda nisanda arttığı, aynı ayda testiste azaldığı belirlenmiştir.

Ovaryumda ortalama % 12.67, testiste % 13.59 bulunan DHA, ovaryumda ağustos ve aralıkta, testiste ise haziran ve aralıkta diğer aylara oranla önemli ölçüde artmıştır.

Ovaryumda en yüksek yüzdeye aralık ayında (% 46.91); testiste ise aralık (%47.50) ve haziranda (% 46.90) ulaşan  $\Sigma$ PUFA, ovaryumda haziran (% 22.73), testiste ise ekimde (%14.36) azalmıştır (Çizelge 4.52 ve 4.53).

Total n-3'ler, DHA ve EPA yağ asitlerine bağlı olarak ovaryumda ağustos ve aralıkta testislerde de haziran ve aralıkta önemli ölçüde artış göstermiştir.

Arakidonik asit gibi ovaryumda nisanda artan  $\Sigma$ n-6'lar, aynı ayda testiste azalmıştır.

N-3/n-6 oranı ovaryumda ağustos, testiste ise nisan ayında diğer aylara oranla artış göstermiştir.

Her iki dokuda da bireysel yağ asitleri arasında; SFA içinde en çok; 16:0 ve 18:0, MUFA'lar arasında 18:1n-9 PUFA'lar içinde DHA saptanmıştır.



Ovaryumda analizlenen kimi aylarda (nisan, haziran ve ekim)  $\Sigma$ SFA, kimi aylarda (aralık ve ağustos)  $\Sigma$ PUFA; testislerde ise aralık ayı dışında diğer aylarda  $\Sigma$ SFA daha yüksek oranda kaydedilmiştir (Çizelge 4.52 ve 4.53). Ovaryumda analizlenen tüm aylarda  $\Sigma$ MUFA;  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ PUFA'ya oranla daha düşük olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.52). Elde edilen veriler İnci Kefali'nin PS alt sınıfındaki yağ asitlerinin mevsimsel değişiminin ovaryum ve testiste oldukça farklı olduğunu göstermektedir.

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.52** Dişi *Alburnus tarichi*'nin ovaryum fosfatidiliserin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.68±0.05a	0.46±0.02b	2.12±0.20c	1.45±0.15d	1.33±0.14d	0.51±0.04a	1.09±0.27d
15:0	0.16±0.01a	0.12±0.01a	0.60±0.14b	0.29±0.02c	1.04±0.12e	0.06±0.01f	0.38±0.15c
16:0	17.21±1.07a	19.80±1.09a	35.07±1.27b	21.09±1.14c	19.08±1.19a	17.33±1.12a	21.60±2.76c
17:0	0.18±0.01a	0.81±0.06b	0.06±0.01c	0.24±0.02d	0.71±0.06b	0.15±0.03a	0.36±0.13bd
18:0	17.06±1.05a	23.30±1.15b	26.94±1.13b	9.57±0.93c	17.22±1.07a	17.04±1.07a	18.52±2.45a
<b>ΣS.F.A</b>	<b>35.29±1.29a</b>	<b>44.48±1.40b</b>	<b>64.79±1.82c</b>	<b>32.64±1.41a</b>	<b>39.38±1.38ab</b>	<b>35.08±1.39a</b>	<b>41.94±4.87b</b>
16:1n-7	5.78±0.56a	1.14±0.13b	1.65±0.16b	5.79±0.54a	6.44±0.63a	3.33±0.30ab	4.02±0.94ab
18:1n-9	22.45±1.23a	15.97±1.14b	10.74±1.10c	18.99±1.15ab	18.92±1.08ab	14.38±1.04b	16.91±1.68b
20:1n-9	0.93±0.09a	0.24±0.02b	0.10±0.04c	0.21±0.01b	0.85±0.07a	0.31±0.03d	0.44±0.15c
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>29.16±1.29a</b>	<b>17.35±1.07b</b>	<b>12.48±1.13c</b>	<b>25.00±1.33a</b>	<b>26.21±1.27a</b>	<b>18.01±1.09b</b>	<b>21.37±2.61ab</b>
18:2n-6	0.83±0.05a	1.23±0.30b	1.31±0.13b	1.58±0.15b	1.43±0.19b	0.58±0.04a	1.16±0.15b
18:3n-3	0.38±0.02a	0.12±0.01b	0.05±0.03c	0.40±0.02a	0.35±0.02a	0.04±0.02c	0.22±0.07d
20:2n-6	0.42±0.03a	0.28±0.01b	0.18±0.01b	0.29±0.02b	0.30±0.03b	0.26±0.02b	0.29±0.03b
20:3n-6	0.71±0.06a	0.56±0.04b	0.15±0.01c	0.44±0.03d	0.42±0.03d	0.41±0.15d	0.45±0.08d
20:4n-6	13.46±1.03a	16.94±1.06a	4.74±0.23b	5.29±0.41b	6.08±0.66b	11.22±0.99a	9.62±2.05a
20:5n-3	6.78±0.65a	6.29±0.34a	5.68±0.54a	10.51±1.05b	6.07±0.60a	9.07±0.91b	7.40±0.79a
22:5n-3	4.10±0.31a	4.47±0.43a	2.78±0.22a	4.30±0.44a	7.84±0.70b	5.75±0.56a	4.87±0.71a
22:6n-3	8.89±0.87a	8.26±0.56a	7.85±0.56a	19.55±1.09b	11.91±1.10a	19.57±1.09b	12.67±2.26ab
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>35.56±1.39a</b>	<b>38.16±1.37a</b>	<b>22.73±1.20b</b>	<b>42.36±1.44c</b>	<b>34.41±1.30a</b>	<b>46.91±1.40c</b>	<b>36.69±3.37a</b>
Σn-3	20.15±1.15a	19.14±1.05a	16.35±1.05b	34.76±1.20c	26.18±1.14d	34.43±1.30c	25.17±3.26bc
Σn-6	15.41±1.05a	19.02±1.07a	6.38±0.34b	7.60±0.73b	8.24±0.89b	12.48±1.13a	11.52±2.04a
n-3/n-6	1.31	1.01	2.56	4.57	3.18	2.76	2.18

\*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.

Çizelge 4.53 Erkek *Alburnustarichi*'nin testis fosfatidiliserin fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Şubat (ORT±S.H)*	Nisan (ORT±S.H)*	Haziran (ORT±S.H)*	Ağustos (ORT±S.H)*	Ekim (ORT±S.H)*	Aralık (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	0.57±0.05a	1.33±0.14b	0.61±0.05a	4.85±0.35c	0.97±0.18b	1.17±0.14b	1.58±0.66b
15:0	0.22±0.02a	0.42±0.03b	0.35±0.02b	0.46±0.02b	1.97±0.11c	0.18±0.01a	0.60±0.28d
16:0	21.51±1.05a	20.74±1.29a	10.24±0.99b	25.31±1.16a	28.56±1.20c	15.93±1.05b	20.38±2.68a
17:0	0.13±0.03a	0.16±0.01a	0.58±0.04b	0.14±0.01a	1.81±0.38c	0.19±0.01a	0.50±0.27b
18:0	17.65±1.07a	16.27±1.17a	36.39±1.38b	22.49±1.25a	35.81±1.30b	18.42±1.08a	24.50±3.76a
ΣS.F.A	<b>40.08±1.40a</b>	<b>38.92±1.33a</b>	<b>48.16±1.61b</b>	<b>53.26±1.44b</b>	<b>69.11±1.48b</b>	<b>35.90±1.42a</b>	<b>47.57±5.05b</b>
16:1n-7	3.33±0.30a	4.77±0.25a	0.38±0.02b	9.89±0.83c	3.68±0.33a	3.93±0.30a	4.33±1.27a
18:1n-9	22.07±1.12a	38.47±1.44b	4.39±0.41c	16.71±1.05d	12.75±0.99d	12.21±1.20d	17.77±4.77a
20:1n-9	1.35±0.10a	0.35±0.02b	0.18±0.01c	0.43±0.04d	0.10±0.04e	0.46±0.02d	0.48±0.18d
ΣM.U.F.A	<b>26.75±1.13a</b>	<b>43.59±1.43b</b>	<b>4.95±0.45c</b>	<b>27.03±1.28a</b>	<b>16.53±1.16d</b>	<b>16.60±1.08d</b>	<b>22.58±5.36a</b>
18:2n-6	0.33±0.02a	0.58±0.04b	0.95±0.06c	1.11±0.10c	0.83±0.05c	0.93±0.06c	0.79±0.12c
18:3n-3	0.15±0.01a	0.09±0.01b	0.06±0.02b	0.34±0.02c	0.27±0.02c	0.19±0.01a	0.18±0.04a
20:2n-6	0.42±0.03a	0.42±0.03a	0.39±0.03a	0.14±0.01b	0.38±0.02a	0.27±0.02c	0.34±0.04a
20:3n-6	0.40±0.02a	0.13±0.03b	0.34±0.02a	0.79±0.05c	0.98±0.09c	0.55±0.04a	0.53±0.13a
20:4n-6	4.47±0.43a	0.71±0.06b	5.65±0.50a	3.82±0.34a	1.63±1.21c	8.16±0.89d	4.08±1.11a
20:5n-3	5.73±0.52a	6.24±0.53a	6.35±0.63a	3.90±0.21b	2.26±1.06b	7.25±0.73a	5.29±0.76a
22:5n-3	5.80±0.58a	1.48±0.11b	8.55±0.88a	2.81±0.23c	2.72±0.21c	9.02±0.99a	5.06±1.31a
22:6n-3	15.87±1.16a	7.84±1.07b	24.60±1.22c	6.79±0.45b	5.29±0.41b	21.13±1.17c	13.59±3.32a
ΣP.U.F.A	<b>33.16±1.33a</b>	<b>17.49±1.08b</b>	<b>46.89±1.30c</b>	<b>19.71±1.09b</b>	<b>14.36±1.04b</b>	<b>47.50±1.32c</b>	<b>29.85±6.08a</b>
Σn-3	27.55±1.28a	15.65±1.02b	39.56±1.20c	13.84±1.04b	10.54±1.08b	37.59±1.30c	24.12±5.14a
Σn-6	5.62±0.14a	1.84±0.11b	7.33±0.71a	5.87±0.15a	3.82±0.20c	9.91±0.99d	5.73±1.14a
n-3/n-6	4.90	8.49	5.40	2.36	2.76	3.79	4.21

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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.

##### **4.61. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerindeki Kas, Karaciğer ve Gonad Fosfatidilserin (PS) Mevsimsel Yağ Asidi İçeriklerinin Karşılaştırılması**

Dişi balıkların kas, karaciğer ve ovaryum dokularında, baskın SFA'lerden 16:0 haziranda artarken,  $\Sigma$ PUFA'lar yaz döneminde azalmıştır. Total PUFA'ların aralık ayında en yüksek yüzdeye sahip oldukları belirlenmiştir.

$\Sigma$ n-3'ler, erkek balıkların kas, karaciğer ve testisinde aralık ayında en yüksek seviyede kaydedilmiştir.

Her iki eşeyin analizlenen tüm dokularında DHA, yaz döneminde azalma göstermiştir.

Linoleik asit ve 18:3n-3 gibi PUFA'lar analizlenen tüm aylarda diğer PL alt sınıflarında olduğu gibi çok düşük yüzde de saptanmıştır.

Dişi balıkların kas ve ovaryumunda 18:0 ve buna bağlı olarak  $\Sigma$ SFA, haziranda artış gösterirken, karaciğer ve ovaryumda ise 18:1n-9 ve buna bağlı olarak  $\Sigma$ MUFA şubatta; EPA,  $\Sigma$ n-3 ve n-3/n-6 oranı ağustos ayında artış göstermiştir.

Erkek balıkların kas ve testisinde ortak olarak n-3/n-6 oranının nisan ayında en yüksek düzeyde olduğu,  $\Sigma$ SFA'nın ise; karaciğer ve testiste kış aylarında azaldığı görülmüştür.

Her iki bireyin karaciğer ve kas dokularında, AA kış aylarında (aralık-Şubat); DHA aralıkta en yüksek düzeyde saptanmıştır.

Tüm dokularda SFA'lerden 18:0 ve 16:0, MUFA'lardan 18:1n-9, PUFA'lardan kas ve gonatlarda DHA, dişilerin karaciğerinde AA, erkek balıkların karaciğerinde AA ve DHA dominant olarak belirlenmiştir.

Erkek balıkların kas ve testis dokularındaki yağ asiti yüzdelerinin birbirine yakın; 16:0, 18:0,  $\Sigma$ SFA'ların karaciğerde düşük, 18:1n-9,  $\Sigma$ MUFA ve EPA'ün ise her iki eşeyde karaciğerde daha fazla oldukları belirlenmiştir (Çizelge 4.54).

Çizelge 4.54'te görüldüğü gibi dişi balıklarda, kas ve ovaryuma oranla DHA,  $\Sigma$ PUFA,  $\Sigma$ n-3 karaciğerde azalmış, AA ve  $\Sigma$ n-6 ovaryumda önemli oranda artmıştır.

**Çizelge 4.54** Dişi ve erkek *Alburnus tarichi*'nin kas, karaciğer, testis ve ovaryum fosfatidilserin yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması

Yağ asidi	Erkek			Dişi		
	Testis (ORT±S.H)*	Kas (ORT±S.H)*	Karaciğer (ORT±S.H)*	Ovaryum (ORT±S.H)*	Kas (ORT±S.H)*	Karaciğer (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	1.58±0.66a	1.30±0.29a	1.27±0.37a	1.09±0.27a	1.57±0.52b	3.85±1.87c
15:0	0.60±0.28a	0.53±0.25a	0.58±0.33a	0.38±0.15a	0.35±0.11a	0.91±0.34b
16:0	20.38±2.68a	18.66±1.76a	16.55±1.75a	21.60±2.76a	19.82±1.59a	18.65±2.60a
17:0	0.50±0.27a	0.33±0.15b	0.24±0.05b	0.36±0.13a	0.16±0.05b	0.36±0.29a
18:0	24.50±3.76a	24.12±4.28a	18.79±1.63b	18.52±2.45a	22.23±1.78b	21.29±3.11b
<b>∑S.F.A</b>	<b>47.57±5.05a</b>	<b>44.93±6.41a</b>	<b>37.42±2.45b</b>	<b>41.94±4.87a</b>	<b>44.13±2.29a</b>	<b>45.07±4.67a</b>
16:1n-7	4.33±1.27a	5.55±1.01a	5.03±0.98a	4.02±0.94a	4.79±1.17a	5.11±0.56a
18:1n-9	17.77±4.77a	16.26±4.61a	21.49±2.53b	16.91±1.68a	14.52±1.60a	23.03±2.89b
20:1n-9	0.48±0.18a	0.28±0.05b	0.65±0.09c	0.44±0.15a	0.55±0.13a	0.44±0.13a
<b>∑M.U.F.A</b>	<b>22.58±5.36a</b>	<b>22.10±5.50a</b>	<b>27.16±2.58b</b>	<b>21.37±2.61a</b>	<b>19.86±2.68a</b>	<b>28.58±3.00b</b>
18:2n-6	0.79±0.12a	1.15±0.50b	1.58±0.35c	1.16±0.15a	1.68±0.61a	0.90±0.25a
18:3n-3	0.18±0.04a	0.23±0.10a	0.30±0.08b	0.22±0.07a	0.66±0.43b	0.14±0.05c
20:2n-6	0.34±0.04a	0.28±0.08a	0.54±0.14b	0.29±0.03a	0.27±0.02a	0.63±0.39b
20:3n-6	0.53±0.13a	0.79±0.17a	1.66±1.13b	0.45±0.08a	0.73±0.18b	0.34±0.10a
20:4n-6	4.08±1.11a	4.55±0.85a	3.18±0.62a	9.62±2.05a	4.72±0.37b	4.31±2.90b
20:5n-3	5.29±0.76a	5.49±0.96a	9.19±1.67b	7.40±0.79a	5.38±0.75a	11.23±4.68b
22:5n-3	5.06±1.31a	6.65±1.05a	6.11±0.93a	4.87±0.71a	6.99±0.87b	2.74±0.94c
22:6n-3	13.59±3.32a	13.83±2.86a	12.84±2.41a	12.67±2.26a	15.60±1.96a	6.06±1.44b
<b>∑P.U.F.A</b>	<b>29.85±6.08a</b>	<b>32.97±5.06a</b>	<b>35.41±3.78b</b>	<b>36.69±3.37a</b>	<b>36.01±3.68a</b>	<b>26.35±5.51b</b>
∑n-3	24.12±5.14a	26.20±4.63a	28.44±2.96b	25.17±3.26a	28.62±3.28a	20.17±4.09b
∑n-6	5.73±1.14a	6.77±0.68a	6.97±1.81a	11.52±2.04a	7.39±0.57b	6.18±2.83b
n-3/n-6	4.21	3.87	4.08	2.18	3.87	3.26

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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.

Dişi ve erkek balıkların dokuları kendi aralarında karşılaştırılmıştır.

Sonuç olarak, aynı alt sınıfların değişik dokulardaki kantitatif yağ asit içerikleri benzer ve farklı olabilmektedir (Çizelge 4.33, 4.40, 4.47 ve 4.54). Kimi yağ asitlerinin belirli fizyolojik amaçlar için belirli dokularda daha fazla miktarda saptandığı ve burada biriktiği (örneğin; PI fraksiyonunda AA ovaryum dokusunda % 27.67; kasta %12.61, karaciğerde %12.70 olarak saptanması) söylenebilir. Her iki eşeyin karaciğer dokusunun; 18:1n-9 ve  $\sum$ MUFA, ovaryumun AA ve  $\sum$ n-6, bakımından zengin olduğu kaydedilmiştir.

#### 4.62. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerindeki Kas Triaçilgliserol ve Posfolipit Altsınıf Yağ Asidi İçeriğinin Karşılaştırması

Dişi ve erkek balıkların kas dokusunda, PL alt sınıfları kendi aralarında karşılaştırıldığında; diğer altsınıflara oranla, dominant SFA'lerden 16:0'ın PC'de, 18:0'ın oldukça yüksek yüzdesi (dişilerde % 28.37 erkeklerde % 32.49) ve AA ile bu bileşene bağlı olarak  $\Sigma n-6$ 'nın PI'da; DHA asiti ile buna bağlı olarak  $\Sigma n-3$  PE'de; n-3/n-6 oranının ise en çok PE (dişilerde 5.13, erkeklerde 5.47) ve PC'de (dişilerde 5.06, erkeklerde 5.57) olduğu kaydedilmiştir. Bu verilerden; PC altsınıfının; 16:0 ve DHA; PI altsınıfının 18:0 ve AA; PE'nin ise daha çok DHA bakımından zengin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.55 ve 4.56).

Çizelge 4.55 ve 4.56'te görüleceği gibi  $\Sigma$ SFA miktarının, asidik lipitler olan PI ve PS'de;  $\Sigma$ MUFA'nın PC ve PS'de;  $\Sigma$ PUFA'nın ise PE'de daha fazla olduğu saptanmıştır.

Triaçilgliserol ile altsınıf yağ asidi içeriklerinin karşılaştırılmasında; TAG'de 14:0, 16:1n-7, 18:1n-9,  $\Sigma$ MUFA, 18:2n-6 ve 18:3n-3'ün PL altsınıflarında da erkeklerde PC hariç 18:0, DHA,  $\Sigma n-3$ , erkek balıklarda PE hariç  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ PUFA yüzdelerinin daha fazla olduğu kaydedilmiştir.

Adriyatik Denzinde *D. vulgaris* ile *C. conger*'in kas dokusunda triaçilgliserol ile fosfolipit altsınıflarının yağ asidi içerikleri karşılaştırılmıştır. Analizlerde, doymuş yağ asitlerinden 16:0 ve 18:0, tekli doymamışlardan, 18:1n-9 ve 16:1n-7, aşırı doymamışlardan; AA, EPA ve DHA en fazla bulunan bileşenlerdi. Ancak bunların miktarları, TAG ile PL altsınıflarda birbirlerinden farklı bulunmuştur. Şöyleki her iki balık türünün TAG'sinde 16:1n-7, 18:1n-9, 18:2n-6, eikosenoik (20:1n-9), eikosatrienoik (20:3n-6), AA,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA triaçilgliserolde; 16:0 PC'de, 18:0 PI/PS de  $\Sigma$ SFA fosfolipit altsınıflarında daha fazla bulunmuştur. *D.vulgaris* balığında, EPA ve DHA PE'de *C. conger*'de ise DHA triaçilgliserolde daha yüksek oranda belirlenmiştir. Araştırmacılar yağ asidi içeriklerindeki değişiklikleri, her iki balık türünün yaşam döngüleri ile beslenme özelliklerinin farklı olmasına bağladılar (Varljen 2003).

İnci Kefali'nde belirlediğimiz veriler, genellikle bu çalışmayla paralellik gösterse de az bir farklılık olduğu görülmüştür. İnci Kefali'nde AA TAG'de değil her iki eşeyde de PI'da,  $\Sigma$ PUFA TAG'de değil, PE'de daha fazla yüzde de saptanmıştır (Çizelge 4.55 ve 4.56). Ayrıca DHA *C. conger*'de olduğu gibi TAG fraksiyonundadeğil değil, PE'de

daha fazla oanda belirlenmiştir. Görülen kimi farklılıklar *D. vulgaris* ile *C. conger*'in deniz balığı olmasından kaynaklanabilir.

*D. sargus*'ta (karagöz), hem kas hem karaciğer dokusundaki TAG, PC, PE ve PI kendilerine özgü spesifik yağ asiti profiline sahiptir. TAG, PL alt sınıfları olan PC, PE ve PI'ye oranla daha az DHA, EPA (EPA) ve AA (AA); daha fazla 18:1n-9 içermiştir. PC'de yüksek oranda 16:0 ve DHA saptanmıştır. PE'deki 16:0 oranı PC'den daha düşük, ancak 18:0 ve DHA oranı daha fazla bulunmuştur. PI, 18:0 bakımından oldukça zengindir. Bu lipit sınıfı özellikle karaciğerde yüksek oranda AA içermiştir (Cejas ve ark. 2004). Çizelge 4.55 ve 4.56'ten de görüleceği gibi, bulgularımız, *D. sargus*'tan elde edilenlerle uyumludur. Ancak AA oranı karaciğer dokusunda değil, İnci Kefali'nin ovariumunda daha fazla yüzde de saptanmıştır (Çizelge 4.59).

Çin'in en büyük tatlısu gölü olan Poyand Gölü'nden toplanan beş balık türünün (*S. curriculum*, *E. ilishaeformis*, *P. fulvidraco*, *B. sinensis* ve *S. kneri* Garman) kas PC'deki 16:0 oranı PE'den fazla, 18:0 ise daha düşük olarak saptanmıştır. PL alt fraksiyonlarındaki  $\Sigma$ MUFA ile bu yağ asitlerin başlıca bileşeni olan 18:1n-9, TAG'den daha düşük bulunmuştur. PL fraksiyonlarında en zengin bulunan bileşenler olan  $\Sigma$ PUFA'ların oranı PC'de % 40.94-47.81; PE'de % 48.21-56.55 arasında saptanmıştır. *S. kneri* Garman türü (PE'de AA % 6.04) dışında analizlenen tüm türlerde AA ve DHA PL fraksiyonlarında % 10'dan fazla bulunmuştur. *S. curriculum*'ta EPA PC'de % 7.54- PE'de % 3.15 olarak saptanmıştır. Sonuç olarak, 16:0, EPA ve  $\Sigma$ MUFA PC fraksiyonunda; 18:0, DHA,  $\Sigma$ PUFA ve n-3 PE fraksiyonunda daha fazla buldukları görülür. PC'de n-3/n-6 oranı 0.76-1.17; PE'de ise 0.84-1.96 arasında belirlenmiştir (Lin ve ark. 2012). *A. tarichi*'de, saptadığımız sonuçlar (Çizelge 4.55 ve 4.56) bu verilerle uyumludur. Ancak kimi yağ asitlerinin ortalama yüzdeleri çalışmamızda farklı bulunmuştur. Ayrıca n-3/n-6 oranı PC'de dişilerde ortalama 4.93, erkeklerde 5.57; PE'de dişilerde ortalama 5.08, erkeklerde 5.47 yani Poyand Gölü'ndeki balıklardan oldukça yüksek değerlerde bulunmuştur (Çizelge 4.55 ve 4.56). Bunun nedeni çalışma materyalimizde n-3 bileşenlerini oluşturan EPA ve DHA'nın oldukça yüksek oranda saptanmasıdır.



**Çizelge 4.55** Dişi *Alburnus tarichi*'nin kas dokusundaki triaçilgliserol ve fosfolipit alt sınıflarının yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması

Yağ asidi	TG (ORT±S.H)*	PC (ORT±S.H)*	PI (ORT±S.H)*	PS (ORT±S.H)*	PE (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	4.50±0.33a	1.13±0.21b	1.16±0.37b	1.57±0.52b	0.69±0.43c
15:0	0.38±0.02a	0.40±0.04a	0.57±0.30a	0.35±0.11a	0.13±0.04b
16:0	13.81±0.60a	33.48±2.29b	11.39±1.30c	19.82±1.59d	17.01±3.08d
17:0	0.72±0.14a	0.19±0.02b	0.33±0.12c	0.16±0.05b	0.30±0.18c
18:0	3.31±0.20a	4.10±0.71a	28.37±2.17b	22.23±1.78c	12.38±0.96d
<b>∑S.F.A</b>	<b>22.73±0.76a</b>	<b>39.31±2.82b</b>	<b>41.81±2.43c</b>	<b>44.13±2.29c</b>	<b>30.51±3.05d</b>
16:1n-7	17.44±0.82a	5.98±0.57b	2.55±0.75c	4.79±1.17d	3.28±1.57d
18:1n-9	29.57±1.35a	15.52±1.53b	9.43±2.29c	14.52±1.60b	11.93±1.80b
20:1n-9	0.38±0.12a	0.26±0.07a	0.34±0.10a	0.55±0.13b	0.50±0.15b
<b>∑M.U.F.A</b>	<b>47.39±1.22a</b>	<b>21.75±1.96b</b>	<b>12.32±3.09c</b>	<b>19.86±2.68b</b>	<b>15.71±3.30c</b>
18:2n-6	4.07±0.36a	1.01±0.13b	0.86±0.14b	1.68±0.61c	0.97±0.26b
18:3n-3	2.06±0.14a	0.35±0.06b	0.57±0.35c	0.66±0.43c	0.46±0.10c
20:2n-6	0.48±0.05a	0.15±0.03b	0.47±0.25a	0.27±0.02c	0.32±0.06c
20:3n-6	0.66±0.06a	0.45±0.04b	0.92±0.63c	0.73±0.18a	0.83±0.11a
20:4n-6	1.56±0.09a	4.96±0.069b	12.61±1.08c	4.72±0.37b	6.72±0.79b
20:5n-3	9.45±0.46a	11.86±1.19a	12.74±1.12a	5.38±0.75b	10.17±0.41a
22:5n-3	4.57±0.45a	3.58±0.58a	4.05±0.56a	6.99±0.87b	7.95±1.20b
22:6n-3	7.03±0.61a	16.58±1.72b	13.66±1.44b	15.60±1.96b	26.36±3.47c
<b>∑P.U.F.A</b>	<b>29.88±1.12a</b>	<b>38.94±3.70b</b>	<b>45.87±2.87c</b>	<b>36.01±3.68b</b>	<b>53.79±5.04c</b>
∑n-3	23.12±1.13a	32.38±3.32b	31.01±2.11b	28.62±3.28c	44.94±4.74d
∑n-6	6.77±0.38a	6.56±0.69a	14.86±1.38b	7.39±0.57a	8.85±0.65a
n-3/n-6	3.42	4.93	2.09	3.87	5.08

\*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.

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.56** Erkek *Alburnus tarichi*'nin kas dokusundaki triaçilgliserol ve fosfolipit alt sınıflarının yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması

Yağ asidi	TG (ORT±S.H)*	PC (ORT±S.H)*	PI (ORT±S.H)*	PS (ORT±S.H)*	PE (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	4.35±0.27a	0.68±0.08b	0.42±0.07b	1.30±0.29c	0.24±0.05d
15:0	0.39±0.03a	0.29±0.01a	0.14±0.04b	0.53±0.25c	0.18±0.07b
16:0	14.19±0.60a	30.20±1.18b	8.75±0.79c	18.66±1.76d	12.79±0.71e
17:0	0.74±0.13a	0.15±0.04b	0.14±0.08b	0.33±0.15c	0.13±0.03b
18:0	3.52±0.13a	2.97±0.13a	32.49±2.45b	24.12±4.28c	12.01±0.83d
<b>ΣS.F.A</b>	<b>23.19±0.89a</b>	<b>34.28±1.15b</b>	<b>41.94±2.60c</b>	<b>44.93±6.41c</b>	<b>25.35±1.42a</b>
16:1n-7	17.35±0.59a	5.30±0.46b	1.83±0.29c	5.55±1.01b	1.72±0.21c
18:1n-9	30.17±0.61a	12.07±0.68b	8.65±1.66c	16.26±4.61d	8.88±1.28c
20:1n-9	0.45±0.12a	0.21±0.05b	0.25±0.05b	0.28±0.05b	0.37±0.09a
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>47.96±0.24a</b>	<b>17.57±0.87b</b>	<b>10.73±1.61c</b>	<b>22.10±5.50d</b>	<b>10.96±1.34c</b>
18:2n-6	3.76±0.21a	1.00±0.21b	0.39±0.06c	1.15±0.50b	0.53±0.11c
18:3n-3	1.97±0.14a	0.33±0.04b	0.11±0.03c	0.23±0.10b	0.30±0.03b
20:2n-6	0.51±0.04a	0.12±0.02b	0.12±0.02b	0.28±0.08c	0.26±0.06c
20:3n-6	0.69±0.06a	0.49±0.04b	0.43±0.03b	0.79±0.17a	0.98±0.09d
20:4n-6	1.52±0.12a	5.72±0.48b	15.19±1.30c	4.55±0.85b	8.07±0.77d
20:5n-3	8.41±0.21a	14.69±0.37b	12.12±1.04b	5.49±0.96c	10.64±0.45b
22:5n-3	4.75±0.39a	4.24±0.52a	4.51±0.54a	6.65±1.05b	9.57±0.87c
22:6n-3	7.24±0.44a	21.55±1.34b	14.48±1.92c	13.83±2.86c	33.34±1.87d
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>28.85±0.95a</b>	<b>48.14±1.20b</b>	<b>47.33±3.04b</b>	<b>32.97±5.06c</b>	<b>63.69±2.07d</b>
Σn-3	22.36±0.88a	40.81±1.52b	31.21±3.12c	26.20±4.63d	53.85±2.30e
Σn-6	6.48±0.26a	7.33±0.49b	16.12±1.25c	6.77±0.68b	9.84±0.74b
n-3/n-6	3.45	5.57	1.94	3.87	5.47

\*Her veri 3 tekrarı 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.

#### 4.63. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerindeki Karaciğer Triaçilgliserol ve Fosfolipit Alt sınıf Yağ Asidi İçeriğinin Karşılaştırması

Dişi ve erkek balıkların karaciğer PL alt sınıflarında; doymuş yağ asitlerinden 16:0 yüzdesi en çok PC'de (dişilerde% 30.66, erkeklerde % 25.63); 18:0, PI (dişilerde % 22.71, erkeklerde % 20.91) ve PS'de (dişilerde % 21.29, erkeklerde % 18.79), n-6 PUFA'lardan AA PI'da (dişilerde %12.70, erkeklerde % 16.34), n-3 PUFA'lardan DHA PC (dişilerde% 17.86, erkeklerde % 21.60) ve PE'de (dişilerde% 16.85, erkeklerde % 18.93),  $\Sigma$ n-3 bileşenlerinin PC'de (dişilerde% 31.17, erkeklerde % 37.66),  $\Sigma$ n-6'ların PI'da (dişilerde% 13.91, erkeklerde % 18.66), n-3/n-6 oranının ise en çok PC'de (dişilerde % 5.08, erkeklerde %6.20) olduğu görülmüştür.

Her iki eşeyin karaciğerinin TAG'sinde 14:0, 16:1n-7, 18:1n-9,  $\Sigma$ MUFA, 18:2n-6 ve 18:3n-3'ün, PL alt sınıflarında da 18:0,  $\Sigma$ SFA, dişilerde PS hariç DHA ve  $\Sigma$ PUFA yüzdelerinin daha fazla olduğu kaydedilmiştir.

*D. sargus*'ta (karagöz), hem kas hem karaciğer dokusundaki TG, PC, PE ve PI; kendilerine özgü spesifik yağ asiti profiline sahiptir. TG, PL alt sınıfları olan PC, PE ve PI'ye oranla daha az DHA, EPA ve AA; daha fazla 18:1n-9 içermiştir. PC'de yüksek oranda 16:0 ve DHA saptanmıştır. PE'deki 16:0 oranı PC'den daha düşük, ancak 18:0 ve DHA oranı daha fazla bulunmuştur. PI, 18:0 bakımından oldukça zengindir. Bu lipit sınıfı özellikle karaciğerde yüksek oranda AA içermiştir. (Cejas ve ark. 2004)

İnci Kefali'nden elde ettiğimiz sonuçlar, *D. sargus*'tan elde edilenlere benzerlik göstermektedir. Çalışmamızda da balığın her iki eşeyinin karaciğerinde TAG fraksiyonu, PL alt sınıflarına oranla daha fazla 18:1n-9 ve daha az yirmi karbonlu çoklu doymamış yağ asitlerini (AA, EPA ve DHA) içermiştir (Çizelge 4.57 ve 4.58). Yukarıda da belirtildiği gibi İnci Kefali'nde PE fraksiyonundaki 18:0 PC'den fazla, PC'deki 16:0 PE'den fazladır. Ancak DHA oranı her iki fraksiyonda birbirine yakın bulunmuştur. *D. sargus*'ta belirlendiği gibi PI fraksiyonu 18:0 ve AA bakımından zengindir (Çizelge 4.57 ve 4.58). Ancak, daha önce de vurgulandığı gibi, AA içeriği ovaryumda daha yüksek oranda bulunmuştur.

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.57** Dişi *Alburnus tarichi*'nin karaciğer dokusundaki triaçilgliserol ve fosfolipit alt sınıflarının yağ asidi yüzdelерinin karşılaştırılması

Yağ asidi	TG (ORT±S.H)*	PC (ORT±S.H)*	PI (ORT±S.H)*	PS (ORT±S.H)*	PE (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	3.26±0.36a	0.83±0.17b	1.25±0.35c	3.85±1.87a	1.02±0.19c
15:0	0.30±0.02a	0.29±0.05a	0.37±0.10a	0.91±0.34b	0.37±0.16a
16:0	14.09±1.39a	30.66±2.83b	16.45±2.87a	18.65±2.60c	17.47±0.96a
17:0	0.72±0.11a	0.10±0.02b	0.14±0.02b	0.36±0.29c	0.33±0.15c
18:0	3.84±0.58a	7.64±0.57b	22.71±3.45c	21.29±3.11c	17.40±1.95d
<b>ΣS.F.A</b>	<b>22.21±1.36a</b>	<b>39.53±2.90b</b>	<b>40.93±4.69b</b>	<b>45.07±4.67c</b>	<b>36.59±2.27b</b>
16:1n-7	17.11±1.26a	5.21±0.30b	4.36±0.69b	5.11±0.56b	4.99±1.43b
18:1n-9	30.40±2.00a	17.34±0.76b	19.25±1.80b	23.03±2.89c	21.32±4.05c
20:1n-9	0.67±0.14a	0.61±0.46a	0.31±0.08bc	0.44±0.13bc	0.52±0.13b
<b>ΣM.U.F.A</b>	<b>48.18±1.80a</b>	<b>23.16±0.89b</b>	<b>23.92±2.03b</b>	<b>28.58±3.00c</b>	<b>26.83±5.08c</b>
18:2n-6	2.96±0.10a	0.63±0.11b	0.61±0.15b	0.90±0.25c	0.71±0.20c
18:3n-3	1.73±0.06a	0.17±0.04b	0.13±0.03c	0.14±0.05c	0.27±0.10b
20:2n-6	0.41±0.06a	0.24±0.08b	0.20±0.05b	0.63±0.39c	0.43±0.08a
20:3n-6	0.88±0.10a	0.89±0.36a	0.40±0.11b	0.34±0.10b	0.45±0.13b
20:4n-6	2.03±0.19a	4.38±0.67b	12.70±2.92c	4.31±2.90b	6.80±1.87b
20:5n-3	10.11±1.38a	8.51±1.03ab	7.54±1.39b	11.23±4.68a	6.82±0.73b
22:5n-3	4.76±0.44a	4.63±0.97a	2.98±0.71a	2.74±0.94b	4.26±0.86a
22:6n-3	6.75±0.62a	17.86±1.38b	10.59±1.77c	6.06±1.44a	16.85±2.45b
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>29.61±2.24a</b>	<b>37.31±3.23b</b>	<b>35.15±4.30b</b>	<b>26.35±5.51a</b>	<b>36.59±4.57b</b>
Σn-3	23.34±2.06a	31.17±3.18b	21.24±3.70a	20.17±4.09a	28.19±3.27b
Σn-6	6.27±0.24a	6.14±0.73a	13.91±3.01b	6.18±2.83a	8.39±1.68c
n-3/n-6	3.72	5.08	1.53	3.26	3.36

\*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.

**Çizelge 4.58** Erkek *Alburnus tarichi*'nin karaciğer dokusundaki triaçilgliserol ve fosfolipit altısmflarının yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması

Yağ asidi	TG (ORT±S.H)*	PC (ORT±S.H)*	PI (ORT±S.H)*	PS (ORT±S.H)*	PE (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	3.60±0.39a	0.78±0.15b	0.94±0.24bc	1.27±0.37c	1.38±0.54c
15:0	0.28±0.02a	0.29±0.03a	0.36±0.13a	0.58±0.33b	0.23±0.05a
16:0	13.47±1.08a	25.63±1.56b	12.32±0.78a	16.55±1.75c	16.74±1.39c
17:0	0.93±0.18a	0.17±0.04b	0.10±0.03c	0.24±0.05d	0.18±0.07b
18:0	3.91±0.64a	6.95±0.96b	20.91±1.35c	18.79±1.63c	16.74±2.55c
<b>∑S.F.A</b>	<b>22.18±1.29a</b>	<b>33.82±1.61b</b>	<b>34.63±1.14b</b>	<b>37.42±2.45c</b>	<b>35.27±2.95b</b>
16:1n-7	18.11±0.79a	5.22±0.47b	4.04±0.66b	5.03±0.98b	5.49±1.70b
18:1n-9	28.59±2.73a	16.91±0.62b	18.19±1.58b	21.49±2.53c	18.31±2.09b
20:1n-9	0.62±0.13a	0.33±0.07b	0.37±0.12b	0.65±0.09a	0.67±0.15a
<b>∑M.U.F.A</b>	<b>47.33±2.27a</b>	<b>22.46±0.61b</b>	<b>22.60±1.70b</b>	<b>27.16±2.58c</b>	<b>24.47±3.67b</b>
18:2n-6	2.76±0.13a	0.63±0.07b	1.69±1.03c	1.58±0.35c	0.82±0.30b
18:3n-3	1.87±0.21a	0.27±0.04b	0.35±0.18b	0.30±0.08b	0.48±0.15c
20:2n-6	0.39±0.09a	0.20±0.04b	0.21±0.04b	0.54±0.14c	0.39±0.12a
20:3n-6	0.84±0.15a	0.53±0.06b	0.42±0.04b	1.66±1.13c	0.46±0.09b
20:4n-6	1.72±0.13a	4.71±0.52b	16.34±2.26c	3.18±0.62b	5.93±1.26d
20:5n-3	11.24±1.74a	11.06±1.04a	8.92±1.44a	9.19±1.67a	9.02±1.28a
22:5n-3	5.04±0.30a	4.73±0.53a	3.01±0.39b	6.11±0.93a	4.22±0.63a
22:6n-3	6.63±0.84a	21.60±0.72b	11.83±0.99c	12.84±2.41c	18.93±3.19b
<b>∑P.U.F.A</b>	<b>30.50±2.65a</b>	<b>43.73±1.83b</b>	<b>42.77±2.09b</b>	<b>35.41±3.78c</b>	<b>40.26±4.36b</b>
∑n-3	24.77±2.47a	37.66±1.84b	24.11±2.56a	28.44±2.96c	32.65±3.54d
∑n-6	5.72±0.33a	6.07±0.55a	18.66±2.74b	6.97±1.81a	7.60±1.12a
n-3/n-6	4.33	6.20	1.29	4.08	4.29

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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.

##### 4.64. *Alburnus tarichi* Dişi ve Erkek Bireylerindeki Gonat Triaçilgliserol ve Fosfolipit Altsınıf Yağ Asidi İçeriğinin Karşılaştırması

Dişi ve erkek balıkların gonatları ile kas ve karaciğer dokularında ince tabaka kromatografisi ile ayırımını sağladığımız depo lipitlerinden TAG fraksiyonu ile yapısal fonksiyonu olan PL altsınıflarının yağ asitleri içeriklerinin karşılaştırılmasında; belirlenen kimi verilerin ortak oldukları görülmüştür. Örneğin: 14:0, 17:0 gibi doymuş yağ asitleri ile 16:1n-7, 18:1n-9 ve bunlara bağlı olarak  $\Sigma$ MUFA'ların yüzdelerinin PC, PI, PS ve PE gibi PL altsınıflarına oranla TAG'de daha fazla; 18:0,  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ PUFA'ların (dişi karaciğer PS ile testis PC hariç) ise TAG'de daha az oldukları görülmüştür (Çizelge 4.59 ve 4.60).

Ovaryumdaki PL altsınıfları kendi aralarında karşılaştırılmasında; doymuş yağ asitleri içinde 16:0'ın (% 28.66) PC'de; 18:0'ın PI'da (% 23.56);  $\Sigma$ SFA'ların PS'de (% 41.94); n-6 yağ asitlerinden AA'nın çok büyük bir yüzdesinin (% 27.67) PI'da; önemli n-3'lerden EPA'nın PC (% 9.69) ve PE'de (% 9.30); 22:5n-3 (% 7.46), DHA (% 21.35),  $\Sigma$ PUFA (% 52.08) ve  $\Sigma$ n-3 (% 38.52) bileşenlerinin ise diğer altsınıflarına oranla PE'de daha yoğun oldukları görülmüştür (Çizelge 4.59).

N-3/n-6 oranı PC fraksiyonunda en yüksek (6.79); AA den dolayı ise PI'da en düşük olarak (0.63) belirlenmiştir.

Triaçilgliserol ile altsınımf yağ asidi içeriklerinin karşılaştırılmasında; TAG'de 14:0, 16:1n-7, 18:1n-9,  $\Sigma$ MUFA, 18:2n-6 ve 18:3n-3'ün; PL altsınıflarında da 18:0, DHA,  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ PUFA yüzdelerinin daha fazla olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.59).

Testis dokusunda, yağ asitlerin değişik PL altsınıflarındaki dağılımlarında; 16:0'ın PC'de, 18:0'ın PS'de, AA'nın PI (% 11.78) ve PE'de (% 10.66); EPA, DHA ve  $\Sigma$ n-3'ün PE'de daha fazla oranda oldukları belirlenmiştir (Çizelge 4.60). Miristik asit, 16:1n-7, 18:1n-9,  $\Sigma$ MUFA, 18:2n-6 ve 18:3n-3'ün TAG'de; 18:0, AA, DHA ve  $\Sigma$ SFA yüzdelerinin PL altsınıflarında daha fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.60).

*D. sargus*'un ovaryum TAG ve PC ve PE gibi PL alt sınıfları analizlenmiştir. Balığın TAG 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; AA, % 1.39; EPA, % 2.2; 22:5n-3, % 1.51; DHA, % 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; AA, % 4.0; EPA, % 6.4; 22:5n-3, % 1.54; DHA, % 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; AA, % 9.37; EPA, % 4.86; 22:5n-3, % 3.3; DHA, % 35.43;  $\Sigma$ SFA, % 27.2;  $\Sigma$ MUFA, % 10.3;  $\Sigma$ n-3, % 45.8;  $\Sigma$ n-6, % 13.3 olarak bulunmuştur. Sonuçlara göre 16:1n-7, 18:1n-9 ve bunlara bağlı olarak  $\Sigma$ MUFA ile çoklu doymamışlardan 18:2n-6 ve 18:3n-3 TAG fraksiyonunda; 18:0, AA, EPA, DHA ve  $\Sigma$ n-3 PL alt sınıflarında daha fazla miktarda saptanmıştır (Cejas ve ark. 2003). Fosfatidilkolin ve PE yağ asitleri içeriği karşılaştırılacak olursa, 16:0'ın PC'de; 18:0, AA, DHA ve  $\Sigma$ n-3 PE fraksiyonunda daha fazla yüzdede bulunurlar. İnci Kefali'nin her iki eşeyinde belirlediğimiz bulgular, bu sonuçlarla uyum içindedir (Çizelge 4.59 ve 4.60).

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

**Çizelge 4.59** Dişi *Alburnus tarichi*'nin ovaryum dokusundaki triaçilgliserol ve fosfolipit altısmflarının yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması

Yağ asidi	TG (ORT±S.H)*	PC (ORT±S.H)*	PI (ORT±S.H)*	PS (ORT±S.H)*	PE (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	4.59±0.49a	0.90±0.21b	0.58±0.34c	1.09±0.27a	0.69±0.32c
15:0	0.39±0.02a	0.44±0.92a	0.24±0.12b	0.38±0.15a	0.34±0.13a
16:0	13.93±1.67a	28.66±1.38b	10.91±1.89c	21.60±2.76d	14.23±0.91a
17:0	0.85±0.15a	0.28±0.08b	0.32±0.16b	0.36±0.13b	0.48±0.15b
18:0	2.98±0.30a	6.39±0.39b	23.56±1.15c	18.52±2.45d	12.73±1.65a
<b>∑S.F.A</b>	<b>22.74±1.07a</b>	<b>36.66±1.54b</b>	<b>35.61±3.27b</b>	<b>41.94±4.87c</b>	<b>28.47±1.54d</b>
16:1n-7	18.83±0.63a	4.71±0.41b	2.25±0.62c	4.02±0.94b	3.24±0.91c
18:1n-9	26.83±1.06a	17.71±0.86b	15.68±0.84b	16.91±1.68b	15.56±1.22b
20:1n-9	0.41±0.13a	0.29±0.10b	0.33±0.12b	0.44±0.15a	0.65±0.18c
<b>∑M.U.F.A</b>	<b>46.07±1.25a</b>	<b>22.71±1.06b</b>	<b>18.26±0.29c</b>	<b>21.37±2.61b</b>	<b>19.44±1.56b</b>
18:2n-6	3.94±0.35a	0.72±0.11b	0.54±0.11b	1.16±0.15c	1.24±0.61c
18:3n-3	2.17±0.28a	0.22±0.04b	0.14±0.02b	0.22±0.07b	0.41±0.11b
20:2n-6	0.52±0.06a	0.28±0.08b	0.20±0.02b	0.29±0.03b	0.99±0.51c
20:3n-6	0.84±0.10a	0.84±0.50a	0.38±0.04b	0.45±0.08b	0.47±0.08b
20:4n-6	1.57±0.10a	4.45±0.79b	27.67±2.76c	9.62±2.05d	10.87±1.12d
20:5n-3	11.59±0.68a	9.69±0.99b	6.09±0.69c	7.40±0.79c	9.30±1.28b
22:5n-3	4.60±0.43a	5.29±0.72a	2.85±0.32b	4.87±0.71a	7.46±0.81c
22:6n-3	5.97±0.60a	19.14±1.75b	8.25±1.12c	12.67±2.26d	21.35±2.18b
<b>∑P.U.F.A</b>	<b>31.19±1.01a</b>	<b>40.63±2.08b</b>	<b>46.13±3.20c</b>	<b>36.69±3.37d</b>	<b>52.08±2.01e</b>
∑n-3	24.32±1.27a	34.34±3.00b	17.34±1.98c	25.17±3.26d	38.52±3.11e
∑n-6	6.87±0.44a	6.29±1.18a	28.79±2.65b	11.52±2.04c	13.56±1.93c
n-3/n-6	3.54	5.45	0.60	2.18	2.84

\*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.



**Çizelge 4.60** Erkek *Alburnus tarichi*'nin testis dokusundaki triaçilgliserol ve fosfolipit alt sınıflarının yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması

Yağ asidi	TG (ORT±S.H)*	PC (ORT±S.H)*	PI (ORT±S.H)*	PS (ORT±S.H)*	PE (ORT±S.H)*
14:0 <sup>§</sup>	5.33±0.13a	1.26±0.21b	1.31±0.30b	1.58±0.66b	1.32±0.63b
15:0	0.37±0.02a	0.68±0.26b	0.88±0.58c	0.60±0.28b	0.20±0.05a
16:0	12.31±0.72a	35.97±2.55b	17.42±1.53c	20.38±2.68d	21.28±2.07d
17:0	0.86±0.18a	0.24±0.08b	0.23±0.11b	0.50±0.27c	0.23±0.09b
18:0	3.59±0.30a	6.80±1.16b	20.50±1.46c	24.50±3.76d	12.38±1.71e
<b>∑S.F.A</b>	<b>22.47±0.73a</b>	<b>44.94±3.62b</b>	<b>40.34±1.79c</b>	<b>47.57±5.05b</b>	<b>35.40±3.38d</b>
16:1n-7	18.97±0.62a	7.02±1.14b	5.21±1.06c	4.33±1.27c	4.09±0.92c
18:1n-9	28.06±1.02a	17.95±1.04b	18.26±3.40b	17.77±4.77b	15.15±2.23b
20:1n-9	0.34±0.11a	0.25±0.11a	0.74±0.20b	0.48±0.18c	0.54±0.26c
<b>∑M.U.F.A</b>	<b>47.37±0.55a</b>	<b>25.23±1.12b</b>	<b>24.21±4.02b</b>	<b>22.58±5.36b</b>	<b>19.78±3.13c</b>
18:2n-6	4.44±0.45a	0.79±0.25b	1.28±0.34c	0.79±0.12b	0.55±0.08d
18:3n-3	2.30±0.23a	0.18±0.07b	0.41±0.16c	0.18±0.04b	0.20±0.05b
20:2n-6	0.53±0.06a	0.35±0.18b	0.39±0.06b	0.34±0.04b	0.42±0.08b
20:3n-6	0.75±0.06a	1.30±0.85b	0.51±0.18c	0.53±0.13c	0.38±0.07d
20:4n-6	1.79±0.16a	5.06±1.00b	11.78±2.49c	4.08±1.11b	10.66±1.46c
20:5n-3	10.80±0.27a	8.91±1.61b	8.87±1.01b	5.29±0.76c	11.34±1.71a
22:5n-3	4.15±0.30a	3.34±0.60b	2.94±0.46c	5.06±1.31a	4.78±0.61a
22:6n-3	5.39±0.31a	9.90±1.94b	9.27±1.50b	13.59±3.32c	16.49±2.18d
<b>∑P.U.F.A</b>	<b>30.16±0.57a</b>	<b>29.83±4.42a</b>	<b>35.45±4.26b</b>	<b>29.85±6.08a</b>	<b>44.82±4.72c</b>
∑n-3	22.65±0.52a	22.34±3.93a	21.49±2.57a	24.12±5.14a	32.81±3.97b
∑n-6	7.51±0.65a	7.49±1.14a	13.96±2.26b	5.73±1.14a	12.01±1.53b
n-3/n-6	3.02	2.98	1.54	4.21	2.73

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

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P&gt;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.

Sonuç olarak; İnci Kefali'nin değişik dokularındaki TAG ile PL alt sınıflarının yağ asiti değişimlerinin mevsimsel dağılımında; TAG fraksiyonunun PL alt sınıflarına oranla doymuş yağ asitlerinden 14:0, 16:1n-7, 18:1n-9,  $\Sigma$ MUFA ile çoklu doymamışlardan, 18:2n-6 ve 18:3n-3 bakımından PL alt sınıflarının ise doymuş yağ asitlerinden 16:0 (PI dışında), 18:0, AA, DHA,  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ PUFA (testis dışında) yüzdelerinin PL alt sınıflarında daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu yağ asiti dağılımı TAG ve PL alt sınıfına has bir özelliktir. Fosfolipit alt sınıfları yağ asiti içeriği karşılaştırıldığında ise 16:0'ın PC'de, 18:0'ın PI ve PS'de, AA'nın PI'da, DHA'nın ise PE ve PC'de,  $\Sigma$ SFA PS'de,  $\Sigma$ n-3 PE (karaciğer dışında),  $\Sigma$ n-6 PI'da diğer PL alt sınıflarına oranla daha fazla oranda bulunurlar. Total SFA'ların PS'de daha fazla bulunmasının nedeni bu bölümü oluşturan 16:0 ile 18:0'ın bu alt sınıfta fazla olmasıdır. Yine n-6'lardan AA'nın PI fraksiyonunda fazla bulunması bu fraksiyonun  $\Sigma$ n-6 bakımından daha zengin olmasını sağlamıştır. Bu veriler, PC fraksiyonunda *sn-1* pozisyonda 16:0, *sn-2*'de DHA'nın, PI da *sn-1*'de 18:0'ın *sn-2*'de ise AA'nın daha fazla yer aldığını göstermektedir. Bulgulardan hareketle, her bir PL alt sınıfının, biyokimyasal fonksiyonuna bağlı olarak kendisine özgül bir yağ asiti dağılımına sahip olduğunu gösterir.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Van Gölü'nde yaşayan ve endemik bir balık türü olan İnci Kefali'nin kas, karaciğer ve gonatlarının total lipit, ve total lipit ile fosfolipit, triaçilgliserol ve fosfolipit alt sınıflarındaki yağ asidi içeriğinin, eşeye ve mevsime bağlı değişimleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, elde edilen veriler ve bazı öneriler aşağıda verilmiştir.

1. Balığın her iki eşeyinde bir yıl boyunca yaş ağırlığa bağlı olarak kas total lipit miktarı (gr /100 gr); 3.21-5.57, karaciğer 7.79-29.73, gonat 3.54-7.87 olarak saptanmıştır.
2. Balık dokularının analizlerinde, on altı farklı yağ asiti belirlenmiştir. Doymuş yağ asitleri (SFA) içinde yüzde olarak en çok 16:0 ve 18:0, tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) içinde 18:1n-9 ve 16:1n-7, aşırı doymamış yağ asitleri PUFA içinde DHA ve EPA belirlenmiştir.
3. Balık dokularındaki total lipit miktarı ile yağ asiti içerikleri; mevsime, üreme periyoduna, sıcaklığa ve eşeye bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Örneğin, analiz edilen balığın erkek ve dişi bireylerinin kas total lipitinde, üremeden sonraki dönem olan temmuz ve eylül ayında 16:0 oranı yüksek, DHA oranı ise üreme dönemi olan mayıs ayında düşük bulunmuştur.
4. *A. tarichi*'nin her iki eşeyinde bir yıl boyunca kas total lipitinde n-3/n-6 oranı dişilerde ortalama 3.97, erkeklerde 3.88 olarak saptanmıştır. N-3/n-6 oranı balık yağlarının kalitesini belirlemede kullanılan bir faktördür. Elde edilen verilerden, İnci Kefali'nin diğer tatlısu balıklarına oranla 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 asiti içeriği farklı bulunmuştur. Triaçilgliserolde  $\sum$ MUFA ve  $\sum$ SFA ile birlikte 16:0, 18:1n-9, 16:1n-7, 18:2n-6 ve 18:3n-3 yağ asitleri; fosfolipitte (PL) ise  $\sum$ PUFA ile 18:0, 20:3n-6, AA, EPA, 22:5n-3 ve DHA gibi yağ asitleri daha fazla yüzdede bulunmuştur. Dokuların TAG ve PL yağ asiti içeriklerinin de mevsime, üreme periyoduna, sıcaklığa ve eşeye bağlı olarak değiştiği saptanmıştır.

Çalışmada ayrıca ilk kez İnci Kefali'nin çeşitli dokularındaki PC, PE, PI ve PS yağ asitlerinin mevsimsel içeriği de araştırılmıştır. PL alt sınıfı yağ asitlerinin mevsime ve su sıcaklığına bağlı olarak kimi değişimler gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca PL alt sınıflarının,

biyokimyasal fonksiyonlarına bağlı olarak kendilerine has yağ asiti içeriğine sahip oldukları ortaya konmuştur.

Bu alışma ile ilk kez İnci Kefali'nin değişik dokularında fosfolipit, triaçilgliserol ve fosfolipit alt sınıflarının yağ asitlerinin mevsimsel değişiminin ortaya konması, hem tüketicilerin bilinçli olarak beslenmesine hem de literatürdeki eksiklerin giderilmesine katkı sağlaması bakımından önemlidir. Bundan sonraki süreçte, İnci Kefali'nin amino asit, protein ve kolesterol içeriğinin araştırılması, balığın besinlerini oluşturan zooplankton ve fitoplanktonların yağ asiti içeriklerinin mevsime bağlı olarak saptanmasını önerebiliriz.

## 6. KAYNAKLAR

- Ackman, K.G. 1967. Characteristics of the fatty acid composition and biochemistry of some freshwater fish oils and lipids in comparison with marine oils and lipids. *Comp. Biochem. Physiol.*, 22: 907-922.
- Ackman, K.G., Eaton, C.A., Lirme, 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. Fatty acid, in marine biogenic lipids, fats and oils, Ackman, CRC Press, Inc., Boca Raton, 145-178.
- Ackman, R.G. 1989. Nutritional composition of fats in seafood. *Progress Food Nutr. Sci.*, 13: 161–241.
- Ackman, R.G., Ratnayake, W.M.N. 1989. Fish oils, seal oils esters and acids are all form of omega 3 intake equal, health effects of fish and fish oils. (Chandra, R.K., ed.) pp. 373-393.
- 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. 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 Compos. Anal.*, 4: 68-76.

- Agren, J., Muje, P., Hanninen, O., Herranen, J., Pentula, I. 1987. Seasonal variations of lipid fatty acids of Boreal freshwater fish species. *Comp. Biochem. Physiol.*, 88: 905-909.
- Ahlgren, G., Blomqvist, P., Boberg, 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.
- Ahlgren, G., Gustafsson, I.B., Boberg, M. 1992. Fatty acid content and chemical composition of freshwater microalge. *J. Physiol.*, 28 (1): 37-50.
- Akgül, M. 1980. Van Gölü Kapalı Havzasında Yaflayan İnci Kefali'nin *Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811 Biyo Ekolojisi Üzerinde Araştırmalar, TÜBİTAK VII. Bilim Kongresi Biyoloji Tebliğleri, s. 533-544.
- Akpınar, M.A. 1981. *Cyprinus carpio* (Osteichthyes: Cyprinidae) karaciğer ve etindeki total lipid ve yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişimi. AÜ. Fen Fakültesi Genel Zooloji ABD., Yüksek Lisans Tezi, 30s. Ankara.
- 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)'nin karaciğer yağ asitlerinin mevsimsel değişimi. *Doğa TU Biyol.*, 10(3): 232-239.
- Akpınar, M.A. 1986b. *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)'nin 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. 1987a. *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)'nin kas dokusu yağ asitlerinin mevsimsel değişimi. *Doğa TU Biyol.*, 11(1): 1-9.
- Akpınar, M.A. 1987b. Ergin olmayan ve ergin sazanların (*Cyprinus carpio* L.) gonadlarında total lipid değişimi. C.Ü. Fen- Ede. Fak. Fen Bil. Derg., 5: 173-190.
- 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.
- Akpınar, M. A., Görgün, S., Dağ, Ş. 2009. Ergin ve ergin olmayan gökkuşağı alabalığı *Oncorhynchus mykiss*'in (Osteichthyes: Salmonidae) karaciğer lipaz enzimi (E.C. 3.1.1.3) aktivitesinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi. 34: 101-106.
- Akyurt, Ü., Aras, M.S. Yanar, M. 1985. Van Gölü Havzasında Yaşayan *Chalcalburnus tarichi*, (Pallas 1811) nin Büyüme Durumu, Gonad Gelişimi, Yumurta Verimliliği ile Et Verim özellikleri üzerinde Bir Araştırma, Et Balık Derg. 7(43):13-20.
- Akyurt, İ. 1993. Fish Nutrition (in Turkish). Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Ders Notları No 156, Erzurum, s. 135.
- 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.
- Ankowska, 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.
- Aras, N.M., Haliloğlu, H.I., Ayık, Ö., Yetim, H. 2003a. Comparison of fatty acid profiles of different tissues of mature Trout (*Salmo trutta labrax*, Pallas, 1811) caught from Kazandere Creek in the Çoruh Region, Erzurum, Turkey. **Turk. J. Vet. Anim. Sci.**, 27: 311-316.
- Aras, N.M., Haliloğlu, H.İ., Bayır, A., Atamanalp, M., Sirkecioğlu, A.N. 2003b. Karasu Havzası Yeşildere Çayı Olgun Dere Alabalıkları (*Salmo trutta*

- macrostigma*, Dumeril, 1858)'nda farklı dokuların yağ asidi kompozisyonlarının karşılaştırılması. **Turk J. Vet. Anim. Sci.**, 27: 887-892.
- Aras, N. M., Güneş, M., Bayır, A., Sirkecioğlu, A. N., Haliloğlu, İ. H. 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 (73): 55-64.
- Aro, T., Tahvonen, R., Mattila, T., Nurmi, J., Sivonen, T., Kallio, H. 2000. Effects of season and processing on oil content and fatty acids of Baltic Herring (*Clupea harengus membras*). **J. Agric. Food. Chem.**, 48 (12): 6085-6093.
- Artar, E., Akgün, H. Adıyaman ilinde yürütülen balıklandırma çalışmalarının balıkçılığa etkisi. I. Balıklandırma ve rezervuar yönetimi sempozyumu. 7 – 9. Şubat 2006. 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.
- Barrado, E., Jimenez, F., Prieto, F., Nuevo, C. 2003. The use of fatty-acid profiles of the lipids of the Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) to differentiate tissue and dietary feed. **Food Chem.**, 81 (1): 13–20.
- Bates, D., Cartlidge, 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.



- Baticic, L., Varljen, N., Varljen, J. 2011. Fish lipids as a source of healthy components: Fatty acids from Mediterranean fish. In Biomedical Engineering, Trends, Research and Technologies, edited by Dr. Sylwia olsztynska, chapter 16, 384-406.
- Bayır, A., Haliloğlu, H.İ., Sirkecioglu, 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.
- Bayır, A., Sirkecioglu, A.N., Aras, N.M., Aksakal, E., Haliloğlu, H.İ. Bayır, M. 2010: Fatty acids of neutral and phospholipids of three endangered trout: *Salmo trutta caspius* Kessler, *Salmo trutta labrax* Pallas and *Salmo trutta macrostigma* Dumeril. *Food Chem.*, 119:1050–1056.
- 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.
- Baysal, A. 1992. Diyet yağları ve sağlığımız: son görüşler, *Beslenme Diyet Derg*, 21: 5-16.
- Baysal A., Beslenme. Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, 2002.
- Beaugrand, G., Brander, K.M., Lindley, J.A., Souissi, S., Reid, P.C. 2003. Plankton effect on cod recruitment in the North Sea, *Nature*, 426: 661-664.
- Bell, M.V., Henderson, R.J., Sargent, J.R. 1985. Changes in the fatty acid composition of turbot (*Scophthalmus maximus*) in relation to dietary polyunsaturated fatty acid deficiencies. *Comp. Biochem. Physiol.* 81B:193–198.
- Bell, M.V., Henderson, R.J., Sargent, J.R. 1986. The role of polyunsaturated fatty acids in fish. *Comp. Biochem. Physiol.* Part B, 83(4): 711-719.
- 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.M.C., 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. *Prostaglandins, Leukotrienes Essent. Fatty Acids*. 49: 665-673.
- Bell, J. G., Tocher, D.R., MacDonald, F.M., Sargent, J.R. 1994. Effect of supplementation with 20:3n-6, AA and EPA 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, L. S. 1964. Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries, vol II, 4th edn. Academy of Sciences of the USSR, Zoological Institute, pp 281– 283.
- 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.
- Besler, H.T. Balık Tüketimi ve Sağlık Etkileşimi. Hacettepe Üniversitesi.
- 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 hapain-pond system. *Aquaculture*. 194 (3-4): 303-314.
- Bilgüven, M. 2002. Food Information, Food Technology and Fish Nutrition (in Turkish). Yayın No:1, Akademisyen Yayın Evi, Rize.
- Bishop, D. G., James, D.G., Olley, J. 1976. Lipid composition of Slender Tuna (*Allothunnus fallai*) as related to lipid composition of their feed (*Nyctiphanes australis*). *J. Fish. Res. Board Can.*,33:1156-1161.
- Blanchard, G., Druart, X., Kestemont, P.2005. Lipid content and fatty acid composition of target tissues in wild *Perca fluviatilis* females in relation to hepatic status and gonad maturation. *J. Fish Biol.*, 66: 73-85.
- Body, D. R., Vlieg, P. 1989. Distribution of the lipid classes and eicosapentaenoic (EPA) and docosahexaenoic (DHA) acids in different sites in Blue Mackerel (*Scomber australasicus*) filets. *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. *Aquaculture*. 104 (1-2): 79-89.
- Brown, A.J., Roberts, D.C.K., Truswell, A.S. 1989. Fatty acid composition of Australian marine finfish: A review. *Food Australia*. 41(3): 655–666.
- Brown A. Understanding Food. Fish and Shellfish. Wadsworth/Thomson Learning, USA, 2000: 299-318.
- Budowski, P. 1981. Nutritional effects of n-3 polyunsaturated fatty acids. *Israel J. Med. Sci.*, 17 (4): 223-231.
- Burr, G.O., Burr, M.M. 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. 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.
- Buzzi, M., Henderson, R.J., Sargent, J.R. 1997b. Biosynthesis of docosahexaenoic acid in trout hepatocytes proceeds via 24-carbon intermediates. *Comp. Biochem. Physiol.*, 116 (2):263-267.
- Cai, Z., Curtis, L.R. 1990. Effects of diet and temperature on food consumption, growth rate and tissue fatty acid composition of triploid Grass Carp. *Aquaculture*, 88: 313-327.
- Calder P. C. 2004. n-3 fatty acids and cardiovascular disease: Evidence explained and mechanisms explored. *Clin. Sci.*, 107:1-11.
- 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.

- Canty, D. J., Zeisel, S.H. 1994. Lecithin and choline in human health and disease. *Nutrition Reviews*. 52(10):327-339.
- Castell, J. D., Sinnhuber, R.O., Wales, J.H., Lee, J.D. 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, Heinemann, Berlin. 59-84.
- Castell, J. D., Bell, J.G., Tocher, D.R., Sargent, J.R., 1994. Effects of purified diets containing different combinations of arachidonic and docosahexaenoic acid on survival, growth and fatty acid composition of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*. 128: 315–333.
- Cejas, J. R., Almansa, E., Villamandos, J.E., Badia, P., Bolanos, A., Lorenzo, A. 2003. Lipid and fatty acid composition of ovaries from wild fish and ovaries and eggs from captive fish of White Sea Bream (*Diplodus sargus*). *Aquaculture*. 216 (1-4): 299–313.
- Cejas, J. R., Almansa, E., Jerez, S., Bolanos, A., Samper, M., Lorenzo, A. 2004. Lipid and fatty acid composition of muscle and liver from wild and captive mature female broodstocks of white seabream, *Diplodus sargus*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 138(1): 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.
- Cengiz, E. İ, Ünlü, E., Başhan, M., Satar, A., Uysal, E. 2012. Effects of seasonal variations on the fatty acid composition of total lipid, phospholipid and triacylglycerol in the dorsal muscle of Mesopotamian catfish (*Silurus triostegus* Heckel, 1843) in Tigris River (Turkey). *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.*, 12: 33–39.

- Chauke, E., Cukrowska, E., Thaela-Chimuka, M.J., Chimuka, L., Nsengimana, H., Tutu, H. 2008. Fatty acids composition in South African freshwater fish as indicators of food quality. *Water SA*. 34: 119-125.
- Chen, I. C., Chapman, F.A., Wei, C.I., Portier, K.M., O'Keefe, S.F.J. 1995. Differentiaion of cultured and wild Sturgeon (*Acipencer oxyrinchus desotoi*) based on fatty acid composition. *Food. Sci.*, 60 (3): 631-635.
- Chetty, N., Reavis, S.C., Immelman, A.R., Atkinson, P.M., van As, J.G. 1989. Fatty acid composition of some South African fresh-water fish. *S. Afr. Med. J.*, 76 (7):368-370.
- 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 reseach and devolopment. *Int. Devolop. Res. Cent.*, 1:26-33.
- Christie, W. W. 1982. Lipid analysis, 2nd.ed. Pergamon Press, Oxford, U.K. 2076.
- Christie, W. W. 1987. The lipid composition of animal tissues. In HPLC and Lipids: A Pratical Guide, W.W. Christie (Ed.), p. 55. Pergamon Press.,Oxford, UK.
- Christie, W. W. 1990. Gas chromatography and lipids. The Oily Press, Glasgow. 302.
- Citil, O. B., Oner, A.C. 2013. Composition and seasonal variation of fatty acids of *Chalcalburnus tarichi* in Van Lake, Turkey. *Macedonian Journal of Animal Science*, Vol. 3, No. 1, 87–90.
- Claude Leray, C., Pelletier, X. 1987. Thin-layer chromatography of human platelet phospholipids with fatty acid analysis. *J. Chromatogr.*, 420: 411-416.
- 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.*, 133B: 281-288.

- Cowey, C. B. 1988. The nutrition of fish: The developing scene. *Nutritional Research Reviews*. 1: 255-280.
- Cowey, C. B., Sargent, J.R. 1972. Fish nutrition. *Adv. Mar. Biol.*, 10: 383-492.
- Crowford, R. H., Cusack, R.R., Parle, T. R. 1986. Lipid content and energy expenditure in spawning migration of Alewife (*Alosa pseudoharengus*) and Bulebase 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.
- Çakmak, Y. S., Zengin, G., Güler, G. O., Aktumsek, A., Ozparlak, H. 2012. Fatty acid composition and  $\omega 3/\omega 6$  ratios of the muscle lipids of six fish species in Sugla Lake, Turkey. *Arch. Biol. Sci.*, Belgrade, 64 (2): 471-477.
- 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.
- Çetinkaya, O. Elp, M. 1995. İnci Kefalinin (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) morfolojik anatomisi ve sistematik özellikleri II. Doğu Anadolu Su ürünleri Sempozyumu, 14-16 Haziran 1995, Erzurum (713-722).
- Çibuk, S., Atasoy, N., Kaptanoğlu, S. 2014. The study of total lipid rate and fatty acids of Pearl Mullet (*Chalcalburnus tarichii* P.1811) and nutritional importance in Van Turkey. *J. Food Nutr. Res.*, 2,(1): 1-8.
- Dağlı, M., Erdemli, A.Ü., Yılmaz, Ö. Karakaya Baraj Gölü'nde yaşayan üç Cyprinid türünün total lipit ve yağ asidi bileşiminin mevsimsel incelenmesi. Ulusal Su Günleri Sempozyumu. 29 Eylül-1 Ekim 2009. Elazığ.

- Dal, A. Atatürk Baraj Gölü (Adıyaman)'nde yetiştiriciliği yapılan Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda parazitolojik araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su ürünleri Anabilim Dalı. 2006. 52 sayfa.
- 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.**, 73B (4): 771-777.
- Dave, G., Johanson-Sjöbeck, 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 255-267. Published Van Nostrand Reinhold, 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.**, 108A: 673-680.
- Demirel, G., Özpınar, H. 2003. "Yosunlar ve hayvan beslemede kullanımları", Uludağ Univ. J. Fac. Vet. Med., 22, 103-108.
- Demirsoy, A. 1996. Genel ve Türkiye zoocoğrafyası 'Hayvan coğrafyası'. Meteksan A.Ş. Ankara. 630s.
- Deng, J.C, Orthefer, F.T., Dennison, R.L., Watson, M. 1976. Lipids and fatty acids in Mullet (*Mugil cephalus*): Seasonal and locational variations. **J. Food Sci.**, 4,1479-1483.
- Deslypere, J.P. 1990. Effect of fish consumption compared to intake of fish oil. 46: 53-69. In: Somogyi, J.C., Hotzel, D. (Ed), Marine Foods. Bibl Nutr Dieta. Basel, Karger.
- 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 Gökkuşluğu Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* W.) muhafazası süresince yağ asitleri bileşimlerindeki değişmelerin araştırılması. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi. 18 (1-2): 125-134.
- Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F test, *Biometrics*. 11: 1-14.
- 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.
- Duyar, H. A. İnci kefalı (*Chalcalburnus tarichi* Pallas, 1811) kas ve yumurtasının kimyasal kompozisyonu ve kroket yapımı üzerinde bir araştırma.1995. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 118 s. İzmir.
- Dyerberg, J. 1990. Conference summary and future directions. *World Rev. Nutr. Diet.*, 66: 16-19.
- Editorial. 2000 Fish Oil And Rheumatoid Arthritis: Antiinflammatory And Collateral Health Benefits. *J Rheumatol*, 27(10):2563-2567.
- El- Sayed, M.M., Ezzat, A.A, Kandeel, K.M., Shaban, F.A. 1984. Biochemical studies on the lipid content of *Tilapia nilotica* and *Sparus auratus*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 79: 589-594.
- Ergun, H., Tanyel, B., Çamaş, H. 1992. Van Gölü'nde inci kefalı balık etlerinde yağ asitleri düzeyleri. YYÜ. Vet. Fak. Derg. 3 (1-2): 165- 174.
- 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*) filets. *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 *Daphniacucullata* 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. *Lipid*, 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. *Aquaculture*, 14: 57–65.
- Farkas, T. 1979. Adaption of fatty acid composition to temperature. A study on planktonic crustaceans. *Comp. Biochem. Physiol.*, 64B: 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. *Aquaculture*. 20: 29-40.
- Farkas., T. 1984. Adaptation of fatty acid composition to temperature - A study on Carp (*Cyprinus carpio* L.) liver slices. *Comp. Biochem. Physiol.*, 79: 531-535.
- 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. Psychiatry*, 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.
- Fountoulaki, E., Alexis, M.N., Nengas, I., Venou, B. 2003. Effects of dietary arachidonic acid (AA), on growth, body composition, and tissue fatty acid profile of Gilthead Bream Fingerlings (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture*. 225: 309–323.
- 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.
- Gallagher, M.L., Paramore, L., Alvest, D., Rulifson, A. 1998. Comparison of phospholipid and fatty acid composition of wild and cultured striped bass eggs. *J. Fish Biol.*, 52: 1218–1228.

- Granstrom, E. 1990. Omega-3 polyunsaturated fatty acids: biochemical actions. 46: 87-94. In: Somogyi, J.C., Hotzel, D. (Ed), Marine Foods. Bibl. Nutr. Dieta. Basel, Karger.
- Geldiay, R., Balık, S. 1988. Türkiye Tatlısu Balıkları, Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar Serisi No: 97, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir. 519 s.
- 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. **Aquaculture**, 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.**, 78C: 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.
- Giovanni, M.T., Moretti, V.M., Mentasti, T. Orban, E., Valfrè, F. 2007. Effects of dietary lipid source on fillet chemical composition, flavour volatile compounds and sensory characteristics in the freshwater fish tench (*Tinca tinca* L.). **Food Chem.**, 102(4): 1144-1155.
- Gomes, A.D., Correia, T.G., Moreira, R.G. 2010. Fatty acids as trophic biomarkers in vitellogenic females in an impounded tropical river. **Fish Physiol. Biochem.** 36: 699-718.
- 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 işleme 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 Food*, 62 (3): 351-355.
- Görgün, S. 2011. Tödürge Gölü'nde (Sivas) yaşayan bazı Cyprinidae türlerinin karaciğer ve kas dokusu yağ asiti bileşiminin mevsimsel değişimi ve karaciğer lipaz enziminin saflaştırılması ve biyokimyasal özelliklerinin karşılaştırılması, Doktora tezi Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 212 sayfa.
- Görgün, S., Akpınar, N., Zengin, G., Akpınar, M.A., Gunlu, A., Güler, G.O., Aktümsek, A. 2013. Determination of fatty acid profiles of total, neutral, and polar lipids in different tissues of *Vimba vimba* (L., 1758) from Eğirdir Lake (Isparta, Turkey). *Turk. J. Zool.* 37: 627-634.
- Görgün, S., Akpınar, N., Dirican, S. 2014. A comparative study on the fatty acid profiles of total lipid, neutral and polar lipids in the liver and muscle of *Capoeta sieboldi* (Steindachner, 1864) and *Capoeta baliki* (Turan, Kottelat, Ekmekçi, İmamoğlu, 2006) from Tödürge lake (Sivas, Turkey). *Acta Alimentaria*, 43 (1): 170–181.
- 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.
- Grundy S. M. 1994. Influence of stearic acid on cholesterol metabolism relative to other long-chain fatty acids. *Am. J. Clin. Nutr.* 60 (Suppl):986S-90S.
- 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, London. pp.387.
- 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 Beysehir 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 n-3/n-6 ratios of Carp (*Cyprinus carpio* L.) muscle lipids in Beysehir Lake (Turkey). *Food Chem.*, 108: 689–694.
- Güneş, M. 2007. Tercan Baraj Gölü ve Tuzla Çayında yaşayan *Capoeta capoeta umbla* Heckel, 1843 populusyonlarının bazı biyo-ekolojik özellikleri, total yağve yağasidikompozisyonlarının 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, New York, pp. 713.
- Halver, J.E. 1988. Fish Nutrition. Academic Press Inc. California 92101. pp. 186-187.
- Halver, J.E. 1989. Fish nutrition, Academic Press, Inc., 2nd Edition, pp.798.
- 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.*, 80B: 257-276.
- Hardman, W.E. 2002. Omega-3 fatty acids to augment cancer therapy. *J. Nutr.*, 132: 3508-3512.

- 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.
- Hedayatifard, M., Yousefian, M. 2010. The fatty acid composition of Golden Mullet (*Liza aurata*) as affected by dry-salting. *J.Fish. Aqua. Sci.*, 5(3):2008-215.
- Heidinger, R.C., Crawford, S.D. 1977. Effect of temperature and feeding rate on the liver-somatic index of the largemouth Bass (*Micropterus salmoides*). *J. Fish. Res. Board Can.*, 34: 633-638.
- Henderson, R.J., Tocher, D.R. 1987. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Prog. Lipid Res.*, 26: 281-347.
- Henderson, R.J. 1996. Fatty acid metabolism in freshwater fish with particular reference to polyunsaturated fatty acids. *Arch. Amin. Nutr.*, 49: 5-22.
- 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.
- Hiratsuka, S., Kitagawa, T., Matsue, Y., Hashidume, M., Wada, S., 2004. Lipid class and fatty acid composition of phospholipids from the gonads of skipjack tuna. *Fish. Sci.*, 70: 903–909.
- Hisar, O., Hisar, A.S. 2003. “Farklı su sıcaklıklarında tutulan aynalı Sazanlarda (*Cyprinus carpio*) eritrosit hücrelerinin ozmotik kırılganlıkları ile yağ asidi kompozisyonları”, *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 27, 1277-1281.
- Holub, D.J., Holub, B.J. 2004. Omega-3 fatty acids from fish oils and cardiovascular disease. *Mol. Cell. Biochem.*, 263: 217–225.

- Horoszewicz, L. 1983. Reproductive rhythm in tench, *Tinca tinca* in fluctuating temperatures. *Aquaculture*, 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. 1988. Fresh fish quality and quality changes. Ministry of Fisheries Technical University Press, Copenhagen, Denmark.
- Huynh, M.D. 2007. Comparison of fatty acid profiles of spawning and non-spawning Pacific herring, *Clupea harengus pallasii*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 146B: 504-511.
- Ikezawa, H. Phosphatidylinositol as a membrane-protein anchor. *Takkaj*, 1991; 36: 596–607.
- Inhamuns, A.J. Franco, M.R.B. 2001. Composition of total, neutral, and phospholipids in Mapar'a (*Hypophthalmus sp.*) from Brazilian Amazonian area. *J. Agr. Food Chem.*, 49: 4859–4863.
- Inhamuns, A.J., Franco, M.R.B. 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.
- Innis, S.M., Gillery, J., Werker, J. 2001. Are Human Milk Long Chain Polyunsaturated Fatty Acids Related To Visual And Neural Development In Breasts-Fed Term Infants? *J. Pediatr.*, 139:532-538.
- İmre, S., Sağlık, S. 1998. Fatty acid composition and cholesterol content of some Turkish Species. *Turk J. Chem.*, 22: 321-324.
- Jabeen, F., Chaudhry, A.S. 2011. Chemical compositions and fatty acid profiles of three freshwater fish species. *Food Chem.*, 125: 991– 996.
- Jacquot, R. 1961. Organic constituents of fish and other aquatic animal foods. In fish as food. Vol. 1, ed. G. Borgstrom. Academic Press, New York. USA.

- Jain, S. 2002. Effects of low-dose omega-3 fatty acid substitution in type-2 diabetes mellitus with special reference to oxidative stress a prospective preliminary study. *J. Assoc. Physicians India*, 50: 1028-33.
- Jangaard, P.M., Acman, R.G., Sipos, J.C. 1967. Seasonal changes in fatty acid composition of cod liver, flesh, roe and milt lipids. *J. Fish. Res Board Can.*, 24: 613-627.
- Jankowska, B., Zakes, Z., Zmijewski, 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.
- Jayasinghe, C., Gotoh, N., Wada, S. 2003. Variation in lipid classes and fatty acid composition of Salmon Shark (*Lamna ditropis*) liver with season and gender. *Comp. Biochem. Physiol.*, 134B: 287-295.
- Jeong, B.Y., Moon, S.K., Jeong, W.G., Ohshima, T. 2000. Lipid classes and fatty acid compositions of wild and cultured Sweet Smelt *Plecoglossus altivelis* muscle and eggs in Korea. *Fish. Sci.*, 66: 716- 724.
- Jeong, B.Y., Jeong, W.G., Moon, S.K., Ohshima, T. 2002. Preferential accumulation of fatty acids in the testis and ovary of cultured and wild Sweet Smelt *Plecoglossus altivelis*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 131B: 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. *Aquacult. Res.*, 34: 1423-1441.
- Jump, D.B. 2002. The biochemistry of n-3 polyunsaturated fatty acids. *J. Biol. Chem.*, 277: 8755-8758.
- Kaçar, S. Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *Ctprinus carpio*, *Tor grypus* ve *Silurus triostegus*'un kas, gonat ve karaciğerindeki total lipit ile fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asitlerinin mevsimsel içeriğinin incelenmesi. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji A.B.D. Doktora tezi. 2010
- Kaçar, S., Başhan, M., Oymak, S.A. *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) (Osteichthyes: Cyprinidae)'nın kas ve karaciğer yağ asitlerinin içeriği. 20. Ulusal Biyoloji Kongresi. Pamukkale/Denizli. 21-25 Haziran 2010a.

- 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. Pamukkale/Denizli. 21-25 Haziran 2010b.
- 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.
- Karaçalı, M., Bulut, S., Konuk, M., Solak, K. 2011. Seasonal variations in fatty acid composition of different tissues of mirror carp, *Cyprinus carpio*'ın Örenler Dam Lake, Afyonkarahisar-Turkey. *Int. J. Food Prop.*, 14(5):1007-1017.
- Karakoltsidis, P.A., Zotos, A., Constantinides, S.M. 1995. Composition of the commercially important Mediterranean finfish, crustaceans and molluscs. *J. Food Compos. Anal.*, 8: 258–273.
- Karmali, R.A., Marsh, J., Fuchs, C. 1984. Effect of omega-3 fatty acids on growth of a rat mammary tumor. *J. Natl. Cancer Inst.*, 73: 457-461.
- 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. Sot. Champaign, Illinois, 222-231.
- 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. *Int. 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.
- Kayhan, H., Başhan, M., Kaçar, S.2015. Seasonal variations in the fatty acid composition of phospholipids and triacylglycerols of brown trout. **Eur. J. Lipid Sci. Technol.**,117(5): 738-744.
- 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.
- 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.
- Kheriji, S., El Cafsi, M., Masmoudi, W., Castell, J.D. Romdhane, M.S. 2003. Salinity and temperature effects on the lipid composition of mullet sea fry (*Mugil cephalus*, Linne, 1758). **Aquacul. Int.**, 11: 571-582.
- Kıssal, S. Eğirdir Gölü’ndeki *Vimba vimba tenella* (Nordman, 1840) (Eğrez)’nın total yağ asiti bileşiminin mevsimsel değişiminin belirlenmesi., Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji A.B.D. Yüksek Lisans Tezi. 2008
- Kiener, A. 1963. Poissons, peche et pisciculture a` Madagascar; Centre Technique Forestier Tropical: **Nogent-sur-Marne**.(France). 2 4: 1-239.
- 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. **Aquaculture**, 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 fettsaurengemisches 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.*, 44B: 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.
- Kolakowska, A. Olley, J. Dunstan, G.A. 2003. Fish Lipids, In Chemical and Functional Properties of Food Lipids, Sikorski, ZE and K, A. Eds.,CRC Press, Florida, 228-230.
- Konar, V., Canpolat, A., Yılmaz, Ö., Gürsu, F. 1999. *Capoeta trutta* ve *Barbus rajanorum mystaceus*' un kas dokularında ki total lipit ve yağ asidi miktar ve bileşimlerinin üreme periyodu süresince değişimi. *Turk. J. Biol.*, 23: 319-330.
- Kozlova, T.A. 1998. Lipid class composition of benthic-pelagic fishes (*Cottomephorus*, *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.*, Part B 126: 477–485.
- Köse, S., Koral, S., Özoğul, Y. Tufan, B. 2010. Fatty acid profile and proximate composition of Pacific mullet (*Mugil so-iuy*) caught in the Black Sea. *Int. J. Food Sci. Tech.*, 45(8):1594-1602.
- Kreimer, D.I., Khotimchenko, Y.S. 1995. Cytoplasm calcium binding protein of germ cells and embryos of the sea urchin. *Comp. Biochem. Physiol.* A110: 95–105.

- 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.
- Kune, G.A. 1990. Eating fish protects against some cancers: Epidemiological and experimental evidence for a hypothesis. *J. Nutr. Med.*, 1(2):139-145.
- 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. 1987. A systematic and zoo-geographic analysis of pisces endemic to Dicle-Firat, Kura-Aras, Lake Van and Black Sea Basin freshwaters, Dissertation, Ataturk University, Erzurum (Turkish).
- Küçükgülmez, A., Çelik, M., Kadak, E.A., Çıkrıkçı, M. 2011. Proximate and fatty acid composition of the Keeled Mullet (*Liza carinata*) from the North East Mediterranean Sea. *Journal of Applied Biological Sciences* 5 (1): 17-19.
- Lands, W.E.M. 1986. Fish and human health. Academic Press, Orlando, 170 pp.
- Lauritzen, L., Hansen, H.S., Jørgensen, M.H., Michaelsen, K.F. 2001. The essentiality of long chain *n*-3 fatty acids in relation to development and function of the brain and retina. *Prog.Lipid Res.*,40: 1–94.
- Leaf, A., Weber, P.C. 1988. Cardiovascular effects of n-3 fatty acids. *J. Med.*, 318:549–557.
- Lee, K.W., Lip, G.Y.H. 2003. The role of omega-3 fatty acids in the secondary prevention of cardiovascular disease. *Q. J. Med.*, 96:465-480.
- 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.
- Lie, Ø., Hemre, G.L., Lambertsen, G. 1992. Influence of dietary fatty acids on the glycerophospholipid composition in organs of cod (*Gadus morhua*). *Lipids*,27: 770–775.

- Lie, Q., Hemre, G.H, Björnsson, B. 1992. Fatty acid composition of glycerolipids and neutral lipids in six different tissues of halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) fed capelin at constant temperature. *Fisk. Dir. Skr. Ser. Emering*, 5 (2): 99–109.
- Lin, L., Jing, L., Guang-Yan, L., Jiang-Ning, H., Liang, T., Rong, L., Ya-Wei, F., Ze-Yuan, D. 2012. Stereospecific analysis of triacylglycerol and phospholipid fractions of five wild freshwater fish from Poyang Lake. *J. Agr. Food Chem.*, 60: 1857–1864.
- Linko, R. P., Kaitaranta, J. K., Vuorela, R. 1985. Comparison of the fatty acid in Baltic herring and available plankton feed. *Comp. Biochem. Physiol.*, 82B: 699–705.
- 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.
- Love, M. 1970. *The Chemical Biology of Fishes*. Academic Press, 547p. New York
- Lovell, R.T. 1991. Nutrition of aquaculture species. *J. Anim. Sci.*, 69 (10): 4193–4200.
- Lovell, T. 1998. *Nutrition and Feeding of Fish*, Second Edition, Auburn University, Alabama, pp 115–116.
- 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.
- Mahmoud, M.S.B., Kawai, Y., Yamazaki, K., Miyashita, K., Suzuki, T. 2007. “Effect of treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds on the proximate composition, amino acid and fatty acid composition of carp fillets”. *Food Chem.*, 101: 1492–1498.

- 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.
- Martínez, F.J., García, M.P., Canteras, M., De Costa, J., Zamora, S. 1992. Effect of simultaneous variation of weight, density, temperature and O<sub>2</sub> concentration on Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) body composition. *Reprod. Nutr. Dev.*, 32: 105-112.
- 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.
- Medina, I., Aubourg, S.P., Pere Martin, R. 1995. Composition of phospholipids of white muscle of six tuna species. *Lipids*; 30: 1127-1135.
- Metin, K., 1992. Topardıç Deresindeki (Kangal - Sivas) *Cyprinion macrostomus* Heckel 1948 (*Osteichthyes: Cyprinidae*) gonadal total lipid, total yağ asidi ve glikojen içeriğinin mevsimsel değişimi. Cumhuriyet Üniv. Fen Bil. Enst. Biyoloji A.B.D., Yüksek Lisans Tezi, 65s, Sivas
- Metin, K., Akpınar, M.A. 2000a. The seasonal variation in total lipid and fatty acid contents of the gonads of *Cyprinion macrostomus* (Heckel, 1843). *Turk. J. Biol.*, 24: 627-634.
- Metin, K. Akpınar, M.A. 2000b. *Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792 karaciğer lipaz enziminin bazı kinetik özellikleri. *Turk J. Biol.*, 24: 489-502.
- Mısır, G.B., Kutlu, S., Çibuk, S. 2013. Determination of total lipid and fatty acid composition of Pearl Mullet (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811). *Turk. J. Fish. Aqua. Sci.*, 13: 777-783.
- 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 (*Aristichtys nobilis*). *Nahrung*, 33: 909-912.
- Miller, N.G.A., Hill, M.W., Smith, M.W. 1976. Positional and species analysis of membrane phospholipids extracted from goldfish adapted to different environmental temperatures. *Biochim. Biophys. Acta.* 455: 644-654.
- 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.
- Morris, M.C., Evans, D.A., Bienias, J.L., Tangney, C.C., Bennett, D.A., Wilson, R.S., Aggarwal, N., Schneider, J. 2003. Consumption of fish and n-3 fatty acids and risk of incident alzheimer disease. *Arch. Neurol.*, 60: 940-946.
- 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.
- Muskiet, F.A.J., van Goor, S.A., Kuipers, R.S., Velzing-Aarts, F.V., Smit, E.N., Bouwstra, H., Dijck-Brouwer, D.A.J., Boersma, E.R., Hadders-Algra, M. 2006. Long-chain polyunsaturated fatty acids in maternal and infant nutrition. *Prostaglandins, Leuko. Essent. Fatty Acids.* 75: 135–144.
- 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., Lindovist, O, Hanninen, O. 1989. “Fatty acid composition of vendace (*Coregonus albula* L.) muscle and its plankton feed”, *Comp. Biochem. Physiol.*, 92B:75-79.
- Nadcisa, M., Bandarra, Irinen-Batista, L., Marias, Nunes Jose, Empis, M. 2001. Seasonal variation in the chemical composition of Horse mackerel (*Trachurus trachurus*). *Brasilia*, 1499-14005.
- 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.***, 90B: 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. 2000. Seafood nutrition in the 1990's issues for the consumer, Seafood Science and Technology, chapter 4, Ed. By Graham Bligh Canadian. ***Inst. Fish Tech.***, 32-39.
- 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, s.135, Academic Press. 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.***, 131B:395–402.
- Nikolskii, G.V. 1980. Theory of Fish Population Dynamics as the Biological Background for Rational Exploitation and Management of Fishery Resources. Bishen Singh Mahendra Pal Singh India and Otto Koeltz Science Publishers, Germany. 323p.
- Nordoy, A., Marchioli, R., Arnesen, H., Videbaek, J. 2001. N-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular diseases. ***Lipids***, 36:127–129.
- Norrobin, M.F., Olsen, R.E., Tande, K.S. 1990. Seasonal variation in lipid class and fatty acid composition of two small copepods in Balsfjorden, Northern Norway. ***Mar. Biol.***, 105: 205–211.
- 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.

- Odabaşoğlu, F. 1993. Van Gölünde yaşıyan İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi* Pallas 1811) balığının çeşitli dokularının kimyasal bileşimi, YYÜ Fen Bilimleri Enst. Biyoloji ABD., Yüksek Lisans Tezi, Van,
- Ogata, H.Y., Emata, A.C., Garibay, E.S., Furuita, H. 2004. Fatty acid composition of five candidate aquaculture species in Central Philippines. *Aquaculture*, 236: 361-375.
- 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.
- 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.
- Osaka, K., Yamaguchi, A., Kurokawa, T., Kuwara, K., Saito, H., Nozaki, Y. 2003. Seasonal variation in docosahexaenoic acid content in Horse Mackerel caught in the East China Sea. *Fisheries Sci.*, 69: 589-596.
- 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.
- 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.
- Özdemir, N., Şen, D., Polat, N. 1985. Van Gölü'nde yaşıyan İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas1811) et randımanı ve yöre halkı için önemi, Elazığ Bölgesi Veteriner Hekimler Odası, 1(3): 38-43.



- Özoğul, Y., Özoğul, F. 2007. Fatty acid profiles of commercially important fish species from the Mediterranean, Aegean and Black Seas. *Food Chem.*, 100: 1634–1638.
- Özoğul, Y. Özoğul, F., Alagöz, 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.
- Özyurt, G., Tokur, B., Özoğul, Y., Korkmaz, K., Polat, A. 2007. İnce dudaklı Kefal (*Liza ramada*)'inin yağ asidi kompozisyonu ve buzdolabında muhafazası (4°C) sırasında lipit oksidasyonu. *J.Fish. Sci.*, (4):160-167.
- Parker, R.S., Selivonchick, D.P., Sinnhuber, R.O. 1980. Turnover of label from 1-14C linolenic acid in phospholipids of Coho Samon, *Oncorhynchus kisutch*. *Lipids*, 15: 80–85.
- Peet, M. 2003. Eicosapentaenoic acid in the treatment of schizophrenia and depression: Rationale and preliminary double-blind clinical trial results. *Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids*, 63:477-485.
- Piggott, G.M., Tucker, B.W. 1990. Effects of technology on nutrition. New York: Marcel Dekker.
- 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.
- Polish Standard PN-A-86770: 1999. Fish and fishery products–terminology. (in Polish).
- Rahimabadi, E.Z., Mirdar, J., Elahi, M.Y., Arshadi, A., Haidari, M.R. 2009. The lipid quality assessment of *Schizothorax zarudnyi* and *Schizocypris altidorsalis* by fatty acid analysis. *Pakistan J. Biol. Sci.*, 12: 1090-1093.
- 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.
- Reddy, A.T.V., Ayyanna, K., Yellamma, K. 1991. Cypermethrin induced modulations in lipid metabolism of freshwater teleost, *Tilapia mossambica*. *Biochem Int.* 23 (5): 963-967.
- 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.
- Reiser, R., Stevenson, B., Kayama, M., Choudhury, R.B.R., Hood, D.W. 1963. The influence of dietary fatty acids and environmental temperature on the fatty acid composition of teleost fish. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 40:507-513.
- Reproductive Physiology of Fish 1995, Fish Symposium, vol. 95. University of Texas at Austin, p. 138.
- 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.
- Robin, J.H., Regost, C., Arzel, J., Kaushik, S.J. 2003. Fatty acid profile of fish following a change in dietary fatty acid source: Model of fatty acid composition with a dilution hypothesis. *Aquaculture.* 225: 283–293.
- 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.*, 139B: 619–629.
- Rosenblum, P., Horne, H.L., Garwood, G., Brandt, T., Villarreal, B., 1995. Delayed ovarian development and reduced fecundity in largemouth bass raised on a

- pelleted feed containing high levels of steroids and low levels of arachidonic acid. In: Goetz, F.W., Thomas, P. (Eds.),
- 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*. *Aquaculture Nutr.*, 3: 161–165.
- Ruyter, B., Rosjo, C., Eienen, O., Thomassen, M.S. 2000. Essential fatty acids in Atlantic Salmon: Time course of changes in fatty acid composition of liver, blood and carcass induced by a diet deficient in n-3 and n-6 fatty acids. *Aquaculture Nutr.*, 6: 109- 117.
- 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, New York, pp. 153– 218.
- 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., 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, pp. 32–65.
- 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. *Aquaculture*, 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. *Aquaculture*, 177, 191– 199.
- Sarı, M., Çakmak, M.N. 1996, Fish Nutrition (in Turkish). Fırat Üniversitesi Yayın No:37, Elazığ.

- Sarı, M., Arabacı, M. 1997. İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) Popülasyonunda Üreme ve Fekondite Akdeniz Balıkçılık Kongresi. 9-11 Nisan 1997, İzmir. 537-544.
- Sarı, M., 1997. Van Gölü İnci Kefalinin (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas, 1811) stok miktarının tayini ve balıkçılık yönetim esaslarının belirlenmesi (Doktora Tezi). E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 85-117s.
- Sarı, M. 2001. Stock assessment of the Lake Van pearl mullet and determination of the basics of fishery management, ÇEKÜL Foundation, Scientific Series, Istanbul.
- Satar, E. İ., Uysal, E., Unlu, E., Bashan, M., Satar, A., 2012. The effects of seasonal variation on the fatty acid composition of total lipid, phospholipid, and triacylglycerol in the dorsal muscle of *Capoeta trutta* found in the Tigris River (Turkey). *Turk. J. Biol.*, 36 (1):113-123.
- Selçuk, B. 1993. Van Gölünde fito ve zooplankton türlerinin tesbiti ve bir yıl içindeki aylık dağılımları, YYÜ Fen Bilimleri Enst., Biyoloji ABD., Doktora Tezi, Van.
- Sen, D., Özdemir, Ö. 1985. Elazığ Hazar Gölü'ndeki *Capoeta capoeata umbla* (Heckel, 1843)'nın (Pisces, Cyprinidae) sindirim aygıtı muhteviyatı. Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Edebiyat Fak. Elazığ.
- 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.*, DOI 10.1007/s10695-009-9309-7
- 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. *Aquaculture*, 144: 201-216.
- 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.*, 129B: 185-195.

- Shirai, N., Wada, S. 2001. Seasonal variation of fatty acid composition of phosphatidylinositol in the dorsal meat, liver and ovary of cultured Japanese Catfish *Silurus asotus*. **Fish. Sci.**, 67: 386–388.
- Shirai, N., Higuchi, T., Suzuki, H. . 2006. Analysis of lipid classes and the fatty acid composition of the salted fish roe food products, Ikura, Tarako, Tobiko and Kazunoko. **Food Chem.**, 94 (1): 61-67.
- Shirai, N., Suzuki, H., Tokairin, S., Ehara, H., Wada, S. 2002a. 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.**, Part A, 132: 609–619.
- Shirai, N., Terayama, M., Takeda, H. 2002b. Effect of season on the fatty acid composition and free amino acid content of the Sardine *Sardinops melanostictus*. **Comp. Biochem. Physiol.**, 131: 387- 393.
- Sidhu, K. 2003. Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. **Regul. Toxicol. Pharmacol.**, 38:336-344.
- 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.
- Simopoulos, A.P. 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. **Biomed Pharmacother.** 56:365-379.
- 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., Weinman, S., Wicklund, K.G., Albright, J., Bovbjerg, V., Arbogast, P., Smith, H., Kushi, L.H. 1996. Dietary intake and cell membrane levels of long-chain n-3. 275 (11): 836-847.
- Skalli, A., Robin, J.H., Bayon, N., Le Delliou, H.L., Person, J.L.R.. 2006. Impact of essential fatty acids deficiency and temperature on tissues fatty acid composition of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 255: 223-232.
- Skora, M., Valenta, M. 1978. Lipidy rybničních ryb celedi Cyprinidae. *Zivocisná Viroba*, 23: 811-824.
- Skora, M., Valenta, M. 1979. Lipidy některých říčních ryb celedi Cyprinidae. *Zivocisná Viroba*, 24: 867-880.
- 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. *Aquaculture*, 84: 71-80.
- Smith, M.W., Miller, N.G.A. 1980. In animals and environmental Fitness, Ed. R. Giles. Pergamon Press, Oxford, UK.
- Snedecor, G.W., Cochran, W.G. 1967. Statistical methods, 6<sup>th</sup> ed., Ames. Iowa. U.S.A., Iowa State University Press.
- Soivio, A., Niemistö, M., Backsröm, M. 1989. Fatty acid composition of *Coregonus muksun* Pallas: Changes during incubation, hatching, feeding and starvation. *Aquaculture*, 79: 163-168.
- Sorbera, L.A., Zanuy, S., Carriello, M. 1998. A role for polyunsaturated fatty acids and prostaglandins in oocyte maturation in the sea bass (*Dicentrarchus labrax*). In: Vandry, H., Tonon, M.C., Roubos, E.W., Loof, A. (Eds.), Trends in Comparative Endocrinology and Neurobiology: From Molecular to Integrative Biology. Ann. N.Y. Acad. Sci., vol. 839. New York Academy of Sciences, New York, pp. 535–537.
- Sorbera, L. A., Asturiano, J. F., Carrillo, M., Zanuy, S. 2001. Effects of polyunsaturated fatty acids and prostaglandins on oocyte maturation in a marine teleost, the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Biol. Reprod.*, 64: 382-389.

- Srinivas, T., Prasad, T.A.V., Raffi, G.M., Reddy, D.C. 1991. Effect of atrazine on some aspects of lipid metabolism in freshwater fish, *Biochem. Int.*, 23:3, 603-609.
- Standby, M.M. 1967. Fatty acid patterns in marine, freshwater and anadromous fish. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 44: 64–74.
- Stansby, M.E., Schlenk, H., Edward, H., Gruger, J. 1990. Fatty acids composition of fish. NY., USA: 6- 39.
- Steffens, W. 1989. Principles of Fish Nutrition. Ellis Horwood Limited, Chichester, 384 pp.
- Steffens, W. 1997. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. *Aquaculture*, 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.
- Stene, L.C., Geir, J.G., the Norwegian Childhood Diabetes Study Group. 2003. Use of cod liver oil during the first year of life is associated with lower risk of childhood-onset type 1 diabetes: a large, population-based, case-control study American. *J. Clin. Nutr.*, 78(6): 1128-34.
- Su, XQ., 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.
- Suloma, A., Ogata, H.Y. 2011. Arachidonic acid is a major component in gonadal fatty acids of tropical coral Reef fish in the Philippines and Japan. *J. Aquac. Res. Development*. 2:111. doi:10.4172/2155-9546.1000111.
- Sushchik, N.N., Gladyshev, M.I., Kalachva, G.S. 2007. Seasonal dynamics of fatty acid content of a common food fish from Yenise 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.

- Sýkora, M., Valenta, M. 1979. Lipidy nekterých rícních 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.
- Takahashi, H., Yamada, M. 1976. Lipid composition of seven species of crustacean plankton. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 42: 769-776.
- Takama, K., Suzuki, T., Yoshida, K., Arai, H., Anma, H. 1994. Lipid content and fatty acid composition of phospholipids in white-flesh fish species. *Fish. Sci.*, 60 (2) 177-184.
- Takama, K., Suzuki, T., Yoshida, K., Arai, H., Mitsui, T. 1999. Phosphatidylcholine levels and their fatty acid compositions in teleosts tissues and squid muscle. *Comp. Biochem. Physiol.*, 124B: 109-116
- Takemura, Y., Sakurai, Y., Honjo, S., et al. 2002. The relationship between fish intake and prevalence of asthma: The Tokorozawa childhood asthma and Pollinosis study. *Prev Med*, 34:221-225.
- 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, Hong-gang, Chen, Li-hong., XIAO, Chao-geng; WU, Tian-xing. 2009. Fatty acid profiles of muscle from large yellow Croaker (*Pseudosciaena crocea*R.) of different age. *J. Zhejiang Univ. Sci.*, 10B:154-158.
- Taşçı, F. 2005. Balıklarda omega-3 yağ asitleri ve halk sağlığı açısından önemi. *Veteriner Hekimler Derneği dergisi*, 76 (2-3), 23-29.
- 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.
- Teryy, P., Rohan, T.E., Wolk, A., et al. 2002. Fish consumption and breast cancer risk. *Nutr. Cancer*, 44(1):1-6.
- 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. Soc., Champaign, Illinois, pp. 123-126.
- Thorsdottir, I., Birgisdottir, B.E., Halldorsttir, S., et al. 2004. Association of fish and fish liver oil intake in pregnancy with infant size at birth among women of normal weight before pregnancy in a fishing community. *Am. J. Epidemiol.*, 160:460-465.
- Tocher, D.R., Bendiksen, E.A., Campbell, P.J., Bell, J.G. 2008. The role of phospholipids in nutrition and metabolism of teleost fish. *Aquaculture*, 280,21–34
- 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.
- 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.
- 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.
- Turan, H., Sönmez, G., Kaya, Y. 2007. Fatty acid profile and proximate composition of the Thornback ray (*Raja clavata*, L. 1758) from the Sinop Coast in the Black Sea. *J. Fish. Sci.*, 1:97-103.
- Turchini, G.M., Francis, D.S., De Silva, S.S. 2006. Fatty acid metabolism in the freshwater fish Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*) deduced by the whole-body fatty acid balance method. *Comp. Biochem. Physiol.*, 144B: 110–118.
- 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.
- 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, 66s. Eğirdir – Isparta.
- Uysal, K. 2004. Gonad olgunlaşması esnasında Sudak (*Sander lucioperca*) balığının ovaryum ve testisleriny 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.
- 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.
- Vácha, F., Tvrzická, E. 1994. Polynenasycené mastné kyseliny a cholesterol v sladkovodních rybách. Sb. Ref. Ichtyologické Konf. 4-5. Kvetna 1994, VŮRH Vodňany: 43- 47.
- Vaden, D.L., Gohil, V.M., Gu, Z., Greenberg. M.L. 2005. Separation of yeast phospholipids using one-dimensional thin-layer chromatography. *Anal. Biochem.*, 338:162-4.
- Vagner, M.; Santigosa, E. 2011. Characterization and modulation of gene expression and enzymatic activity of delta-6 desaturase in teleosts: A review. *Aquaculture*, 315: 131–143.
- 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.
- Vance, D.E. 2002. Phospholipid biosynthesis in eukaryotes. In *Biochemistry of Lipids, Lipoproteins and Membranes*. D. E. Vance and J. E. Vance, editors. Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands. 205–232.

- Varljen, J., Uli, S., Brmalj, J., Batidi, L., Obersnel, V., Kapovi, M. 2003. Lipid classes and fatty acid composition of *Diplodus vulgaris* and *Conger conger* originating from the Adriatic Sea. ***Food Technol. Biotechnol.*** 41(2): 149–156.
- 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 Finsfish and Marine Finfish, Shellfish and Roes. ***N.Z. J. Mar. Freshwater Res.*** 22: 151–162.
- Voet, D., Voet, J.G. 1990. Biochemistry, Willey, New York pp. 1223.
- 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.***, 73B: 3–15.
- 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.
- 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.
- Wodtke, E. 1981. Temperature adaptation of biological membranes. The effects of acclimation temperature on the unsaturation of the main neutral and charged phospholipids in mitochondrial membranes of the carp (*Cyprinus carpio* L.). ***Biochim. Biophys. Acta.*** 640: 698–709.

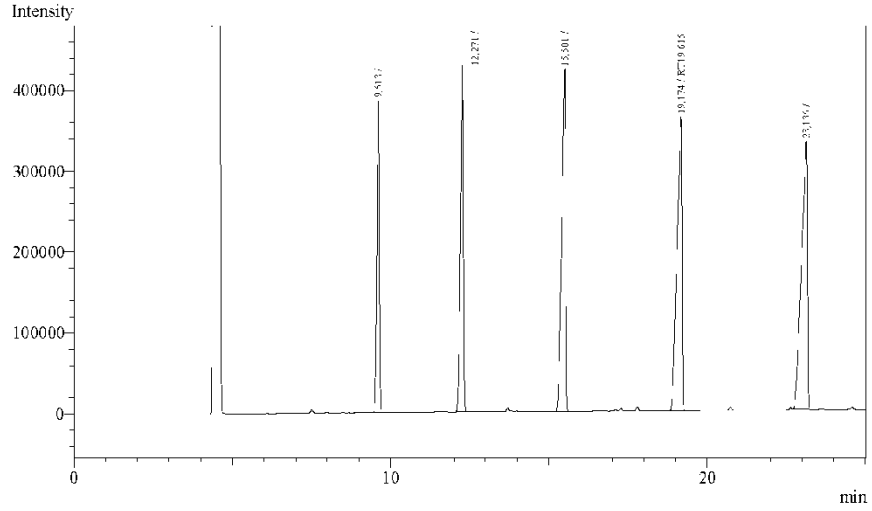
- Wood, B.J.B. 1974. Fatty acid and saponifiable lipids. In: W.D.P. Stewart (Editor). *Algae Physiology and Biochemistry*. Blackwell, Edinburgh, pp. 29: 236-265.
- Yamada, M., Hayashi, K. 1975. Fatty acid composition of lipids from 22 species of fish and mollusk. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 41: 1143-1152.
- Yılmaz, Ö., 1995. Elazığ Hazar Gölü'nde yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın total yağ asidi miktarı ve yağ asitleri cinslerinin mevsimlere göre değişimi. Fırat Üniv. Fen Bil. Enst Biyoloji A.B.D., Doktora Tezi, 120s. Elazığ
- 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)'nın (Siraz) total lipit ve yağ asiti miktarının aylara ve mevsimlere göre değişimi. *Tr. J. Biology.*, 20: 245-257.
- Yılmaz, F., Solak, K. 1999. Dicle Nehri'nde yaşayan *Capoeta trutta* (Heckel;1843)'nın 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 (13:0, 15:0, 17:0,19:0, 21:0) (Kolon uzunluğu 30 m)

Analysis Date & Time : 10.12.2010 10:46:26  
User Name : Admin  
Vial# : 1  
Sample Name :  
Sample ID :  
Sample Type : Unknown  
Injection Volume :  
IS'D Amount :

Data Name : F:\YAĞ ASİTLERİ\lipit\std\_13-21.gc  
Method Name : C:\GC\solution\Data\YAĞ ASİTLERİ\lipit\yağ\_metodu.gc

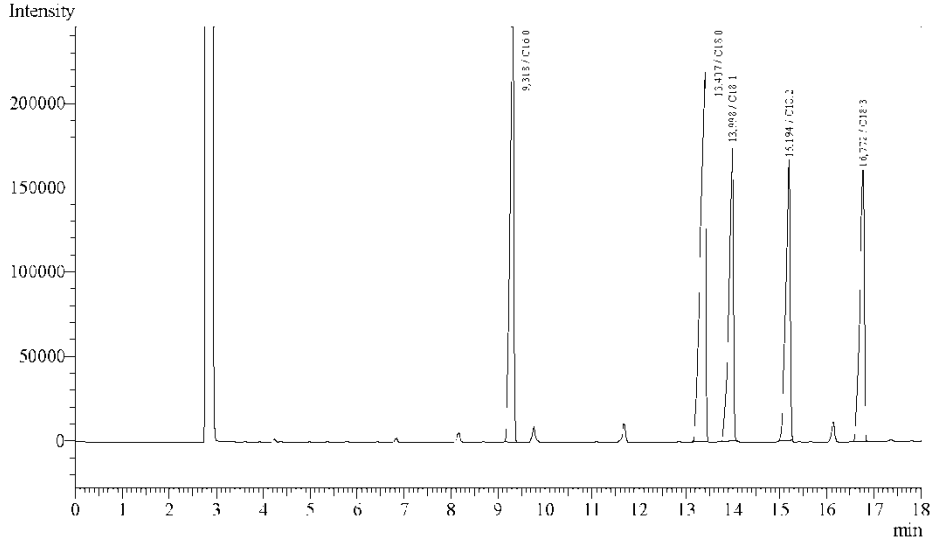


Peak#	Ret.Time	Cmpd Name	Area%
1	9,613		12,3009
2	12,271		17,0070
3	15,501		21,7626
4	19,174	RT19.615	23,5916
5	23,136		25,3380
Total			100,0000

**Ek 2. Yağ asidi standart kromatogramı (16:0, 18:0, 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3) (Kolon uzunluğu 30 m)**

Analysis Date & Time : 30.12.2010 10:35:52  
 User Name : Admin  
 Vial# : 1  
 Sample Name :  
 Sample ID :  
 Sample Type : Unknown  
 Injection Volume :  
 ISTD Amount :

Data Name : F:\YAĞ ASİTLERİ\DB\_23\Std C16\_C18\_2.gc  
 Method Name : C:\GCsolution\Data\YAĞ ASİTLERİ\DB\_23\yag\_metodu\_DB\_23\_2\_cal.gc

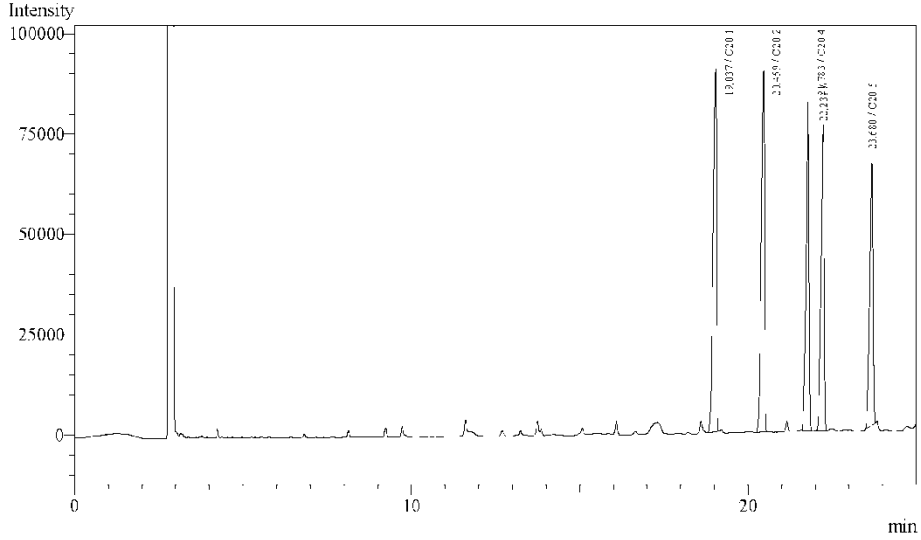


Peak#	Ret.Time	Cmpd Name	Area%
1	9,318	C16:0	23,7034
2	13,407	C18:0	26,5635
3	13,998	C18:1	18,1219
4	15,194	C18:2	16,9871
5	16,772	C18:3	16,2162
6	18,986	C20:1	-0,0033
7	20,395	C20:2	-0,4372
8	21,240	C20:3	-0,4880
9	21,735	C20:4	-0,0160
10	23,606	C20:5	-0,6476
Total			100,0000

### Ek 3. Yağ asidi standart kromatogramı (20:1n-9, 20:2n-6, 20:3n-6, AA, EPA) (Kolon uzunluğu 30 m)

Analysis Date & Time : 30.12.2010 11:27:23  
User Name : Admin  
Vial# : 1  
Sample Name :  
Sample ID :  
Sample Type : Unknown  
Injection Volume :  
ISTD Amount :

Data Name : F:\YAĞ ASİTLERİ\DB\_23\Std C20\_1\_20\_5.gc  
Method Name : C:\GCsolution\Data\YAĞ ASİTLERİ\DB\_23\yag\_metodu\_DB\_23\_2\_cal.gc

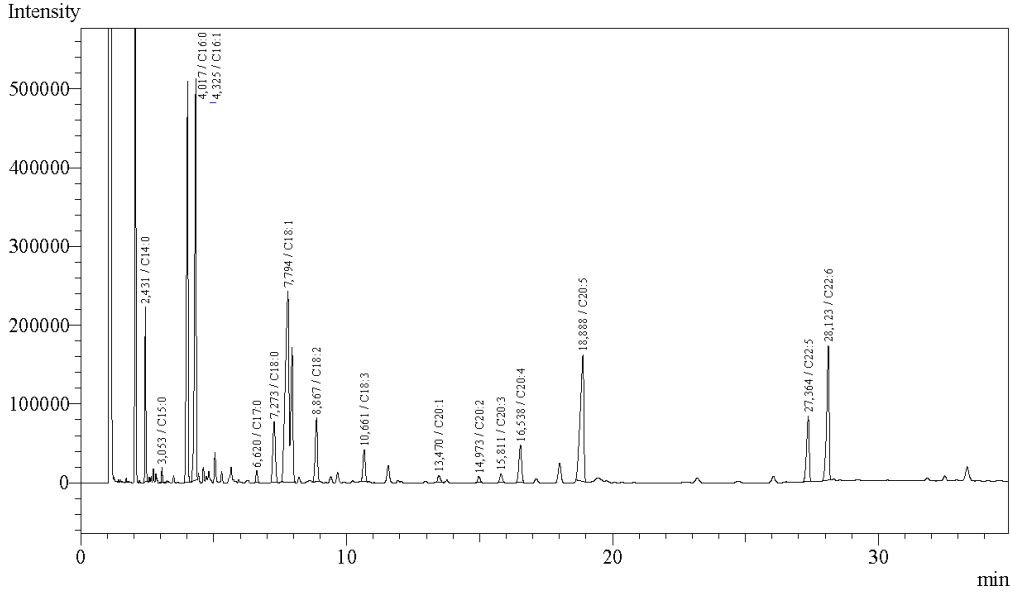


Peak#	Ret.Time	Cmpd Name	Area%
1	19.037	C20:1	23.2990
2	20.159	C20:2	22.0692
3	21.783	C20:4	18.8756
4	22.231	C20:4	18.0325
5	23.680	C20:5	17.7237
Total			100.0000

**Ek 4. Analiz edilen örneklerin total lipidindeki yağ asidi kromatogramı (Kolon uzunluğu 30 m)**

Analysis Date & Time : 30.10.2012 10:25:54  
 User Name : Admin  
 Vial# : 1  
 Sample Name :  
 Sample ID :  
 Sample Type : Unknown  
 Injection Volume :  
 ISTD Amount :

Data Name : F:\YAĞ ASİTLERİ\Veysi Doktora\Ekim\E2 KAS TOTAL.gc  
 Method Name : C:\GCsolution\Data\YAĞ ASİTLERİ\yag\_metodu\_BP21\_a\_YENİ.gc



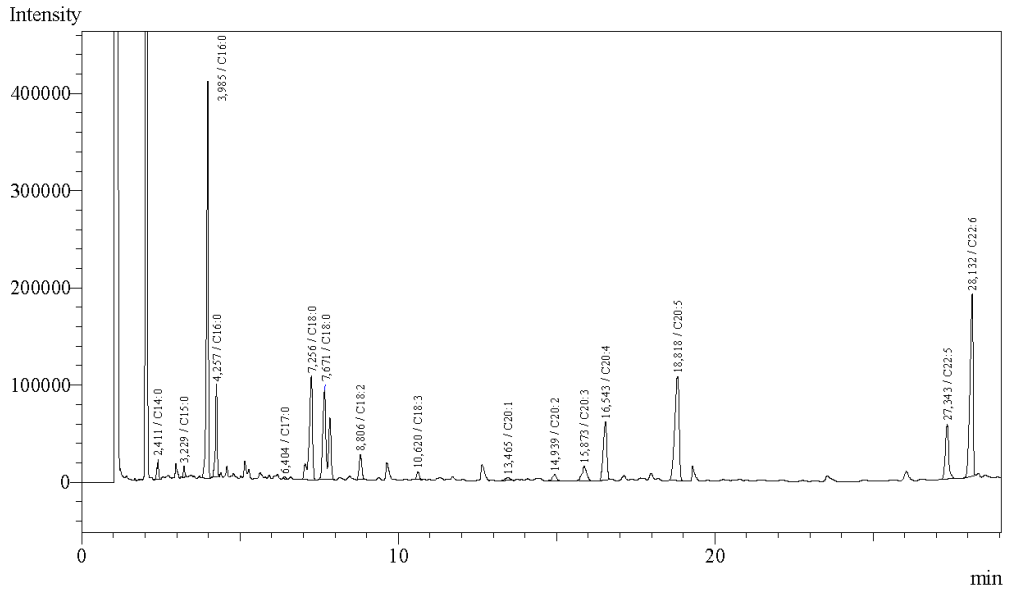
Peak#	Ret.Time	Cmpd Name	Area%
1	2,431	C14:0	3,6814
2	3,053	C15:0	0,3608
3	4,017	C16:0	15,9182
4	4,325	C16:1	16,4708
5	6,620	C17:0	0,5057
6	7,273	C18:0	4,0426
7	7,794	C18:1	24,5517
8	8,867	C18:2	3,7289
9	10,661	C18:3	1,9005
10	13,470	C20:1	0,4502
11	14,973	C20:2	0,3837
12	15,811	C20:3	0,5296
13	16,538	C20:4	2,6308
14	18,888	C20:5	11,8448
15	27,364	C22:5	4,4803
16	28,123	C22:6	8,5200
Total			100,0000



**Ek 5. Analiz edilen örneklerin fosfolipit lipidindeki yağ asidi kromatogramı (Kolon uzunluğu 30 m)**

Analysis Date & Time : 22.10.2012 14:09:42  
 User Name : Admin  
 Vial# : 1  
 Sample Name :  
 Sample ID :  
 Sample Type : Unknown  
 Injection Volume :  
 ISTD Amount :

Data Name : F:\YAĞ ASİTLERİ\Veysi Doktora\Ekim\E2 KAS PL.gc  
 Method Name : C:\GCsolution\Data\YAĞ ASİTLERİ\yag\_metodu\_BP21\_a\_YENİ.gc

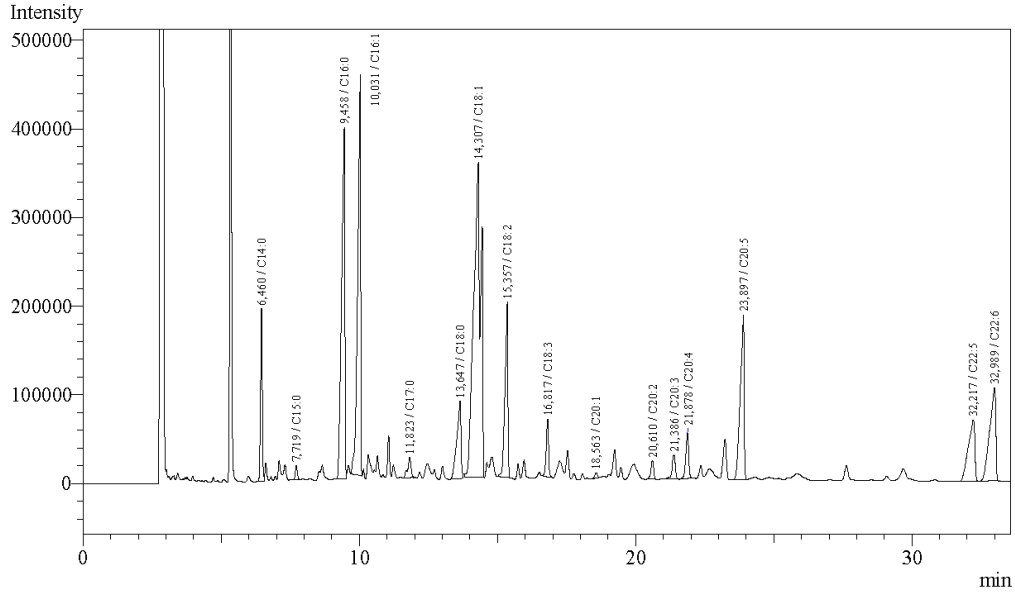


Peak#	Ret.Time	Cmpd Name	Area%
1	2,411	C14:0	1,0297
2	3,229	C15:0	0,5067
3	3,985	C16:0	21,9540
4	4,257	C16:0	4,7918
5	6,404	C17:0	0,1241
6	7,256	C18:0	10,4614
7	7,671	C18:0	12,5467
8	8,806	C18:2	2,0675
9	10,620	C18:3	0,6435
10	13,465	C20:1	0,4387
11	14,939	C20:2	0,7787
12	15,873	C20:3	2,0849
13	16,543	C20:4	6,3187
14	18,818	C20:5	13,9523
15	27,343	C22:5	5,5144
16	28,132	C22:6	16,7869
Total			100,0000

**Ek 6. Analiz edilen örneklerin triaçilgliserol lipidindeki yağ asidi kromatogramı (Kolon uzunluğu 30 m)**

Analysis Date & Time : 28.06.2012 13:15:49  
 User Name : Admin  
 Vial# : 1  
 Sample Name :  
 Sample ID :  
 Sample Type : Unknown  
 Injection Volume :  
 ISTD Amount :

Data Name : F:\YAĞ ASİTLERİ\Veysi Doktora\Haziran\Haziran 2012\H14 KAS TG.gc  
 Method Name : C:\GCsolution\Data\YAĞ ASİTLERİ\DB\_23\yag\_metodu\_DB\_23\_2\_cal.gc

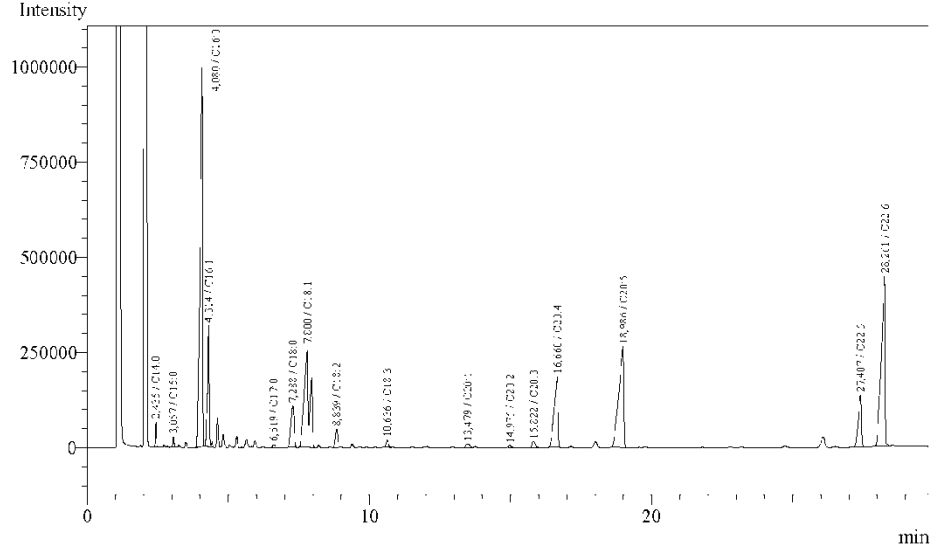


Peak#	Ret.Time	Cmpd Name	Area%
1	6,460	C14:0	3,9577
2	7,719	C15:0	0,3868
3	9,458	C16:0	14,6136
4	10,031	C16:1	14,7850
5	11,823	C17:0	0,9038
6	13,647	C18:0	4,1870
7	14,307	C18:1	29,2001
8	15,357	C18:2	6,4668
9	16,817	C18:3	1,7546
10	18,563	C20:1	0,2076
11	20,610	C20:2	0,6464
12	21,386	C20:3	0,9621
13	21,878	C20:4	1,6822
14	23,897	C20:5	7,9233
15	32,217	C22:5	5,0710
16	32,989	C22:6	7,2521
Total			100,0000

## Ek 7. Analiz edilen örneklerin fosfatidilkolin lipidindeki yağ asidi kromatogramı (Kolon uzunluğu 30 m)

Analysis Date & Time : 22.10.2012 09:29:47  
 User Name : Admin  
 Vial# : 1  
 Sample Name :  
 Sample ID :  
 Sample Type : Unknown  
 Injection Volume :  
 ISTD Amount :

Data Name : F:\YAĞ ASITLERI\Veysi Doktora\Fkim\F12 KAS PC.gc  
 Method Name : C:\GCsolution\Data\YAĞ ASITLERI\yag\_metodu\_BP21\_a\_YENI.gc

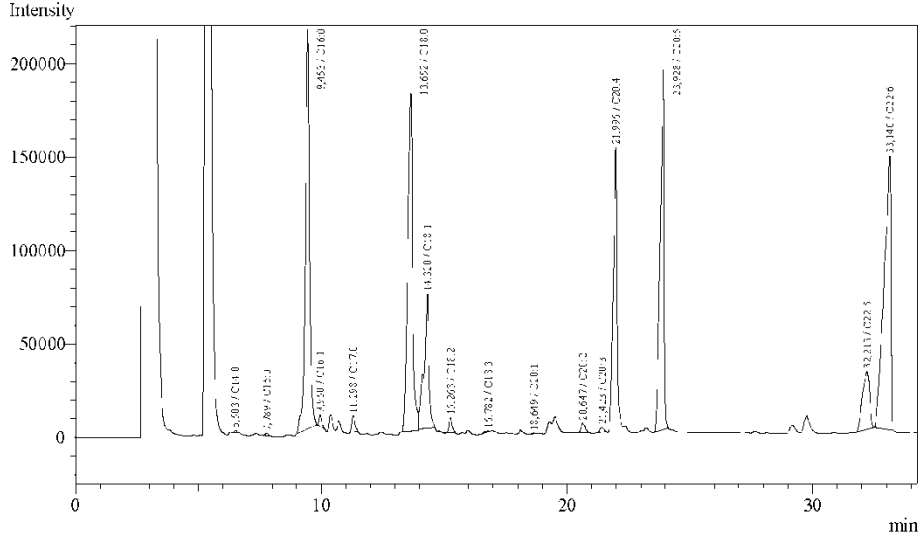


Peak#	Ret. Time	Cmpd Name	Area%
1	2,435	C14:0	0,6766
2	3,057	C15:0	0,3005
3	4,080	C16:0	26,6524
4	4,314	C16:1	5,9895
5	6,619	C17:0	0,1834
6	7,288	C18:0	3,6318
7	7,800	C18:1	15,1376
8	8,839	C18:2	1,1929
9	10,636	C18:3	0,4954
10	13,479	C20:1	0,3900
11	14,975	C20:2	0,1438
12	15,822	C20:3	0,5466
13	16,660	C20:4	7,7031
14	18,986	C20:5	14,0246
15	27,407	C22:5	4,7215
16	28,261	C22:6	18,2104
Total			100,0000

**Ek 8. Analiz edilen örneklerin fosfatidiletanolamin lipidindeki yağ asidi kromatogramı**  
(Kolon uzunluğu 30 m)

Analysis Date & Time : 05.07.2012 11:43:05  
 User Name : Admin  
 Vial# : 1  
 Sample Name :  
 Sample ID :  
 Sample Type : Unknown  
 Injection Volume :  
 ISID Amount :

Data Name : FAYAG ASITLERI\Veysi Doktera\Haziran\Haziran 2012\H7 GON PE YENI.gc  
 Method Name : C:\GCsolution\Data\YAG ASITLERI\DB\_23\yag\_metodu\_DB\_23\_2\_cal.gc

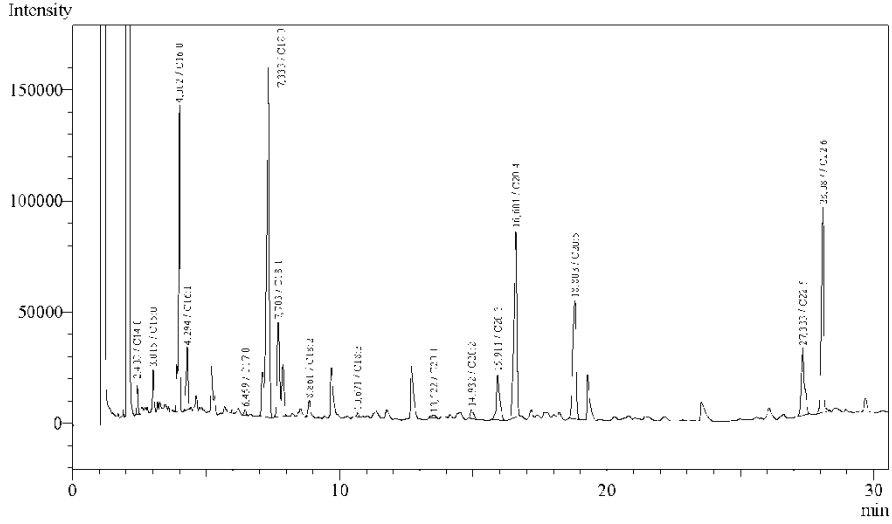


Peak#	Ret.Time	Cmpd Name	Area%
1	6,503	C14:0	0,0553
2	7,789	C15:0	0,0641
3	9,453	C16:0	18,5117
4	9,950	C16:1	0,3088
5	11,298	C17:0	0,5961
6	13,652	C18:0	18,3681
7	14,320	C18:1	7,2771
8	15,263	C18:2	0,5420
9	16,782	C18:3	0,0733
10	18,649	C20:1	0,0256
11	20,647	C20:2	0,4588
12	21,423	C20:3	0,2061
13	21,996	C20:4	12,3508
14	23,928	C20:5	15,8625
15	32,213	C22:5	4,6560
16	33,140	C22:6	20,6437
Total			100,0000

**Ek 9. Analiz edilen örneklerin fosfatidilinositol lipidindeki yağ asidi kromatogramı  
(Kolon uzunluğu 30 m)**

Analysis Date & Time : 21.10.2012 16:43:21  
 User Name : Admin  
 Vial# : 1  
 Sample Name :  
 Sample ID :  
 Sample Type : Unknown  
 Injection Volume :  
 ISID Amount :

Data Name : FAYAĞ ASİTLERİ\Veysi Doktor\Ekim\E12 KAS PI.gç  
 Method Name : CAGC\solution\Data\FAYAĞ ASİTLERİ\yağ\_metodu\_BP21\_a\_YENİ.gç

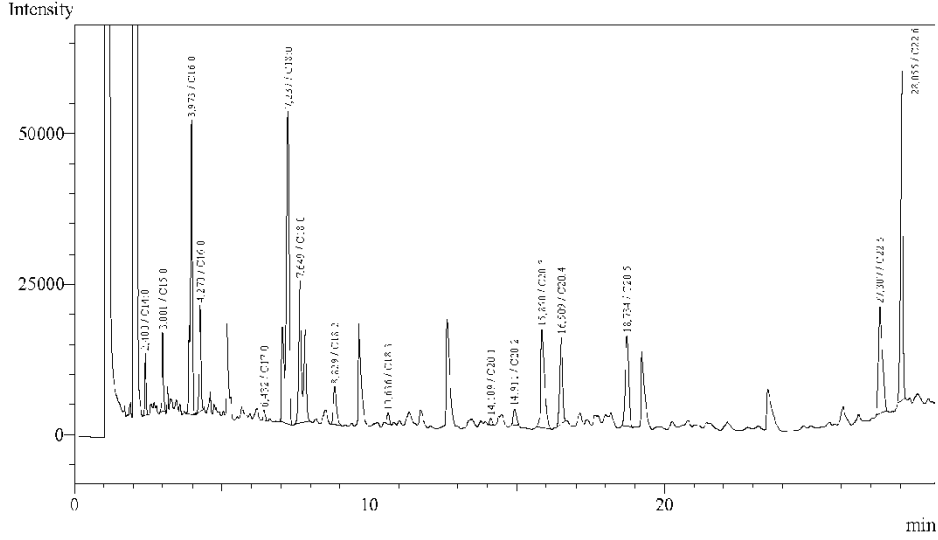


Peak#	Ret. Time	Cmpd Name	Area%
1	2,408	C14:0	1,1766
2	3,015	C15:0	1,5707
3	4,002	C16:0	11,9792
4	4,294	C16:1	2,9042
5	6,459	C17:0	0,2939
6	7,333	C18:0	25,7386
7	7,703	C18:1	8,3702
8	8,861	C18:2	0,9901
9	10,671	C18:3	0,1920
10	13,522	C20:1	0,3842
11	14,932	C20:2	0,7346
12	15,911	C20:3	4,0537
13	16,601	C20:4	14,0752
14	18,803	C20:5	10,0394
15	27,333	C22:5	5,6576
16	28,087	C22:6	11,8399
Total			100,0000

**Ek 10. Analiz edilen örneklerin fosfatidilinositol lipidindeki yağ asidi kromatogramı**  
(Kolon uzunluğu 30 m)

Analysis Date & Time : 21.10.2012 11:42:10  
 User Name : Admin  
 Vial# : 1  
 Sample Name :  
 Sample ID :  
 Sample Type : Unknown  
 Injection Volume :  
 ISTD Amount :

Data Name : F:\YAĞ ASITLERI\Veysi Doktor\Ekim\E11 K.ÇİĞER PS.gc  
 Method Name : C:\GCsolution\Data\YAĞ ASITLERI\yağ metodu BP21 a YENI.gc



Peak#	Ret.Time	Cmpd Name	Area%
1	2,400	C14:0	1,7612
2	3,001	C15:0	2,1909
3	3,973	C16:0	11,5847
4	4,270	C16:0	4,0063
5	6,432	C17:0	0,4904
6	7,237	C18:3	20,3365
7	7,649	C18:0	12,3018
8	8,829	C18:2	2,3488
9	10,636	C18:3	0,5289
10	14,109	C20:1	0,3237
11	14,911	C20:2	1,1480
12	15,850	C20:3	7,2709
13	16,509	C20:4	5,1904
14	18,734	C20:5	6,4965
15	27,307	C22:5	8,4607
16	28,055	C22:6	15,5603
Total			100,0000

## ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı: Veysi KIZMAZ

Doğum Tarihi ve Yeri: 11.05.1980/Diyarbakır

Tel: GSM: 0535 425 24 89 E-posta: vkizmaz@yahoo.com

## EĞİTİM BİLGİLERİ

### LİSANS

Dicle Üniversitesi Fen- Edebiyat Fakültesi, BİYOLOJİ Bölümü 2004

### YÜKSEK LİSANS

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tezsiz Yüksek Lisans 2007

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tezli Yüksek Lisans 2008

### ÖDÜLLER

2012 TÜBİTAK Yayın teşvik Ödülü

2015 15. Ulusal Kromatografi Kongresi/UŞAK Poster İkincilik Ödülü

### ULUSLARARASI YAYINLAR

1. Cengiz, E.İ., Kan, Y., **Kızmaz, V.**, Başhan., M., Yanar, M. The protective role of vitamin E on the fatty acid composition of phospholipid structure in gill and liver tissues of *Oreochromis niloticus* exposed to deltamethrin. *Ecotoxicology and environmental safety* 80 (2012):381-385.

2. Akdemir, Ö.F., Tilkat, E., Keskin, C., Başhan, M., Onay, A., **Kızmaz, V.**, Kılınç, F.M., Süzerer, V., (2014). Determination of Fatty Acid Composition of the Fruits, Resins and Different Organs of Lentisk [*Pistacia lentiscus* L.] *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. DOI:10.1080/0972060X.2014.986541

3. Ekin, İ., Başhan, M., Şeşen, R., **Kızmaz, V.** Determination of fatty acids from phospholipid subclasses in the total body and cephalopodal tissues from edible snail *Helix lucorum*. *Turkish Journal of Biochemistry*. 2015; 40(2):132–139. DOI: 10.5505/tjb.2015.82956

## KATILDIĞI ULUSAL VE ULUSLARARASI ETKİNLİKLER

1. Satar, A., Özbay, C., **Kızmaz, V.** Monitoring behaviour and rearing the stage larvae of *Distoleon tetragrammicus* (Fabricius, 1798) from egg to imago (Neuroptera: Myrmeleontidae) (V. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, Bolu,2004)
2. Hamurcu, M., Demiral, T., Gezgin, S., Çağlar, H., **Kızmaz, V.**, Hakkı, E.E. The effects of toxic level boron treatments on the biochemical features of *Puccinellia distans*. European Biotechnology Congress. İstanbul, 23-26 Eylül 2011, P57, Pages S145.
3. Kayhan, H., **Kızmaz, V.**, Başhan, M. Fosfolipit Alt Sınıflarının TLC (İnce Tabaka Kromatografisi) ile Ayrılması ve Yağ Asiti İçeriklerinin Belirlenmesi. 21. Ulusal Biyoloji Kongresi. İzmir 2012, SA017, 81.
4. Bayar, A.S., **Kızmaz, V.**, Cengiz, E.İ, Satar, A., Başhan, M. Deltamethrinin Subletal Konsantrasyonuna Maruz Kalan *Oreochromis niloticus*'un Solungaç Dokusundaki Fosfolipit Alt Sınıflarının Yağ asit Kompozisyonundaki Değişimler. Kromotografi Kongresi. Bursa 19-22 Haziran 2013.
5. Bayar, A.S, Cengiz, E.İ, **Kızmaz, V.**, Satar, A., Başhan, M. Yanar, M. Deltamethrinin Subletal Konsantrasyonuna Maruz Kalan *Oreochromis niloticus*'un Karaciğer Dokusundaki Fosfolipit Alt Sınıflarının Yağ Asit Kompozisyonu. Kromotografi Kongresi. Bursa 19-22 Haziran 2013.
6. Bayar, A.S, Cengiz, E.İ, **Kızmaz, V.**,Satar, A., Başhan, M. Deltamethrin Pestisidine Maruz Kalan *Oreochromis niloticus*'un Solungaç Dokusundaki Fosfolipit Alt Sınıflarının Yağ Asit Kompozisyonu. Kromotografi Kongresi. Bursa 19-22 Haziran 2013.
7. Bayar, A.S., Cengiz, E.İ, **Kızmaz, V.**, Satar, A., Başhan, M. Deltamethrin Pestisidine Maruz Kalan *Oreochromis niloticus*'un Karaciğer Dokusundaki Fosfolipit Alt Sınıflarının Yağ Asit Kompozisyonu. Kromotografi Kongresi. Bursa 19-22 Haziran 2013.
8. **Kızmaz, V.**, Başhan, M. İnci Kefali Balığının (*Chalcalburnus tarichi*) Değişik Dokularındaki Fosfolipit Altsınıflarının Yağ Asiti İçeriğinin Karşılaştırılması. Kromotografi Kongresi. Bursa 19-22 Haziran 2013.
9. **Kızmaz, V.**, Başhan, M., Çiçek, T., *Alburnus mosselensis*'in Ovaryum Dokusundaki Triaçilgliserol ile Fosfolipit Altsınıflarının Yağ Asiti İçeriklerinin Karşılaştırılması. 22. Ulusal Biyoloji Kongresi. Eskisehir. 2014, HB-P1-12, 967.



10. Başhan, M., **Kızmaz, V.**, Çiçek, T., Capoeita trutta'nın Kas ve Karaciger Dokularındaki Triaçilgliserol ve Fosfolipit Alt sınıf Yağ Asiti İçeriklerinin Karşılaştırılması. 22. Ulusal Biyoloji Kongresi. Eskişehir. 2014, HB-P3-10, 1064.
11. **Kızmaz, V.**, Başhan, M., Çiçek, T. Alburnus mousselensis'in Kas Dokusundaki Triaçilgliserol ile Fosfolipit Alt sınıflarının Yağ Asiti İçeriklerinin Karşılaştırılması. 22. Ulusal Biyoloji Kongresi. Eskişehir. 2014, HB-P4-48, 1163.
12. Akdemir, Ö. F., **Kızmaz, V.**, Keskin, C., Başhan, M., Onay, A. Comparison of The Fatty Acid Composition of the Different Organs of Pistacia Lentiscus L. Regenerants Produced in Vitro. Agribalkan, Balkan Agricultural Congress. 8-11 September 2014, Edirne, Turkey, Pages S682.
13. **Kızmaz, V.**, Başhan, M., Çiçek, T. Capoeita trutta'nın Kas Dokusundaki Fosfolipit Alt sınıf Yağ Asiti İçeriklerinin Karşılaştırılması. Kromatografi Kongresi. Uşak 8-10 Nisan 2015. PS 105
14. **Kızmaz, V.**, Başhan, M., Çiçek, T. Capoeita trutta'nın Gonad Dokusundaki Fosfolipit Alt sınıf Yağ Asiti İçeriklerinin Karşılaştırılması. Kromatografi Kongresi. Uşak 8-10 Nisan 2015. PS 106
15. Onay, A., **Kızmaz, V.**, Akdemir, Ö.F., Süzerer, V., Çalar, N. İn vitro ve Doğal Ortamda Yetişen Sakız Ağacının (Pistacia lentiscus L.)'nin Uçucu Yağ Bileşenleri. Kromatografi Kongresi. Uşak 8-10 Nisan 2015. PS 107.
16. Başhan U., Büyükcinal S.K., Şakar F.Ş., Turhan İ., Erginbaş Ç., **Kızmaz V.**, Başhan M. Kuzu, dana ve keçinin but, kol ve göğüs kaslarındaki yağ asidi içeriklerinin karşılaştırılması. I. İstanbul Ulusal Beslenme ve Diyetetik Kongresi. İstanbul 16-18 Nisan 2015. P-07.
17. Süzerer, V., Onay, A., **Kızmaz, V.**, Çalar, N., Uncuoglu, A. A., Boukeloua, A., Ilikçioğlu, E., Tilkat, E., Çiftçi, Y. Ö., Akdemir, Ö. F., Kiliç, F. M., Ersali, Y. Quantitation of Total Oil Contents, Proteins and Fatty Acids Composition in Fruits of Pistacia Species and Their Hybrids Growing in Turkey. In Vitro Cellular & Developmental Biology. Tucson, Arizona May 31 – June 3- 2015. P-3009.