

***Cyprinus carpio* Karaciğer Dokusu Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi**

Semra KAÇAR^{1*}, Mehmet BAŞHAN²

Öz

Bu çalışmada, dişi ve erkek *C. carpio*'nun karaciğer dokusu yağ asidi bileşiminin mevsime bağlı değişimleri araştırılmıştır. Balıkların kas dokusu total lipit yağ asidi kompozisyonları; yağ asidi standartları kullanılarak tespit edilmiştir. Tüm mevsimlerde *C. carpio*'nun karaciğer dokusundaki total lipitlerde SFA (doymuş yağ asitleri) içinde temel bileşen 16:0, MUFA (tekli doymamış yağ asitleri) içinde 16:1n-7 ve 18:1n-9, PUFA (çoklu doymamış yağ asitleri) içinde EPA ve DHA olmuştur. Balığın karaciğer dokusundaki TAG (triacilgliserol) ve PL (fosfolipid) yağ asidi içeriklerinin farklı olduğu bulunmuştur. Balıkların karaciğer dokusunda baskın yağ asitleri; üreme, sıcaklık ve mevsime bağlı olarak değişmiştir. *C. carpio*'nun her iki eşeyinin total lipitlerinde n-3/n-6 oranı; karaciğer dokusunda 1.33-2.55 aralığında tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Cyprinus carpio*, Atatürk Baraj Gölü, Mevsimsel yağ asidi dağılımı

Seasonal Variations on the Fatty Acid Composition in Liver Tissue of *Cyprinus carpio*

Abstract

In this study, seasonal variations on fatty acid composition in liver tissue of female and male *C. carpio* was investigated. Fatty acid compositions of total lipid have been identified in liver tissues of fishes using a mixture of fatty acid standards. The main constituents were 16:0 among SFAs (saturated fatty acid), 16:1n-7 and 18:1n-9 among MUFAs (monounsaturated fatty acid), EPA and DHA among PUFAs (polyunsaturated fatty acid) in the total lipid extracted from liver tissue of *C. carpio* all seasons. Triacylglycerol and PL fatty acid contents in muscle tissue of fish were found to be different. The major fatty acids in liver tissue of fish varied depending on reproduction, temperature and season. The n-3/n-6 ratio was determined to range from 1.33-2.55 for liver tissue in total lipids in both sexes of *C. carpio*.

Keywords: *Cyprinus carpio*, Atatürk Dam Lake, Seasonal fatty acid composition

¹Mardin Artuklu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Mardin, Türkiye, semrakacar21@gmail.com

²Dicle Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, mehmetbashan@gmail.com

¹<https://orcid.org/0000-0002-9869-9045>

²<https://orcid.org/0000-0002-1228-9548>

1. Giriş

C. carpio, dünyada çok yaygın bulunan hızlı büyüyen ve üreme yeteneği iyi olan, eti lezzetli tatlısu balığıdır. Omnivor olup, su böcekleri, kurtlar ve diğer hayvanlarla beslenir.

Balıklar, lipitleri kas ve karaciğer dokusunda depo ederler (Neuhaus ve Halver, 1969; Watanabe, 1982). Balıklarda depolanan bu lipitlerin bir kısmı hayvanın fizyolojik durumu ve çevre koşullarında meydana gelen değişmelere göre gereksinim duyulan kısımlara nakledilir (Johansson ve ark., 2000). Karaciğer ve adipoz dokusu özellikle yağların dönüşümünde ve depolanmasında önemli rol oynar (Halver, 1989).

Balık yağları, ekolojik faktörler ve balığın fizyolojisine göre en fazla değişime uğrayan bileşenlerdir. Balıkların total lipid oranı ve yağ asidi bileşimleri türlere, cinsiyete, mevsime, besin farklılığına, su sıcaklığına, su kirliliğine ve türün kültür olup olmamasına göre değişir. Farklı balık türlerinde yağ ve yağ asitleri yapısal farklılık gösterir. Balıklar aynı tür olsalar bile farklı coğrafik bölgede yaşıyorlarsa yağ asidi bakımından farklı olabilir. Balığın değişik organlarında da yağ asidi içeriği farklılık gösterebilir (Crowford ve ark., 1986, Suzuki ve ark. 1986, Yılmaz ve ark. 1995). Üreme, adaptasyon, büyüme ve gelişme gibi besleme ve balık biyolojisi ile ilgili konular üzerine çalışırken de balığın yağ asidi bileşimini bilmek gereklidir. Lipit metabolizmasında, karaciğer önemli bir organdır. Yağ asitlerinin alımı, oksidasyonu ve dönüşümü ile uzun zincirli yüksek derecede doymamış yağ asitlerinin diğer dokulara sağlanması gibi görevleri de vardır (Rincon-Sanchez ve ark., 1992). Doğal habitatlarında yaşayan balıklarda kas ve karaciğer gibi dokuların yağ asidi analizleri; biyokimyasal olarak önemli bilgiler vermektedir (Kiessling ve ark., 2001, Rodriguez ve ark., 2004).

Bu çalışmada iki ayda bir olmak üzere Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*'nun karaciğer total lipid ile PL ve TAG fraksiyonlarındaki yağ asitlerinin mevsimsel içeriğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Balıklarda total lipid ve yağ asidi içeriği aylara, türlere ve farklı besin kaynaklarına göre farklılık göstereceğinden dolayı, farklı aylardaki bu bileşenler açısından incelenmesi hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada *C. carpio*'ya ait örnekler Atatürk Baraj Gölü'nden toplanmıştır. *C. carpio* balık türlerine ait örnekler, Atatürk Baraj Gölü'nden bir yıllık sürede, balıkçı ağı kullanılarak yakalanmıştır. Örnekler, aynı gün, içinde buz bulunan ısı yalıtımlı kaplara konularak laboratuvara getirilmiştir. Örneklerin, boy ve ağırlık ölçümleri yapılmış, ağırlık ölçümleri gram cinsinden, boy ölçümleri ise balığın çatal boyu kullanılarak cm cinsinden alınmıştır. Balık örneklerinin eşyeleri

saptanmıştır. Alınan karaciğer örneklerinin yağ ağırlıkları saptandıktan sonra tüplere konularak analiz edilinceye kadar -80 °C’de kloroform-metanol karışımında muhafaza edilmiştir.

Karaciğer örnekleri; kloroform-metanol karışımında homojenize edilmiştir (Folch ve ark., 1957). Total lipitler; ince tabaka kromatografi tekniği kullanılarak fraksiyonlarına ayrılmıştır. Örneklerden elde edilen total lipit ekstraktları, 20X20 ebatındaki pleytlerin üzerine spot edilmiştir. Total lipitlerin; yürütücü içinde petrol eteri-dietil eter-asetik asit (80:20:1) bulunan karışımında yürütülmesi beklenmiştir. Pleytler kurduktan sonra, 2’7’ dikloroflorosein püskürtülerek, TAG ve PL’ye ait fraksiyonlar UV lambası altında görünür hale getirilmiştir. Fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonuna ait bantlar kazılarak tüplere aktarılmıştır. Asit ve metanol içeren karışımında 2 saat geri soğutucu altında 85°C’de kaynatılmıştır. Daha sonra, hekzan kullanılarak gaz kromatografisi (GC) cihazına verilmek üzere metil esterleri haline getirilmiştir. Yağ asidi metil esterlerinin analizi için FID dedektörü olan GC cihazı kullanılmıştır (Kayhan ve ark., 2015).

Gaz kromatografi şartları:

Yağ asitleri analizleri HP6890 model Gaz Kromatografisi cihazında, alev iyonizasyon dedektörü ve DB-23 kapiler kolon kullanılarak yapılmıştır. Dedektör sıcaklığı: 280 °C; enjektör sıcaklığı: 270 °C; enjeksiyon: Split–model 1/20. Gaz akış hızları: Taşıyıcı gaz: 2.8 ml/dk (sabit akış modeli); hidrojen: 30 ml/ dk; hava: 300 ml/dk. Kolon (fırın) sıcaklığı: 130 °C’de, bekleme süresi, 1 dakika; 170 °C’ye 6.5 °C/dakika; 215 °C’ye 2.75 °C/dakika, bekleme süresi 12 dakika; 230 °C’ye 40 °C/dakika, bekleme süresi 3 dakika; toplam analiz süresi: 38.8 dakika. Yağ asitleri miktarları, HP 3365 Chem Station bilgisayar programı ile belirlenmiştir. Yağ asitleri yüzdelerinin karşılaştırılmasında SPSS 16 bilgisayar programı kullanılmıştır.

Tablo 1. Dişi *C.carpio*’nun ortalama boy(cm) ve ağırlığının(gr) aylara göre değişimi (Kaçar ve Başhan, 2021a)

	Mayıs(2008)	Temmuz(2008)	Eylül(2008)	Kasım(2008)	Ocak(2009)	Mart(2009)
Boy(cm)	670±20.02a	390±15.13b	480±17.08b	480±14.21b	510±19.34b	490±22.26b
Ağırlık (gr)	6120±67.44a	1026±32.30d	1768±24.65c	1506±20.15c	2602±28.38b	2296±34.41b
Karaciğer total lipid (%)	2.08±0.90a	1.71±0.51b	1.65±0.20b	2.55±0.54a	1.01±0.28b	4.84±0.49c

Tablo 2. Erkek *C. carpio*'nun ortalama boy(cm) ve ağırlığının(gr) aylara göre değişimi (Kaçar ve Başhan, 2021a)

	Mayıs(2008)	Temmuz(2008)	Eylül(2008)	Kasım(2008)	Ocak(2009)	Mart(2009)
Boy(cm)	660±18.15a	340±21.43b	345±25.36b	295±45.33b	480±38.22b	470±36.23b
Ağırlık (gr)	4786±54.38a	534±21.28c	665±20.25c	486±16.15c	2434±42.28b	2098±42.28b
Karaciğer total lipid (%)	2.46±0.30a	1.75±0.11b	0.92±0.10c	3.05±0.57a	1.68±0.13b	3.03±0.38a

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. *C. carpio* Bireylerinin Karaciğer Total Lipidindeki Yağ Asidi İçeriği

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*'nun dişi ve erkek bireylerinin karaciğerindeki 16:0 ve dolayısıyla Σ SFA miktarı üremeden sonraki dönem olan temmuz ayında artmış, üremeden önceki dönem olan mart ayında azalmıştır. Buna karşılık, 18:1n-9 ve Σ MUFA miktarı her iki eşeyde üremeden sonraki dönem olan kasım ayında artarken temmuz ayında azalma göstermiştir. Balıklarda 20:4n-6 ve 22:6n-3 yağ asitleri ve beraberinde Σ PUFA miktarı en yüksek değere ocak ayında ulaşmıştır. Total PUFA yüzdesi dişilerde mart, erkeklerde de mayıs ayında azalmıştır. Veriler, mevsime ve üreme dönemine bağlı olarak, yağ asitlerinde meydana gelen değişikliklerin erkek ve dişi bireylerinde benzer olduklarını göstermektedir. Bir yıl boyunca Σ SFA'ler içinde 16:0 (dişilerde % 23.69-26.91; erkeklerde % 18.94-31.70), Σ MUFA'ler içinde 18:1n-9 (dişilerde % 14.92-26.66; erkeklerde % 14.69-27.62), Σ PUFA'ler arasında 22:6n-3 (dişilerde % 8.43-17.51; erkeklerde % 7.27-15.94) baskın olarak bulunan yağ asitleridir (Tablo 3 ve 4).

Dişilerde mayıs ve temmuzda en çok Σ SFA, kasım ve martta Σ MUFA, ocakta ise en çok Σ PUFA saptanmıştır. Erkeklerde temmuz ve eylül ayında en çok Σ SFA, kasımda en çok Σ MUFA, ocakta ise en çok Σ PUFA belirlenmiştir. Temmuz ayında en çok Σ SFA'in kasım ayında Σ MUFA'in ocak ayında Σ PUFA'in en çok bulunması her iki birey için ortak bulgulardır. *C. carpio*'nun dişi bireylerinde mevsime bağlı olarak karaciğer total yağ asitlerinde n-3/n-6 oranı 1.33 (mayıs)- 1.75 (mart); erkeklerde ise 1.35 (eylül)- 2.55 (mayıs) arasında değişmiştir (Tablo 3 ve 4).

Tablo 3. Dişi *C. carpio*'nun karaciğer total yağ asidi yüzdeleri

Yağ asidi	Mayıs(2008)	Temmuz(2008)	Eylül(2008)	Kasım(2008)	Ocak(2009)	Mart(2009)
10:0§	-	-	0.01±0.01	-	-	-
12:0	0.02±0.02a	0.15±0.01b	-	0.10±0.09b	-	0.02±0.01a
13:0	0.43±0.12a	0.79±0.16b	0.50±0.12a	-	0.03±0.02c	-
14:0	1.92±0.11a	3.42±0.15b	1.38±0.10a	1.42±0.14a	0.81±0.55c	2.66±0.17ab
15:0	0.78±0.05a	1.54±0.13b	1.21±0.15b	0.68±0.03a	1.23±0.10b	0.65±0.03a
16:0	23.74±1.13a	26.91±1.15a	25.11±1.17a	23.69±1.13a	25.69±1.15a	24.17±1.13a
17:0	0.55±0.03a	0.68±0.03a	0.39±0.02b	1.09±0.15c	1.06±0.10c	0.34±0.01b
18:0	11.00±0.99a	7.90±0.54b	8.15±0.56b	4.95±0.33c	6.14±0.51b	4.23±0.30c
ΣS.F.A	38.44±1.30a	41.39±1.31a	36.75±1.29ab	31.93±1.25b	34.96±1.23b	32.07±1.21b
16:1n-7	7.00±0.57a	10.06±0.98b	5.05±0.35a	8.96±0.49a	5.57±0.35a	12.13±1.02b
18:1n-9	18.24±1.06a	14.92±1.04b	19.44±1.09a	26.66±1.15c	14.94±1.04b	24.00±1.13c
20:1n-9	0.68±0.03a	0.86±0.05a	2.44±0.12b	1.85±0.18ab	4.26±0.23c	1.68±0.10ab
ΣM.U.F.A.	25.92±1.15a	25.84±1.13a	26.93±1.16a	37.47±1.30b	24.77±1.17a	37.81±1.35b
18:2n-6	3.48±0.21a	3.92±0.22a	1.99±0.10b	1.18±0.19b	1.66±0.16b	2.75±0.15ab
18:3n-3	0.66±0.01a	1.22±0.10b	0.90±0.05ab	1.17±0.10b	0.28±0.01c	0.81±0.02ab
20:2n-6	0.74±0.03a	0.81±0.04a	0.45±0.04b	0.81±0.04a	0.41±0.03b	0.27±0.01c
20:3n-6	0.84±0.04a	0.52±0.03b	0.33±0.02c	0.57±0.03b	0.45±0.02b	0.64±0.03b
20:4n-6	10.18±0.99a	7.25±0.57b	11.57±0.97a	9.47±0.81a	13.14±1.02a	7.22±0.56b
20:5n-3	6.47±0.53a	7.42±0.54a	3.12±0.23b	4.18±0.28b	3.55±0.23b	5.50±0.24ab
22:5n-3	3.90±0.23a	3.11±0.24a	2.58±0.18b	4.01±0.24a	3.21±0.26a	1.04±0.10c
22:6n-3	9.27±0.67a	8.43±0.66a	15.28±1.03b	9.11±0.87a	17.51±1.05b	11.79±0.99a
ΣP.U.F.A	35.54±1.28a	32.68±1.27b	36.22±1.19a	30.50±1.09b	40.21±1.31c	30.02±1.09b
ω3	20.30±1.06a	20.18±1.07a	21.88±1.01a	18.47±1.03a	24.55±1.15a	19.14±1.05a
ω6	15.24±1.04a	12.50±1.04a	14.34±1.02a	12.03±1.05a	15.66±1.09a	10.88±0.99a
ω3/ω6	1.33	1.61	1.52	1.53	1.56	1.75

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

Tablo 4. Erkek *C. carpio*'nun karaciğer total yağ asidi yüzdeleri

Yağ asidi	Mayıs(2008)	Temmuz(2008)	Eylül(2008)	Kasım(2008)	Ocak(2009)	Mart(2009)
10:0 [§]	0.22±0.05a	-	-	0.01±0.01b	-	-
12:0	0.09±0.05a	0.01±0.01b	-	0.04±0.03c	0.23±0.01d	0.04±0.03c
13:0	0.03±0.02a	0.02±0.02a	0.15±0.01b	0.09±0.06c	0.05±0.04d	0.84±0.02e
14:0	2.39±0.12a	1.89±0.13b	2.82±0.12a	1.73±0.13b	1.01±0.14b	1.75±0.15b
15:0	0.83±0.55a	1.40±0.15b	1.25±0.11b	0.35±0.01c	1.26±0.12b	0.79±0.02a
16:0	26.54±1.15a	31.70±1.19b	27.41±1.15a	25.66±1.14a	24.91±1.14a	18.94±1.13c
17:0	0.71±0.03a	0.31±0.02b	1.04±0.13c	0.67±0.02a	1.18±0.17c	0.87±0.04a
18:0	8.96±0.56a	10.49±0.92a	7.68±0.55a	5.12±0.15b	6.66±0.18b	3.76±0.12c
ΣS.F.A	39.77±1.32a	45.82±1.36b	40.35±1.32a	33.67±1.31c	35.30±1.31c	26.99±1.15d
16:1n-7	11.17±0.90a	5.04±0.15b	6.91±0.16b	13.05±1.03a	5.74±0.15b	12.46±1.02a
18:1n-9	26.00±1.15a	14.69±1.04b	22.31±1.14c	27.62±1.15a	17.55±1.07b	21.10±1.14c
20:1n-9	1.33±0.14a	0.99±0.07a	0.43±0.03b	2.18±0.14c	1.21±0.19a	1.96±0.16c
ΣM.U.F.A.	38.50±1.32a	20.72±1.15b	29.65±1.16c	42.85±1.32a	24.50±1.15b	35.52±1.31a
18:2n-6	2.63±0.14a	1.83±0.14b	4.96±0.16c	2.68±0.14a	3.77±0.13ac	3.59±0.13ac
18:3n-3	0.58±0.03a	0.42±0.12a	1.18±0.15b	0.27±0.02c	0.30±0.02c	1.71±0.14b
20:2n-6	0.25±0.01a	0.03±0.02b	0.53±0.02c	0.85±0.04d	1.10±0.13d	0.30±0.02a
20:3n-6	0.42±0.02a	0.15±0.01b	0.45±0.03a	0.54±0.04a	0.65±0.04a	0.68±0.04a
20:4n-6	2.79±0.13a	9.36±0.83b	6.74±0.52c	4.24±0.15c	10.25±0.92b	6.98±0.55c
20:5n-3	2.40±0.12a	3.16±0.14a	6.24±0.53b	3.03±0.14a	4.96±0.15b	5.90±0.16b
22:5n-3	1.91±0.11a	2.55±0.12b	2.53±0.12b	1.62±0.17a	4.19±0.14c	3.15±0.13bc
22:6n-3	10.65±0.93a	15.94±1.05b	7.27±0.56a	10.15±0.93a	14.88±1.04b	15.08±1.05b
ΣP.U.F.A	21.63±1.12a	33.44±1.31b	29.90±1.16c	23.38±1.16a	40.10±1.32d	37.39±1.32bd
ω3	15.54±1.05a	22.07±1.12b	17.22±1.07a	15.07±1.05a	24.33±1.15b	25.84±1.17b
ω6	6.09±0.17a	11.34±1.01b	12.68±1.04b	8.31±0.15a	15.77±1.05b	11.55±1.01b
ω3/ω6	2.55	1.94	1.35	1.81	1.37	2.23

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

Balıklar ile ilgili yapılan çalışmalar genellikle besini oluşturan balık kasıdır. Fakat balık karaciğeri de; PUFA'lerin başlıca organı olup fazla araştırılmamıştır (Ackman ve ark., 2002). Balık karaciğeri, görme ve büyüme problemleri gibi sorunların önlenmesi için gerekli olan yağların kaynağıdır (Njinkoué ve ark., 2002).

Karaciğer lipitlerinde, başlıca yağ asitleri benzerlik gösterir. İncelenen birçok balıkta doymuş yağ asitleri içinde en çok 16:0, tekli doymamışlar içinde 18:1n-9, çoklu doymamışlar içinde ise 22:6n-3 ve 20:5n-3 bulunmaktadır (Agren ve ark., 1987; Steffens ve Wirth, 1997; Njinkoué ve ark., 2002; Aras ve ark., 2003b; Sharma ve ark., 2009; Kaçar ve Başhan, 2017; Kaçar ve Başhan, 2021; Kaçar ve ark., 2021). Atatürk Baraj Gölü'nden topladığımız *C. carpio*'da da benzer sonuçlar saptanmıştır. Ancak karaciğerdeki kantitatif yağ asidi içeriği farklılıklar göstermektedir. Çek Cumhuriyeti'nde *C. carpio* karaciğerinde; 16:0, 16:1n-7, 18:1n-9, 18:3n-3, 20:5n-3 ve 22:6n-3 asitleri en fazla bulunan yağ asitleridir. Arakidonik asit yüzdesi düşük bulunmuştur (Kminkova ve ark., 2001).

Daha önce yapılan çalışmalarda çalışmamızla uyumlu olarak, 14:0, 18:0, 16:1n-7, 18:2n-6, 18:3n-3, 20:3n-6 ve 20:4n-6 asitler, daha az miktarda belirlenmiştir (Tufan ve ark., 2013; Misir ve ark., 2016; Kaçar ve Başhan, 2017).

Örenler Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*'nun karaciğer dokusundaki n-3 yağ asitleri, sıcaklığın düştüğü kış mevsiminde maksimum oranda artmıştır (Karaçalı ve ark., 2011). *C. carpio*'nun her iki eşeyinde de sıcaklığın düştüğü kış mevsiminde PUFA'ların arttığı görülmüştür.

Yapılan başka bir çalışmada benzer olarak aşırı doymamış yağ asitlerinin, doymuş yağ asitlerine göre daha fazla değişime uğradıkları belirlenmiştir. Bu değişimlerde, gonat gelişimi ve üreme periyotlarının etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Akpınar, 1986).

Aynı balığın kas dokusu (Kaçar ve Başhan 2021a) total lipit yağ asitleri bileşiminde majör yağ asitlerinin karaciğer dokusu yağ asitleri ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Total PUFA'ların dişi bireylerinde karaciğer dokusunda tüm mevsimlerde kas dokuya oranla daha yüksek olduğu görülmüştür. Erkek balıklarda ise kasım ayı hariç diğer tüm mevsimlerde yine karaciğer dokusunda PUFA'ların daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Karaciğer dokusunda PUFA'nın hem erkek hem dişi bireylerde yüksek miktarda çıkması AA miktarının fazla olmasından ileri gelmiştir.

C. carpio gonat dokusunda (Kaçar ve Başhan 2021b) PUFA'ların dişi bireylerde kasım ve ocak ayında karaciğer dokusundaki PUFA'lara oranla daha yüksek olduğu saptanmıştır. Erkek bireylerde ise gonat dokusu PUFA'ları karaciğere oranla temmuz ayı hariç her mevsimde yüksek bulunmuştur. Bu durum DHA miktarının gonat dokusunda dişilerde kasım ve ocak ayında, erkeklerde de temmuz haricinde her mevsimde yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

3.2. *C. carpio* Bireylerinin Karaciğer Fosfolipit ve Triaçilgliserol Yağ Asidi İçeriği

C. carpio'nun kas fosfolipit fraksiyonunda Σ SFA oranı, dişilerde, % 31.83-38.77; erkeklerde % 34.23-42.60; Σ MUFA dişilerde % 22.91-36.77; erkeklerde % 24.59-29.80; Σ PUFA dişilerde % 31.30-38.41; erkeklerde % 31.62-37.27 aralığında değişmiştir. Her iki eşeyde Σ SFA, üremeden önceki dönem olan mart ayında; Σ MUFA ise üreme sonrası dönem olan temmuz ayında azalma olduğu belirlenmiştir (Tablo 5 ve 6). Oleik asit ve dolayısıyla Σ MUFA dişilerde en fazla mart ayında, erkeklerde mayıs ayında fazla oranda olduğu görülmüştür. Total PUFA oranı, dişilerde ocak ve mart aylarında, erkeklerde mart, mayıs ve ocak aylarında azalmıştır. Diğer aylarda birbirine yakın olduğu görülmüştür. Aşırı doymamış yağ asitlerinden, 20:5n-3 oranı her iki bireyde dalgalanmalar göstermiştir. DHA, iki eşeyde de kasım ayında artma göstermiştir (Tablo 5 ve 6).

Tablo 5. Dişi *C. carpio*'nun karaciğer fosfolipit fraksiyonu yağ asidi yüzdeleri

Yağ asidi	Mayıs(2008)	Temmuz(2008)	Eylül(2008)	Kasım(2008)	Ocak(2009)	Mart(2009)
14:0 [§]	1.44±0.10a	1.19±0.12a	1.09±0.13a	1.17±0.11a	0.74±0.06b	1.61±0.18a
15:0	0.88±0.55a	1.47±0.14a	1.09±0.11a	0.59±0.03b	1.48±0.11a	0.14±0.09c
16:0	25.44±1.13a	26.92±1.16a	23.76±1.12a	24.69±1.11a	28.86±1.14a	21.83±1.10b
17:0	0.27±0.01a	0.23±0.01a	0.41±0.02b	0.66±0.03b	1.21±0.12c	0.25±0.02a
18:0	10.74±0.98a	8.77±0.62a	9.29±0.71a	7.56±0.66b	6.04±0.59b	8.00±0.68a
∑S.F.A	38.77±1.32a	38.58±1.33a	35.64±1.36a	34.67±1.35a	38.33±1.34a	31.83±1.12b
16:1n-7	5.26±0.36a	3.94±0.21b	5.12±0.35a	5.09±0.36a	7.23±0.55c	8.26±0.58c
18:1n-9	18.33±1.11a	17.39±1.17a	21.23±1.13b	20.72±1.12b	19.91±1.10ab	26.08±1.14c
20:1n-9	0.74±0.05a	1.58±0.14b	0.76±0.05a	1.47±0.10b	2.24±0.21c	2.43±0.18c
∑M.U.F.A.	24.33±1.13a	22.91±1.12a	27.11±1.14b	27.28±1.15b	29.38±1.13b	36.77±1.31c
18:2n-6	2.49±0.12a	1.47±0.18b	1.32±0.17b	2.50±0.12a	1.04±0.16b	0.65±0.05c
18:3n-3	0.39±0.02a	0.19±0.01b	0.32±0.02a	0.25±0.02ab	0.25±0.02ab	0.05±0.03c
20:2n-6	0.66±0.04a	0.56±0.03a	0.68±0.03a	0.90±0.06b	0.45±0.03a	0.88±0.07b
20:3n-6	0.91±0.05a	1.00±0.10a	0.19±0.01b	0.77±0.06a	0.50±0.03c	0.59±0.03c
20:4n-6	11.39±0.98a	11.85±0.98a	12.97±0.99a	8.79±0.67b	11.82±0.99a	10.41±0.98a
20:5n-3	6.50±0.45a	5.61±0.43a	4.16±0.35a	4.90±0.38a	4.46±0.37a	3.46±0.35b
22:5n-3	4.26±0.38a	4.19±0.33a	4.85±0.36a	3.43±0.35a	2.12±0.11b	2.93±0.11a
22:6n-3	10.22±0.98a	13.54±0.95a	12.66±0.99a	16.46±1.09b	11.55±0.97a	12.33±1.01a
∑P.U.F.A	36.82±1.31a	38.41±1.32a	37.15±1.31a	38.00±1.33a	32.19±1.15b	31.30±1.18b
ω3	21.37±1.12a	23.53±1.13a	21.99±1.12a	25.04±1.13a	18.38±1.19b	18.77±1.10b
ω6	15.45±1.03a	14.88±1.06a	15.16±1.03a	12.96±0.97a	13.81±1.01a	12.53±0.99a
ω3/ω6	1.38	1.58	1.45	1.93	1.33	1.49

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

Tablo 6. Erkek *C. carpio*'nun karaciğer fosfolipit fraksiyonu yağ asidi yüzdeleri

Yağ asidi	Mayıs(2008)	Temmuz(2008)	Eylül(2008)	Kasım(2008)	Ocak(2009)	Mart(2009)
14:0 [§]	1.73±0.10a	1.00±0.16b	2.08±0.12a	1.68±0.15a	0.89±0.06b	1.25±0.13b
15:0	0.86±0.06a	1.68±0.18b	1.29±0.11ab	0.60±0.04a	1.47±0.19b	0.61±0.05a
16:0	25.11±1.15a	29.15±1.18b	24.79±1.19a	24.50±1.17a	27.90±1.16b	24.23±1.15a
17:0	0.26±0.01a	0.20±0.02a	0.39±0.02a	0.31±0.03a	1.32±0.11b	0.75±0.02c
18:0	10.53±0.98a	10.57±0.95a	12.29±1.01a	9.40±0.86a	7.49±0.59b	7.39±0.58b
ΣS.F.A	38.49±1.30a	42.60±1.32b	40.84±1.31ab	36.49±1.29ac	39.07±1.33a	34.23±1.28c
16:1n-7	6.09±0.37a	5.74±0.29a	4.07±0.21a	5.11±0.25a	5.36±0.26a	6.20±0.35a
18:1n-9	22.90±1.13a	18.49±1.11a	19.56±1.16a	19.69±1.18a	22.00±1.13a	20.45±1.16a
20:1n-9	0.81±0.03a	0.36±0.02b	0.35±0.02b	1.95±0.16c	1.18±0.10a	1.62±0.15c
ΣM.U.F.A.	29.80±1.19a	24.59±1.15b	23.98±1.16b	26.75±1.13ab	29.54±1.18a	28.27±1.17a
18:2n-6	3.42±0.13a	0.39±0.02b	2.20±0.12a	2.21±0.17a	3.52±0.13a	1.67±0.10c
18:3n-3	0.89±0.45a	0.09±0.01b	0.37±0.13c	0.25±0.12c	0.06±0.01b	0.53±0.14ac
20:2n-6	0.02±0.01a	0.41±0.13b	0.70±0.30c	0.91±0.43c	1.07±0.16c	0.96±0.43c
20:3n-6	0.81±0.35a	0.37±0.25b	0.47±0.21b	0.67±0.27ab	0.59±0.26ab	0.57±0.22ab
20:4n-6	6.47±0.43a	10.24±0.99b	11.80±0.94b	10.14±0.96b	10.70±0.93b	10.63±0.99b
20:5n-3	2.31±0.12a	3.55±0.13a	3.36±0.11a	3.57±0.17a	3.43±0.13a	4.29±0.14b
22:5n-3	2.92±0.12a	2.07±0.12a	2.17±0.15a	2.28±0.18a	2.92±0.13a	3.73±0.19a
22:6n-3	14.78±1.04a	15.59±1.09a	14.01±1.06a	16.64±1.05a	10.00±0.99b	15.04±1.04a
ΣP.U.F.A	31.62±1.19a	32.71±1.14a	35.08±1.23b	36.67±1.17b	32.29±1.10a	37.42±1.14b
ω3	20.90±1.10a	21.30±1.18a	19.91±1.14a	22.74±1.11a	16.41±1.05b	23.59±1.12a
ω6	10.72±0.99a	11.41±1.01a	15.17±1.06b	13.93±1.03ab	15.88±1.04b	13.83±1.03ab
ω3/ω6	1.94	1.86	1.31	1.63	1.03	1.70

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

C. carpio'nun karaciğer lipit PL fraksiyonunda, eşeyler arasında belirli aylardaki yağ asitleri içeriklerinde benzerlik ve farklılıklar belirlenmiştir. Örneğin, dişilerde mayıs ve ocakta en çok ΣSFA, eylül ve kasımda ΣPUFA, mart ayında ise ΣMUFA bulunurken, erkek bireylerde; mayıs, temmuz, ve ocak aylarında ΣSFA, mart ayında ise ΣPUFA saptanmıştır. Fosfolipit fraksiyonu olmasına rağmen, özellikle erkek bireylerde üç ayda en çok ΣSFA'in bulunması oldukça ilginçtir. Dişilerde mart ayı hariç her iki bireyde benzer olan bulgu, diğer beş ayda ΣMUFA yüzdesinin en az bulunmasıdır.

Balığın, PL fraksiyonunda n-3/n-6 oranı dişilerde 1.33 (ocak)-1.93 (kasım); erkeklerde 1.03 (ocak)-1.94 (mayıs) aralığında saptanmıştır. Balığın her iki bireyinde en düşük oran, ocak ayında belirlenmiştir.

Hindistan'da çalışılan balıklarda, karaciğer PL'inde en çok 16:0, 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:6n-3 belirlenmiş ve total yağ asitleri toplamı da çoktan aza doğru ΣSFA, ΣPUFA ve ΣMUFA şeklinde bir sıralama göstermiştir (Ackman ve ark., 2002).

Ancak çalıştığımız balık türünün PL'inde çoğu aylarda en çok ΣPUFA saptanmıştır. Munzur Nehri'nden toplanan *Salmo trutta macrostigma*'nın erkek bireylerinin PL fraksiyonunda da en çok PUFA tespit edilmiştir (Kaçar ve ark., 2021).

Atatürk Baraj Gölü'nden alınan dişi ve erkek *Silurus triostegus*'un karaciğer dokusu (Kaçar ve Başhan, 2021) ile dişi *Mastacembelus simack*'ın PL fraksiyonunda da (Kaçar ve Başhan, 2015) 16:0, 18:1n-9, 20:4n-6, 20:5n-3 ve 22:6n-3 gibi bileşenlerin majör olduğu belirlenmiştir.

Gonat gelişiminde, çoğunlukla EPA ve DHA miktarı korunur. EPA ve DHA miktarlarının fazla değişmemesi, hücre membran yapısının ve fonksiyonu için gereklidir.

Çalışmamızda her iki eşyede EPA ve DHA miktarlarının mevsime bağlı olarak çok fazla farklılık göstermediği saptanmıştır. PL fraksiyonunda her iki eşyede de en çok PUFA tespit edilmiştir.

Dişi *C. carpio* kas dokusu PL fraksiyonunda (Kaçar ve Başhan 2021a) SFA oranının karaciğer dokusu ile benzerlik gösterdiği, PUFA oranının ise tüm mevsimlerde kas dokusunda daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kasım ayı hariç diğer mevsimlerde DHA'nın kas dokusunda daha yüksek olduğu saptanmıştır. Erkek balıklarda da dişilerde olduğu gibi PUFA oranı karaciğere oranla daha yüksektir.

Dişi ve erkek *C. carpio* gonat dokusu PL fraksiyonunda (Kaçar ve Başhan 2021b) SFA oranının karaciğer dokusu ile benzer olduğu, PUFA ve DHA oranının bütün mevsimlerde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

C. carpio'nun kas triaçilgliserol fraksiyonunda, Σ SFA oranı dişi bireylerde % 36.32-40.63; erkeklerde % 35.35-43.74; Σ MUFA oranı dişilerde % 35.38-45.63; erkeklerde % 29.10-39.71; Σ PUFA oranı dişilerde % 16.30-23.89; erkeklerde % 19.92-27.52 olarak saptanmıştır. Her iki bireyde Σ SFA oranı üreme sonrası dönem olan temmuz ayında artmış, üreme öncesi ve gonatların olgunlaştığı dönem olan mart ayında azalma göstermiştir. Total MUFA oranı, her iki bireyde kasım ayında maksimum seviyede bulunurken, temmuz ayında azalmıştır. Total PUFA oranı, erkek ve dişilerde temmuz ayında yükselmiştir. Bireysel yağ asitlerinden 18:1n-9, her iki eşyede temmuz ayında azalma göstermiştir (Tablo 7 ve 8).

Tablo 7. Dişi *C. carpio*'nun karaciğer triaçilgliserol fraksiyonu yağ asidi yüzdeleri

Yağ asidi	Mayıs(2008)	Temmuz(2008)	Eylül(2008)	Kasım(2008)	Ocak(2009)	Mart(2009)
10:0 [§]	-	0.05±0.03a	0.48±0.03b	-	0.01±0.01c	-
12:0	0.16±0.01a	0.26±0.02b	0.21±0.01b	-	-	-
13:0	0.68±0.05a	0.61±0.05a	0.15±0.01b	1.19±0.11c	0.01±0.01d	-
14:0	3.31±0.12a	4.89±0.23a	3.72±0.12a	1.98±0.12b	2.94±0.14ab	2.21±0.14b
15:0	0.98±0.07a	1.53±0.11b	1.06±0.10a	0.85±0.54a	1.39±0.11b	0.14±0.07c
16:0	29.10±1.20a	26.40±1.15a	26.28±1.15a	26.79±1.15a	28.06±1.28a	29.07±1.27a
17:0	0.51±0.04a	1.18±0.11b	0.73±0.05a	1.43±0.12b	1.27±0.10b	0.19±0.01c
18:0	5.01±0.32a	5.76±0.36a	4.98±0.35a	4.09±0.39a	5.02±0.45a	4.71±0.35a
∑S.F.A	39.75±1.33a	40.63±1.31a	37.61±1.29a	36.33±1.23a	38.70±1.30a	36.32±1.29a
16:1n-7	12.78±0.99a	12.5±0.96a	11.62±0.98a	13.29±1.01a	8.14±0.72b	9.08±0.83b
18:1n-9	29.87±1.22a	21.76±1.09b	30.48±1.21a	30.35±1.27a	28.56±1.20a	31.15±1.29a
20:1n-9	1.20±0.13a	1.12±0.18a	1.97±0.15a	1.99±0.10a	1.34±0.16a	1.62±0.11a
∑M.U.F.A.	43.85±1.34a	35.38±1.29b	44.07±1.33a	45.63±1.38a	38.04±1.30b	41.85±1.35a
18:2n-6	4.66±0.33a	5.03±0.34a	3.04±0.29a	4.43±0.32a	2.48±0.16b	3.56±0.28a
18:3n-3	1.84±0.11a	1.62±0.10a	1.97±0.12a	1.05±0.14b	0.87±0.03b	2.07±0.12a
20:2n-6	0.33±0.02a	0.90±0.08b	0.27±0.03a	0.46±0.04c	1.09±0.10b	0.24±0.02a
20:3n-6	0.24±0.02a	0.48±0.03b	0.23±0.03a	0.25±0.02a	0.84±0.05c	0.09±0.03d
20:4n-6	1.57±0.10a	3.19±0.21b	3.76±0.21b	1.02±0.10a	5.51±0.23c	4.58±0.22c
20:5n-3	2.79±0.13a	4.79±0.24b	2.70±0.13a	4.33±0.24b	3.45±0.21ab	2.55±0.13a
22:5n-3	1.31±0.10a	2.69±0.13b	1.65±0.11a	0.57±0.03c	3.14±0.21b	2.20±0.15b
22:6n-3	3.56±0.21a	5.19±0.25b	4.61±0.24ab	5.83±0.25b	5.78±0.25b	6.45±0.26b
∑P.U.F.A	16.30±1.05a	23.89±1.13b	18.23±1.06a	17.94±1.05a	23.16±1.13b	21.74±1.10b
ω3	9.50±0.51a	14.29±1.04b	10.93±0.98a	11.78±0.99a	13.24±1.06b	13.27±1.03b
ω6	6.80±0.52a	9.60±0.66b	7.30±0.64a	6.16±0.52a	9.92±0.67b	8.47±0.65ab
ω3/ω6	1.39	1.48	1.49	1.91	1.33	1.56

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

Tablo 8. Erkek *C. carpio*'nun karaciğer triaçilgliserol fraksiyonu yağ asidi yüzdeleri

Yağ asidi	Mayıs(2008)	Temmuz(2008)	Eylül(2008)	Kasım(2008)	Ocak(2009)	Mart(2009)
10:0 [§]	0.21±0.12a	-	0.34±0.13a	0.03±0.02b	-	-
12:0	0.03±0.02a	0.02±0.01a	0.68±0.14b	-	0.23±0.02c	0.03±0.02a
13:0	0.50±0.04a	0.02±0.01b	0.30±0.03c	0.13±0.01d	0.05±0.01e	0.02±0.01b
14:0	1.14±0.10a	2.90±0.12b	4.53±0.14c	1.97±0.10a	3.29±0.13b	1.82±0.10a
15:0	0.10±0.05a	1.70±0.10b	1.32±0.10b	0.35±0.03c	1.19±0.10b	0.72±0.04d
16:0	29.25±1.18a	31.93±1.19a	31.42±1.19a	30.08±1.18a	30.37±1.18a	29.69±1.18a
17:0	0.58±0.03a	0.86±0.04b	0.47±0.02a	0.26±0.01c	1.03±0.10b	0.59±0.03a
18:0	5.21±0.15a	5.85±0.15a	4.68±0.14a	4.47±0.14a	5.98±0.15a	2.48±0.11b
ΣS.F.A	37.02±1.31a	43.28±1.38b	43.74±1.38b	37.29±1.31a	42.14±1.37b	35.35±1.29a
16:1n-7	7.78±0.50a	5.22±0.40a	7.99±0.56a	10.17±0.99b	8.23±0.67ab	10.85±0.99b
18:1n-9	26.80±1.15a	22.63±1.10b	27.12±1.16a	28.39±1.16a	27.06±1.16a	22.13±1.10b
20:1n-9	1.60±0.10a	1.25±0.10a	1.13±0.10a	1.15±0.10a	1.88±0.10a	1.63±0.10a
ΣM.U.F.A.	36.18±1.30a	29.10±1.21b	36.24±1.30a	39.71±1.32a	37.17±1.31a	34.61±1.29a
18:2n-6	5.68±0.43a	1.44±0.10b	2.73±0.12c	2.98±0.12c	4.06±0.14a	3.98±0.13a
18:3n-3	3.72±0.23a	0.67±0.03b	0.87±0.04b	0.31±0.02c	0.91±0.05b	2.17±0.12a
20:2n-6	0.55±0.02a	0.25±0.02b	0.64±0.03a	0.69±0.04a	0.66±0.04a	1.04±0.10c
20:3n-6	1.87±0.10a	0.46±0.02b	0.30±0.02b	0.38±0.02b	0.15±0.01c	0.63±0.03d
20:4n-6	2.72±0.12a	6.84±0.15b	3.55±0.13a	5.62±0.14b	2.86±0.12a	5.03±0.14b
20:5n-3	2.09±0.12a	2.18±0.12a	2.97±0.12a	2.38±0.12a	2.16±0.12a	4.04±0.14b
22:5n-3	1.66±0.10a	1.98±0.10a	1.44±0.10a	2.64±0.12b	1.56±0.10a	2.24±0.12b
22:6n-3	8.41±0.55a	13.70±1.03b	7.42±0.54a	7.90±0.54a	8.23±0.55a	10.88±0.99b
ΣP.U.F.A	26.70±1.15a	27.52±1.16a	19.92±1.04b	22.90±1.03b	20.59±1.02b	30.01±1.19a
ω3	15.88±1.05a	18.53±1.08a	12.70±1.03b	13.23±1.06b	12.86±1.01b	19.33±1.11a
ω6	10.82±0.99a	8.99±0.58a	7.22±0.55a	9.67±0.67a	7.73±0.56a	10.68±0.9a
ω3/ω6	1.46	2.06	1.75	1.36	1.66	1.80

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

Dişilerin karaciğer TAG fraksiyonunda, mayıs, eylül, kasım ve mart aylarında yüzde olarak en çok ΣMUFA, temmuz ayında ΣSFA; erkeklerde temmuz, eylül ve ocakta ΣSFA kasımda ΣMUFA bulunmuştur. Dişilerde ΣMUFA, erkeklerde ΣSFA'in baskın olduğu görülmektedir. Her iki bireyde, tüm aylarda yüzde olarak en az ΣPUFA'in olması ortak olan bulgudur (Tablo 7 ve 8). Triaçilgliserol fraksiyonu olduğu için, bu bulgu doğaldır.

C. carpio'nun karaciğer TAG fraksiyonunda n-3/n-6 oranı dişilerde 1.33 (ocak)- 1.91 (kasım); erkeklerde 1.36 (kasım)- 2.06 (temmuz) aralığında saptanmıştır.

Fosfolipit ve TAG fraksiyonunu karşılaştırdığımızda ise, 16:0 ve dolayısıyla, ΣSFA oranlarının benzer olduğu görülmektedir. Oysa bu bileşenlerin, TAG de daha fazla olması beklenmektedir. Oleik asit ve 16:1n-7 ve bu bileşenlere bağlı olarak, ΣMUFA yüzdeleri TAG fraksiyonunda, ΣPUFA oranları ise PL fraksiyonunda daha fazla bulunmuştur. Aşırı doymamış yağ asitlerinden 18:2n-6 ile 18:3n-3 TAG de; 18:0, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:5n-3 ve 22:6n-3 ise PL fraksiyonunda daha fazla oranda saptanmıştır.

Eikosapentaenoik asit, 22:5n-3 ve 22:6n-3 gibi n-3 yağ asitlerinin PL fraksiyonunda fazla yüzdede bulunması, bu fraksiyonda n-3/n-6 oranını çok daha fazla olmasını gerektirir. Ancak, aynı fraksiyonda, n-6 yağ asitlerinden 20:4n-6'nın TAG fraksiyonuna oranla 4-5 kat fazla bulunması bu oranı düşürmüştür.

Dişi ve erkek *C. carpio* kas dokusu (Kaçar ve Başhan 2021a) ve gonat dokusu (Kaçar ve Başhan 2021b) karaciğer TAG fraksiyonunda SFA ve MUFA'ların yüksek oranda olduğu PUFA'ların ise az miktarda olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni ise; 16:0, 16:n-7 ve 18:1n-9 miktarlarının TAG fraksiyonunda yüksek olmasıdır.

Balıkların TAG'de en çok tekli doymamış yağ asitleri sonra doymuş yağ asitleri ondan sonra ise PUFA'lar gelir (Henderson ve Tocher, 1987). Buna göre, balık türlerinin başlıca SFA ve MUFA'leri depo lipitler olarak biriktirdikleri söylenebilir. Triaçilgliserolde monoenlerin yüksek oranda olmasının nedeni, 18:1n-9 oranının fazla olmasından kaynaklanır. Ayrıca bu fraksiyonda 20:5n-3 ile 22:6n-3 gibi n-3 bileşenlerin miktarı az olduğu için, n-3HUFA'ler düşük bulunmuştur (Cejas ve ark., 2003).

Baykal Gölü'ndeki *C. baicalensis*'in, karaciğer nötral lipitlerini en çok MUFA'lar oluşturur. Bunu Σ SFA, izlemiş en az Σ PUFA'ler oluşturur. Total MUFA'ler içinde en çok 18:1n-9, SFA'lerden ise 16:0 en çok belirlenmiştir. Diğer başlıca yağ asitleri 16:1n-7, 18:1n-7 ve 20:5n-3'tir (Kozlova ve Khotimchenko, 2000).

Hindistan'da çalışılan balıklarda, karaciğer TAG içeriğinde doymuş yağ asitleri içinde 16:0, 18:0, tekli doymamış yağ asitlerinden, 18:1n-9, 16:1n-7, çoklu doymamış yağ asitlerinde de 18:2n-6, 18:3n-3, 20:4n-6, 20:5 n-3, 22:6n-3 fazla miktarda tespit edilmiştir (Ackman ve ark., 2002).

Atatürk Baraj Gölü'nde dişi ve erkek *Silurus triostegus*'un karaciğer dokusu TAG fraksiyonunda da 16:0, 18:1n-9, 16:1n-7, 18:2n-2, 18:3n-3, 20:4n-6, 20:5n-3 ve 22:6n-3 gibi bileşenlerin majör olduğu belirlenmiştir (Kaçar ve Başhan, 2021).

Munzur Nehri'nden toplanan *Salmo trutta macrostigma*'nın erkek bireylerinin karaciğer dokusu TAG fraksiyonunda genellikle en çok SFA tespit edilmiştir (Kaçar ve ark., 2021).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan dişi *Mastacembelus simack*'ın karaciğer dokusu TAG fraksiyonunda tüm mevsimlerde SFA en fazla belirlenmiştir (Kaçar ve Başhan, 2015). Görüldüğü gibi, balıkların karaciğer lipit TAG'ünde en çok bulunan bileşenler farklı olabilmektedir. Örneğin, Baykal Gölü'ndeki ergin dişi *C. baicalensis*'te en çok Σ MUFA, Hindistan'daki balıklarda ise Σ SFA bulunmaktadır. Çalışmamızda incelediğimiz türde de, birçok ayda en çok Σ MUFA, bir kısmında ise Σ SFA bulunmuştur. Bu veriler, kasta olduğu gibi balık karaciğer lipit TAG'lerinde Σ MUFA ve Σ SFA'lerin daha fazla oranda biriktiğini göstermektedir. Bu fraksiyonda bulunan major yağ asitleri balıklar arasında benzerlik gösterir. Çalışılan balıklar ile bizim örneklerde de en çok, doymuş yağ

asitleri içinde 16:0, tekli doymamışlarda 16:1n-7 ile 18:1n-9, çoklu doymamış yağ asitleri arasında 18:2n-6 ve 18:3n-3 bulunmaktadır.

Hazel (1979), Gökkuşluğu alabalığının karaciğer TAG'ünde n-3 ve n-6PUFA'ı oluşturan yağ asitlerinin, sıcaklığın azalmasıyla arttığını belirtmiştir. Çalıştığımız türde de benzer bir sonuç saptanmamıştır. Bu durum, balıkların yaşamış olduğu su sıcaklığından ileri gelebilir. Alabalıklar, soğuk sularda yaşadıklarından dolayı böyle bir adaptasyon göstermeleri de doğaldır. *S. asotus*'un yumurtlama mevsimi esnasında karaciğer TAG'ünde n-7MUFA'lerin miktarı yüksek bulunmuştur. Kültür Kedi balığının karaciğerindeki lipit içeriğinde mevsime bağlı bir fark görülmemiştir. Balığın karaciğerdeki AA miktarı; yazın kışa göre daha yüksek saptanmıştır. Bu veriler doğrultusunda balıkta lipit metabolizmasının yumurtlamaya ve mevsime bağlı olarak değiştiği belirtilmiştir (Shirai ve Wada, 2001). Çalıştığımız balık türünün karaciğer lipit TAG'ünde, mart ayında (üremeden hemen önce ve gonatların olgunlaştığı dönem) 16:0 ve Σ SFA; Σ MUFA yüzdesi azalmıştır. Bu bileşenler üreme için gonada mobilize olduklarından dolayı miktarları düşmüş olabilir.

4. Sonuç

Sonuç olarak, örneklerimizin kas PL ve TAG'ündeki kalitatif yağ asidi içeriğinin, çalışılan diğer tatlısu balıklarına benzediğini, kantitatif içeriğin ise balıklarda farklı olduğunu söyleyebiliriz. Bunun başlıca nedenleri, besin, sıcaklık, balığın yakalandığı lokalite veya coğrafik bölge gibi faktörler olabilir.

Teşekkür

Bu çalışma DÜBAP tarafından desteklenmiştir (Proje No: 08-FF07).

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Kaynaklar

- Ackman, R. G., Mcleod, C., Rakshit, S., and Mısra, K. K., (2002). Lipids and fatty acids of five freshwater food fishes of India. *Journal of Food Lipids*, 9 (2), 127-145.
- Agren, J., Mute, P., Hanninen, O., Herranen, J., and Penttila, I., (1987). Seasonal variation of lipid fatty acids of Boreal freshwater fish species. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 88 B, 905-909.
- Akpınar, M.A., (1986). *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)'nin karaciğer yağ asitlerinin mevsimsel değişimi. *Doğa TU Biyoloji*, 10(3),232-239.
- Aras, N. M., Haliloğlu, H. I., Ayık, Ö., and Yetim, H., (2003). 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. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 27, 311-316.
- Cejas, J.R., Almansa, E., Villamandos, J.E., Badia, P., Bolanos, A., and 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.
- Crowford, R. H., Cusack, R. R., and Parlee, T. R., (1986). Lipid content and energy expenditure in the spawning migration of alewife (*Alosa pseudoharengus*) and blueback herring (*Alosa aestivalis*). *Canadian Journal of Zoology*, 64, 1902-1907.
- Folch, J., Lees, M., and Sladane-Stanley, G. H. A., (1957). Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *The Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.
- Halver, J. E., (1989). Fish Nutrition. Academic Press, Inc. 2nd Edition, p.798. New York.
- Hazel, J. R., (1979). The influence of temperature adaptation on the composition of the neutral lipid fraction of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) liver. *Journal of Experimental Zoology*, 207, 33-41.
- Henderson, R.J., and Tocher, D.R., (1987). The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Progress in Lipid Research*, 26, 281-347.
- Jacquot, R. 1961. Organic constituents of fish and other aquatic animals. Fish as food. Borgstrom. G. (Ed.). Academic Press, p. 145-209. New York and London.
- Johansson, L., Kiessling, A., Kiessling, K. H., and Berglund, L., (2000). Effects of altered ration levels on sensory characteristics, lipid content and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) their intrinsic variation and practical implications. *Food Quality and Preference*, 11 (3), 247-254.
- Kaçar, S., and Başhan, M., (2015). Seasonal variations on the fatty acid composition of phospholipid and triacylglycerol in gonad and liver of *Mastacembelus simack*. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 92 (9), 1313-1320.
- Kaçar, S., and Başhan, M., (2017). Variations in the fatty acid compositions of the liver and gonad tissue of spiny eel (*Mastacembelus mastacembelus*) from Atatürk Dam Lake. *Turkish Journal of Biochemistry*, 42(6), 617-623.
- Kaçar, S., Kayhan, H., and Başhan, M., (2021). Seasonal effects of the fatty acid composition of phospholipid and triacylglycerol in muscle and liver of male *Salmo trutta macrostigma*. *Grasas y Aceites*, 72 (4), e435.
- Kaçar, S., and Başhan, M., (2021). Comparative study of lipid and fatty acid profile in liver tissues of male and female *Silurus triostegus* during the catching seasons. *Aquatic Sciences and Engineering*, 36(4): 1-9.
- Kaçar, S., and Başhan M. (2021a). Atatürk Baraj Gölü'ndeki *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)'nin kas dokusu yağ asidi içeriğinin mevsimsel değişimi. *Fen Bilimleri ve Matematikte Araştırma ve Değerlendirmeler – II. Gece kitablığı*.
- Kaçar, S., and Başhan M. (2021b). *Cyprinus carpio* gonat dokusu yağ asidi içeriğinin mevsimsel değişimi. *Fen Bilimleri ve Matematikte Araştırma ve Değerlendirmeler – I. Gece kitablığı*.
- Karaçalı, M., Bulut, S., Konuk, M., and Solak, K., (2011) Seasonal variations in fatty acid composition of different tissues of mirror carp, *Cyprinus Carpio*, in Örenler Dam Lake, Afyonkarahisar, Turkey, *International Journal of Food Properties*, 14:5, 1007-1017.
- Kayhan, H., Başhan, M., and Kaçar, S., (2015). Seasonal variations in the fatty acid composition of phospholipids and triacylglycerols of brown trout. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 116 (5),738-744.
- Kiessling, A., Pickova, J., Johansson, L., Asgard, T., Storebakken, T., and 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 Chemistry*, 73, 271-284.

- Kminkova, M., Winterova, R., and Kucera, J., (2001). Fatty acids in lipids of carp (*Cyprinus carpio*) tissues. *Czech Journal of Food Science*, 19: 177-181.
- Kozlova, T. A., and Khotimchenko, S. V., (2000). Lipids and fatty acids of two pelagic cottoid fishes (*Comephorus* spp.) endemic to Lake Baikal. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 126 B, 477-485.
- Misir, G.B., Tufan, B., and Köse, S., (2016). Variations in total lipid and fatty acid contents of edible muscle, liver, and roes of spotless shad, *Alosa immaculata*, during catching season in Black Sea, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 25(1), 2-14.
- Neuhaus, O. W., and Halver, J. C., (1969). *Fish in Research*, Academic Press. p.135. New York.
- Njinkoué, J-M., Barnathan, G., Miralles, J., Gaydou, E. M., and 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*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 131 B, 395-402.
- Rincon-Sanchez, A. R., Hernandez, A., Lopez, M. L., and Mendoza-Figueroa, T., (1992). Synthesis and secretion of lipids by long-term cultures of female rat hepatocytes. *Biology of the Cell*, 76, 131-138.
- Rodriguez, C., Acosta, C., Badia, P., Cejas, J. R., Santamaria, F. J., and 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. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 139 B, 619-629.
- Sharma, P., Vikas, K., Sinha, A. K., Jayant, R., Kithsiri, H. M. P., and Gudipati, V., (2009). Comparative fatty acid profiles of wild and farmed tropical freshwater fish rohu (*Labeo rohita*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 36 (3), 411-417.
- Shirai, N., and Wada, S., (2001). Seasonal variation of fatty acid composition of phosphatidylinositol in the dorsal meat, liver and ovary of cultured Japanese catfish *Silurus asotus*. *Fisheries Science*, 67, 386-388.
- Suzuki, H., Okazaki, K., Hayakawa, S., Wada, S., and 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. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 34, 58-60.
- Steffens, W., and Wirth, M., (1997). Cyprinids as a valuable source of essential fatty acids for human health: A Review. *Asian Fisheries Science*, 10, 83-90.
- Tufan, B., Koral, S, and Köse, S., (2013). The variations in proximate chemical composition and fatty acid profile in different parts of the thornback ray (*Raja clavata*) caught from Black Sea, Turkey, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 22(1), 83-95.
- Watanabe, T., (1982). Lipid nutrition in fish. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 73 B, 3-15.
- Yılmaz, Ö., Konar, V., ve Çelik, S., (1995). Elazığ Hazar Gölü'ndeki *Capoeta capoeta umbla*'nın dişi ve erkek bireylerinde bazı dokularının total lipid ve yağ asidi bileşimleri. *Biyokimya Dergisi*, 20, 31-42.