

**Ramazan Bozkurt**

Harran University, bozkurtr63@gmail.com, Şanlıurfa-Türkiye

DOI	http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2025.20.1.5A0226
ORCID ID	0000-0003-1763-8345
Corresponding Author	Ramazan Bozkurt

DİCLE YAYIN BALIĞININ (*Silurus triostegus*, Heckel 1843) LİPİD SAĞLIK VE BESİN KALİTESİ İNDEKSLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: BİRECİK BARAJ GÖLÜ ÖRNEĞİ**ÖZ**

Dicle yayın balığı (*Silurus triostegus* Heckel, 1843), bölgede satışı yapılan ve ticari değeri olan balık türleridir. Çalışmanın amacı, balıkçılarda satılan yayın balığındaki sanojenik ve besin kalite indekslerinin belirlenmesidir. Hesaplamalar, satın alınan örneklerdeki lipit profiline göre yapılmıştır. Balıklar için eter-kloroform işlemleri uygulanmıştır. Günümüzde insan sağlığı için önem taşıyan Hipokolesterolemik/Hiperkolesterolemik indeks %2.45; sağlığı geliştiren indeks(HPI) %2.83; besleyici değer indeksi %1.66; profil indeksi %5.10; kalite indeksi (Kiselev) %2.04; kalınlık indeksi %76.52 olarak hesaplanmıştır. Etlilik indeksi %20.13; toplam PUFA %29.18 Omega; $\omega 3/\omega 6$ 1,12; Aterojenik İndeks (AI) %0.34; pıhtı önleyici Trombojenik indeks (TI) ise %0.42 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada, Dicle yayının (*S. triostegus*) tüketici ve sağlık açısından yararlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler Yağ Asidi, Sanojenik İndeks, Besin Kalitesi, $\omega 3/\omega 6$, Besleyici Değer İndeksi (BDİ)

ASSESSMENT OF LIPID HEALTH AND NUTRIENT QUALITY INDICES OF TIGRIS CATFISH (*Silurus triostegus*, Heckel, 1843): THE BİRECİK DAM LAKE EXAMPLE**ABSTRACT**

Tigris catfish (*Silurus triostegus* Heckel, 1843) is a commercially valuable fish species sold in the region. The study aimed to determine the sanogenic and nutritional quality indices of catfish marketed in fish shops. Estimates were made according to the lipid profile of the purchased samples. Ether-chloroform treatments were applied to the fish. Hypocholesterolaemic/Hypercholesterolaemic index, which is important for human health today, was estimated as 2.45%; health-promoting index(HPI) as 2.82%; nutritive value index as 1.66%; profile index as 5.10%; quality index (Kiselev) as 2.04%; thickness index as 76.52%. Fleshiness index was estimated as 20.13%; total PUFA 29.18%; Omega; $\omega 3/\omega 6$ 1.12%; Atherogenic Index (AI) 0.34%; anti-coagulant Thrombogenic Index (TI) 0.42%. In this study, it was determined that Tigris spring (*S. triostegus*) is useful for consumer and health.

Keywords: Fatty Acid, Sanogenic Index, Nutrient Quality, $\omega 3/\omega 6$, Nutritional Value Index (NVI)

How to Cite:

Bozkurt, R., (2025). Dicle Yayın Balığının (*Silurus triostegus*, heckel 1843) lipid sağlık ve besin kalitesi indekslerinin değerlendirilmesi: Birecik Baraj Gölü örneği. Ecological Life Sciences, 20(1):10-20, DOI: 10.12739/NWSA.2025.20.1.5A0226.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Beyaz et kaynaklı balıklar, insan sağlığına faydalı sanojenik ve besin kalite indekslerini içerirler. Su ürünlerindeki son çalışmalarda, yağ asidi verilerine dayalı lipit sağlık ve besin kalite indeksleri de hesaplanmıştır [1, 2, 3 ve 4]. Lipitler genelde olumsuz etkilerine rağmen, balıklardaki gibi sağlık açısından faydalı biyoaktif ve fonksiyonel bileşikler içerirler. Fonksiyonel besinler, insanlarda kardiyovasküler (KVH), kanser, trombositlerin çökmesi, cilt, Alzheimer, beyin, sinir dokusu ile mide-barsak gibi semptomlar için yararlıdır [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12]. İç sulardaki balıkların $\omega 3/\omega 6$ ortalaması 1.79, deniz balıklarının ortalaması ise 4.7 ile 14.4 oranında değişim gösterdiğinden, EPA + DHA gibi PUFA yağ asitlerinin hamsi, istavrit, uskumru, alabalık gibi deniz balıklarından karşılanması görüşü vardır [13, 14, 15 ve 16]. Ülkemizdeki *Silurus cinsinin* 2 türü olan *Silurus glanis* ve *Silurus triostegus* üzerinde farklı çalışmalar yapılmıştır [17]. Dicle-Fırat sisteminde yaşayan *Silurus triostegus mesopotamicus* yeni bir kayıt olarak saptanmıştır [18]. Bu sistem üzerinde sistematiği ve morfolojisi üzerinde çalışmalar yapılmıştır [19]. Bununla birlikte biyoloji, biyo-ekoloji, büyüme ve boy ağırlık ilişkileri [20, 21 ve 22]; Yağ asitleriyle ilgili çeşitli çalışmalar yürütmüşlerdir [23, 24, 25, 26, 27, 28 ve 29]. Bu çalışmadaki amaç, literatür verilerinde az çalışılan lipit sağlık kalitesi ile beslenme indeks değerlerinin belirlenmesidir.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada kullanılan bazı hesaplamalar, Birecik Baraj Gölü için ilk kez yapılmıştır. Balıkçılardan satın alınan Dicle yayın balığının (*S. triostegus*), insan sağlığı açısından faydalı sağlık indeksleri ile besin kalite indeksleri hesaplanmıştır.

Önemli Noktalar (Highlights):

- Bu çalışmada, Balıkçılardan satın alınan *S. triostegus*'un yağ asitleri verileri ile sanojenik indeks ilişkisini ortaya çıkarmaktadır,
- Dicle yayın (*S. triostegus*) örneklerinde, besleyici değer indeks (BDİ) değerleri hakkında bilgi verir,
- *S. triostegus*'un, et-lipit ve besin kalitesi hakkında bilgi verir.

3. MATERYAL VE METOT (MATERIALS AND METHODS)

Çalışmadaki Dicle yayınları (*S. triostegus*), Şubat-Mart (2023) arasında, balık satışı yapan balıkçı tezgâhlarından satın alınmıştır. Balıkçılardan alınan 20'şer adet balık numunesi, soğuk plastik kaplara konmuştur.

3.1. Yağ Asitlerinin Analizi (Analysis of Fatty Acids)

Balık örnekleri, işlemlerden önce yıkanarak temizlendi. Yağ asidi analizleri için kloroform/metanol çözeltisi (2:1 v/v) kullanıldı [30]. Lipitlerin yağ asidi işlemlerinin metillendirmeleri için TS EN ISO 12966:2 [31] yöntemi izlenmiştir [29 ve 32]. Veri sonuçları için, Numunelerin üst kısmındaki çözeltiden küçük şırıngayla yaklaşık 1 μ L kadar çıkarılmıştır. Çıkarılan kısımlar, GC cihazı içerisine aktarılmıştır.

3.2. Gaz Kromatografisi (Gas Chromatography)

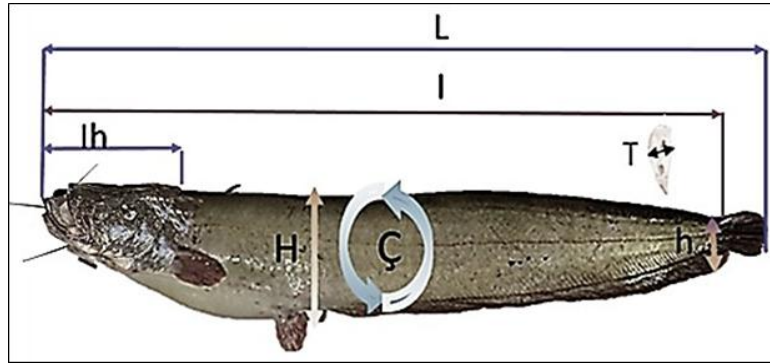
Numunelerin analizinde, yağ asitlerinin metil esterlerine (FAME) dönüştürdükten sonraki işlemler gaz kromatografi (GC) cihazıyla yapıldı. Dicle yayın (*S. triostegus*) balığı etinden FAME'nin (yağ asidi metil esterleri) çıkarılarak tayininin yapılmasında kütle spektrometresi detektörü olan GC cihazı kullanıldı. Örnekler, FID duyarlı Thermo-Trace

GC cihazıyla çözümlenmiştir. Sıcaklıklar sırasıyla önce 2 dakika süresince 50°C, 20°C/dk'lık, 80°C ve 5°C/dk'lık bir artışla 230°C'ye çıkarılmıştır. Örnek şırıngası 1 µL ve 1/50 ölçeğe göre düzenlendi [2, 29 ve 32]. Yayın balığı için bazı vücut indeks hesaplamaları ile referanslar Şekil 1 ve Tablo 1'de verilmiştir. Biyometrik çalışmalardaki veriler, balıklardaki vücut indekslerinin bilinmesinde kullanılmıştır [33]. Hesaplamalar, ortalama±standart sapma(%) şeklinde yapılmıştır.

Tablo 1. Vücut indeks ve besleyici kalite indeksleri
(Table 1. Body index and nutritional quality indices)

Vücut İndeks ve Katsayıları	Formüller	Kaynaklar
PI=Profil indeksi	$PI = 1/HI$	[2] [33]
QI=Kalite indeksi (Kiselev)	$QI = 1/C$	[2] [34]
FC=Fulton katsayısı(%)	$FC = (m \cdot 100) / l^3$	[35] [36]
TI=Kalınlık indeksi(%)	$TI = (T/H) \cdot 100$	[36] [37]
FI (Ic)=Etlilik indeksi	$FI(Ic) = (lh/l) \cdot 100$	[36]
Sağlık ve Besleyici Kalite İndeks Hesaplamaları-Health and Nutritional Quality Indexes		
AI=Aterojenik İndeks	$AI = ((C12:0) + (4 \cdot C14:0) + (C16:0)) / ((MUFA) + (PUFA))$	[38]
TI=Trombojenik indeks	$TI = ((C14:0) + (C16:0) + (C18:0)) / ((0.5 \cdot MUFA) + (n3/n6))$	[38] [39]
h/H=hipokolesterolemik/ Hiperkolesterolemik indeks	$h/H = ((C18:1n9) + PUFA) / ((C12:0 + C14:0 + C16:0))$	[39] [40]
DFA=Arzu edilen yağ asit	$DFA = UFA (MUFA + PUFA) + C18:0$	[41]
OFA (H)=Hiperkolesterolemik	$OFA = C12:0 + C14:0 + C16:0$	[41]
PI=Balık etindeki çoklu doymamışlık	$PI = ((C18:2n-6) + (C18:3n-3 \cdot 2))$	[33]
HPI=Sağlığı Geliştirici İndeks	$HPI = UFA / (C12:0 + C14:0 + C16:0)$	[42]
EFA=Esansiyel yağ asitleri	$EFA = C18:2 + C18:3 + C20:4$	[39]
HUFA=Yüksek doymamış yağ asidi	$HUFA = EPA + DHA$	[43]
FLQ=Etin lipit kalitesi	$FLQ = (C20:5 n3 + C22:6 n3 / (total FA) \cdot 100$	[43]
BDI=Besleyici değer indeksi	$BDI(NVI) = (C18:0 + C18:1) / (C16:0)$	[39]
l=Standard length(cm) H=Body max. Height (cm) m=Weight (g) C=Body max Circumference (cm) T=Body max. Thickness(cm) lh=Head length(cm)		

Örneklerdeki istatistiksel analizler, Excel 2016'daki veri analizi paketine eklenen Fisher testi ve ANOVA tek faktörle hesaplanmıştır [33]. Dicle yayın balıklarının (*S. triostegus*) vücut indeksleri ve besin kaliteleri Şekil 1 ve Tablo 1'e göre hesaplanmıştır.



Şekil 1. Dicle yayını (*Silurus triostegus mesopotamicus* Heckel, 1843)
(Figure 1. Tigris catfish (*Silurus triostegus mesopotamicus* Heckel, 1843))

4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

Dicle yayın balığının (*S. triostegus*) biyometrik ve vücut indekslerinin hesaplama sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'de, Dicle yayınının (*S. triostegus*) ortalama biyometrik ölçümleri (n=20, boy=56.84cm, ağırlık=2034.85g) ile vücut kalite verileri hesaplanmıştır

[35]. Bedensel indeks veri ve katsayı hesaplamaları, balıktaki kaliteyle birlikte gelişimini de ifade eder [36 ve 37].

Tablo 2. Dicle yayın balığının (*S. triostegus*) biyometrik ölçümleri ve vücut kalitesi

(Table 2. Biometric measurements and body quality of Tigris catfish (*S. triostegus*))

Biyometrik Özellikler	Ortalama±SD (min.-max)
Vücut ağırlığı (g)	2034.85±1116.4 (554-4300)
Standart uzunluk (cm)	56.84±12.71 (36-75)
Baş uzunluğu (cm)	10.76±1.54 (8-12.5)
Maksimum vücut yüksekliği (cm)	11.38±2.08 (7.9-14.5)
Maksimum vücut çevresi (cm)	28.02±6.74 (19-38)
Vücut İndeksleri ve Katsayıları	
PI= Profil indeksi	5.10±0.45
FC= Fulton katsayısı	1.02±0.18
QI= Kalite indeksi	2.04±0.16
TI= Kalınlık indeksi	76.52±7.64
FI= Etlilik indeksi	20.13±2.71

4.1. Lipit Sağlık Kalitesinin Belirlenmesi (Determination of Lipid Health Quality)

Dicle yayın balığının (*S. triostegus*) sırt kaslarından örnekler alınarak lipit profilleri belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Dicle yayın balığının (*S. triostegus*) yağ asidi profilleri (%) *

Table 3. Fatty acid profiles (%) * of Tigris catfish (*S. triostegus*)

Yağ Asitleri	Ortalama±SD
(C12:0) Laurik Asit	0.11±0.04
(C14:0) Miristik Asit	2.19±1.02
(C15:0) Pentadekanoik Asit	0.72±0.33
(C16:0) Palmitik Asit	21.92±7.06
(C17:0) Heptadekanoik Asit	0.63±0.11
(C18:0) Stearik Asit	6.99±1.34
(C20:0) Araşidik Asit	0.56±0.11
(C22:0) Behenik Asit	0.65±0.54
Toplam Doymuş Yağ Asidi (SFA)	33.77±9.48
(C14:1) Miristoleik Asit	0.34±0.19
(C16:1) Palmitoleik Asit	7.01±2.78
(C17:1) cis-10-Heptadekenoik Asit	0.76±0.22
(C18:1n9c) Oleik asit	28.45±4.98
(C20:1n9) cis-11-Eikosenoik Asit	0.96±0.06
(C24:1n9 Nervonik Asit)	0.79±0.17
Toplam Tekli Doymamış Yağ Asidi (MUFA)	38.31±8.41
(C18:3n3) A-Linolenik Asit	4.66±0.32
(C20:5n3) Eikosapentaenoik Asit (EPA)	3.07±0.66
(C22:6n3) Dokosaheksaenoik Asit (DHA)	7.91±2.39
ω3	15.64±3.54
(C18:2n6c) Linoleik Asit	6.91±1.47
(C20:2) Eikosadienoik Asit	0.46±0.18
(C20:4n6) Araşidonik Asit	6.38±2.07
ω6	13.75±0.42
Toplam Yağ Asidi PUFA	29.18±4.24
ω3/ω6	1.12±0.24
HUFA (EPA+DHA)	10.98±1.11
PUFA/SFA	0.88±0.12

Tablo 3'e göre yağ asitlerinin indeks değerleri hesaplanmıştır. Günümüzde dolaşım ve kardiyovasküler sistemin (KVH) sağlıklı çalışmasında, PUFA/SFA oranından çok Aterojenik (AI) ve Trombojenik (TI) indeks değerleri dikkat çekmiştir [38, 39, 40 ve 44]. Tüm örneklerdeki

en baskın yağ asitleri, oleik asit (%28.45) ve palmitik asit (%21.92) olarak tespit edilmiştir (Tablo 3).

4.2. Dicle Yayın Balığının Beslenme İndeksleri (Tigris catfish Nutritional Indexes)

Dicle yayın balığının (*S. triostegus*) sağlık için yararlılık indeksi değerleri ile besin kalitesi incelenmiştir (Tablo 4). *S. triostegus*'un beslenme indeksleri (Ortalama±SD) Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Beslenme indeksleri (Ortalama±SD)
(Table 4. Nutritional indices (Mean±SD))

Beslenme İndeksleri	Ortalama±SH
AI:Aterojenik indeks	0.33±0.06
TI:Trombojenik indeks	0.42±0.05
h/H:hipokolesterolemik/Hiperkolesterolemik indeks	2.45±0.44
ARA/EPA:Büyüme performansı	2.06±0.12
PUFA/(SFA-STEARİK ASİT)	1.12±0.18
UFA/SFA:Toplam doymamış yağ asidi/Toplam doymuş yağ asidi	2.03±0.19
PI:Balık etinin çoklu doymamışlığı (Linoleik ve A-Linolenik asit ilişkisi)	16.23±0.82
UFA:Toplam doymamış yağ asidi	67.50±12.65
(h):hipokolesterolemik	57.63±9.22
OFA:Hiperkolesterolemik	24.23±8.12
DFA:Arzu edilen yağ asidi	74.48±12.18
HPİ:Sağlığı Geliştiren İndeks	2.82±0.43
BDİ (NVI):Besleyici değer endeksi	1.66±0.25
EFA:Esansiyel yağ asitleri	17.45±0.92
FLQ:Et-Lipid kalite indeksi	10.75±0.83

Profil indeks (PI) değeri düşük çıktığında, balığın sırt kaslarının iyi geliştiğini ifade etmektedir [33]. Örneklerimizdeki PI %5.10, doğal ortamda yaşayan Avrupa kedi balığında (*S. glanis*) %6.00 ve yetiştiriciliği yapılarında ise %5.44 olarak hesaplanmıştır [33]. *S. triostegus* ve *S. glanis* türlerindeki ortalama PI değerinin ortalama %5-6 civarında bulunması, her iki türün sırt kaslarının iyi derecede geliştiğini göstermiştir. Balığın iştahı ve aldığı besinlerin durumu için hesaplanan Fulton Katsayısı (FC), 1.02 bulunmuştur. Dişilerdeki kondisyon 0.99, erkeklerde ise 0.96 [45]; *S. glanis*'te ise 1.05 olarak tespit edilmiştir [46]. Dicle yayınlarının gövde eti iri bulunmuş ve FI etlilik indeksi (karnozite) değeri ortalama %20.13 olarak hesaplanmıştır. Etlilik indeksi %20'den düşük çıktığında, gövde oranının standart uzunluğundan yüksek çıkacağı ifade edilmiştir [37]. TI, sırt bölgesindeki kas genişliğinin vücut yüksekliğine göre oranıdır. Balıkların yağ bağlama durumunu ortaya koyar [47]. TI %76.52 olarak saptanmıştır. FI ve TI değerlerinin yüksek çıkması, balıkların hem etli hem de yağlı olduğunu göstermiştir.

Örneklerdeki EPA (%3.07), DHA (%7.91), toplam yağ asidi PUFA %29.18 olarak belirlenmiş ve benzer çalışmalarla da paralellik göstermiştir [28, 29 ve 48]. Tablo 3'e göre örneklerdeki PUFA/SFA oranı %0.88, Omega ω3/ω6 oranı ise 1.12 şeklinde hesaplanmıştır (Tablo 3). Örneklerimizdeki ω3/ω6 oranı, önerilen 1 değerinin üstündedir. Balıklardaki yağ asit miktarları, yaşadığı suyun yapısı ile farklı beslenme şekline göre değişim göstermektedir. Yapılan birçok çalışmada, en çok bulunan yağ asitleri sırasıyla oleik asit, palmitik asit ve stearik asit olduğu ifade edilmiştir [49].

Beslenme sağlığı için TI, AI, h/H, Pİ ve BDİ gibi beslenme indeks oranları, tüketici sağlığı açısından önem taşımıştır [10 ve 50]. TI'in 0.5'in altında, h/H ve HPİ değerinin 1'in üzerinde olması, nutrasötik beslenmedeki yararlılığını ortaya koymuştur [51 ve 52]. Balıkların Lipit

kalite indekslerinden AI %0.33, pıhtılaşmayı önleyen TI ise %0.42 olarak tespit edilmiştir.

Bulgulardaki h/H değeri, istenen %2 seviyesinin üzerine çıkarak %2.45 olarak hesaplanmıştır [54, 56 ve 57]. Örneklerdeki BDİ %1.66; HPİ ise %2.82 olarak belirlenmiştir. BDİ %2.10, HPİ ise %1.82 olarak kaydedilmiştir [10]. DFA %74.48, OFA ise %24.23 olarak hesaplanmıştır. *S. glanis*'te ise OFA %18.90; DFA ortalama %68.80 şeklinde tespit edilmiştir [40]. Günümüzde kaliteli beslenme indeksi sayılan ARA/EPA, ω -3/ ω -6 orantısı kadar iyi bir lipit kalite göstergesidir [50 ve 55]. Büyüme performansı olarak hesaplanan ARA/EPA %2.06 olarak belirlenmiştir. Genelde balık yetiştiriciliğinde kullanılan balıklar, doğal ortamda yaşayanlara göre daha besili olurlar. Örneklerimizdeki PI %16.23; doğal ortamdaki *S. glanis*'te %11.65, yetiştiriciliği yapılanda ise %12.45 şeklinde kaydedilmiştir [33]. Çoklu doymamış yağ asitlerinin diğer yağ asitlerine oranı et-yiğirtili ilişkisini gösteren FLQ'nun %10.75, *S. glanis*'teki bir çalışmada %8.02 [56] ve yılan balıklarındaki çalışmada %7.23 [10] olarak tespit edilmesi, *S. triostegus*'un yağlı balık olduğunu göstermiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

Su ürünleri, beslenmek için yeterince gıda buldukları zaman yağ asidi miktarlarını uzun süre muhafaza ederler. Avrupa'da yüksek protein ve lipit içeriğinden dolayı tüketiciler tarafından çok beğenilen yayın balıklarının beslenmesi ve yağlanması, sudaki besinlerin kalite ve miktarlarına da bağlıdır [2]. *S. triostegus* için yapılan literatür çalışmalarında, ARA/EPA, EFA, h/H, UFA/SFA ve BDİ gibi sağlık ve beslenme indeksleri ile ilgili bir çalışma bulamadık (Tablo 2 ve Tablo 4). Bu çalışmadaki insan sağlığına yararlı sağlık kalite indeksleri ile beslenme indeks hesaplamaları, diğer ekonomik balık türleri içinde örnek olacağını göstermiştir. Örneklerde, önerilen PUFA/SFA'nın %0.45'in üzerinde (%0.88), AI ve TI değerinin de 1'in altında olduğu görülmüştür (Tablo 3 ve Tablo 4). Çalışma sonucunda ω 3/ ω 6 1.12, h/H değerinin %2.45 ve ω 3/ ω 6 kadar önemli olan ARA/EPA'nın %2.06 olarak belirlenmesi, *S. triostegus*'un sağlık değerleri açısından önerilen sınırlarda olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 4). Sonuç olarak Dicle yayınlarının (*S. triostegus*), lipit sağlık ve besin kalitesi açısından olumlu olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma, Dicle yayınlarının (*S. triostegus*), insan sağlığı açısından kaliteli bir besin kaynağı olarak tercih edileceğini göstermiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Yazar çıkar çatışması bildirmemişlerdir

FİNANSAL AÇIKLAMA (FINANCIAL DISCLOSURE)

Yazar bu çalışma için herhangi bir mali destek almadığını beyan etmiştir

ETİK STANDARTLAR BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Makalenin yazar'ı bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel izin gerektirmediğini beyan eder.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Bazarsadueva, S.V., Nikitina, E.P., Pintaeva, E.T., Taraskin, V.V., Zhigzhitzhapova, S.V., and Radnaeva, L.D., (2024). Assessment of lipid quality indices of fish from the Barguzin River (Eastern Cisbaikalia). *Inland Water Biology*, 17(5):870-878. <https://doi.org/10.1134/S1995082924700548>.
- [2] Egessa, R., Szűcs, A., Ardó, L., Biró, J., Lengyel-Kónya, É., Banjac, V., et al., (2024). Dietary inclusion of insect oil:

- Impact on growth, nutrient utilisation, lipid metabolism, antioxidant and immune-related responses in European catfish (*Silurus glanis* L). *Aquaculture*, 592, 741213:1-15. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.741213>.
- [3] Tamburini, E., (2024). The blue treasure: comprehensive biorefinery of blue crab (*Callinectes sapidus*). *Foods*, 13(13):1-19. <https://doi.org/10.3390/foods13132018>.
- [4] Haq, M., Ali, M.S., Park, J.S., Kim, J.W., Zhang, W., and Chun, B.S., (2025). Atlantic salmon (*Salmo salar*) waste as a unique source of biofunctional protein hydrolysates: Emerging productions, promising applications and challenges mitigation. *Food Chemistry*, 462:141017. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.141017>.
- [5] Mariamenatu, A.H. and Abdu, E.M., (2021). Overconsumption of omega-6 polyunsaturated fatty acids (PUFAs) versus deficiency of omega-3 PUFAs in modern-day diets: the disturbing factor for their "balanced antagonistic metabolic functions" in the human body. *Journal of lipids*, p:1-15. <https://doi.org/10.1155/2021/8848161>.
- [6] Ahmed, I., Jan, K., Fatma, S., and Dawood, M.A., (2022). Muscle proximate composition of various food fish species and their nutritional significance: A review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 106(3):690-719. <https://doi.org/10.1111/jpn.13711>.
- [7] Awulachew, M.T., (2024). Functional Foods: Functional Ingredients, Sources and Classification, Health Claims, Food Intolerance and Allergy. In *Functional Food-Upgrading Natural and Synthetic Sources*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.114157>.
- [8] Chauhan, A.S., Patel, A.K., Nimker, V., Singhanian, R.R., Chen, C. W., Patel, A.K., et al., (2024). Biorefining of essential polyunsaturated fatty acids from microbial sources: Current updates and prospects. *Systems Microbiology and Biomanufacturing*, 4(2):425-447. <https://doi.org/10.1007/s43393-023-00207-x>.
- [9] Jung, S.J., Baek, H.I., Park, E.O., Ha, K.C., Park, D.S., Chae, S.W., and Lee, S.O., (2025). Immunomodulatory effects of supercritical CO₂ extracted oils from *Portulaca oleracea* and *Perilla frutescens* (PPCE) in healthy individuals: a randomized double-blind clinical trial. *Food & Function*. <https://doi.org/10.1039/D4FO03361B>.
- [10] Łuczyńska, J., Nowosad, J., Łuczyński, M.J., and Kucharczyk, D. (2023). Evaluation of Chemical Elements, Lipid Profiles, Nutritional Indices and Health Risk Assessment of European Eel (*Anguilla anguilla* L.). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3):2257. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032257>.
- [11] Osmanoğlu, M.İ., Elp, M., ve Durmaz, Y., (2024). Effects on fatty acids, biochemical composition and growth of rotifer (*Brachionus plicatilis*) fed with different concentrations of *Nannochloropsis* sp. *Journal of Applied Phycology*, 36(5):2655-2663. <https://doi.org/10.1007/s10811-024-03302-1>.
- [12] Srivastava, S., (2025). Functional foods and spices in the management of metabolic syndrome. *Nutraceuticals in Obesity Management and Control*. editör: Raj K. Keservani, Alka Lohani *Nutraceuticals in Obesity Management and Control*, (3):73
- [13] EFSA, (2021). Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA); Scientific opinion on the tolerable upper intake level of eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic

- acid (DHA) and docosapentaenoic acid (DPA). EFSA J. 10:2815-2863. Available online: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2815> (accessed on 9 September 2021).
- [14] Henderson, R.J. and Tocher, D.R., (1987). The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. Progress in lipid research, 26(4):281-347. [http://dx.doi.org/10.1016/0163-7827\(87\)90002-6](http://dx.doi.org/10.1016/0163-7827(87)90002-6).
- [15] Moreira, A.B., Visentainer, J.V., de Souza, N.E., and Matsushita, M., (2001). Fatty acids profile and cholesterol contents of three Brazilian Brycon freshwater fishes. Journal of food composition and analysis, 14(6):565-574. <https://doi.org/10.006/jfca.20011025>.
- [16] Takic, M., Pokimica, B., Petrovic-Oggiano, G., and Popovic, T., (2022). Effects of dietary α -linolenic acid treatment and the efficiency of its conversion to eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids in obesity and related diseases. Molecules, 27(14):4471. <https://doi.org/10.3390/molecules27144471>.
- [17] Alp, A., Kara, C., Üçkardeş, F., Carol, J., and García-Berthou, E., (2011). Age and growth of the European catfish (*Silurus glanis*) in a Turkish Reservoir and comparison with introduced populations. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 21:283-294.
- [18] Ünlü, E., ve Bozkurt, R., (1996). Notes on the catfish, *Silurus triostegus* (Siluridae) from the Euphrates River in Turkey. Cybium (Paris), 20(3):315-317. <https://doi.org/10.26028/cybium/1996-203-009>.
- [19] Ünlü, E., Değer, D., and Cicek, T., (2012). Comparison of morphological and anatomical characters in two catfish species, *Silurus triostegus* Heckel, 1843 and *Silurus glanis* L., 1758 (Siluridae, Siluriformes). North-Western Journal of Zoology, 8(1): 119-124.
- [20] Oymak, S.A., (1998). Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan *Silurus triostegus* (Heckel, 1843) ve *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'un biyo-ekolojik özellikleri. PhD Thesis, Gazi University Science Science Institute, Ankara, Turkey.
- [21] Kutlu, B., Sesli, A., Tepe, R., and Mutlu, E., (2015). Assessment of physico-chemical water quality of birecik dam, Şanlıurfa, west east region, turkey. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 3(7):623-628. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v3i7.623-628.423>.
- [22] Dinç, H. and Dörtbudak M.Y., (2020). Investigation of Toxic Effects of Heavy Metal Level in Atatürk Dam. Experimental and Applied Medical Science. 1(1):23-28. <https://doi.org/10.31594/commagene.1079557>.
- [23] Bozkurt, R., Yüksel, A.Y., Dörtbudak, M.Y., and Parmaksız, A., (2024). Determination of fatty acid composition of *Silurus triostegus* Heckel, 1843 and *Arabibarbus grypus* Heckel, 1843 species living in Ilisu Dam Lake (Batman/TÜRKİYE). International Journal of Life Sciences and Biotechnology, 7(2):74-79.
- [24] Cengiz, E.İ., Ünlü, E., and Başhan, M., (2010). Fatty acid composition of total lipids in muscle tissues of nine freshwater fish from the River Tigris (Turkey). Turkish Journal of Biology, 34(4):433-438. <https://doi.org/10.3906/biy-0903-19>.
- [25] Cengiz, E.İ., Ünlü, E., Başhan, M., Satar, A., and 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). Turkish Journal of

- Fisheries and Aquatic Sciences, 12(1):33-39.
https://doi.org/10.4194/1303-2712-v12_1_05.
- [26] Kaçar, S., Başhan, M., and Oymak, S.A., (2016). Effect of seasonal variation on lipid and fatty acid profile in muscle tissue of male and female *Silurus triostegus*. *Journal of food science and technology*, 53:2913-2922.
<https://doi.org/10.1007/s13197-016-2253-5>.
- [27] Kaçar, S. and Bashan, 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):166-174.
<https://doi.org/10.26650/ASE2021863164>.
- [28] Kaçar, S. and Başhan, M., (2022). Seasonal Variations on the Fatty Acid Composition in Gonad Tissue of *Silurus triostegus* un Gonat Dokusu Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi. *Acta Aquatica Turcica*. 18(1):024-037.
<https://doi.org/10.22392/actaquatr.934517>.
- [29] Yakar, Y., Parmaksız, A., Dörtbudak, M.Y., and Doğan, N., (2023). Investigation of fatty acid profiles in some economically important fish species living in Atatürk Dam Lake, Adıyaman, Türkiye. *Aquatic Research*, 6(1):11-18.
<https://doi.org/10.3153/AR23002>.
- [30] Folch, J., Lees, M., and Sloane-Stanley, G.H., (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226(1):497-509.
[https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)64849-5](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)64849-5).
- [31] TS EN ISO 12966-2, (2017). Hayvansal ve bitkisel katı ve sıvı yağlar-Yağ asitleri metil esterlerinin gaz kromatografisi - Bölüm 2: Yağ asitleri metil esterlerinin hazırlanması. TSE publications, Ankara, Turkey.
- [32] Ciobanu, M.M., Boisteanu, P.C., Simeanu, D., Postolache, A.N., Lazar, R., and Vintu, C.R., (2019). Study on the profile of fatty acids of broiler chicken raised and slaughtered in industrial system. *Rev. Chim*, 70(11):4089-4094.
- [33] Simeanu, C., Măgdici, E., Păsărin, B., Avarvarei, B.V., and Simeanu, D., (2022). Quantitative and Qualitative Assessment of European Catfish (*Silurus glanis*) Flesh. *Agriculture*, 12(12):2144. <https://doi.org/10.3390/agriculture12122144>.
- [34] Liang, J., Zhou, Q., Wang, C., Gao, X., Yuan, Y., Zhu, Z., et al., (2024). Ecosystem-level response to complex disturbances of an interconnected river-lake system based on Ecopath model over the last 30 years. *Hydrobiologia*, 4585-4600:p.
<https://doi.org/10.1007/s10750-024-05611-5>.
- [35] Nistor, C.E., Pagu, I.B., Fotea, L., Radu, C., and Păsărin, B., (2012). Study of some morphological characteristics *Oncorhynchus mykiss* breed farmed in salmonid exploatations from Moldova, 57:245-249.
- [36] Magdici, E., Nistor, C.E., Pagu, I.B., Hoha, G.V., Avarvarei, B.V., and Pasarin, B., (2014). Research regarding the influence of slaughtering age on quantitative meat production at European catfish (*Silurus glanis*). *Journal of Biotechnology*, 185:76p.
<https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2014.07.258>.
- [37] Uiuuiu, P., Cocan, D. I., Lațiu, C., Păpuc, T., Popescu, F., Constantinescu, R., et al., (2017). The effect of saline solution used as an activating factor of the semen in brown trout, *Salmo trutta fario* (Linnaeus 1758). *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*, 74(2):169-176.
<https://doi.org/10.15835/buasvmcn-asb:0028>.

-
- [38] Ulbricht, T.L.V. and Southgate, D.A.T., (1991). Coronary heart disease: seven dietary factors. *The lancet*, 338(8773):985-992. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)91846-M](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-M).
- [39] Chen, Y., Qiao, Y., Xiao, Y. U., Chen, H., Zhao, L., Huang, M., and Zhou, G., (2016). Differences in physicochemical and nutritional properties of breast and thigh meat from crossbred chickens, commercial broilers and spent hens. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 29(6):855. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.15.0840>.
- [40] Đuričić, I., Gojković, T., Antonijević, B., and Šobajić, S., (2022). Lipid profile and health benefit of commonly consumed fresh water and sea water fish species in the population of Serbia. *Vojnosanitetski preglod*, 79(1)8-16. <https://doi.org/10.2298/VSP200212054D>.
- [41] Senso, L., Suárez, M.D., Ruiz-Cara, T., and Garcia-Gallego, M., (2007). On the possible effects of harvesting season and chilled storage on the fatty acid profile of the fillet of farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Food Chemistry*, 101:298-307. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.01.036>.
- [42] Chen, S., Bobe, G., Zimmerman, S., Hammond, E. G., Luhman, C. M., Boylston, T. D., et al., (2004). Physical and sensory properties of dairy products from cows with various milk fatty acid compositions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(11):3422-3428. <https://doi.org/10.1021/jf035193z>.
- [43] Dernekbaşı, S., Akyüz, A.P., and Karayücel, İ., (2021). Effects of total replacement of dietary fish oil by vegetable oils on growth performance, nutritional quality and fatty acid profiles of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) at optimum-and high temperature conditions. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 38(2):237-246. <https://doi.org/10.12714/egejfas.38.2.14>.
- [44] Chen, J. and Liu, H., (2020). Nutritional indices for assessing fatty acids: A mini-review. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(16):5695. <https://doi.org/10.3390/ijms21165695>.
- [45] Karadede, H., Oymak, S.A., and Ünlü, E., (2004). Heavy metals in mullet, Liza abu and catfish, *Silurus triostegus*, from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. *Environment International*, 30(2):183-188. [https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(03\)00169-7](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(03)00169-7).
- [46] Vuić, N., Turković Čakalić, I., Koh, M., Ergović, V., Vlaičević, B., Šag, M., et al., (2024). Floodplains as a Suitable Habitat for Freshwater Fish: The Length-Weight Relationships and Condition Factors of Fish Inhabiting a Danube Floodplain in Croatia. *Sustainability*, 16(17):7566. <https://doi.org/10.3390/sul6177566>.
- [47] Bektas, Y., Aksu, I., Kalaycı, G., and Bayçelebi, E., (2020). Low genetic diversity in Turkish populations of wels catfish *Silurus glanis* L., 1758 (*Siluridae*, *Pisces*) revealed by mitochondrial control region sequences. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20(10):767-776. http://doi.org/10.4194/1303-2712-v20_10_06.
- [48] Iğde, M., Taşdemir, Ş., Dıraz, E., Güneş, H. ve Kısımlar, S., (2017). Menzelet Baraj Gölü'nde Yaşayan *Silurus glanis* (Linnaeus, 1766) Balıklarının Karaciğer Dokusu Yağ Asidi Bileşiminin Tespiti. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 7(2), 89-96.
- [49] Gokce, M.A., Tasbozan, O., Tabakoglu, S.S., Celik, M., Ozcan, F., and Basusta, A., (2011). Proximate composition and fatty acid profile of shabbout (*Barbus grypus* Heckel) caught from the

- Ataturk Dam Lake, Turkey. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9(2):148-151. <https://doi.org/10.1234/4.2011.2077>.
- [50] Özer, Ö., Karakaya, S., ve El, S.N., (2022). Gıdaların besleyicilik özelliklerini değerlendiren indeksler. *Gıda*, 47(1):78-90. <https://doi.org/10.15237/gida.GD21119>.
- [51] Fernandes, C.E., da Silva Vasconcelos, M.A., de Almeida Ribeiro, M., Sarubbo, L.A. andrade, S.A.C., and de Melo Filho, A.B., (2014). Nutritional and lipid profiles in marine fish species from Brazil. *Food chemistry*, 160:67-71. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.055>.
- [52] Wołoszyn, J., Haraf, G., Okruszek, A., Wereńska, M., Goluch, Z., and Teleszko, M., (2020). Fatty acid profiles and health lipid indices in the breast muscles of local Polish goose varieties. *Poultry Science*, 99(2):1216-1224. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.10.026>.
- [53] Merdzhanova, A., Panayotova, V., Dobрева, D.A., and Peycheva, K., (2021). Can fish and shellfish species from the Black Sea supply health beneficial amounts of bioactive fatty acids?. *Biomolecules*, 11(11):166. <https://doi.org/10.3390/biom11111661>.
- [54] Duyar, H.A. and Bayraklı, B., (2023). Fatty acid profiles of fish oil derived by different techniques from by-products of cultured black sea salmon, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Agricultural Sciences*, 29(3):833-841. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.1187017>
- [55] Larsen, R, Eilertsen, K.E., and Elvevoll, EO., (2011). Health benefits of marine foods and ingredients. *Journal of Biotechnology Advances*, 29:508-518. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2011.05.017>.
- [56] Stancheva, M., Merdzhanova, A., Dobрева, D.A., and Makedonski, L., (2014). Common Carp (*Cyprinus caprio*) and European Catfish (*Sillurus glanis*) from the Danube River as Sources of Fat Soluble Vitamins and Fatty Acids. *Czech Journal of Food Sciences*, 32(1):16-24.