

Kuzgun Barajı'nda (Erzurum) Yaşayan *Squalius semae* Turan, Kottelat & Bayçelebi, 2017 Türünün Kas Dokularındaki Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi

Determination of Fatty Acid Composition in Muscle Tissues of *Squalius semae* Turan, Kottelat & Bayçelebi, 2017 in Kuzgun Dam (Erzurum)

Öz

Bu çalışmada, Kuzgun Barajından yakalanan *Squalius semae* kas dokusundaki yağ asidi profili, gaz kromatografisi kullanılarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, 9 doymuş yağ asidi (SFA), 10 tekli doymamış yağ asidi (MUFA) ve 7 çoklu doymamış yağ asidini (PUFA) içeren toplam 26 yağ asidi tespit edilmiştir. Sonuçlarımız kas dokusundaki çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) (%46,49) doymuş yağ asitlerine (SFA) göre daha yüksek oranda bulunduğunu göstermiştir ve bunu MUFA'lar (%28,01) ve SFA'lar (%25,5) izlemiştir. Palmitik asit (C16:0) (%16,19) ana doymuş yağ asidiyken, dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6 n-3) (%13,75) ile eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5 n-3) (%12,18) ana çoklu doymamış yağ asidi olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, *S. semae* besin açısından insan tüketimi için değerlidir ve tüketici tarafından alternatif besin kaynağı olarak tüketilebilir.

Anahtar kelimeler: *Squalius semae*, Yağ asidi, Kuzgun Barajı

ABSTRACT

In this study, the fatty acid profile in *Squalius semae* muscle tissue captured from Kuzgun Dam was determined using gas chromatography. As a result of the study, a total of 26 fatty acids were identified, including 9 saturated fatty acids (SFA), 10 monounsaturated fatty acids (MUFA) and 7 polyunsaturated fatty acids (PUFA). Our results showed that polyunsaturated fatty acids (PUFA) (46.49%) were found in higher proportion than saturated fatty acids (SFA) in muscle tissue, followed by MUFAs (28.01%) and SFAs (25.5%). Palmitic acid (C16:0) (16.19%) is the main saturated fatty acid, while docosahexaenoic acid (DHA, C22:6 n-3) (13.75%) and eicosapentaenoic acid (EPA, C20:5 n-3) (12.18%) was determined as the main polyunsaturated fatty acid. In conclusion, *S. semae* is nutritionally valuable for human consumption and can be consumed by the consumer as an alternative food source.

Keywords: *Squalius semae*, Fatty acid, Kuzgun Dam

Esin ÖZÇİÇEK¹



Mehmet KOCABAŞ²



Filiz KUTLUYER KOCABAŞ¹



Görkem KIRMIZIKAYA ÖZMEN³



Ökkeş YILMAZ⁴



¹: Munzur Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Tunceli, Türkiye

²: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi Bölümü, Trabzon, Türkiye

³: Fırat Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Elazığ, Türkiye

⁴: Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Elazığ, Türkiye



Geliş Tarihi /Received Date 27.06.2024

Revizyon Talebi /Revision Request 12.07.2024

Son Revizyon /Last Revision 19.10.2024

Kabul Tarihi /Accepted Date 11.11.2024

Yayın Tarihi /Publication Date 02.01.2025

Sorumlu Yazar/Corresponding author:

Filiz KUTLUYER KOCABAŞ

E-mail: filizkutluyer@hotmail.com

Cite this article: Özçiçek, E., Kocabaş, M., Kutluyer Kocabaş, F., Kirmızıkaaya Özmen, G. & Yılmaz, Ö. (2025). Determination of Fatty Acid Composition in Muscle Tissues of *Squalius semae* Turan, Kottelat & Bayçelebi, 2017 in Kuzgun Dam (Erzurum). *Research in Agricultural Sciences*, 56(1),66-72.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License.

Giriş

Balıklar, yüksek protein, vitamin ve minerallerin değerli bir kaynağı olmasının yanı sıra esansiyel linoleik ve linolenik yağ asitlerinin benzersiz ve zengin bir kaynağı olarak kabul edilmektedir (Mendivil, 2021; Nava vd., 2023). Deniz balıklarının yağ asitleri hakkında önemli bilgiler mevcut olsa da (Ackman, 1967; Murillo vd., 2014), tatlı su balıklarının lipid içeriği ve yağ asidi kompozisyonu hakkındaki bilgiler sınırlı kalmaktadır (Gladyshev vd., 2022).

Balıklarda yağ asidi analizleri, yaygın olarak farklı amaçlarla yapılmaktadır. Bazı çalışmalar, tatlı su balıklarını deniz suyu balıklarına karşı, doğal ortamdaki balıkları kültür ortamındaki örneklerle karşı veya daha soğuk ve daha sıcak balık habitat koşullarını ayırt etmek için yağ asidi bileşimine odaklanmaktadır (Çelik vd., 2005; Kaya vd., 2009; Han vd., 2022). Veriler, tatlı su balıklarının deniz suyu örneklerinden daha yüksek seviyelerde n-6 çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA'lar) ve daha düşük seviyelerde n-3 PUFA içerdiğini, bunun da daha düşük n-3/n-6 oranlarına yol açtığını desteklemektedir (Özogul vd., 2007; Li vd., 2011).

Balık tüketimi, n-3 çoklu doymamış yağ asitleri (n-3 PUFA) tüketimi ile ilişkilendirilmiştir ve fetal gelişimden kanserin önlenmesine kadar çeşitli faydalı etkilere sahiptir (Connor, 2000). n-3 PUFA'lar insan sağlığına çeşitli faydalar sağlamaktadır (Navarro-Garcia vd., 2004; Le vd., 2007). Bu PUFA'lar belirli organların gelişimi ve işlevi için gereklidir (Bergé ve Barnathan, 2005). İnsandaki koroner arter hastalığının önlenmesinde faydalı olabilirler (Mozaffarian vd., 2005; Wardve Singh, 2005) ve inflamatuvar durumları, aritmileri, hipertansiyonu ve triasilgliserolemiyi, ateroskleroza ve otoimmün bozuklukları önledikleri kabul edilmiştir (Mnari vd., 2007).

Squalius semae, Cyprinidae familyasında yer alan, serin, hızlı akan, tabanı çakıllı sulara yaşayan bir balıktır ve Türkiye'nin Sırlı, Toprakkale ve Serçeme dereleri (Karasu Çayı'nın kolları), Pülümür Çayı ve Murat Nehri'nden (Fırat'ın kuzeydoğu drenajı) Turan vd. (2017) tarafından yeni bir tür olarak tanımlanmıştır. Bildiğimiz kadarıyla bu çalışma, *S. semae*'nin yağ asitleri profilini ortaya koyan ilk çalışmadır. Bu bağlamda çalışmanın amacı, Kuzgun Barajı'ndan avlanan *S. semae*'nin yağ asidi kompozisyonunu belirlemektir.

Yöntem

S. semae (n=15) örnekleri Kuzgun Barajı (Erzurum)'ndan elektroşokla yakalanmıştır. Çalışma protokolü Munzur Üniversitesi Hayvan Araştırmaları Yerel Etik Kurulu (Protokol no: 36-01, 06.03.2024) tarafından onaylanmıştır. Yakalanan balık örnekleri, aynı gün laboratuvara getirilmiş ve her bir numunenin dorsal bölgelerinden yaklaşık 5 gram yenilebilir kas dokusu alınmıştır. Alınan bu dokular, plastik

tüplere yerleştirilerek analiz edilene kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

Örnekler analizler için homojenize edilmiş ve yağ asidi profilini elde etmek amacıyla, kas örneklerinin lipid ekstraksiyonu Hara ve Radin'in (1978) açıkladığı yöntemle yapılmıştır. Tüplerdeki yağ asidi metil esterlerinin ekstraksiyonu, hekzan kullanılarak gerçekleştirilmiş ve KHCO₃ (%2), faz ayrımı için ilave edilmiştir. Hekzan fazının bir nitrojen akışıyla buharlaştırılmasından sonra, lipid ekstraktı heptan içinde çözülmüş ve daha sonra 2 ml'lik numune alma şişelerine bölünmüştür (Christie, 1992). Gaz kromatografisi (Shimadzu GC 17) FAME'lerin belirlenmesinde kullanılmıştır. Numuneler, FAME'leri ayırmak için Rtx® 2330 GC kolonu (30 m, 0,25 mm ID, 0,25 µm df) ile donatılmış gaz kromatografisine enjekte edilmiştir. Kolonun sıcaklığı 148–218°C'de sabitlenmiş, kolon enjeksiyonunun çalışma koşulları şu şekildeydi: enjektör ve dedektörün sıcaklıkları sırasıyla 240 ve 280°C ayarlanmıştır. Başlangıç etüv sıcaklığı 1 dakika süreyle 148°C'de programlanmış ve 5°C/dakika hızla 200 °C'ye, 4 °C/dakika hızla 200 °C'ye ve son olarak 218 °C'ye çıkarılmıştır. Numunelerin yağ asidi analizi öncesinde standart yağ asitleri metil ester karışımından (Supelco® 37 Component FAME Mix) koruyucu yapıdaki yağ asitlerinin yerleri belirlenmiştir. Daha sonra sterilizasyon analizleri yapılmıştır. Shimadzu GC 2010 Plus, GC Solution işletim programıyla cihaz çalıştırılarak numune ve standartların analizleri yapılmıştır. Hesaplama Lab Solution 5.67 (Kyoto Japan) programıyla yapılmıştır.

Veriler, ortalama±standart sapma (SD) olarak sunulmuştur. XLSTAT yazılımı (2015.5 sürümü) ile temel bileşen analizi (PCA) uygulanarak veri görselleştirmesi ve yorumlaması yapılmıştır.

Bulgular

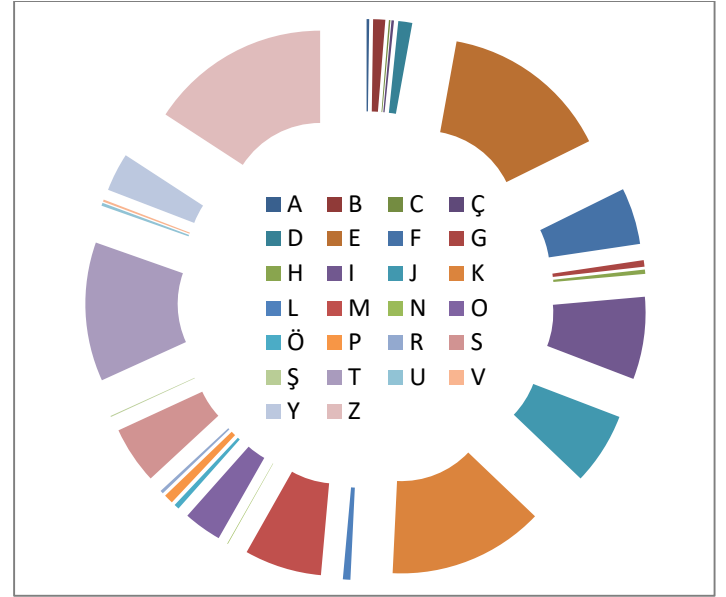
Tablo 1'de balıkların kas dokularındaki yağ asidi profili sunulmuştur. Şekil 1, *S. semae*'nin kas dokularındaki yağ asidi profilinin alan grafiğini göstermektedir. Toplam 9 SFA [laurik asit (C12:0), miristik asit (C14:0), pentadekanoik asit (C15:0), palmitik asit (C16:0), margaritik asit (C17:0), stearik asit (C18:0), heneikosanoik asit (C21:0), behenik asit (C22:0), lignocerik asit (C24:0)] kas dokularında tespit edilmiştir. PUFA'ların içeriği (%46,49) en yüksek konsantrasyona ulaşmış, bunu MUFA'lar (%28,01) ve SFA'lar (%25,5) izlemiştir. C16:0 majör SFA, C18:1 n-9 majör MUFA ve C22:6 n-3 majör PUFA olarak belirlenmiştir.

Şekil 2, PC1 (birinci temel bileşen: %17,56) ve PC2'nin (ikinci temel bileşenler: %68,61) kümülatif olarak varyansın %86,17'ini açıkladığını göstermektedir. C17:1, C18:1 n-9t, C20:5 n-3, C22:5 n-3ve C22:6 n-3'ün kas dokusu için negatif skorları vardır. PC1, C12:0, C14:0, C14:1, C17:0, C18:1 n-9c, C18:1 n-11 ve C24:1 değişkenleriyle pozitif korelasyon göstermiştir.

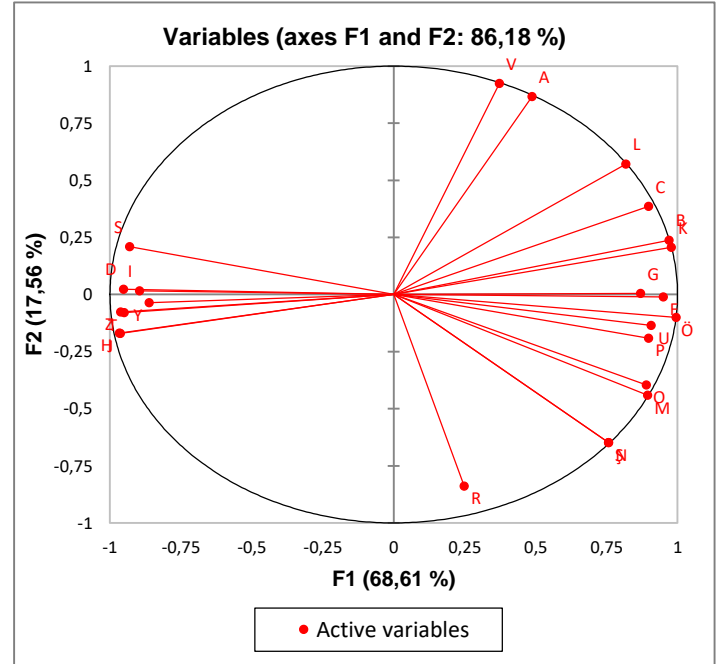
Tablo 1.

Squalius semae'nin kas dokusundaki yağ asidi kompozisyonu (%).

Yağ asitleri	Kas
SFA (Doymuş Yağ Asiti)	
C12:0 (Laurik asit)	0,23±0,56
C14:0 (Miristik asit)	1,06±0,90
C15:0 (Pentadekanoik asit)	0,22±0,03
C16:0 (Palmitik asit)	14,84±7,63
C17:0 (Margarinik asit)	0,57±0,13
C18:0 (Stearik asit)	7,22±1,79
C21:0 (Heneikosanoik asit)	0,82±0,12
C22:0 (Behenik asit)	0,28±0,24
C24:0 (Lignocerik asit)	0,26±0,03
MUFA (Tekli Doymamış Yağ Asiti)	
C14:1 (Miristoleik asit)	0,13±0,05
C15:1 (Pentadekenoik asit)	1,22±0,70
C16:1 n-7 (Palmitoleik asit)	4,95±1,53
C17:1 (Heptadekenoik asit)	0,38±0,30
C18:1 n-9c (Oleik asit)	13,63±13,27
C18:1n-9t (Elaidik Asit)	6,32±4,97
C18:1 n-11 (Vaccenik asit)	0,66±1,12
C20:1 (Eikosanoik asit)	0,45±0,51
C22:1 n-9 (Erusik asit)	0,09±0,21
C24:1 (Nervonik asit)	0,18±0,16
PUFA (Çoklu Doymamış Yağ Asiti)	
C18:2 n-6 (cis-Linoleik asit)	6,75±6,04
C18:3 n-3 (α-Linolenik asit)	3,33±1,09
C18:3 n-6 (γ-Linolenik asit)	0,06±0,14
C20:4 n-6 (Araşidonik asit)	5,01±2,15
C20:5 n-3 (Eikosapentaenoik asit)	12,18±5,15
C22:5 n-3 (Dokosapentaenoik asit)	3,35±1,67
C22:6 n-3 (Dokosaheksaenoik asit)	15,81±8,53
ΣSFA	25,5
ΣMUFA	28,01
ΣPUFA	46,49
Σn-3	34,67
Σn-6	11,82
n-3/ n-6	2,93

**Şekil 1.**

S. semae'nin kas yağ asidi bileşiminin (%) alan grafiği. A (C12:0), B (C14:0), C (C14:1), Ç (C15:0), D (C15:1), E (C16:0), F (C16:1 n-7), G (C17:0), H (C17:1), I (C18:0), J (C18:1 n-9t), K (C18:1 n-9c), L (C18:1 n-11), M (C18:2 n-6), N (C18:3 n-6), O (C18:3 n-3), Ö (C20:1), P (C21:0), R (C22:0), S (C20:4 n-6) Ş (C22:1 n-9), T (C20:5 n-3), U (C24:0), V (C24:1), Y (C22:5 n-3), Z (C22:6 n-3).

**Şekil 2.**

Squalius semae türünün yağ asitlerinin Temel Bileşen Analizinden elde edilen sonuç (A) ve yüklerin (B) gösterimi. A (C12:0), B (C14:0), C (C14:1), Ç (C15:0), D (C15:1), E (C16:0), F (C16:1 n-7), G (C17:0), H (C17:1), I (C18:0), J (C18:1 n-9t), K (C18:1 n-9c), L (C18:1 n-11), M (C18:2 n-6), N (C18:3 n-6), O (C18:3 n-3), Ö (C20:1), P (C21:0), R (C22:0), S (C20:4 n-6) Ş (C22:1 n-9), T (C20:5 n-3), U (C24:0), V (C24:1), Y (C22:5 n-3), Z (C22:6 n-3).

Tartışma

Çalışmadan elde edilen veriler, doymuş yağ asitlerinin toplam tekli doymamış yağ asitlerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Palmitik asit, *S. semae* için %14,84 oranında birincil doymuş yağ asidi, stearik asit (C18:0) ise ikinci ana doymuş yağ asidi (%7,22) olarak belirlenmiştir. Önceki çalışmalarda, diğer balık türleri için de benzer sonuçlar rapor edilmiştir (Rahman vd., 1995; Çelik vd., 2005; Güler vd., 2008; Görgün ve Akpınar, 2017; Kalyoncu ve Abuoğlu, 2017).

Bu çalışmada, PUFA içeriği (%46,49), MUFA (%28,01) ve SFA'dan (%25,5) daha yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde, İnan vd. (2019) PUFA içeriğini (%32,02-38,90), MUFA (29,85-35,40) ve SFA'dan (27,10-31,23) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ateş (2013), Yukarı Sakarya Nehri'nden yakalanan *S. pursor*'te daha yüksek oranda PUFA bulunmuştur. Kaçar ve Başhan (2016) ayrıca Atatürk Barajı'ndan *Carassius gibelio*, *Carassius auratus*, *Liza abu*, *Chalcalburnus mossulensis* ve *Chondrostoma regium*'da daha yüksek PUFA içeriği bulunduğunu, buna karşın *Aspius vorax*, *Carasso barbustuteus*, *Acanthobrama marmid*, *Cyprinion macrostomum* ve *Capoeta trutta*'da MUFA miktarının daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Ancak Rahman vd. (1995), özellikle tropik sularda yaşayan birçok tatlı su balığı türünde MUFA içeriğinin SFA ve PUFA'dan daha yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Oleik asit (%13,63), *S. semae* türünde ana tekli doymamış yağ asidi (MUFA) olarak tanımlanmıştır ve ikinci baskın MUFA'nın elaidik asit (C18:1 n-9t) (%6,32) olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Güler vd. (2007), Türkiye'de tatlı suda yaşayan *Sander lucioperca* kas dokusundaki ana MUFA'nın C18:1 n-9 olduğunu bulmuşlardır. Akpınar vd. (2009)'a göre, erkek ve dişi *Salmo trutta macrostigma*'nın kasında (%22,4-22,1) bulunan başlıca tekli doymamış yağ asidi oleik asittir. Kızmaz vd. (2021), *Alburnus tarichi* türünün kas dokusundaki ana MUFA'nın C18:1 n-9 olduğunu bildirmişlerdir. Yüksek düzeyde oleik asidin tatlı su balık yağlarının karakteristik bir özelliği olduğu rapor edilmiştir (Andrade vd., 1995; Bayar vd., 2021). Ayrıca, oleik asidin (C18:1 n-9) doğal üreme, gonadal olgunlaşma ve embriyonik süreçlerdeki önemi önceki çalışmalarla vurgulanmıştır (Perez vd., 2007; Quir'os-Pozo vd., 2023).

Bu çalışma, DHA'nın (22:6 n-3) *S. semae* türünün kas lipitlerinde baskın PUFA olduğunu göstermiştir. EPA ve DHA yüzdeleri sırasıyla %12,18 ve %15,81 idi. Bu nedenle, iyi bir EPA ve DHA kaynağıdır. Inhamuns ve Franco (2008), orta Amazonya'daki iki tatlı su balığı türünde (*Hypophthalmus* sp. ve *Cichla* sp.) EPA ve DHA'yı belirlemiştir. Araştırmacılar, tatlı su türlerinde nispeten yüksek miktarda DHA bulunduğunu bildirmişlerdir. Gökçe vd. (2004), insan beslenmesinde hayati bir role sahip olan EPA ve DHA'nın Soleasolea'daki yüzdelerinin sırasıyla 3,36–4,26 ve 16,8–20,2 olduğunu

bildirmişlerdir. İnan vd. (2019) *Squalius pursor* türünde EPA ve DHA'yı daha yüksek oranda bulmuşlardır. Ateş (2013) de Yukarı Sakarya Nehri'nden yakalanan *S. pursor*'in EPA ve DHA oranlarının daha yüksek olduğunu bulmuştur. Ateş (2013)'in elde ettiği verilere göre EPA oranı %6,59 ile %15,469 arasında, DHA oranı ise %20,534 ile %25,604 arasında değişmektedir. Tropikal sularda tatlı su balık türlerinde EPA ve DHA oranları %2'nin altında bildirmişlerdir (Rahman vd., 1995). EPA, insan diyeti için n3 serisinin en önemli yağ asididir (Chen vd., 1995). Öte yandan DHA, balığın sağlık değerini arttırdığı için esansiyel bir yağ asidi olarak EPA'dan daha etkili kabul edilmektedir (Benguendouz ve ark. 2017). Balık kasındaki EPA ve DHA gibi PUFA'ların yüzdeleri diyetle bağlıdır (Sargent, 1997). Beslenme uzmanları, n-6/n-3 oranının 5:1 olması gerektiğine ve gıdalara n-3 PUFA'ların eklenmesinin beslenmeyi iyileştirebileceğine ve hastalıkların önlenmesine yardımcı olabileceğine inanmaktadır. Günlük alım için EPA ve DHA miktarlarının 200-1000 mg aralığında olduğu öne sürülmüştür (Inhamuns ve Franco, 2008). Balıklardaki yağ asidi bileşimi, avlandığı yere göre değişiklik gösterebilmekte ve çevresel ve coğrafi koşullardan etkilenebilmektedir (Saito vd., 1997). Ayrıca, daha önce bildirildiği gibi, EPA, DHA ve DPA gibi uzun zincirli çoklu doymamış omega-3 yağ asitleri (PUFA'lar), değerli biyolojik kaynaklar olarak mikroalgler tarafından önemli miktarlarda üretilmektedir (Gladyshev vd., 2012; Velichka vd., 2023; Karrar vd., 2023; Chaudhary ve Singh, 2024). Yukarıda bahsedildiği gibi EPA ve DHA'nın yüksek varlığı, Gürbüz vd. (2004) ve Saler ve Selamoğlu (2020)'nun raporları doğrultusunda Kuzgun Barajı'nda EPA ve DHA üreten fitoplankton ve *Chlorophyta*, *Dinophyta*, *Rotifera*, *Cladocera* ve *Copepoda* gibi zooplanktonların bolluğu ile açıklanabilir. Ek olarak, EPA'nın yüksek varlığı, bentik omurgasızların daha yüksek alımıyla ilişkilendirilebilir (Heissenberger vd., 2010; Sushchik vd., 2017; Velichka vd., 2023).

Tatlı su balıkları normalde n-6 PUFA içerirken; deniz balıkları, özellikle DHA ve EPA olmak üzere n-3 yağ asitleri açısından zengindir (Wang, 1990). Bu çalışmada toplam n-6 PUFA düzeyi (%11,82), toplam n-3 yağ asitlerinden (%34,67) daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu yağ asitlerinde araşidonik asit (%5,01) düzeyi oldukça önemlidir. Araşidonik asit, kan pıhtı oluşumunu ve bunun yara iyileşmesi sırasında endotelial dokuya bağlanmasını etkileyen prostaglandin ve tromboksanın öncüsüdür (Bowman ve Rand, 1980). İncelenen dokuların n-6 PUFA fraksiyonlarında C18:3 n-6'nın düşük olduğu görülmüştür. Çalışmamızda, Özoğul vd. (2007) tarafından tatlı su balıkları olan *Cyprinus carpio*, *Siluris glanis*, *Tinca tinca*, *Rutilus frisii*, *Sander lucioperca* türlerinde ve Bayar vd. (2021) tarafından *Scardinius erythrophthalmus* (kızılkanat) ve *Anguilla anguilla* (yılan balığı) sonuçlarına benzer olarak toplam n-3 PUFA yüzdelerinin n-6 PUFA yüzdelerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

n-3/n-6 oranı, balık yağlarının besin değerini karşılaştırmak için iyi bir indekstir (Pigott ve Tucker, 1990). Bu çalışmada veriler n-3/n-6 oranının 2,93 olduğunu göstermektedir. Plazma lipitlerini azaltarak koroner kalp hastalığını önlemeye yardımcı olmak ve kanser riskini azaltmak için diyetle insan diyetindeki n-3/n-6 yağ asidi oranının artması önemlidir (Kinsella vd., 1990). İskandinavya, Hollanda ve Japonya'da yapılan araştırmalar, haftada yaklaşık iki kez balık yiyen kişilerin (toplam haftalık alım 240 gram), nadiren balık yiyen kişilere göre kalp krizi riskinin daha düşük olduğunu göstermiştir (Wardlaw vd., 1992). Güler vd. (2007) n-3/n-6 yağ asitlerinin oranının ilkbaharda 1,49, sonbaharda 1,45, kışın 1,22 olduğunu ve en düşük değerin (0,72) yaz aylarında *Sander lucioperca*'da olduğunu belirlemişlerdir. Tatlı su balığı *Sander lucioperca*'da n-6 yağ asitlerinin yüksek olması yaz aylarında n-3/n-6 oranını düşürmüştür. Kalyoncu vd. (2009) *Vimbavimbatenella* türünde n-3/n-6 oranının ilkbaharda 1,4, yazın 1,5, sonbaharda 1,2 ve kışın 1,4 olduğunu göstermektedir. Çalışmamız *S. semae* için yüksek n-3/n-6 oranı nedeniyle insan tüketimi için besin değeri yüksek bir tatlı su balığı türü olduğunu ortaya koymuştur.

Değişkenler arasındaki ilişkiler temel bileşenler analizi (PCA) kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmadaki veriler, C12:0, C14:0, C14:1, C17:0, C18:1 n9c, C18:1 n11 ve C24:1 arasında güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu değişkenler C17:1, C18:1 n9t, C20:5 n-3, C22:5 n3ve C22:6 n3ile negatif korelasyon göstermiştir.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, bu çalışma, Kuzgun Barajı'ndan elde edilen *S. semae*'nin, EPA, DHA seviyeleri ve n-3/n-6 oranı dikkate alındığında insan beslenmesinde arzu edilen bir öge olduğunu göstermiştir. Balığın iyi bir n-3 yağ asidi kaynağı olduğu belirlenmiştir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Etik Kurul Onayı: Çalışma protokolü Munzur Üniversitesi Hayvan Araştırmaları Yerel Etik Kurulu (Protokol no: 36-01, 06.03.2024) tarafından onaylandı.

Yazar Katkıları: Konsept - EÖ, FKK; Tasarım - EÖ, FKK; Denetim - EÖ; Kaynaklar - MK, FKK; Materyaller - MK, FKK; Veri Toplama ve/veya İşleme - EÖ; Analiz ve/veya Yorumlama - EÖ, FKK; Literatür Tarama - EÖ, FKK; Makale Yazımı - FKK

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek olmadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Ethics Committee Approval: The study protocol was approved by Munzur University Animal Research Local Ethics Committee (Protocol no: 36-01, 06.03.2024).

Author Contributions: Concept – EÖ, FKK; Design – EÖ, FKK; Supervision - EÖ; Resources – MK, FKK; Materials – MK, FKK; Data Collection and/or Processing - EÖ; Analysis and/or Interpretation – EÖ, FKK; Literature Search – EÖ, FKK; Writing Manuscript - FKK

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

Kaynaklar

- Ackman, R.G. (1967). Characteristics of the fatty acid composition and biochemistry of some freshwater fish oils and lipids in comparison with marine oils and lipids. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 22(3), 907–922.
- 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 Chemistry*, 112(1), 6–8.
- Andrade, A. D., Rubira, A. F., Matsushia, M., & Souza, N. E. (1995). Omega-3 fatty acids in freshwater fish from South Brazil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 72(10), 1207–1210.
- Ateş, E. (2013). Determination of fatty acids changes in fish species living in Upper Sakarya River Basin. [MSc thesis, Afyon Kocatepe University, Institute of Science]. Afyon. (in Turkish).
- Bayar, İ., İnci, A., Ünübol Aypak, S., & Bildik, A. (2021). Investigation of total fatty acid compositions in the muscle tissues of the two freshwater fish species living in the Big Menderes River (Aydın). *KSU Journal of Agriculture and Natural*, 24(2), 260–266.
- Bergé, J.-P., & Barnathan, G. (2005). Fatty acids from lipids of marine organisms: Molecular biodiversity, roles as biomarkers, biologically active compounds, and economical aspects. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*, 96, 49–125.
- Bowman, W. C., & Rand, M. J. (1980). *Textbook of pharmacology* (2nd ed.). Blackwell.
- Connor, W. E. (2000). Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 17(1), 171S–175S.
- Chaudhary, N., & Singh, N. K. (2024). Exploring freshwater microalgal strains for Omega-3 polyunsaturated fatty acids and carotenoids from the Ganges River in India. *Algal Research*, 80, 103541.
- Çelik, M. (2005). A comparison of the proximate compositions and fatty acid profiles of zander (*Sander lucioperca*) from two different regions and climatic conditions. *Food Chemistry*, 92(4), 637–641.
- Gladyshev, M. I., Anishchenko, O. V., Sushchnik, N. N., Kalacheva, G. S., Gribovskaya, I. V., & Ageev, A. V. (2012). Influence of anthropogenic pollution on content of essential polyunsaturated fatty acids in links

- of food chain of river ecosystem. *Contemporary Problems of Ecology*, 5, 376-385.
- Gladyshev, M.I., Makhrov, A.A., Baydarov, I.V., Safonova, S.S., Golod, V.M., Alekseyev, S.S., Glushchenko, L.A., Rudchenko, A.E., Karpov, V.A., & Sushchik, N.N. (2022). Fatty acid composition and contents of fish of genus *Salvelinus* from natural ecosystems and aquaculture. *Biomolecules*, 12(1), 144.
- Gökçe, M. A., Taşbozan, O., Çelik, M., & Tabakoğlu, Ş. S. (2004). Seasonal variations in proximate and fatty acid compositions of female common sole (*Solea solea*). *Food Chemistry*, 88(3), 419-423.
- Görgün, S., & Akpınar, M.A. (2017). Seasonal variations in the fatty acid profiles of the liver and muscle of *Squalius cephalus* (Teleostei: Cyprinidae) living in Tödürge Lake (Sivas, Türkiye). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 18(4), 1025–1035.
- Guler, G. O., Aktumsek, A., Cital, 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 Chemistry*, 103(4), 1241–1246.
- Gürbüz, H., Kivrak, E., & Soyupak, S. (2004). Seasonal changes in phytoplankton community structure in a high mountain reservoir, Kuzgun reservoir, Turkey. *Journal of Freshwater Ecology*, 19(4), 651-655.
- Han, C., Dong, S., Li, L., Gao, Q., & Zhou, Y. (2021). Assessment of phospholipid fatty acid profiles for discrimination of salmonids cultured in freshwater and seawater. *Food Control*, 120, 107493.
- Heissenberger, M., Watzke, J., & Kainz, M. J. (2010). Effect of nutrition on fatty acid profiles of riverine, lacustrine, and aquaculture-raised salmonids of pre-alpine habitats. *Hydrobiologia*, 650, 243-254.
- Inhamuns, A. J., & Franco, M. R. B. (2008). EPA and DHA quantification in two species of freshwater fish from Central Amazonia. *Food Chemistry*, 107(2), 587-591.
- İnan, T., Ayas, D., & Kirankaya, Ş. G. (2019). Seasonal changes in fat and fatty acid profiles of the Sakarya Chub (*Squalius pursakensis*) from the Melen river basin. *Eurasian Journal of Forest Science*, 7(3), 243-251.
- Kaçar, S., & Başhan, M. (2016). Comparison of lipid contents and fatty acid profiles of freshwater fish from the Atatürk Dam Lake. *Turkish Journal of Biochemistry*, 41(3), 150-156.
- Kalyoncu, L., Kissal, S., & Aktumsek, A. (2009). Seasonal changes in the total fatty acid composition of *Vimba vimba tenella* in Eğirdir Lake, Turkey. *Food Chemistry*, 116(3), 728-730.
- Kalyoncu, L., & Abuoğlu, Z. (2017). Seasonal differences in the muscle fatty acid profiles of two freshwater fish species (*Scardinius erythrophthalmus*, *Squalius cephalus*). *Biological Diversity and Conservation*, 10(1), 104-109.
- Kaya, Y., & Erdem, M. E. (2009). Seasonal comparison of wild and farmed brown trout (*Salmo trutta forma fario* L., 1758): Crude lipid, gonadosomatic index and fatty acids. *International Journal of Food Science & Nutrition*, 60(5), 413–423.
- Karrar, E., Albakry, Z., Ahmed, I. A. M., Zhang, L., Chen, C., Wu, D., & Li, J. (2023). Docosahexaenoic acid and eicosapentaenoic acid from microalgae: Extraction, purification, separation, and analytical methods. *Algal Research*, 103365.
- Kızmaz, V., Başhan, M., & Çiçek, T. (2021). Seasonal Variation of Fatty Acid Composition in Muscle Total Lipids of Male and Female Individuals of *Alburnus tarichi*. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(1), 91-98.
- Kinsella, J. E., Lokesh, B., & Stone, R. A. (1990). Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: Possible mechanisms. *American Journal of Clinical Nutrition*, 52(1), 1–28.
- Le Néchet, S., Dubois, N., Gouygou, J. P., & Bergé, J. P. (2007). Lipid composition of the liver oil of the ray, *Himantura bleekeri*. *Food Chemistry*, 104(2), 559-564.
- Li, G., Sinclair, A. J., & Li, D. (2011). Comparison of lipid content and fatty acid composition in the edible meat of wild and cultured freshwater and marine fish and shrimps from China. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59(5), 1871-1881.
- Mendivil, C. O. (2021). Dietary fish, fish nutrients, and immune function: A review. *Frontiers in Nutrition*, 7, 617652.
- Mnari, A., Bouhlel, I., Chraief, I., Hammami, M., Romdhane, M. S., El Cafsi, M., & Chaouch, A. (2007). Fatty acids in muscles and liver of Tunisian wild and farmed gilthead sea bream, *Sparus aurata*. *Food Chemistry*, 100(4), 1393-1397.
- Mozaffarian, D., Bryson, C. L., Lemaitre, R. N., Burke, G. L., & Siscovick, D. S. (2005). Fish intake and risk of incident heart failure. *Journal of the American College of Cardiology*, 45(12), 2015–2021.
- Murillo, E., Rao, K. S., & Durant, A. A. (2014). The lipid content and fatty acid composition of four eastern central Pacific native fish species. *Journal of Food Composition and Analysis*, 33, 1–5.
- Nava, V., Turco, V. L., Licata, P., Panayotova, V., Peycheva, K., Fazio, F., Rando, R., Di Bella, G., & Potortì, A. G. (2023). Determination of fatty acid profile in processed fish and shellfish foods. *Foods*, 12(13), 2631.
- Navarro-García, G., Pacheco-Aguilar, R., Bringas-Alvarado, L., & Ortega-García, J. (2004). Characterization of the lipid composition and natural antioxidants in the liver oil of *Dasyatis brevis* and *Gymnura marmorata* rays. *Food chemistry*, 87(1), 89-96.
- Özogul, Y., Özogul, F., & Alagoz, S. (2007). Fatty acid profiles and fat contents of commercially important seawater and freshwater fish species of Turkey: A comparative study. *Food chemistry*, 103(1), 217-223.
- Perez, M. J., Rodríguez, C., Cejas, J. R., Martín, M. V., Jerez, S., & Lorenzo, A. (2007). Lipid and fatty acid content in wild white seabream (*Diplodus sargus*) broodstock at

- different stages of the reproductive cycle. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 146(2), 187–196.
- Pigott, G. M., & Tucker, B. W. (1990). *Effects of technology on nutrition*. New York: Marcel Dekker.
- Quirós-Pozo, R., Robaina, L., Calderón, J. A., & Filgueira, J. R. (2023). Reproductive management of the mugilid *Liza aurata* and characterization of proximate and fatty acid composition of broodstock tissues and spawning. *Aquaculture*, 564, 739055. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.739055>
- Rahnan, S. A., Huah, T. S., Nassan, O., & Daud, N. M. (1995). Fatty acid composition of some Malaysian freshwater fish. *Food Chemistry*, 54(1), 45-49. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(95\)00057-J](https://doi.org/10.1016/0308-8146(95)00057-J)
- Saler, S., & Selamoglu, Z. (2020). Zooplankton diversity of three dam lakes in Turkey. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 19(5), 2720-2729.
- Sargent, J. R. (1996). Origins and functions of egg lipid. In N. R. Bromage & R. J. Roberts (Eds.), *Broodstock management and egg and larval quality* (pp. 353–372). Oxford: Blackwell.
- Sushchik, N. N., Rudchenko, A. E., & Gladyshev, M. I. (2017). Effect of season and trophic level on fatty acid composition and content of four commercial fish species from Krasnoyarsk Reservoir (Siberia, Russia). *Fisheries research*, 187, 178-187.
- Turan, D., Kottelat, M., & Bayçelebi, E. (2017). *Squalius semae*, a new species of chub from the Euphrates River, Eastern Anatolia (Teleostei: Cyprinidae). *Zoology in the Middle East*, 63(1), 33-42. <https://doi.org/10.1080/09397140.2017.1283326>
- Velichka, J., Kidd, K. A., Munkittrick, K., Shanmuganathan, M., Britz-McKibbin, P., & Curry, R. A. (2023). Elements and omega-3 fatty acids in fishes along a large, dammed river. *Environmental Pollution*, 336, 122375.
- Wang, Y. J., Miller, L. A., Perren, M., & Addis, P. B. (1990). Omega-3 fatty acids in Lake Superior fish. *Journal of food science*, 55(1), 71-73. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1990.tb06066.x>
- Ward, O. P., & Singh, A. (2005). Omega-3/6 fatty acids: alternative sources of production. *Process biochemistry*, 40(12), 3627-3652. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2005.05.004>
- Wardlaw, G. M., Insel, P. M., & Seigler, M. F. (1992). *Contemporary nutrition-issues and insights*. St. Louis, USA: Mosby.