

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**KEBAN BARAJ GÖLÜ AYDINCIK (ELAZIĞ) BÖLGESİNDEN
TEMİN EDİLEN *CAPOETA TRUTTA*, *LUCIOBARBUS*
MYSTACEUS VE *LUCIOBARBUS ESOCINUS*'UN YAĞ ASİTLERİ
KOMPOZİSYONU, KOLESTEROL VE YAĞDA ERİYEN
VİTAMİN DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

Enes VANLI

Yüksek Lisans Tezi

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİK ANABİLİM DALI

Yetiştiricilik Bilim Dalı

OCAK 2022

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

KEBAN BARAJ GÖLÜ AYDINCİK (ELAZIĞ) BÖLGESİNDEN TEMİN EDİLEN
***CAPOETA TRUTTA*, *LUCIOBARBUS MYSTACEUS* VE *LUCIOBARBUS ESOCINUS*'UN**
YAĞ ASİTLERİ KOMPOZİSYONU, KOLESTEROL VE YAĞDA ERİYEN
VİTAMİN DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Tez Yazarı
Enes VANLI

Danışman
Prof. Dr. Ayşe Gül HARLIOĞLU

OCAK 2022
ELAZIĞ

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Başlığı: Keban Baraj Gölü Aydıncık (Elazığ) Bölgesinden Temin Edilen *Capoeta trutta*, *Luciobarbus mystaceus* ve *Luciobarbus esocinus*'un Yağ Asitleri Kompozisyonu, Kolesterol ve Yağda Eriyen Vitamin Düzeylerinin Belirlenmesi

Yazarı: Enes VANLI

İlk Teslim Tarihi: 13.12.2021

Savunma Tarihi: 17.01.2022

TEZ ONAYI

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına göre hazırlanan bu tez aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından değerlendirilmiş ve akademik dinleyicilere açık yapılan savunma sonucunda OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

İmza

Danışman: Prof. Dr. Ayşe Gül HARLIOĞLU
Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi

Onayladım

Başkan: Doç. Dr. Önder AKSU
Munzur Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi

Onayladım

Üye: Doç. Dr. Emine ÖZPOLAT
Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi

Onayladım

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunun/...../20..... tarihli toplantısında tescillenmiştir.

İmza

Prof. Dr. Kürşat Esat ALYAMAÇ
Enstitü Müdürü

BEYAN

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım “Keban Baraj Gölü Aydıncık (Elazığ) Bölgesinden Temin Edilen *Capoeta trutta*, *Luciobarbus mystaceus* ve *Luciobarbus esocinus*’un Yağ Asitleri Kompozisyonu, Kolesterol ve Yağda Eriyen Vitamin Düzeylerinin Belirlenmesi” Başlıklı Yüksek Lisans Tezimin içindeki bütün bilgilerin doğru olduğunu, bilgilerin üretilmesi ve sunulmasında bilimsel etik kurallarına uygun davrandığımı, kullandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi, maddi ve manevi desteği olan tüm kurum/kuruluş ve kişileri belirttiğimi, burada sunduğum veri ve bilgileri unvan almak amacıyla daha önce hiçbir şekilde kullanmadığımı beyan ederim.

17.01.2022

Enes VANLI



ÖNSÖZ

Bu yüksek lisans tezinde, Keban Baraj Gölü, Aydıncık bölgesinde avcılık yapan balıkçılardan temin edilen *Luciobarbus esocinus*, *Capoeta trutta* ve *Luciobarbus mystaceus* türü tatlı su balıklarında kas dokusunda yağ asitleri kompozisyonu, n-3/n-6 yağ asidi oranı, kolesterol ve yağda eriyen vitamin düzeyleri araştırıldı.

Lisansüstü eğitimim süresince her anımda yanımda olan ve fazlaca emek sarf eden danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ayşe Gül HARLIOĞLU'na ve tezimde kimyasal analizlerin yürütülmesi aşamasında sağladığı katkılardan dolayı sayın Prof. Dr. Ökkeş YILMAZ'a çok teşekkür ederim ve yine tez yazım aşamasında yanımda olan ve bana destek veren eşim Tuğçe VANLI'ya teşekkür ederim.

Bu araştırma, Fırat Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulunun 16.03.2020 tarih ve 384967 sayılı izni ("Fırat Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Yönergesi gereği söz konusu çalışma deneysel olmayan klinik veteriner hekimlik uygulamaları kapsamında değerlendirildiğinden Etik Kurul belgesi alınmasına gerek olmadığı kararı verilmiştir") ile gerçekleştirilmiştir.

Enes VANLI

ELAZIĞ, 2022

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1. Yağ Asitleri	3
2.2. Balıklarda Yağ Asitleri ve Yağ Asitlerinin Kaynağı	3
2.3. Balıklardaki Yağ Asitlerinin Sağlık Açısından Önemi.....	4
2.4. Vitaminler.....	5
2.4.1. Vitamin A.....	5
2.4.2. Vitamin D.....	6
2.4.3. Vitamin E	7
2.4.4. Vitamin K.....	7
2.5. Kolesterol	8
2.6. <i>Capoeta trutta</i> 'nın Başlıca Özellikleri ve Sistematikteki Yeri.....	8
2.7. <i>Luciobarbus esocinus</i> 'un Başlıca Özellikleri ve Sistematikteki Yeri	9
2.8. <i>Luciobarbus mystaceus</i> 'un Başlıca Özellikleri ve Sistematikteki Yeri.....	9
2.9. Lipidler	10
2.10. Balıklarda Yağ Asidi Kolesterol ve Yağda Eriyen Vitaminlerle İlgili Bazı Çalışmalar.....	11
3. MATERYAL VE METOD	14
3.1. Balıkların Kas Dokusunda Yağ Asitlerinin Gaz Kromatografisi ile Analizi	15
3.2. Balıkların Kas Dokusunda A, D, E, K Vitaminleri ve Kolesterol Miktarının Hplc Cihazı ile Analizi	15
3.3. Verilerin Değerlendirilmesi	16
4. BULGULAR.....	17
5. TARTIŞMA	21
5.1. <i>Luciobarbus esocinus</i> , <i>Capoeta trutta</i> ve <i>Luciobarbus mystaceus</i> 'un Kas Dokularında Belirlenen Yağ Asitleri Kompozisyonu, Kolesterol ve Yağda Eriyen Vitaminler	21
SONUÇ.....	25
KAYNAKLAR.....	26
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Keban Baraj Gölü Aydıncık (Elazığ) Bölgesinden Temin Edilen *Capoeta trutta*, *Luciobarbus mystaceus* ve *Luciobarbus esocinus*'un Yağ Asitleri Kompozisyonu, Kolesterol ve Yağda Eriyen Vitamin Düzeylerinin Belirlenmesi

Enes VANLI

Yüksek Lisans Tezi

FIRAT ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı

Ocak 2022, Sayfa: iv + 30

Bu yüksek lisans tezinde, Keban Baraj Gölü, Aydıncık bölgesinde yaşayan ve ekonomik olarak avcılıkları yapılan *Luciobarbus esocinus*, *Capoeta trutta* ve *Luciobarbus mystaceus* tatlı su balıklarında kas dokusunda yağ asitleri kompozisyonu, n-3/n-6 yağ asidi oranı, kolesterol ve yağda eriyen vitamin düzeyleri araştırıldı. Yağ asidi metil esterleri gaz kromatografisinde, kolesterol ve yağda eriyen vitamin düzeyleri ise yüksek performanslı sıvı kromatografi cihazı (HPLC) ile analiz edildi. Analizler için her balık türünden altı adet kullanıldı. Doymuş yağ asitleri (SFA) içerisinde, palmitik asitin (C16:0) en yüksek miktarda olduğu belirlenirken *C. trutta* ve *L. mystaceus* türlerinde palmitik asit (C16:0) sırasıyla %18,07, %19,39 olarak belirlendi ve aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı görüldü ($P>0,05$). Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) içerisinde oleik asit (C18:1 n-9) ve palmitoleik asitin (C16:1 n-7) en yüksek miktarda olduğu bulundu. Total MUFA miktarı (%) *L. esocinus*, *C. trutta* ve *L. Mystaceus* türlerinde sırasıyla 33,93, 24,57 ve 31,75 olarak belirlendi. Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) içerisinde ise eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5n-3) *Capoeta trutta*'da diğer balık türlerine göre istatistiksel olarak önemli düzeyde ($P<0,05$) yüksek bulunurken (%14,84) dokosaheksanoik asit (DHA, C22:6n-3) miktarı en yüksek düzeyde *L. mystaceus*'da belirlendi (%20,43). Total n-3/n-6 PUFA oranının en yüksek düzeyi %4,64 ile *C. trutta* için belirlenirken n-3 serisi yağ asitlerinden EPA ve DHA toplamının da %31,74 ile *C. trutta* türünde istatistiksel olarak önemli düzeyde diğer türlerden yüksek olduğu belirlendi ($P<0,05$). Diğer taraftan, araşidonik asit bakımından türler arasında istatistiksel olarak fark görülmedi ($P>0,05$). Türlerin yağda eriyen vitamin ve kolesterol düzeyleri karşılaştırıldığında δ -tokopherol, α - tokopherol, D3, K1, K2 ve kolesterol miktarları aralarındaki farkın türler arasında istatistiksel olarak önemli farklılık göstermediği görüldü ($P>0,05$). Vitamin D2 ve retinol miktarlarının (sırasıyla; 5,22 μ g/g ve 3,66 μ g/g) *L. mystaceus* türünde diğer türlerden daha yüksek düzeyde olduğu gözlemlendi. Sonuç olarak, bu tez çalışması Keban Baraj Gölü Aydıncık bölgesinde yaşayan *L. esocinus*, *C. trutta* ve *L. mystaceus* türlerinin yağ asitleri, n-3/n-6 PUFA, PUFA/SFA oranı, vitamin miktarları ve kolesterol bakımından değerli bir besin kaynağı olduğunu gösterdi.

Anahtar Kelimeler: Tatlısu balığı, doymuş yağ asitleri, n-3 ve n-6 yağ asitleri, A, D, E ve K vitaminleri, kolesterol

ABSTRACT

Determination of Fatty Acid Composition, Cholesterol and Fat-Soluble Vitamin Levels of *Capoeta Trutta*, *Luciobarbus Mystaceus* and *Luciobarbus Esocinus* Procured from Keban Dam Lake Aydıncık (Elazığ) Region

Enes VANLI

Master's Thesis

FIRAT UNIVERSITY
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Aquaculture

January 2022, Pages: iv + 30

In this master's thesis, fatty acid composition, n-3/n-6 fatty acid ratio, cholesterol and fat-soluble vitamin levels in the muscle tissue of commercially important freshwater fish *Luciobarbus esocinus*, *Capoeta trutta* and *Luciobarbus mystaceus*, which live in the region of Aydıncık, Keban Dam Lake were investigated. Fatty acid methyl esters were analyzed by gas chromatography, and cholesterol and fat-soluble vitamin levels were analyzed by high-performance liquid chromatography (HPLC). Six of each fish species were used for analysis. Among the saturated fatty acids (SFA), palmitic acid (C16:0) was determined to be the highest amount, while palmitic acid (C16:0) was determined as 18.07% and 19.39%, respectively, in *C. trutta* and *L. mystaceus*, and the difference between them was not statistically significant ($P>0.05$). Among the monounsaturated fatty acids (MUFA), oleic acid (C18:1 n-9) and palmitoleic acid (C16:1 n-7) were found to have the highest amounts. Total MUFA amount (%) was determined as 33.93, 24.57 and 31.75 in *L. esocinus*, *C. trutta* and *L. mystaceus*, respectively. Among polyunsaturated fatty acids (PUFA), eicosapentaenoic acid (EPA, C20:5n-3) was found to be statistically significantly higher ($P<0.05$) in *C. trutta* compared to the other fish species (14.84%), while the highest amount of docosahexanoic acid (DHA, C22:6n-3) was determined in *L. mystaceus* (20.43%). While the highest level of total n-3/n-6 PUFA ratio was determined for *C. trutta* with 4.64%, it was determined that the sum of EPA and DHA from n-3 series fatty acids was statistically significantly higher in *C. trutta* with 31.74%. ($P<0.05$). On the other hand, there was no statistical difference between species in terms of arachidonic acid ($P>0.05$). When the fat-soluble vitamin and cholesterol levels of the species were compared, it was seen that the difference between the amounts of δ -tocopherol, α -tocopherol, D3, K1, K2 and cholesterol did not differ statistically between the species ($P>0.05$). Vitamin D2 and retinol levels (5.22 μ g/g and 3.66 μ g/g, respectively) were observed to be higher in *L. mystaceus* than in other species. The thesis study carried out showed that these fish species in Keban Dam Lake are a valuable food source in terms of fatty acids, n-3/n-6 PUFA, PUFA/SFA ratio, vitamin amounts and cholesterol. In conclusion, this thesis showed that *L. esocinus*, *C. trutta* ve *L. mystaceus* living in Aydıncık region of Keban Dam Lake are a valuable food source in terms of fatty acids, n-3/n-6 PUFA, PUFA/SFA ratio, vitamin amounts and cholesterol.

Keywords: Freshwater fish, saturated fatty acids, n-3 and n-6 fatty acids, A, D, E and K vitamins, cholesterol

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1	Doymuş yağ asidi (a) ve doymamış yağ asidinin (b) kimyasal yapısı.....	3
Şekil 2.2.	Vitamin A'nın kimyasal yapısı)	6
Şekil 2.3.	Vitamin D'nin kimyasal yapısı.....	6
Şekil 2.4.	Vitamin E'nin kimyasal yapısı	7
Şekil 2.5.	Vitamin K'nın kimyasal yapısı.....	7
Şekil 2.6.	Kolesterolün kimyasal yapısı.....	8
Şekil 3.1.	Keban Baraj Gölü, Aydıncık avlak sahasının genel görünümü	14
Şekil 3.2.	Balıklardan örnek alınması	14
Şekil 4.1.	<i>Luciobarbus esocinus</i> , <i>Capoeta trutta</i> ve <i>Luciobarbus mystaceus</i> balıklarının kas dokusunda belirlenen araşidonik asit (ARA) ve araşidonik asitin eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik aside (DHA) oranı.....	18
Şekil 4.2.	<i>Luciobarbus esocinus</i> , <i>Capoeta trutta</i> ve <i>Luciobarbus mystaceus</i> balıklarının kas dokusunda belirlenen eikosapentaenoik asit (EPA), dokosaheksaenoik asit (DHA) ve total EPA ile DHA miktarları.	19

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 4.1. <i>Luciobarbus esocinus</i> , <i>Capoeta trutta</i> ve <i>Luciobarbus mystaceus</i> kas dokularında belirlenen yağ asidi kompozisyonu (Ortalama± standart hata).	17
Tablo 4.2. <i>Luciobarbus esocinus</i> , <i>Capoeta trutta</i> ve <i>Luciobarbus mystaceus</i> 'un kas dokularında belirlenen yağda eriyen vitamin ve kolesterol değerleri (Ortalama± standart hata).	20

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

ALA	: Alfa Linolenik asit(C18:3n-3)
ARA	: Araşidonik asit (C 20:4n-6)
C18 PUFA	: On sekiz karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri
C20 PUFA	: Yirmi karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri
DHA	: Dokosaheksaenoik asit: (C22:6n-3)
EPA	: Eikosapentaenoik asit: (C20:5n-3)
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
HUFA	: Yüksek oranda doymamış yağ asitleri (Highly Unsaturated Fatty Acids)
LA	: Linoleik asit (C 18:2n-6)
mg	: Miligram
µg	: Mikro Gram
MUFA	: Tekli doymamış yağ asitleri (Monounsaturated Fatty Acids)
n-3	: Omega-3 yağ asitleri
n-6	: Omega-6 yağ asitleri
PUFA	: Çoklu doymamış yağ asitleri (Polyunsaturated Fatty Acids)
rpm	: Sabit bir eksen, 1 dakika içerisinde gerçekleştirilen dönüş/devir sayısı (Revolutions per Minute)
SFA	: Doymuş yağ asitleri (Saturated Fatty Acids)

1. GİRİŞ

Teknolojinin ilerlemesiyle beslenmenin insan sağığına olan etkisi daha iyi anlaşılmış, insanların sağılıklı beslenmesi konusundaki araştırmalarda artmıştır. Bu sebeple balık ve balıkların içerdikleri besinler üzerine olan araştırmalar da hız kazanmıştır. Bu araştırmalar sonucunda beslenme açısından balıkların insan sağığında önemli derecede rol oynadığı ortaya konulmuştur. Balıkların beslenmedeki önemli etkilerinden biri de içerdikleri yağlardır. Çünkü insan vücudu ihtiyaç duyduğu yağı kendisi sentezleyemez ve dışarıdan besin olarak alıp vücudunda depolar. Balıklar da içerisinde bulundurdıkları yağ asitleri sayesinde insanların beslenmesinde çok önemli bir yere sahiptir. Çünkü bu yağ asitleri büyümede ve insanların gelişiminde önemli bir faktördür (Simopoulos, 1991).

Suda yaşayan canlılar bütün canlılarda olduğu gibi hayatlarını sürdürmek, büyümek ve çoğalmak gibi yaşamsal faaliyetlerini yerine getirmek için enerjiye gereksinim duyarlar. Bu canlıların ihtiyacı olan enerjinin başlıca kaynaklarından biri olan lipitler yağ asitlerinin bileşiminden ortaya çıkan ve organik olan çözücüler içerisinde eriyebilen organik bileşiklerdir. Yağ asitlerinin bileşiminde bulunan dokosaheksaenoik (DHA), eikosapentaenoik asitler (EPA), n-3 sersi yağ asitleri, kolesterol, A ve E vitaminleri balıkların gelişiminde önemli rol oynamaktadır (Sargent vd., 1976; Bromage ve Roberts, 1995). Balıklarda yağ asitleri balığın cinsiyetine, türüne, beslenme koşullarına, bulunduğu coğrafik bölgeye ve mevsimsel faktörlere göre farklılıklar gösterir (Christiansen vd., 1989; Yılmaz vd., 1995).

Balık ve diğer su canlıları esansiyel yağ asitleriyle birlikte vitaminler, düşük seviyede doymuş yağ asitleri ve kolesterol ihtiva etmesi bakımından önemli bir besin kaynağıdır. Kolesterol bütün hayvanların dokularındaki hücre zarında bulunan ve insan vücudunun metabolizmasında önemli bir etkiye sahip organik bileşiktir. Yapılan çalışmalarda bazı hormonların sentezinde kolesterole gereksinim duyulmaktadır (Gönç vd., 1996). Kolesterol çoğunlukla hayvansal besinlerde bulunur fakat insan vücudundaki kolesterolün küçük bir miktarı dışarıdan besin olarak alınır kalan çoğunluğu ise insan vücudu tarafından sentezlenir. İnsan vücudu kolesterol sayesinde D vitaminini, hormonları ve safra asitlerini üretir. Kanda bulunan az miktarda kolesterol bu işlemleri yapmak için yeterlidir. Kolesterolün kandaki oranının fazla miktarda olması durumunda damar sertleşmesi ve daralması ortaya çıkar (Bağcı ve Can, 2015). Balık ve diğer su canlılarında bulunan yağda eriyen vitaminler (A, D, E, K) hastalıkların önlenmesinde etkilidir. Vitamin A epitelyum hücrelerin korunmasında, yeni hücrelerin gelişimi ve enfeksiyonlara karşı korunmayı sağlar. Vitamin D kalsiyum ve inorganik fosfatın homeostazı için esansiyeldir. Tokoferol olarak ta bilinen E vitamini antioksidandır. Kanın pıhtılaşmasında K vitamini önem taşımaktadır (Lovell, 1998).

İnsanların beslenmesinde tatlı su ve deniz balıkları iyi bir protein kaynağı olması ve çoklu doymamış yağ asitlerine (PUFA) sahip olmaları nedeniyle büyük önem taşımaktadır. Özellikle balık etinde, insan sağlığı için çok önemli olan depresyon, kalp krizi, kalp damar hastalıkları, yüksek kolesterol ve tansiyon, eklem romatizmaları, şeker hastalığı, bazı alerji çeşitleri ve kanser, migren gibi birçok hastalıktan korunmada etkisi bulunan n-3 PUFA’larda eikosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik asit bulunmaktadır. Bu nedenle balık etinde bulunan n-3 serisi yağ asitleri bakımından araştırmalar yoğunluk kazanmıştır. Ancak balıkta bulunan n-6 serisi yağ asitleri de sağlıklı beslenmede önem taşımaktadır. Örneğin, özellikle araşidonik asitin (AA) fizyolojik olayların düzenlenmesinde önemli rolü vardır. Eikosanoidlerin üretilmelerinde bu yağ asitleri hormon gibi etki göstermektedir. Ayrıca, balıklar vitaminlerinde önemli bir kaynağıdır. Bazı vitaminler örneğin yağda eriyen vitaminler hastalıkların önlenmesinde ve tedavi edilmesinde önemli bir faktördür.

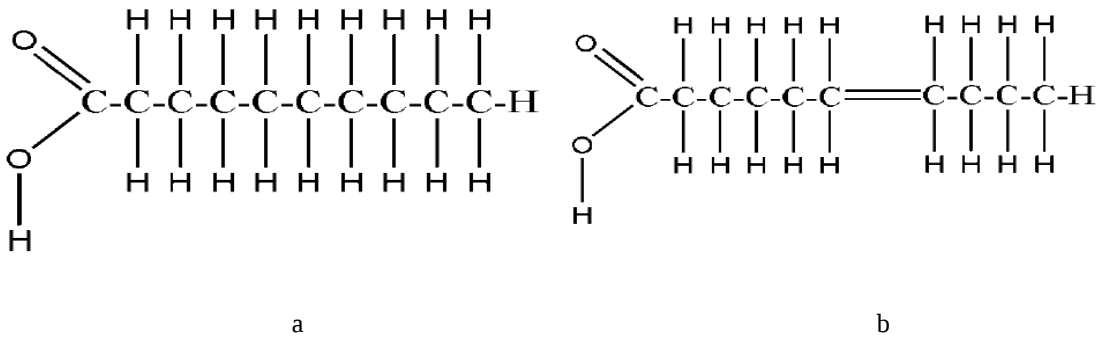
Dicle ve Fırat nehirlerinde yaşayan *Luciobarbus esocinus*, *Capoeta trutta* ve *Luciobarbus mystaceus* türü balıklar da ekonomik öneme sahip olan ve yöre halkı tarafından besin olarak tüketilen balık türleridir. Fırat nehrinde, Keban Baraj Gölü’nde bu balık türlerinin avcılığı yapılmaktadır. Keban Baraj Gölü’nde, 2019 yılına ait toplam avlanılan balık miktarının 241 000 kg olduğu tespit edilmiştir. Bu avlanılan miktar içerisinde *Luciobarbus* ve *Capoeta* cinsine ait avlanılan balık miktarının ise 189 500 kg olduğu belirlenmiştir. Bu miktar, toplam avlanılan balık miktarının %78,63’ünü oluşturmaktadır (Anonim, 2019). Bu nedenle, tez çalışmamızda Keban Baraj Gölü’nden avlanılan, ekonomik öneme sahip olan, bölge halkı tarafından da tercih edilen *Capoeta trutta*, *Luciobarbus mystaceus* ve *Luciobarbus esocinus* türlerinin kas dokusunda bulunan yağ asitleri, n-3/n-6 oranının belirlenmesi, çoklu doymamış yağ asitleri/ doymuş yağ asitleri oranları, kolesterol ve yağda eriyen vitaminlerin (A, D, E, K) belirlenmesi ve türler arasında karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Yağ Asitleri

Yağ asitleri R-COOH kapalı formülü ile belirtilen hidrokarbon zincirli mono karboksilik asitlerdir. Bu formülde bulunan R grubu doymuş veya bir veya daha fazla karbon-karbon çift bağı bulunan doymamış uzun bir hidrokarbon zinciri olabilir. Yağ asitleri birbirlerinden zincir uzunluğu, doymamış bağların sayısı ve yeri ile ayrılmaktadır (Keha ve Küfrevioğlu, 2007).

Yağ asitleri doygunluk miktarlarına göre doymuş (SFA) veya doymamış yağ asitleri isimlerini alırlar (Şekil 2.1). Doymuş yağ asitleri iki karbonlu mono karboksilik asit olan asetik asit üzerine kurulmuş olarak tasarlanabilir. Doymamış yağ asitleri ise tekli (MUFA) ve çoklu (PUFA) doymamış yağ asitleri olmak üzere kendi içerisinde iki sınıfa ayrılmaktadır (Balçık Mısır, 2014). Yağlarda en çok oleik asit (C18:1) bulunmaktadır. Oleik asitten sonra en çok bulunan yağ asidi ise doymuş yağ grubundan olan palmitik asittir (C16:0). Oleik asit ile palmitoleik asit (C16:1) MUFA'nın iki önemli bileşenidir. Bunların yanı sıra linoleik asit (n-6, LA) ile alfa-linolenik asit (n-3, ALA) diyetle esansiyel yağ asitleri olarak anılırlar (Gunstone, 1996). Doymamış yağ asitlerinde karbon atomu sayısı 18-20 arasında olan ve 2 ile 4 arasında çift bağ bulunan yağ asitleri çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), 4'ten fazla çift bağ bulunan ve 20' den fazla karbon atomu içeren yağ asitleri ise yüksek oranda doymamış yağ asitleri (HUFA) olarak isimlendirilmektedir (Sargent vd., 2002). Çoklu doymamış yağ asitleri n-3 ve n-6 olmak üzere ikiye ayrılır ve birbirinden farklı biyokimyasal etkileri bulunmaktadır. Doymamış n-3 serisi yağ asitlerinde eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik asitin en önemli kaynağı deniz ürünleridir.



Şekil 2.1 Doymuş yağ asidi (a) ve doymamış yağ asidinin (b) kimyasal yapısı (Kızmaz, 2015)

2.2. Balıklarda Yağ Asitleri ve Yağ Asitlerinin Kaynağı

Balık etinde bulunan yağ asitleri farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar balığın türüne göre değişmekle beraber aynı balık türüne ait farklı örneklerde de değişiklik gösterir. Balığın yaşadığı coğrafi durum, beslenme koşulları, mevsimsel şartlar, sudaki tuzluluk, su sıcaklığı, cinsiyet, ağırlık, üreme dönemi gibi çeşitli etmenler balıkta bulunan yağ miktarına önemli derecede etki etmektedir.

Genel olarak balıklardaki yağ oranı %1-14 arası olarak kabul görmektedir (Baysal, 2002). Balık yağlarının belirgin özelliklerinden biri uzun zincirli birden fazla çift bağlı yağ asitleri içermeleridir. Balık yağlarında bulunan n-3 yağ asitleri n-6 yağ asitlerine oranla daha fazla miktarda bulunur (Göğüş, 1988). Deniz balıkları ve tatlı su balıkları arasında yağ asitleri kompozisyonu birçok araştırmada yer almış ve tatlı su balıklarının n-6 yağ asitlerinin denizdeki balıklardan fazla olduğu bu duruma ise beslenme rejiminin ve balığın bulunduğu ortama fizyolojik adaptasyonu için PUFA'lara ihtiyaç duymasının neden olduğu belirlenmiştir. Bitkisel gıdaların geneli n-3 yağ asitleri kaynağı olmasına rağmen DHA ve EPA yalnızca balıklarda bulunur (Taşçı, 2005). İnsan beslenmesinde balıkların önemi ise barındırdıkları yağdan ve çoklu doymamış yağ asitlerinden kaynaklanmaktadır.

Balıklar için esansiyel olan yağ asitleri bulunmaktadır. Esansiyel olan yağ asitleri balıkların vücutlarında sentezlenememektedirler ve bu nedenle besin yoluyla dışarıdan almaları zorunludur. Mikroalgler ve fitoplanktonlar balıklardaki omega-3 yağ asitlerinin ana kaynağını oluşturmaktadır. Bu canlılar yaşadığı ortam nedeni ile fotosentez ile birincil organik materyali ortaya çıkarırlar. Mikroalgler taksonomilerine göre farklı türde yağ asidi kompozisyonlarını içermektedirler (Huss, 1988). Deniz algleri ve bazı diğer tatlısu alglerinin yetiştiriciliğinin yapılmasının en önemli sebeplerinden birisi yapılarında bol miktarda kaliteli PUFA barındırmalarıdır (Irina vd., 2006). Aynı şekilde denizlerde bulunan diatomlardan *P. tricornutumun* yetiştiricilikte yaygın besin maddesi olarak kullanılmasının nedeni toplam yağ asitlerinin %30'unu EPA olarak biriktirebilmesidir (Jiang ve Gao, 2004). Mikroalgler EPA ve DHA ile birlikte çok miktarda C:16 ve C:18 yağ asitlerini üretirler. Zooplanktonlarda mikroalglerden aldıkları bu yağ asitlerini desaturasyon ve elangasyon gibi enzimatik işlemlerden geçirerek 20-22 karbon atomundan oluşan yağ asitlerine çevirirler. Balıklar da bu çoklu doymamış yağ asitlerini direkt olarak bulunduğu ortamdan beslenmeyle almaktadır. Diğer taraftan balıklar C16:0 ve C18:0 doymuş yağ asitlerini de besin yoluyla alarak C16:1 ve C18:1 formuna desaturasyonla dönüştürebilmektedir. Balıklar birden fazla çift bağ içeren linoleik (C18:2n-6) ve linolenik asiti (C18:3n-3) besin yoluyla almak durumundadır. Balıklar bu yağ asitlerini de vücutlarında desaturasyon ve elangasyon ile C:20 ve C:22 PUFA'lara çevirebilmektedir. Birçok tatlı su balığı linoleik asiti araşidonik aside, EPA ve DHA ya dönüştürebilmektedirler. Ancak balıklarda bu işlemler çok düşük seviyededir bu nedenle bu yağ asitlerini besinlerle alırlar (Tocher, 2003; Balçık Mısır, 2014).

2.3. Balıklardaki Yağ Asitlerinin Sağlık Açısından Önemi

Balık yağlarının sağlık açısından çok önemli bir yere sahip olduğu bilinmektedir. İçeriğinde bulunan en önemli madde EPA ve DHA olarak bilinen n-3 yağ asitleridir. Yapılan çalışmalar neticesinde balık yağının kalp hastalıklarına, migrene, romatizmaya, tansiyon ve şeker hastalığına, kolesterole, kansere ve çeşitli birçok hastalığa önemli derecede etki ettiği ortaya konulmuştur

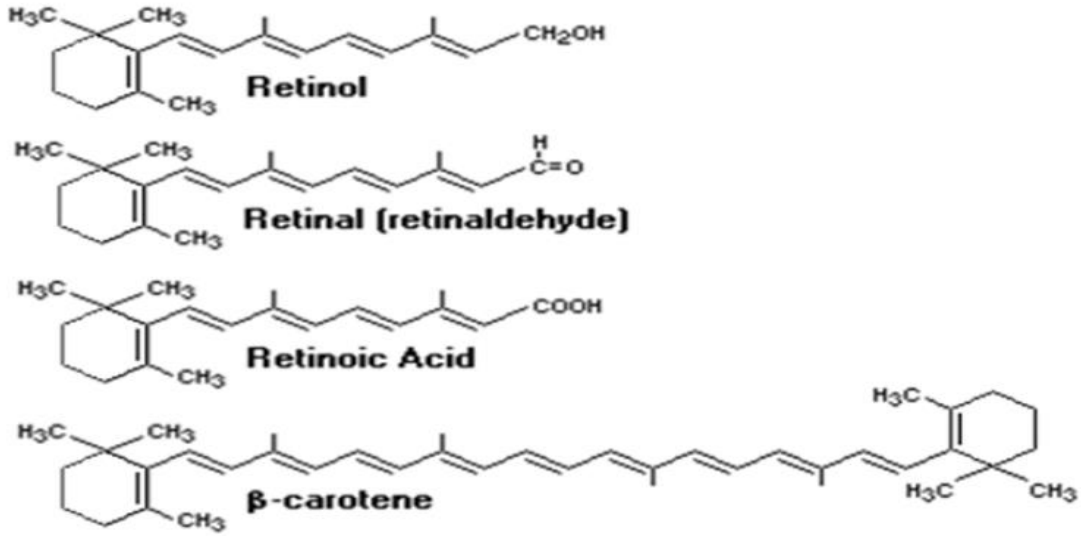
(Nettleton, 1992). Yapılan farklı bir çalışmada ise bebeklerde retinal fonksiyon ve görme keskinliğinin DHA ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bununla beraber n-3 yağ asitlerinin eksikliğinde bilişsel ve motor becerilerinin gelişiminde gerilikler olduğu saptanmıştır (Lauritzen vd. 2001). Thorssdottir vd. (2004) tarafından yapılan çalışmada hamilelik döneminde daha fazla balık tüketen kadınların bebeklerinin doğumdaki ağırlığı, az miktarda balık tüketen kadınların bebeklerinin doğumdaki ağırlığından daha fazla olduğunu göstermiştir. Hayvanlar üzerinde gerçekleştirilen bir deneyde n-3 serisi yağ asitlerinin kanserin gelişmesini yavaşlattığı ve tedavide alınan kemoterapinin etkisini artırdığı belirlenmiştir (Hardmann, 2002). Laboratuarda yapılan farklı bir çalışmada PUFA açısından zengin besinlerle beslenen hayvanların sinirsel gelişiminin olumlu yönde etkilendiği ve antioksidan seviyesinin arttığı ortaya konulmuştur. Bununla beraber hafıza düzeyinin ve beyin kapasitesinin de arttığı saptanmıştır (Morris vd., 2003).

2.4. Vitaminler

Vitaminler yaşamsal fonksiyonlar için önemli olan gereksinimlerdir. Vücutta belli bir oranda sentezlenmemekle beraber hücrelerin metabolizmasında oluşacak tepkimeler için çok önemlidir. İnsan vücudu vitaminlerin çoğunu kendisi sentezleyemediği için dışarıdan besin olarak alır. Vitaminlerin çoğu organizmaya enerji sağlamaz ve koenzim olarak görev yaparlar (Samur, 2008).

2.4.1. Vitamin A

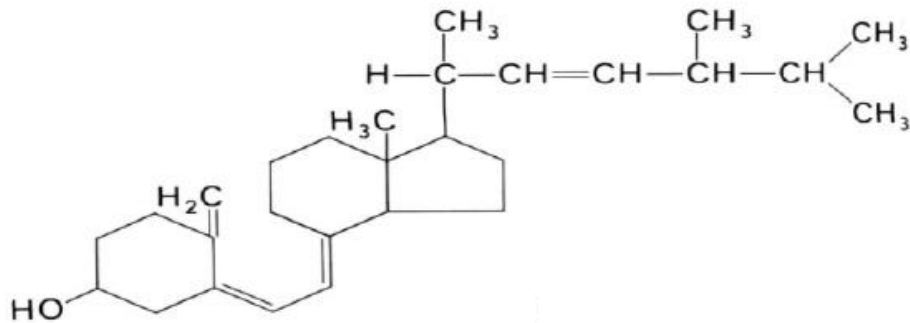
Vitamin A retinol, retinal ve retinoil asit olarak üç şekilde bilinirler ancak genelde retinol adı ile anılırlar. Dört birim izoprenden meydana gelir ve trans haldedir (Şekil 2.2). İnsan vücudu vitamin A'yı kendi başına sentezleyemez. Bunu dışarıdan aldıkları besinler sayesinde organizmada belirli miktarda A vitaminine dönüştürür. Bu vitaminler karaciğerde depolanırlar. Epitel dokularda esansiyel şekildedirler. Vitamin A yeni hücrelerin oluşumunda yer alır ve oluşabilecek enfeksiyonlara karşı kalkan görevi görmektedir (Halver, 1972). En zengin vitamin A kaynakları balık yağları ve bunun yanında hayvansal besinlerdir. Bu sebeple insan sağlığı açısından balık yağları önemli yer edinmektedir. Ancak hayvansal gıdalarda bulunan vitamin A'lar hayvanların vitamin A yönünden beslenmesi ile de doğrudan ilişkilidir. Vitamin A, görme mekanizması, büyüme fonksiyonu, üreme verimliliği, bağışıklığın güçlenmesi ve doku hücrelerinin farklılaşmasında önemli bir yere sahip vitaminlerdir. Vitamin A eksikliğinde birçok fonksiyon bozukluğu ortaya çıkmaktadır. Bunların başlıcaları epitel dokularda kuruluk meydana gelmesi, sindirim sisteminde bozulmalar, görme sisteminde oluşan kayıplar, büyüme ve gelişme geriliğidir (Samur, 2008).



Şekil 2.2. Vitamin A'nın kimyasal yapısı (Bağcı ve Can, 2015)

2.4.2. Vitamin D

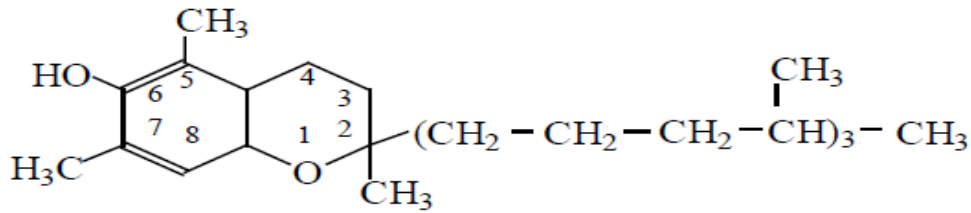
Vitamin D fosfat ve kalsiyum açısından esansiyel yapıdadır. Yağda eriyen bir vitamin türüdür. Vitamin D'nin emilimi için yağ ve safraya gereksinim duyulmaktadır. Antirakitik vitamin olarak da bilinmektedir. Steran halkası içerirler (Şekil 2.3). Hayvansal dokularda, balıkların karaciğer yağlarında, yumurta sarısında, süt ve tereyağında bulunurlar. Vitamin D'nin en önemli görevi kalsiyum metabolizmasını denetlemek ve düzenlemektir. Kalsiyumun kemiklere iletilmesine, depolanmasına ve fosfor metabolizmasına yardımcı olurlar. Vitamin D'nin yetersizliğinde raşitizm, dişlerde çürüme, kemik erimesi, kaslarda zayıflama ve böbreklerde fosfor birikimi meydana gelir (Samur, 2008; Bağcı ve Can, 2015).



Şekil 2.3. Vitamin D'nin kimyasal yapısı (Bağcı ve Can, 2015)

2.4.3. Vitamin E

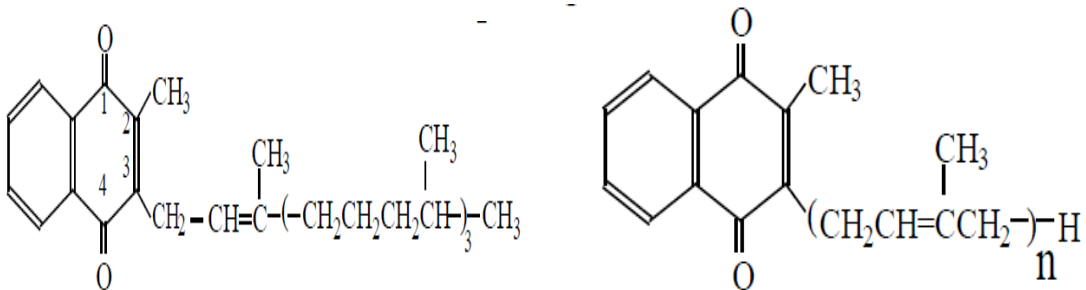
Vitamin E, en büyük besinsel antioksidandır. Kimyasal yapısı değişken doymamış yağ asitleri şeklindedir. α -Tokoferoller olarak da adlandırılan vitamin E kroman halka sistemi ve izoprenid yan zincirlerden oluşur (Şekil 2.4). Hücre membranlarını oksidasyona karşı koruyucu özelliktedir. DNA hasarını önleyerek bazı kanser türlerine yakalanma riskini azaltır. Vücudun bağışıklık sistemini güçlendirmede önemli rol oynar. Oksijeni kalp ve diğer dokulara taşır. Kan pıhtısını çözerek pıhtı oluşumunu önler. Günlük yiyeceklerde yeterli miktarda bulunduğu için eksikliği çokça rastlanan bir durum değildir. Vitamin E eksikliğinde kalp ve diğer kaslarda yorgunluk, karaciğer hastalıkları kısırılık, görülür (Samur, 2008). Vitamin E balık yumurtalarının oluşumunda ve embriyo yapısında bulunan bir vitamindir (Halver, 1972).



Şekil 2.4. Vitamin E'nin kimyasal yapısı (Bağcı ve Can, 2015)

2.4.4. Vitamin K

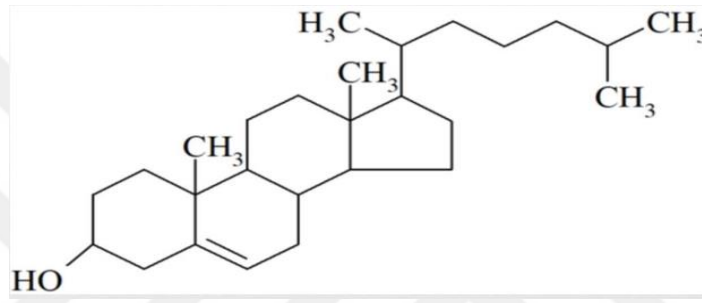
Kanın pıhtılaşma etmeni olarak anılan vitamin K karaciğerde protrombin ve diğer birçok kan pıhtılaşma faktörlerinin yapımında gereklidir. Kimyasal yapısı kinon olup antihemorajik vitamindir (Şekil 2.5). Vitamin E emilimi için yağa ve safra asitlerine gereksinim duyulur (Samur, 2008). Vitamin K eksikliğinde kanın pıhtılaşma süresi uzar ve organizmaların kanamalara eğilimi fazlalaşır. Bağırsakta bulunan bakteriler tarafından sentezlendiği ve dışarıdaki gıdalarda bol miktarda bulunduğu için eksikliğine sıkça rastlanılmaz. K vitamini enfeksiyonlarla savaşmada güçlü bir yapıdır (Bağcı ve Can, 2015).



Şekil 2.5. Vitamin K'nın kimyasal yapısı (Bağcı ve Can, 2015)

2.5. Kolesterol

Kolesterol kanda serbest ve ester halde bulunurlar. Hücrenin membran ve lipoprotein yapısına katılırlar. Steroid hormonlar, safra asitleri ve vitamin D için öncül maddedir. Kolesterol beyaz kristal halde olup tatsız ve kokusuz bir yapıya sahiptirler. Hava ve ışık ile temas halinde oksitlenirler. En çok sinir dokularında, yumurta sarısında ve adrenal bezlerde bulunurlar. Kolesterol hem dışarıdan alınabilir hem de organizmada sentezlenebilir. Bu sentezi yöneten organ ise karaciğerdir. Kolesterolün vücutta fazla bulunması durumunda damar sertleşmesine yol açar (URL-2). D vitamini ile yağları sindiren safra asitlerini üretir. (Bağcı ve Can, 2015). Kolesterolün kimyasal yapısı Şekil 2.6'de verilmiştir.



Şekil 2.6. Kolesterolün kimyasal yapısı (Özden ve Can, 2020)

2.6. *Capoeta trutta*'nın Başlıca Özellikleri ve Sistematikteki Yeri

Capoeta trutta Dicle ile Fırat sularında yaşamını sürdüren bir türdür. Bu yörede yaşayan insanlar *C. trutta* balığını çok miktarda yakalayıp besin olarak tükettiği için ekonomik bir öneme sahiptir (Özdemir, 1982). *C. trutta* yanlardan basık ve yüksek yapılı bir vücut şeklinde olup pulları orta büyüklüğe sahiptir. Ağız yapıları küçüktür ve ventral konumdadır, ağzın yanında bir çift bıyık bulunmaktadır. Sırt kısmının rengi koyu kahverengi, karın bölgesi ise gri kahverengidir. Vücudunda düzensiz dağılıma sahip küçük siyah noktalar bulunmaktadır (Geldiay ve Balık, 1988). Alt dudağında boynuzsu bir örtü mevcuttur. Vücudunun total yüksekliği baş uzunluğundan fazladır. Gonadların gelişmesi için karbonhidrat, protein ve lipitlere oldukça ihtiyaç duyan bu tür üreme esnasında karaciğer ve kaslarında bulunan lipitleri gonada transfer ederler (Castell vd., 1972). *Capoeta trutta* balığının sistematikteki yeri aşağıda belirtilmiştir (URL-1).

Alem: Animalia

Filum: Chordata

Sınıf: Actinopterygii

Ordo: Cypriniformes

Familya: Cyprinidae

Altfamilya: Cyprininae

Cins: *Capoeta*

Tür: *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)

2.7. *Luciobarbus esocinus*'un Başlıca Özellikleri ve Sistematikteki Yeri

Luciobarbus esocinus'un gözleri başın üst kısmına doğru kayık, tepesi düz ve basıktır. Ağzı büyük ve nal şeklinde olup dudakları çok gelişmemiş, solungacında 12-13 diken bulunur (Kuru, 2004). Dorsal yüzgeç içe doğru kavisli halde bulunur ve arka kenarında güçlü dişçikleri mevcuttur. Vücudunun yarısı açık gri diğer yarısı koyu gri renktedir. Sırt bölgesinde düzensiz dağılım gösteren koyu lekeler bulunur. Üreme periyotları sık olmakla birlikte üreme dönemleri mart ve nisan aylarıdır. Genel olarak Dicle ve Fırat nehrinde yaşayan türün eti lezzetli olduğundan yöre halkı tarafından avlanır ve ekonomik değeri yüksektir (Geldiay ve Balık, 2007). *Luciobarbus esocinus* balığının sistematikteki yeri aşağıda belirtilmiştir (URL-2).

Alem: Animalia

Filum: Chordata

Sınıf: Actinopterygii

Ordo: Cypriniformes

Familya: Cyprinidae

Altfamilya: Barbinae

Cins: *Luciobarbus*

Tür: *L. esocinus* (Heckel, 1843)

2.8. *Luciobarbus mystecaus*'un Başlıca Özellikleri ve Sistematikteki Yeri

Luciobarbus mystecaus uzun olan bıyığın ucu göz kenarına kadar uzanan iki çift bıyık bulundurur. Dorsal ve ventral yüzgeçleri neredeyse aynı hizada bulunmaktadır. Vücudunun alt yarısı sarı beyaz renkte olup üst yarısı kahverengi gri renktedir. Vücudu yanlardan basık ve lateraldeki pul sayısı 49-60 arasında olan iri pullarla kaplıdır. Sivri burun ve iri gözlere sahiptir. Baş yüksek ve ventral konumlu ağzının dudakları etli bir yapıya sahiptir (Geldiay ve Balık, 1988). Bu balık türü ekonomik öneme sahip olduğundan yöre halkı tarafından avlanıp pazarlanmaktadır (Kuru, 1978). *Luciobarbus mystecaus* genellikle Fırat ve Dicle sularında bulunur. *Luciobarbus mystecaus* balığının sistematikteki yeri aşağıda belirtilmiştir (URL-3).

Alem: Animalia

Filum: Chordata

Sınıf: Actinopterygii

Ordo: Cypriniformes

Familya: Cyprinidae

Altfamilya: Barbinae

Cins: Luciobarbus

Tür: *L. mystecaus (Euphrates barbel)* (Pallas, 1843)

2.9. Lipidler

Lipidler enerjinin sağlanması, sterollerini de ihtiva eden polar lipidlerin kaynağı olması ve yağda eriyen vitaminlerin taşınması ve bazı yağ asitlerinin esansiyel olması bakımından insan ve hayvanların beslenmesinde gerekli olan önemli bileşenlerdir. Sağlıklı bir büyüme ve gelişim için n-3 ve n-6 yağ asitleri gereklidir. Uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerinden alfa-linolenik asit (C18: n-3), linoleik asit (C18:2 n-6), araşidonik asit (AA, C20:4n-6), dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6 n-3), eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5 n-3) vücutta sentezlenemedikleri için gıdalarla birlikte alınması zorunludur. Bu nedenle "esansiyel yağ asitleri" olarak adlandırılmaktadır. Balıkta bulunan lipidler uzun zincirli n-3 serisi çoklu doymamış yağ asitleri bakımından zengin ve sağlık için önemli olan EPA ve DHA ihtiva etmektedir (Bell, 1998). Araşidonik asit ise n-6 serisi yağ asitlerinden olup metabolizmada fizyolojik olayların düzenlenmesinde önemlidir ve eikosanoidlerin oluşumunda etkilidir. Araşidonik asitten oluşan prostoglandinler bağışıklık sisteminin düzenlenmesinde görev alır (Good vd., 2001).

Balıkların besin değeri için indeks olarak n-3/n-6 yağ asitleri oranı kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalarda da insanlar için sağlıklı beslenmede n-3/n-6 oranının 0,2-1,6 arasında olmasının uygun olduğu bildirilmektedir (Stancheva vd., 2010). Tatlı sularda yaşayan balıklarda n-3/n-6 oranı genellikle 0,5 ve 3,8 arasında değişmektedir (Henderson ve Tocher 1987). Wood vd. (2003) tarafından sağlıklı beslenme de çoklu doymamış yağ asitleri/ doymuş yağ asitleri oranının ise 0,4 ve üzerinde olması gerektiği bildirilmektedir.

Yağ asitleri kompozisyonu balıklar arasında ve türler arasında değişiklik göstermektedir. Canlıların lipid kompozisyonlarını biyotik ve abiyotik faktörler etkilemektedir. Örneğin büyüklük, yaş, üreme dönemi, tuzluk, sıcaklık, mevsim, coğrafi konum, beslenme gibi faktörler yağ asitlerinde değişikliğe neden olmaktadır (Ackman vd., 1980; Luzia vd., 2003).

Balık ve diğer su canlıları esansiyel yağ asitleriyle birlikte vitaminler, düşük seviyede doymuş yağ asitleri ve kolesterol ihtiva etmesi bakımından önemli bir besin kaynağıdır. Yağda eriyen vitaminler (A, D, E, K), balık ve diğer su canlılarında bulunmaktadır ve özellikle hastalıkların önlenmesinde etkilidir. Vitamin A epitelyum hücrelerin korunmasında, yeni hücrelerin gelişimi ve enfeksiyonlara karşı korunmayı sağlar. Vitamin D kalsiyum ve inorganik fosfatın homeostazı için esansiyeldir. Tokoferol olarak ta bilinen E vitamini antioksidandır. Kanın pıhtılaşmasında K vitamini önem taşımaktadır (Lovell, 1998).

2.10. Balıklarda Yağ Asidi Kolesterol ve Yağda Eriyen Vitaminlerle İlgili Bazı Çalışmalar

Farklı balık türlerinin yağ asitleri, kolesterol ve vitamin düzeylerinin belirlenmesi konusunda araştırmalar yapılmaktadır. Örneğin, Kaçar ve Başhan (2017) tarafından Atatürk Baraj Gölü'nde bulunan *C. trutta*'nın karaciğer ve kas dokularında total lipit miktarı, triaçilgliserol ve fosfolipit fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriği belirlenmiştir.

Farklı bir çalışmada *Chondrostoma regium*'un gonad ile kas dokusunda yağ asidi kompozisyonu belirlenmiştir (Kaçar vd., 2018). *C. regium*'un yağ asidi analizlerinde gonadlarda n-3/n-6 miktrı 1,88 olarak belirlenirken, kaslarda bu oran 2,89 olarak daha yüksek bulunmuştur.

Karaçalı vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada *Cyprinus carpio*'da yağ asitleri kompozisyonu araştırılmıştır. Araştırmada farklı mevsimlerde alınan örneklerde MUFA miktarının PUFA miktarından fazla olduğu belirlenmiştir.

Parlak vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada ise Keban Baraj Gölü'nden avlanılan *Arabibarbus grypus* balığında aralık, ocak, şubat ve mart aylarında yağ asitleri, kolesterol ve vitamin düzeyleri belirlenmiştir. Balık etinde en yüksek miktarda bulunan yağ asitleri sırasıyla MUFA, SFA ve PUFA olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan kolesterol miktarının ise 10,50 – 15,13 mg/100 g arasında değiştiği belirlenirken, A vitamini 0,1- 0,2 µg/g, D₂ vitamini 0,1-0,4 µg/g, D₃ vitamini 0,3-0,15 µg/g, K vitamini 0,5-10,10 µg/g, E vitamini 2,60-9,95 µg/g olarak belirlenmiştir.

Harlıoğlu (2014) tarafından *Barbus grypus* 'larda balık etinde, karaciğer ve gonadlarda yağ asitleri kolesterol ve A, D, E, K vitaminleri belirlenmiştir. Balık etinde MUFA %36,22, SFA %30,18, PUFA %26,08 olarak bulunmuştur. Balık etinde retinol, retinol asetat, D₂, D₃, δ-tocopherol, α-tocopherol, K₁ ve K₂ *B.grypus* 'da sırasıyla 0,46±0,27 µg/g, 0,14±0,08 µg/g, 0,65±0,32 µg/g, 0,98±0,41 µg/g, 0,52±0,30 µg/g, 26±6,41 µg/g, 0,41±0,24 µg/g ve 5,01±1,67 µg/g olarak belirlenmiştir.

Uysal vd. (2008) tarafından *Barbusplebejus escherichi*, *Capoeta capoeta capoeta* ve *Rutilus rutilus* türlerinde ocak ve temmuz aylarında yağ asitleri ve kolesterol miktarları araştırılmıştır. Üç balık türünde her iki ay için kolesterol miktarları ve linoleik asit düzeyleri sırasıyla 103,46 ile 150,10 mg/100 g yağ, 16,27 ile 35,45mg/100 g yağ arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca n-3 ve n-6 yağ asitleri miktarı ile EPA + DHA miktarının *B. plebejus escherichi* ve *C. capoeta* türlerinde balık kasında ocak ayında temmuz ayından daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çitil vd. (2014) tarafından *Cyprinus carpio* (Işıklı Baraj Gölü), Tinca tinca (Işıklı baraj Gölü), *Scardinius erythrophthalmus* (Işıklı Baraj Gölü), *Cyprinus carpio* (Karacaören Baraj Gölü), *Carassius carassius* (Karacaören Baraj Gölü) balıklarında kasta bulunan lipidlerin toplam yağ asidi bileşimleri araştırılmıştır. Işıklı Baraj Gölü'nden yakalanan *Cyprinus carpio*

türü balıklarda belirlenen PUFA miktarının diğer balıklardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Palmitik asit, *Tinca tinca* (%24,64) türünde en yüksek SFA olarak belirlenirken, MUFA’larda Işıklı Baraj Gölü’nden temin edilen *Cyprinus carpio*’da oleik asit (%19,25) miktarının diğer balıklardan daha yüksek miktarda olduğu belirlenmiştir. Çoklu doymamış yağ asitlerinde ise *Scardinius erythrophthalmus* türü balıklarda DHA miktarının (%17,94) diğer balıklardan fazla olduğu belirlenmiştir.

Özparlak (2013) tarafından *Cyprinus carpio*, *Sander lucioperca*, *Carassius gibelio* ve *Leuciscus lepidus* balıklarından dorsal kısımdan alınan kas örneklerinde kış ve yaz alınan balık örneklerinde yağ asitleri ve n-3/n-6 oranı araştırılmıştır. Balık türlerinin tümünde n-3 miktarının n-6 miktarından yüksek olduğu tespit edilmiştir. Total PUFA miktarının araştırılan dört balık türünde de SFA ve MUFA miktarlarından yazın yakalanan *C. gibelio* ve *C. carpio* hariç yüksek olduğu görülmüştür.

Çakmak vd. (2012) tarafından *Carassius gibelio*, *Pseudophoxinus anatolicus*, *Sander lucioperca*, *Tinca tinca*, *Vimba vimba tenella* ve *Capoeta capoeta* türü balıklarda kas dokusunda yağ asitleri miktarları belirlenmiştir. Tüm türlerde palmitik asit (toplam yağ asitlerinin %13,25-18,54’ü) ve oleik asit (toplam yağ asitlerinin %11,93-34,23’ü) sırasıyla başlıca doymuş yağ asidi (SFA) ve tekli doymamış yağ asidi (MUFA) olarak tanımlanmıştır. Dokosaheksaenoik asit (DHA), *T. tinca*, *C. capoeta*, *C. gibelio*, *P. anatolicus* ve *S. Lucioperca* türlerinde başlıca çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) olarak bulunurken, *V. vimba tenella* türü balıkta EPA’nın daha fazla miktarda olduğu belirlenmiştir.

Dicle Nehri’nde bulunan *C. trutta*’nın dorsal kasında farklı mevsimlerde yağ asiti kompozisyonu araştırılmıştır. *C. trutta* balığında 18 adet yağ asidi belirlenmiştir. Dört mevsimde de alınan örneklerde total lipitte en fazla bulunan yağ asitleri C16:0, C18:1n-9, C20:4n-6, C20:5n-3 ve C22:6n-3, fosfolipitte tüm mevsimlerde önemli düzeyde belirlenen yağ asitleri ise C16:0, C18:1n-9, C20:5n-3, C22:5n-3 ve C22:6n-3 yağ asitleridir. Total lipid miktarının n-3/n-6 oranı ise ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde sırasıyla 3,20, 4,11, 1,69 ve 1,45 olarak bulunmuştur (Satar vd., 2012).

Munzur Nehri’nden temin edilen *Salmo trutta* türü balıklarda yağ asitleri profili incelenmiştir. Total PUFA miktarı en fazla miktarda belirlenirken bunu SFA ve MUFA izlemiştir. Çoklu doymamış yağ asitlerisi içerisinde DHA, EPA, linolenik asit ve linoleik asiten fazla bulunan yağ asitleri olarak sırasıyla 11,25, 6,82, 6,30 ve 4,88 olarak belirlenmiştir (Kayım vd., 2011).

Bayar vd. (2021) tarafından Büyük Menderes Nehri’nde temin edilen *Scardinius erythrophthalmus* ve *Anguilla anguilla* türlerinde kas dokusunda yağ asidi kompozisyonu

belirlenmiştir. Yağ asitlerinde SFA ve MUFA miktarlarının iki balık türünde de yüksek olduğu belirlenirken palmitik asit ve stearik asitin doymuş yağ asitlerindeki miktarının fazla olduğu, MUFA bakımından ise değerlendirildiğinde oleik asit ve palmitoleik asitin miktarlarının fazla olduğu belirlenmiştir. Total n-3/n-6 oranlarının 1'den fazla olması nedeniyle her iki balık türünün de n-3 yağ asitleri bakımından değerli olduğu bildirilmektedir.

Stancheva vd. (2010) tarafından gökkuşağı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) A vitamini 22,3 µg/100 g, D3 vitamini 6,0 ± 0,29 µg / 100 g ve α-tokoferol 809,1 µg / 100 g olarak belirlenmiştir.

Ural vd. (2017) Fırat Nehri'nden temin edilen gökkuşağı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) SFA, MUFA ve PUFA miktarı sırasıyla %28,03, %29,09, %42,2 olarak belirlenirken, Σn-3/Σn-6 oranı 4,49, ΣPUFA/SFA oranı 1,50 bulunmuştur. Yağda eriyen vitaminler (µg/g) A (Retinol), D2, D3, K1, K2, E (α-Tocopherol) ve kolesterol miktarları (mg/100g) ise sırasıyla 0,15, 0,41, 1,10, 0,81, 5,22, 11,35 ve 366,16 olarak tespit edilmiştir.

Luczynska vd. (2014) tarafından *Salmo salar*, *Gadus morhua*, *Solea solea*, *Platichthys flesus*, *Clarias gariepinus*, *Oncorhynchus mykiss*, *Oreochromis niloticus*, ve *Pangasianodon hypophthalmus* balıklarında yağ asitleri araştırılmıştır. Tatlı su balıkları %25,69 – 42,18 SFA, %34,90-43,79 MUFA, 8,46-16,32n-6 PUFA, %5,01-20,43n-3PUFA ihtiva ederken, deniz balıkları ise %18,53-32,77 SFA, %17,95-49,89 MUFA, 3,40-11,51 n-6 PUFA, 18,74-45,42 n-3 PUFA ihtiva ettiği belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

Tez çalışmasında kullanılan balıklar (*L. esocinus*, *C. trutta* ve *L. mystecaus*) Keban Baraj Gölü, Aydıncık bölgesinde avcılık yapan balıkçılardan Ocak ayında temin edildi (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Keban Baraj Gölü, Aydıncık avlak sahasının genel görünümü (URL, 4).

Her türden altı adet balık kullanıldı. Balıklar analizler yapılncaya kadar derin dondurucuda -20 °C’de muhafaza edildi. Balıkların total uzunlukları ve ağırlıkları belirlendi. *L. esocinus* için total uzunluk $36,68 \pm 0,39$ cm, ortalama ağırlık 583 ± 26 g, *C. trutta* için uzunluk $34,86 \pm 0,60$ cm, ortalama ağırlık $449 \pm 15,20$ g, *L. mystaceus* için uzunluk $41,8 \pm 0,93$ cm, ortalama ağırlık $632 \pm 33,4$ g olarak belirlendi. Balıklarda kimyasal analizler F.Ü. Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü laboratuvarında yürütüldü. Balıkların kas dokusunda yağ asitleri, yağda eriyen vitaminler (A, D, E, K) ve kolesterol analizleri yapıldı (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Balıklardan örnek alınması

3.1. Balıkların Kas Dokusunda Yağ Asitlerinin Gaz Kromatografisi ile Analizi

Yağ asitleri analizinde, lipidlerin ekstraksiyonu Hara ve Radin (1978) tarafından bildirilen metotla, yağ asidi metil esterlerinin hazırlanması ve gaz kromatografik analizi ise Christie (1992) tarafından belirtilen yönteme göre yapıldı. Lipitlerin ekstraksiyonu için, 1 g örnek alınarak ve 3:2 (v/v) oranında 10 ml hekzan-izopropanol karışımında 30 sn süreyle homojenize edildi. Homojenat santrifüj tüplerine alınarak 5000 rpm'de 10 dk süre ile santrifüj işlemi yapılarak doku örneğinin üst süpernatant kısmı alınarak ağız kapaklı deney tüplerine konuldu.

Metil esteri hazırlanması için hekzan/izopropanol fazı içindeki lipid ekstraktı 30 ml'lik deney tüplerine alınıp üzerine %2 'lik metanolik sülfürik asitten 5 ml ilave edilerek, vortex ile karışmaları sağlandı. Karışım 50 °C'lik bir etüvde 15 saat süre ile metilleşmeye bırakılıp bu süre sonunda, tüpler etüvden çıkarılarak oda sıcaklığına kadar soğutuldu ve 5 ml %5 lik sodyum klorür ilave edilerek karıştırıldı. Tüpler içinde oluşan yağ asidi metil esterleri 5 ml hekzan ile ekstre edildi. Hekzan fazı üsten bir pipetle alındı ve 5 ml %2'lik KHCO₃ ile muamele edildi. Fazların ayrımı için 4 saat bekletildi ve daha sonra metil esterlerinin içeren bu karışım, 45 °C'de ve azot akımı altında çözücüsü uçuruldu. 1 ml hekzan ile çözüldü ve 2 ml'lik ağız kapaklı otosampler viallere alındı. Gaz kromatografisinde analiz edildi.

Lipid ekstraktı içinde bulunan yağ asitleri metil esterlerine dönüştürüldükten sonra SHIMADZU GC 17 gaz kromatografisinde analiz edildi. Analizde örneklerin yağ asidi metil esterlerinin analizi öncesinde, standart yağ asidi metil esterlerine ait karışımlar enjekte edildi ve her bir yağ asidinin alıkonma süresi tespit edildi. Bu işlemten sonra gerekli programlama yapılarak örneklerin yağ asidi metil esterleri karışımlarının analizi yapıldı.

3.2. Balıkların Kas Dokusunda A, D, E, K Vitaminleri ve Kolesterol Miktarının Hplc Cihazı ile Analizi

Kolesterol ve yağda eriyen vitaminlerin analizi Katsanidis ve Addis, (1999) ve L'opez-Cervantes vd. (2006) tarafından belirtilen yöntemle yapıldı. A, D, E ve K vitaminleri ve kolesterol analizi için 1g örnek alınarak 3:2 (v/v) oranında 10 ml hekzan-izopropanol karışımı içerisinde yaklaşık olarak 30 sn homojenize edildi. Homojenat santrifüj tüplerine alınarak 5000 rpm'de 10 dk süreyle santrifüj edildi. Supernatant ağız kapaklı büyük deney tüplerine alındı ve A, D, E ve K vitaminleri ve kolesterol analizi için kullanıldı. Süpernatant 25 ml 'lik ağız kapaklı tüplere alınarak üzerine %5'lik potasyum hidroksit çözeltisi ilave edildi. Vortekslelendikten sonra 85 °C'de 15 dk bekletildikten sonra tüpler çıkartılarak oda sıcaklığına kadar soğutuldu ve üzerine 5 ml saf su ilave edilerek ve karıştırıldı. Sabunlaşmayan lipofilik moleküller 2x5 ml hekzan ile extrakte edilip hekzan fazı azot akımı ile uçurularak ve 1 ml (%50 + %50, v/v) asetonitril/metanol karışımında çözülerek otosampler viallerine alınarak analiz edildi.

Analiz için Shimadzu marka CECİL 1100 serisi “yüksek performanslı sıvı kromatografi cihazı (HPLC)” kullanıldı. Cihazda pompa olarak LC-10 ADVP UV-visible detectör olarak SPD-10AVP, kolon fırını olarak CTO-10ASVP, otosampler olarak SIL-10ADVP, degasser ünitesi olarak DGU-14A ve Class VP software (Shimadzu, Kyota Japan), mobil faz olarak asetonitril/metanol (%60+%40, v/v) karışımı kullanıldı. Analiz için UV dedektör kullanıldı. Kolon olarak da Süpelcosil LC 18 (15×4.6 cm, 5 µm; Sigma, USA) kolonu kullanıldı. Kolesterol ve E vitamini 202 nm, A vitamini 326 nm, D ve K vitaminleri ise 265 nm dalga boyunda tespit edildi.

3.3. Verilerin Değerlendirilmesi

İncelenen parametreler (yağ asitleri, kolesterol, A, D, E ve K vitaminleri) ait değerlerin aritmetik ortalaması ve standart hatanın hesaplanması ve türler arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önem derecesinin tespit edilmesi amacıyla uygulanacak olan “Varyans Analizi”, ANOVA “Duncan Testi”, bilgisayar ortamında SPSS 15.0 paket programı (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA) kullanıldı. Gruplar arası farklılıklar 0,05 önem derecesine göre değerlendirildi.

4. BULGULAR

Luciobarbus esocinus, *Capoeta trutta* ve *Luciobarbus mystaceus* türü balıklarda balık etinde bulunan yağ asitleri miktarı, n-3 ve n-6 serisi yağ asitleri, n-3/n-6 oranı belirlenerek Tablo 4.1’de verildi. Yağ asitlerinde total SFA, MUFA ve PUFA miktarları belirlendi. Total PUFA miktarının çalışmadaki bu üç balık türünde de miktarlarının SFA ve MUFA’dan yüksek olduğu görüldü. *C.trutta* balığında total PUFA miktarının %46,87 olarak istatistiksel olarak diğer balıklardan yüksek olduğu belirlendi ($P<0,05$). Ancak PUFA miktarının *L. esocinus* ve *L. mystaceus* arasında istatistiksel olarak farklılık göstermediği görüldü ($P>0,05$). Total SFA miktarı %27,12 ile *L. mystaceus* balıklarında belirlenirken bu miktarın çalışmadaki diğer balık türlerinden istatistiksel olarak yüksek olduğu belirlendi ($P<0,05$). Total MUFA miktarının ise *C. trutta* balığında %24,57 oran ile çalışmada ki diğer balık türlerinde belirlenen miktarlardan istatistiksel olarak düşük miktarda olduğu saptandı ($P<0,05$).

Tablo 4.1. *Luciobarbus esocinus*, *Capoeta trutta* ve *Luciobarbus mystaceus* kas dokularında belirlenen yağ asidi kompozisyonu (Ortalama $\pm$ standart hata).

Yağ Asitleri (% total yağ asitleri)	<i>Luciobarbus esocinus</i>	<i>Capoeta trutta</i>	<i>Luciobarbus mystaceus</i>
C14:0	3,04 $\pm$ 0,29 ^b	0,63 $\pm$ 0,04 ^a	1,15 $\pm$ 0,25 ^a
C15:0	0,37 $\pm$ 0,01 ^a	0,41 $\pm$ 0,02 ^a	0,46 $\pm$ 0,02 ^b
C15:1	0,86 $\pm$ 0,11 ^a	2,44 $\pm$ 0,23 ^c	1,75 $\pm$ 0,22 ^b
C16:0	16,76 $\pm$ 0,53 ^a	18,07 $\pm$ 0,57 ^{ab}	19,39 $\pm$ 0,38 ^b
C16:1n-7	7,94 $\pm$ 0,61 ^a	6,51 $\pm$ 0,49 ^a	6,91 $\pm$ 0,48 ^a
C17:0	0,59 $\pm$ 0,02	0,66 $\pm$ 0,11	-
C17:1	0,71 $\pm$ 0,09	0,51 $\pm$ 0,02	-
C18:0	4,31 $\pm$ 0,45 ^a	6,93 $\pm$ 0,40 ^b	6,19 $\pm$ 0,47 ^b
C18:1n-9	20,18 $\pm$ 1,03 ^b	12,27 $\pm$ 1,63 ^a	17,49 $\pm$ 1,09 ^b
C18:1n-7	1,04 $\pm$ 0,05	0,85	0,94 $\pm$ 0,12
C18:2n-6	4,34 $\pm$ 0,23 ^c	0,98 $\pm$ 0,07 ^a	1,98 $\pm$ 0,24 ^b
C18:3n-3	3,81 $\pm$ 0,29 ^c	0,66 $\pm$ 0,04 ^a	1,54 $\pm$ 0,34 ^b
C20:1	1,04 $\pm$ 0,07 ^{ab}	0,50 $\pm$ 0,02 ^a	1,43 $\pm$ 0,34 ^b
C20:3n-3	0,32 $\pm$ 0,01 ^a	0,42 $\pm$ 0,03 ^{ab}	0,50 $\pm$ 0,10 ^b
C20:4n-6	7,43 $\pm$ 0,66 ^a	7,40 $\pm$ 0,45 ^a	7,94 $\pm$ 0,74 ^a
C20:5n-3	5,62 $\pm$ 0,19 ^a	14,84 $\pm$ 1,32 ^b	4,95 $\pm$ 0,30 ^a
C24:1	2,31 $\pm$ 0,30 ^a	2,68 $\pm$ 0,34 ^a	3,84 $\pm$ 0,33 ^b
C22:5n-3	3,28 $\pm$ 0,09 ^a	5,91 $\pm$ 0,36 ^b	2,76 $\pm$ 0,10 ^a
C22:6n-3	13,71 $\pm$ 1,22 ^a	16,90 $\pm$ 0,89 ^{ab}	20,43 $\pm$ 1,71 ^b
C22:0	0,89 $\pm$ 0,04	0,33	-
Σ SFA ¹	25,21 $\pm$ 0,56 ^a	26,49 $\pm$ 0,38 ^{ab}	27,12 $\pm$ 0,62 ^c
Σ MUFA ²	33,93 $\pm$ 1,36 ^b	24,57 $\pm$ 1,50 ^a	31,75 $\pm$ 1,71 ^b
Σ PUFA ³	38,36 $\pm$ 1,58 ^a	46,87 $\pm$ 2,45 ^b	39,53 $\pm$ 2,03 ^a
Σ n-3	29,59 $\pm$ 1,12 ^a	38,49 $\pm$ 2,25 ^b	29,51 $\pm$ 1,80 ^a
Σ n-6	11,77 $\pm$ 0,51 ^b	8,38 $\pm$ 0,48 ^a	9,93 $\pm$ 0,62 ^a
Σ n-3/n-6	2,26 $\pm$ 0,05 ^a	4,64 $\pm$ 0,33 ^c	3,02 $\pm$ 0,22 ^b
PUFA/SFA	1,52 $\pm$ 0,07 ^{ab}	1,77 $\pm$ 0,10 ^b	1,46 $\pm$ 0,09 ^a

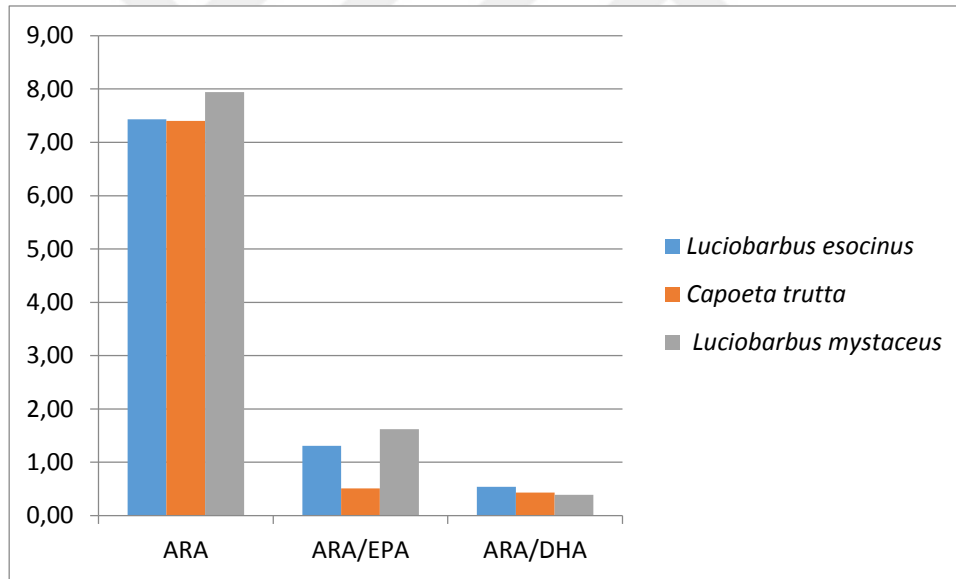
¹ Doymuş yağ asitleri

² Tekli doymuş yağ asitleri

³ Çoklu doymamış yağ asitleri

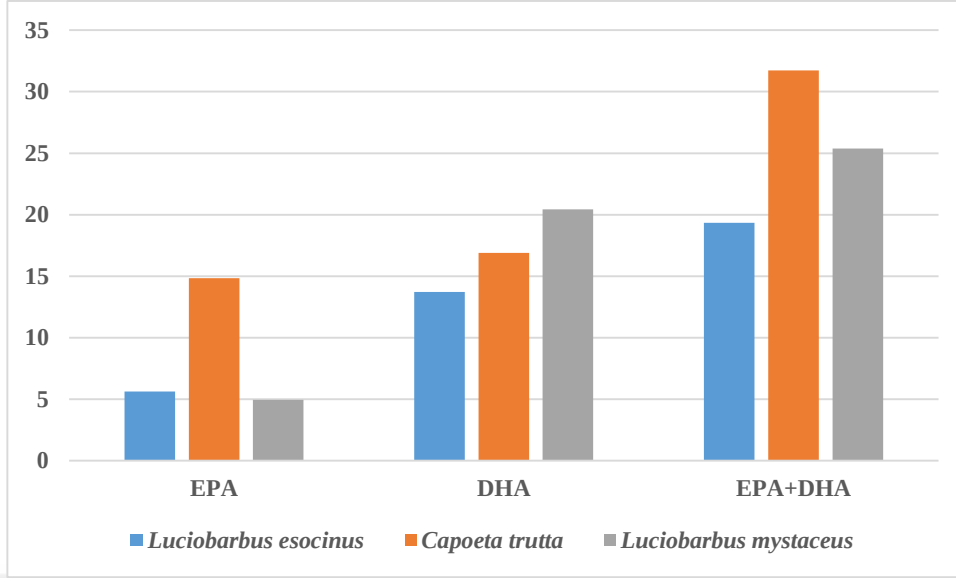
Not: aynı satırda yer alan aynı harfler arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamaktadır ($P>0,05$).

Doymuş yağ asitleri içerisinde, palmitik asit (C16:0) ve stearik asit (C18:0) miktarları çalışmadaki balık türlerinde en yüksek miktarda belirlenen doymuş yağ asidi olduğu belirlendi. Diğer taraftan miristik asit (C14:0) miktarının da *Luciobarbus esocinus* balıklarında %3,04 olduğu ve diğer türlerden istatistiksel olarak yüksek olduğu görüldü ($P<0,05$). Oleik asit (C18:1 n-9) miktarında *L. esocinus* ve *L. mystaceus* türü balıklarda sırasıyla %20,18, %17,49 olduğu *C. trutta* ki miktardan (%12,27) istatistiksel olarak yüksek olduğu belirlendi ($P<0,05$). Palmitoleik asit (C16:1) oranının ise incelenen balık türleri arasında farklılık göstermedi ($P>0,05$). Benzer şekilde dokosapentaenoik asit (C22:5) ve araşidonik asit (C20:4 n-6) çoklu doymamış yağ asitleri miktarlarının da balık türleri arasında istatistiksel olarak farklılık göstermediği görüldü ($P>0,05$). Araşidonik asit, ARA/EPA ve ARA/DHA miktarları da Şekil 4.1’de verildi. ARA/EPA oranının *C. trutta* türü balıklarda %0,51, *L. esocinus* ve *L. mystaceus* türlerinde ise sırasıyla %1,31 ve %1,62 olduğu belirlendi. *C. trutta* türünde ki miktarın istatistiksel olarak diğer balık türlerinden düşük olduğu tespit edildi ($P<0,05$). Diğer taraftan, ARA/DHA miktarları ise *L. esocinus* türünde %0,54 oranla diğer balıklardan önemli oranda yüksek bulundu($P<0,05$). Bu miktar *C. trutta* türünde %0,43, *L. mystaceus* türünde ise %0,39 olarak belirlendi.



Şekil 4.1. *Luciobarbus esocinus*, *Capoeta trutta* ve *Luciobarbus mystaceus* balıklarının kas dokusunda belirlenen araşidonik asit (ARA) ve araşidonik asitin eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik aside (DHA) oranı.

Total n-3 serisi yağ asitlerinden, eikosapentaenoik asit (EPA, 20:5n-3) miktarı *L. esocinus*, *C. trutta* ve *L. mystaceus* balıklarında sırasıyla %5,62, %14,84, %4,95, dokosaheksanoik asit, (DHA, 22:6n-3) miktarı sırasıyla %13,71, %16,90, %20,43, EPA+DHA miktarı sırasıyla %19,33, %31,74, %25,38 olarak belirlendi (Şekil 4.2). İstatistiksel olarak *C. trutta* türünde ki EPA+DHA miktarı diğer türlerden yüksek olduğu görüldü ($P<0,05$).



Şekil 4.2. *Luciobarbus esocinus*, *Capoeta trutta* ve *Luciobarbus mystaceus* balıklarının kas dokusunda belirlenen eikosapentaenoik asit (EPA), dokosaheksaenoik asit (DHA) ve total EPA ile DHA miktarları.

Total n-3 serisi yağ asitleri miktarı *C. trutta* balıklarında %38,49 olarak bulundu. Bu miktar *L. esocinus*, *L. mystaceus* türlerinde belirlenen total n-3 serisi yağ asitleri ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak önemli derecede yüksek olduğu görüldü ($P < 0,05$). Total n-6 serisi yağ asitlerinin ise *L. esocinus* türü balıklarda %11,77 olduğu ve diğer balık türleri ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak farkın önemli olduğu bulundu ($P < 0,05$). Balık etinde; n-3/n-6 oranı en yüksek %4,64 ile *C. trutta* balıklarda belirlenirken, *L. mystaceus* ve *L. esocinus* balıklarında sırasıyla %3,02, %2,26 olarak belirlendi. Balık türleri arasındaki bu oranların istatistiksel olarak farklılık gösterdiği görüldü ($P < 0,05$).

Balık etinde *L. esocinus*, *C. trutta* ve *L. mystaceus* türü balıklarda bulunan yağda eriyen vitamin ve kolesterol miktarı Tablo 4.2 'de verildi. İncelenen türler arasında δ -Tokopherol, α -Tokopherol, D3, K1, K2 ve kolesterol miktarları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı görüldü ($P > 0,05$). Diğer taraftan, D2 miktarı *L. mystaceus* türünde 5,22 $\mu\text{g/g}$ olarak diğer türlerden yüksek miktarda belirlenirken *C. trutta* türünde belirlenen D2 miktarı (4,10 $\mu\text{g/g}$) ile arasında istatistiksel farkın önemli olmadığı bulundu ($P > 0,05$). Retinol miktarında *L. esocinus*, *C. trutta* ve *L. mystaceus* balıklarında sırasıyla 3,46 $\mu\text{g/g}$, 3,48 $\mu\text{g/g}$, 3,66 $\mu\text{g/g}$ olarak belirlendi.

Tablo 4.2. *Luciobarbus esocinus*, *Capoeta trutta* ve *Luciobarbus mystaceus*'un kas dokularında belirlenen yağda eriyen vitamin ve kolesterol değerleri (Ortalama± standart hata).

Vitamin (µg/g)	<i>Luciobarbus esocinus</i>	<i>Capoeta trutta</i>	<i>Luciobarbus mystaceus</i>
Kolesterol (mg/100 g)			
Retinol	3,46±0,01 ^a	3,48±0,01 ^a	3,66±0,16 ^b
D2	3,26±0,54 ^a	4,10±0,30 ^{ab}	5,22±0,37 ^b
D3	2,83±0,28 ^a	2,63±0,29 ^a	1,87±0,42 ^a
δ-Tokoferol	5,37±0,67 ^a	6,14±0,63 ^a	6,70±0,16 ^a
α-Tokoferol	1,66±0,23 ^a	1,43±0,53 ^a	1,38±1,17 ^a
K1	4,10±0,81 ^a	4,95±0,44 ^a	5,74±0,92 ^a
K2	2,19±0,27 ^a	2,41±0,26 ^a	2,32±0,10 ^a
Kolesterol	26,36±20,99 ^a	28,99±19,94 ^a	25,15±36,7 ^a

Not: aynı satırda yer alan aynı harfler arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamaktadır (P>0,05).

5. TARTIŞMA

Çalışma kapsamında *Luciobarbus esocinus*, *Capoeta trutta* ve *Luciobarbus mystaceus* türü balıklarda balık etinde yağ asitleri kompozisyonu, kolesterol ve yağda eriyen vitamin düzeylerinin belirlendi ve elde edilen bulgular, farklı araştırmacılar tarafından belirlenen sonuçlarla birlikte değerlendirildi.

5.1. *Luciobarbus esocinus*, *Capoeta trutta* ve *Luciobarbus mystaceus*'un Kas Dokularında Belirlenen Yağ Asitleri Kompozisyonu, Kolesterol ve Yağda Eriyen Vitaminler

Balıklarda bulunan yağ asitleri miktarı balık türlerine ve çevresel faktörlere bağlı olarak göre değişim göstermektedir. Yapılan çalışmalarda hem tatlı su balıklarında hemde deniz balıklarında yağ asitleri profili belirlenerek farklılıkların önemli seviyede olduğu belirtilmiştir. Örneğin, Özyılmaz ve Palalı (2014), tarafından Atatürk Baraj Gölü'nden yakalanan *Carassius gibelio*, *Ctenopharyngodon idella* ve *Capoeta trutta* balıklarının yağ asitleri belirlenmiştir. Bu balık türlerinde SFA miktarı sırasıyla 28,52, 29,52 ve 30,24 olarak belirlenirken en yüksek miktara sahip SFA yağ asitlerinin palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), miristik asit (C14:0) olduğu bildirilmiştir. Tekli doymamış yağ asitleri miktarının ise *C.s. gibelio*, *C. idella* ve *C. trutta* türlerinde sırasıyla 21,34, 30,69 ve 31,16 olduğu ve MUFA bileşenlerinden C16:1n7, C16:1n9, C18:1n7 ve C18:1n9 yağ asitlerinin türler arasında farklılık gösterdiği bildirilmektedir. Bu çalışmada da Keban Baraj Gölü'nde avlanan balıklarda ki SFA miktarı 25,21, 26,49, 27,12 olarak belirlenirken, en yüksek SFA yağ asitleri miktarının palmitik asit (C16:0) ve stearik asit olduğu (C18:0) belirlenmiştir. Tekli doymamış yağ asitlerinin ise *L. esocinus*, *C. trutta* ve *L. mystaceus* türlerinde sırasıyla 33,93, 24,57, 31,75 olarak belirlenmiştir ve 18:1n-9, 16:1n-7 yağ asitlerinin miktarının fazla olduğu görülmüştür. Porsuk Baraj Gölü'nden yakalanan *Barbus plebejus escherichi*, *Capoeta capoeta* ve *Rutilus rutilus* türü balıklarda da benzer şekilde palmitik asit ve oleik asit miktarları yüksek oranlarda belirlenmiştir (Uysal vd., 2008). Tatlısu balıklarında palmitik asit ve oleik asit miktarlarının deniz balıklarından daha yüksek seviyelerde olduğu bildirilmektedir (Rahman vd., 1995).

Kaçar ve Başhan (2016) tarafından Atatürk Baraj Gölü'nden yakalanan balıklarda yağ asidi seviyeleri araştırılmıştır. Lipit içeriği *C. trutta* türünde yüksek olarak belirlenirken bu türde SFA miktarı %29,77 MUFA %40,74, PUFA %29,41 olarak belirlenmiştir. Benzer bir diğer çalışmada da Kaçar ve Başhan (2017) tarafından Atatürk Baraj Gölü'nden yakalanan *Capoeta trutta*'nın Kas ve Karaciğer Dokusu Total Lipid, Fosfolipit ve Triasilgliserol Yağ Asidi Kompozisyonu araştırılmıştır. Kasta SFA, MUFA ve PUFA miktarları sırasıyla 34,52, 34,63 ve 30,75 olarak belirlenmiştir. Bu tez çalışmasındada *C. trutta* balığında PUFA miktarı %46,87 olarak en yüksek

miktarda belirlenirken bunu %26,49 ile SFA, %24,57 ile MUFA miktarı izlemiştir. Yağ asitlerindeki farklılık mevsime ve suda bulunan besin maddelerinin farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca *C. trutta* balığında n-3/n-6 PUFA miktarı 4,64 olarak belirlendi. Yağ asitlerinden 20:5n-3 ve 22:5n-3 yağ asidinin yüksek olduğu görüldü. Kaçar ve Başhan (2016) tarafından yapılan araştırmada da *C. trutta* balığında n-3/n-6 PUFA miktarı 4,71 olarak belirlenmiş ve tez çalışmamızdaki bulgu ile uyum göstermiştir. Ancak Kaçar ve Başhan (2017) tarafından yapılan bir diğer araştırmada *C. trutta* balığında n-3/n-6 PUFA oranı 5,95 olarak belirlenmiştir.

Kızıtanır (2006) tarafından ocak ayında *Cyprinus carpio* balığında ette belirlenen yağ asitlerinden C18:1 n-9, oleik asitin miktarının %22,84 olduğu ve miktarının diğer yağ asitlerinden yüksek olduğu bildirilmektedir. Diğer taraftan palmitik asit miktarı (C 16:0, %14,79- %16,63) ve palmitoleik asit miktarında (C16:1, %11,13- %14,6) yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu tez çalışmasında da oleik asitin *L. esocinus* türünde %20,18 *Luciobarbus mystaceus* türünde ise %17,49 olarak belirlenirken *C. trutta*'da %12,27 olarak daha düşük miktarda olduğu farklı tür ve beslenmenin bu farklılığa sebep olduğu düşünülmektedir. Palmitik asit miktarı ise bu çalışmada %16,76, %18,07 ve %19,39 olarak belirlenirken palmitoleik asit miktarında %7,94, %6,51 ve %6,91 olduğu görülmüştür.

Çoklu doymamış yağ asitlerinden EPA ve DHA'nın koroner arter hastalıklarının önlenmesinde önemli etkilerinin olduğu bildirilmektedir (Leaf ve Weber, 1988). Bu çalışmada özellikle *C. trutta* balığında belirlenen EPA miktarının %14,84 olduğu, diğer taraftan *Luciobarbus mystaceus* balığında da %20,43 ile DHA miktarının daha yüksek olarak bulunmuştur.

Balıklarda Σ n-3/ Σ n-6 yağ asitlerinin oranı genel olarak beslenme kalitesini değerlendirmek için bir indeks olarak kullanılmaktadır (Chen ve Zhang, 2007). Uzun zincirli n-3 yağ asitleri sağlıklı beslenme bakımından önem taşır (Zmijewski vd., 2006). Özparlak (2013) tarafından Σ n-3/ Σ n-6 yağ asitlerinin oranı Apa Baraj Gölü'nden yakalanan *Sander lucioperca*, *Carassius gibelio*, *Leuciscus lepidus* ve *Cyprinus carpio* balıklarında sırasıyla 3,19, 2,36, 2,08 ve 1,06 olarak belirlenmiştir. Çiçil vd. (2014) tarafından n-3/n6 oranı *Cyprinus carpio* (Işıklı Baraj Gölü), *Tinca tinca*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Cyprinus carpio* (Karacaören) ve *Carassius carassius* türü balıklarda sırasıyla 2,12, 1,19, 2,15, 2,87 ve 2,82 olarak belirlenmiştir. Bayar vd., (2021) tarafından n-3/ n-6 çoklu doymamış yağ asitleri oranı *A. anguilla* türünde 2,29, *S. erythrophthalmus* türünde ise 1,48 olarak belirlenmiştir.

Gözü Dağtekin vd. (2018) tarafından *Carassius gibelio* balığında yağ asitleri miktarı araştırılmıştır. Sonbaharda yakalanan balıklarda Σ n-3/ Σ n-6 yağ asitlerinin oranı 1,99, ilkbahar ve yaz aylarında yakalanan balıklarda ise bu oranın aynı olup 1,47 olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada ise Σ n-3/ Σ n-6 yağ asitlerinin oranı *C. trutta* balığında 4,64 olarak belirlenirken *L. esocinus* 2,26, *L. mystaceus* balığında ise 3,02 olarak belirlenmiştir. Farklı bir çalışmada Atatürk Baraj Gölü'nde

yakalan *Capoeta trutta*'da bu oran biraz daha yüksek olarak 5,95 belirlenmiştir (Kaçar ve Başhan, 2017). Atatürk Baraj Gölü'nden yakalanan *C. trutta* balığında bu oran 4,71, *C. gibelio* balığında ise 1,22 olduğu belirlenmiştir. Munzur Nehri'nden temin elden *Salmo trutta* balığında total n3/n6 oranı 4,55 olarak bulunmuştur (Kayım vd., 2011). Çoklu doymamış yağ asitlerinde n-3/n-6 oranı sağlıklı büyüme, gelişme ve kalp hastalıklarının önlenmesinde, diyabet kanser gibi hastalıklardan korunmada önemlidir (Kaçar ve Başhan, 2016). Tatlı su balıklarında n-3/ n-6 oranı genellikle 0,5 ile 3,8 arasında değişebilmektedir. Balık türü ve beslenmeye bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Wang vd., 1990). Ayrıca bu oran denizde yaşayan balıklarda tatlısında yaşayan balıklara göre daha yüksektir (Steffens, 2005).

Çoklu doymuş yağ asitlerinde $\Sigma n-6 / \Sigma n-3$ yağ asitlerinin oranının maksimum 4 olmasının kalp sağlığı bakımından önemli olduğu bildirilmektedir (HMSO, 1994). Maksimum değerden daha yüksek değerlerin sağlığa zararlı olabileceği ve kardiyovasküler hastalıkları teşvik edebileceği bildirilmektedir. Bu çalışmada *L. esocinus*, *C. trutta* ve *L. mystaceus* balıklarında sırasıyla $\Sigma n-6 / \Sigma n-3$ yağ asitlerinin oranı 0,44, 0,22 ve 0,34 olarak belirlenmiş olup sağlıklı beslenme bakımından uygun olduğu belirlenmiştir.

Çoklu doymamış yağ asitleri ve doymuş yağ asitleri bakımından değerlendirme yapıldığında PUFA/SFA oranı İngiltere'de Sağlık Bakanlığı tarafından 0,45 veya daha fazla olmasının sağlıklı bir diyetle dengeli yağ asidi alımı için önerilmektedir (Wood vd., 2003). Bu tez çalışmasında analizi yapılan balık türlerinde de bu oran 1,46-1,77 arasında değişmekte olup tavsiye edilen oranın üzerindedir. PUFA/SFA oranı *Mastacembelus mastacembelus* türü balıklarda 1,35, *Barbus grypus* türünde ise 1,11 olarak belirlenmiştir (Harlioğlu ve Yılmaz, 2011). Gözü Dağtekin (2018) tarafından *Carassius gibelio* balığında yağ asitleri miktarı araştırılmıştır. Yaz, sonbahar ve ilkbaharda alınan örneklerde PUFA/SFA oranı sırasıyla 0,82, 0,84 ve 0,71 olarak tespit edilmiştir.

Retinol, D 2, D 3, δ - tokoferol, α - tokoferol, K 1 ve K 2 vitamin miktarları *Barbus grypus* türü balıklarda sırasıyla 0,46 $\mu\text{g g}^{-1}$, 0,65 $\mu\text{g g}^{-1}$, 0,98 $\mu\text{g g}^{-1}$, 0,52 $\mu\text{g g}^{-1}$, 26 $\mu\text{g g}^{-1}$, 0,41 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve $5,01 \pm 1,67 \mu\text{g g}^{-1}$, kolesterol miktarı ise 46,4 mg/ 100g olarak belirlenmiştir (Harlioğlu, 2014). Yağda eriyen vitaminler ve kolesterolün araştırıldığı farklı bir çalışmada *Mastacembelus mastacembelus* türünde retinol, D2, D3, δ - tokoferol, α - tokoferol ve K vitamin miktarları sırasıyla 0,53 $\mu\text{g g}^{-1}$, 0,79 $\mu\text{g g}^{-1}$, 1,36 $\mu\text{g g}^{-1}$, 0,51 $\mu\text{g g}^{-1}$, 1,89 $\mu\text{g g}^{-1}$, 1,58 $\mu\text{g g}^{-1}$ olarak belirlenirken kolesterol miktarı 52,60 mg/100g bulunmuştur (Harlioğlu ve Yılmaz, 2011). Levrek, salmonlar ve gökkuşağı alabalığında A, D ve E vitaminleri belirlenmiştir. Levreklerde belirlenen A, D ve E vitaminleri sırasıyla 36 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$, 5 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$ ve 0,17 mg/100 g, salmonlarda ise 33 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$, 11 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$ ve 4,0 mg/100 g, gökkuşağı alabalığında ise bu vitaminler sırasıyla 8,8 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$, 19 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$ ve 0,13 mg/100 g, olarak belirlenmiştir. Kandemir (2010) tarafından *Esox lucius* türünde K1, K2, D2, D3 ve α - tokoferol miktarları sırasıyla 9,04 $\mu\text{g g}^{-1}$, 3,86 $\mu\text{g g}^{-1}$, 2,56 $\mu\text{g g}^{-1}$, 7,32 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve 24,11 $\mu\text{g g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Kandemir (2010) tarafından yüksek miktarlarda α -

tokoferolün bir E vitamininin öncüsü olduğu ve PUFA ile α -tokoferol arasında güçlü bir ilişki olduğu belirtilmektedir.

Kandemir (2010) tarafından *Esox lucius* balığında kolesterol miktarı 146,4 mg/100g belirlenmiştir. Parlak vd. (2015) tarafından ise şabut balığında (*Arabibarbus grypus*) kolesterol miktarı (mg/100g) farklı mevsimlerde 10,50 ve 15,13 arasında belirlenmiştir. İmre ve Sağlık (1998) tarafından kolesterol miktarı (mg/100g) 43,4 sardalya (*Sardina pilchardus*), 40,3 pandora (*Pagellus erytrinus*), 75,3 in sargo (*Diplodus sargus*), 63,4 uskumru (*Scomber scombrus*) için belirlenmiştir. Bu çalışmada da kolesterol miktarı (mg/100g) *L. esocinus*, *C. trutta* ve *L. mystaceus* balıklarında sırasıyla 26,6, 28,9 ve 25,1 olarak belirlenmiştir. Balıklarda kaslarda bulunan kolesterol miktarı PUFA'lerden etkilenmekte olup PUFA miktarının artması ile kolesterol miktarı azalmaktadır (Kinsella, 1986). Bu tez çalışmasında da PUFA miktarının yüksek kolesterol miktarının düşük olduğu görülmüştür.

SONUÇ

Balık eti doymamış yağ asitleri bakımından insan sağlığı için önemli bir gıda maddesidir. Sağlıklı beslenmede çoklu doymamış yağ asitleri içinde yer alan n-3 serisi yağ asitlerinden eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA), linolenik, stearidonik, dokosapentaenoik yağ asitleri ve n-6 serisi yağ asitlerinden linoleik asit, araşidonik asit gibi yağ asitleri etkili olmaktadır. Diğer taraftan, sağlıklı beslenmede n-3 serisi yağ asitlerinin önemli olması ile birlikte, n-3/n-6 oranı da büyük önem taşıdığı belirlenmiştir. Özellikle n-6 serisinden araşidonik asitin eikosanoidlerden prostoglandinlerin öncüsü olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, bu bölgede ekonomik öneme sahip *Capoeta trutta*, *Luciobarbus mystaceus* ve *Luciobarbus esocinus* türleri n-3 ve n-6 serisi yağ asitleri bakımından karşılaştırıldı.

Sonuç olarak, Keban Baraj Gölü'nden temin edilen *Luciobarbus esocinus*, *Capoeta trutta* ve *Luciobarbus mystaceus* balıklarının çoklu doymamış yağ asitleri ve yağda eriyen vitaminler bakımından zengin olduğu kolesterol miktarının düşük olduğu PUFA/SFA oranının 0,45 ten fazla olduğu görüldü. Ayrıca Σ n-3/ Σ n-6 yağ asitlerinin oranının en yüksek *Capoeta trutta* türü balıkta olduğu, *Luciobarbus esocinus*, *Luciobarbus mystaceus* türlerindede sağlıklı beslenme için tavsiye edilen oranlarda olduğu görülmektedir. Kalp ve damar sağlığı başta olmak üzere sağlıklı beslenmede etkili olan EPA ve DHA miktarı bakımından da zengin olan bu türlerde özellikle EPA bakımından *C. trutta*, DHA miktarı bakımından da *Luciobarbus mystaceus* türünde yüksek olduğu belirlendi. Ayrıca bu balık türlerinde oleik asit, palmitik asit, araşidonik asit miktarlarının da yüksek oranda olduğu bulundu. Vitamin miktarları ve kolesterol bakımından değerli bir besin kaynağı olduğu sonucuna varıldı.

Bu sonucun hem araştırmacılar için hem de toplumsal olarak balık tüketimi için faydalı olacağı düşünülmektedir. Bundan sonraki çalışmalarda triaçilgliserol ve fosfatidilinositol, fosfatidilkolin gibi fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi bileşimlerinin de araştırılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim (2019). Elazığ ili T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 2019 yılı Su Ürünleri Stok miktarları ve Su Ürünleri Çalışmaları Yıllar itibarı ile Üretim değerleri raporu.
- Ackman, R.G., Sebedio, J.L. Kovacs, M.I.P. (1980). Role of eicosaenoic and docosaenoic fatty acids in freshwater and marine lipids. *Mar. Chem.*, 9, 157-164.
- Bağcı, E., Can, E., (2015). Tatlı Su Balıklarında Yağ Asitleri, Kolesterol ve Yağda Eriyen Vitaminler. *Bilim ve Gençlik Dergisi*, 3(1), 90-109.
- Balçık Mısır, G., (2014). Balıklarda Lipitler, Yağ asitleri ve Bunların Bazı Önemli Metabolik Fonksiyonları, *Yunus Araştırma Bülteni*, 1, 51-61.
- Bayar, İ., İnci, A., Bildik, A., (2021). Büyük Menderes Nehri'nde Yaşayan İki Tatlı Su Balığı Türünün Kas Dokularındaki Total Yağ Asidi Kompozisyonunun Arasştırılması, *Tarım ve Doğa Dergisi*, 24 (2).
- Baysal, A. (2002). *Beslenme*. Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, 2002.
- Bell, J.G. (1998). Current aspects of lipid nutrition in fish farming. In, *Biology of farmed fish* (eds. K.D. Black an A. Pickering). *Sheffield Academic Press*, Sheffield, 114-145.
- Bromage, R.N., Roberts, J.R. (1995). Broodstock Management and Egg Larval Quality. *Blackwell Science Ltd.*, Cambridge, 424 p.
- Castell, J. D. Sinnhuber, R.O., Wales, J.H., Lee, J.D. (1972). Essential fatty acids in the diet of Rainbow trout (*Salmo gairdneri*), Growth, feed conversion and some gross deficiency symptoms. *J. Nutr.*, 102, 77-86.
- Chen, D. W., Zhang, M. (2007). Non-volatile taste active compounds in the meat of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*). *Food Chemistry*, 104, 1200–1205.doi,10.1016/j.foodchem.2007.01.042
- Christiansen, J.S., Ringo, E., Farkas, T. (1989). Effect of sustained exercise on growth and body composition of first feeding fry of arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L), *Aquaculture*, 79, 329-335.
- Christie, W.W., (1992). Gas chromatography and lipid. *The Oil Pres*, Glasgow, pp. 302
- Citil, O.B., Kalyoncu, L., Kahraman O. (2014). Fatty Acid Composition of the Muscle Lipids of Five Fish Species in IGJkIJ and Karacaören Dam Lake, Turkey. *Hindawi Publishing Corporation Veterinary Medicine International Article* 5 pages ID 936091 <http://dx.doi.org/10.1155/2014/936091>.
- Çakmak, Y.S., Zengin, G., Güler, G.Ö., Aktümsek, A., Özparlak, H. (2012). Fatty Acid Composition And $\Omega 3/\Omega 6$ Ratios Of The Muscle Lipids of Six Fish Species In Sugla Lake, Turkey. *Arch. Biol. Sci.*, Belgrade, 64 (2), 471-477, 471.
- Geldiay, R., Balık, S. (1988). Türkiye Tatlısu Balıkları, *Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar Serisi* No, 97, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir. 519 s.
- Geldiay, R., Balık, S. (2007). Türkiye Tatlısu Balıkları. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No, 46, *Ders Kitabı Dizini* No, 16, V. Baskı, Ege Üniversitesi Basım Evi, Bornova-İzmir, 644s.
- Good, J.E., Bell, J.G., Thompson, K.D., Williams, P.W. (2001). Assessment of immune response in Atlantic salmon (*Salmo salar*) receiving alternative oil diets. *An abstract and poster presentation at the 5th*

- NordicFish Immunology Symposium* June 2001. Institute of Pharmacy, University Oslo, Oslo, Norway, pp. 42.
- Gozu Dagtekin, B. B., Balcik Misir, G., Kutlu, S., Basturk, Ö. (2018). Comparison of Biochemical, Fatty Acids and Lipid Quality Indexes of Prussian Carp (*Carassius gibelio*) Caught from Lake Çıldır on Different Seasons. *Mediterranean Fisheries and Aquaculture Research* (MedFAR), 1(1), 2- 14
- Göğüş, A.K. (1988). Su ürünleri işleme teknolojisi, K.T.Ü. Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu, *Ders Kitabı* No,19, Trabzon.
- Gönç, S., Akalın, S., Kılınç, S. (1996). Fermente süt mamülleri ve kolesterol arasındaki ilişkiye ait bir değerlendirme. *Gıda*, 21 (2), 89-94.
- Gunstone, F. (1996). Fatty Acid and Lipid Chemistry, Phycol., Aspen Publ., Chapman & Hall, New York, 1(6), 61-76.
- Halver, J.E. (1972). Fish Nutrition. *Academic Press*. Inc. 111 Fifth Avenue, New York, pp. 713.
- Hara, A., Radin, N.S. (1978). Lipid extraction of tissues with a low-toxicity. *Anal. Biochem.*, 90, 420-426.
- Hardman, W.E. (2002). Omega-3 fatty acids to augment cancer therapy. *J. Nutr.*, 132, 3508-3512.
- Harlioğlu, A. G. (2014). Fatty Acid Composition, Cholesterol, And fat-Soluble Vitamins In The Muscle, Liver, And gonad Of Shabbout (*Barbus Grypus*, Heckel 1843) *Acta Alimentaria*, Vol. 43 (2), pp. 10–17 (2014)
- Harlioğlu, A. G., Yilmaz, O. (2011). Fatty acid composition, cholesterol and fat-soluble vitamins of wild-caught freshwater spiny eel, *Mastacembelus simack* (Walbaum, 1792) *J. Appl. Ichthyol.* 27, 1123–1127.
- Henderson R.J., Tocher, D.R. (1987). The Lipid Composition and Biochemistry of Freshwater Fish. *Progress in Lipid Research*, 26, 281-347.
- HMSO. (1994). Nutritional aspects of cardiovascular disease. *Report on health and social subjects* no. 46. London, HMSO.
- URL 1, https://en.wikipedia.org/wiki/Capoeta_trutta) Erişim, 10 Eylül 2021.
- URL 2, [https://en.wikipedia.org/wiki/Mangar_\(fish\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Mangar_(fish))) Erişim, 10 Eylül 2021.
- URL 3, https://en.wikipedia.org/wiki/Euphrates_barbel) Erişim, 10 Eylül 2021.
- URL 4, Google (2022). Google earth, Elazığ ili Aydıncık bölgesi görünümü, <https://earth.google.com> Erişim, 18 Ocak 2022.
- Huss, H.H. (1988). Fresh Fish Quality and Quality Changes, FAO 17-19, Rome.
- Irina, A., Guschina, J., Harwood, L. (2006). Lipids and lipid metabolism in eukaryotic algae, *Progress in Lipid Research*, 45, 160–186.
- İmre, S., Sağlık, S. (2006). Türkiye’den Bazı Balık Türlerinde Yağ Asitleri, *Journal of Food Science*, 66 (2).
- Jiang, H. ve Gao, K. (2004). Effects of lowering temperature during culture on the production of temperature during culture on the production of polyunsaturated fatty acids in the marine diatom *Phaeodactylum tricornutum* (Bacillariophyceae), *J. Phycol.*, 40, 651–4.
- Kaçar, S., Başhan, M., Oymak, S.A. (2018). *Chondrostoma regium*’un Kas ve Gonad Dokusu Total Lipit, Fosfolipit ve Triasilgiserol Yağ Asidi Kompozisyonu. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg.* 21(1), 20-25.
- 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

- Kaçar, S., Başhan, M. (2017). *Capoeta trutta*'nın Kas ve Karaciğer Dokusu Total Lipid, Fosfolipit ve Triasilgliserol Yağ Asidi Kompozisyonu *Capoeta trutta*'nın yağ asitleri. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.* 7(4), 43-50, 2017
- Kandemir, S. (2010). The fatty acid composition and cholesterol and vitamin contents of different muscles of *Esox lucius* (Linnaeus, 1758) living in lake Ladik. *J. Anim. Vet. Adv.*, 9, 1179–1190.
- Karaçalı, M., Bulut, S., Konuk, M., 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, 1007–1017.
- Katsanidis, E., Addis, P.B., (1999). Novel HPLC analysis of tocopherols and cholesterol in tissue. *Free Radic. Biol. Med.*, 27, 1137-1140.
- Kayım, M., Öksüz, A., Özyılmaz, A., Kocabas, M., Can, E., Kızak, V., Ates, M. (2011). Proximate Composition, Fatty Acid Profile And Mineral Content Of Wild Brown Trout (*Salmo trutta* Sp.) From Munzur River In Tunceli, Turkey. *Asian Journal Of Chemistry*, 23(8), 3533-3537
- Keha, E.E. ve Küfrevioğlu Ö.İ. (2007). Biyokimya. Aktif yayınevi, İstanbul, 647pp.
- Kızmaz, V. (2015). *Van Gölü'nde yaşayan inci kefalı balığının (Alburnus Tarichi) değişik dokularındaki (Kas, Karaciğer ve Gonat) yağ asiti içeriğinin mevsimsel değişimi*, Doktora Tezi Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 45s.
- Kızıtanır, B. (2006). *Beyşehir Gölü'ndeki Cyprinus carpio L. (Osteichthyes, Cyprinidae)'nın Total Yağ Asidi Bileşiminin Mevsimsel Değişiminin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 52.s
- Kinsella J.E. (1986). Food components with potential therapeutic benefits, the n-3 polyunsaturated fatty acids of fish oils. *Food technology* 40, 89-97.
- Kuru, M. (1978-79). The fresh water fish of South-Eastern Turkey-2 (Euphrates-Tigris Sisteme). *Hac. Bull. Nat. Sci. Eng.* 7–8, 105–114.
- Kuru, M. (2004). Türkiye içsu balıklarının son sistematik durumu. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* Cilt 24, sayı 3, 1 – 21. Ankara
- Lauritzen, L., Hansen, H.S., Jørgensen, M.H., Michaelsen, K.F. (2001). The essentiality of long chain n-3 fatty acids in relation to development and function of the brain and retina. *Prog. Lipid Res.*, 40, 1–94.
- Leaf, A., Weber, P. C. (1988). Cardiovascular effects of n-3 fatty acids. *The New England Journal of Medicine*, USA.
- Lopez-Cervantes, G., Sanchez-machado, D.I., Rios-Vazquez, N.J., 2006. High performance liquid chromatography method for the simultaneous quantification of retinol, tocopherol and cholesterol in shrimp waste hydrolysate. *J. Chromatogr. A.*, 1105: 135-139
- Lovell, T., (1998). Nutrition and feeding of fish. *Kluwer Academic Publishers*, London. 226 p.
- Luczynska, J., Paszczyk, B., Luczynski, M.J. (2014). Fatty acid profiles in marine and freshwater fish from fish markets in northeastern Poland. *Arch. Pol. Fish.* 22, 181-188
- Luzia, L.A., Sampaio, G.R., Castellucci, C.M.N., Torres E.A.F.S. (2003). The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian Fish. *Food Chemistry*. 83, 93–97.

- Morris, M.C., Evans, D.A., Bienias, J.L., Tangney, C.C., Bennett, D.A., Wilson, R.S., Aggarwal, N., Schneider, J. (2003). Consumption of fish and n-3 fatty acids and risk of incident alzheimer disease. *Arch. Neurol.*, 60, 940-946.
- Nettleton, J.A., Exler, J. (1992). Nutrients in wild and farmed fish and shellfish. *J. Food Sci.*, 57, 257-260.
- Özdemir, N., Kabukçu, M.A. (1982). Keban Baraj Gölü'nde Bulunan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'nın Boy-Ağırlık İlişkisi, Kondüsyon Faktörü ve Üreme Periyodu Üzerine Araştırmalar, *Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 7, 139-150.
- Özparlak, H. (2013). Effect of Seasons on Fatty Acid Composition and n-3/n-6 Ratios of Muscle Lipids of Some Fish Species in Apa Dam Lake, Turkey. *Pakistan J. Zool.*, 45(4), 1027-1033.
- Özyılmaz, A., Palalı, B. (2014). Atatürk Baraj Gölü'nde Avlanan Bazı Balıkların Et Verimleri, Yağ Seviyeleri ve Yağ Asitleri Bileşenleri, *Yunus Araştırma Bülteni* (3), 29-36.
- Parlak, A. E., Çalta, M., Düşükcan, M., Eroğlu, M., Yılmaz, Ö. (2015). The Determination of Fat-soluble Vitamins, Cholesterol Content and The Fatty acid Compositions of Shabut (*Arabibarbus grypus*, Heckel 1843) From Keban Dam Lake, Elazığ, Turkey. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 9(3), 024-030.
- Rahman, S.A., Huah, T.S., Nassan, O., Daud N.M. (1995). Fatty acid composition of some Malaysian freshwater fish. *Food Chem* 54,45-49
- Samur, G. (2008). Vitaminler mineraller ve sağlığımız. Hacettepe Üniversitesi - Sağlık Bilimleri Fakültesi *Beslenme ve Diyetetik Bölümü Ders Kitabı*. Ankara.
- Sargent, J.R., Toche D.R., Bell, J.G., (2002). The Lipids. In, Halver, J.E. and Hardy, R.W.(Eds.), Fish Nutrition, 3rd ed., *Academic Press*, San Diego, 182-257.
- Sargent, R. (1976). The structure metabolism and function of lipids in marine organisms, 149-212. IND, C. Malins (ed.), Biochemical and biophysical perspectives in marine biology, Vol 3. *Academic Press*. London.
- Satar, E.İ., Uysal E., Ünlü, E., Başhan, M., Satar, A. (2012). The effects of seasonal variation on the fatty acid composition of total lipid, phospholipid, and triacylglycerol in the dorsal muscle of *Capoeta trutta* found in the Tigris River (Turkey). *Turk J Biol.* 36 ,113-123
- Simopolous, A. P. (1991). Omega-3 fatty acids in health and disease and development, *American Journal of Clinical Nutrition*, 54, 438-63.
- Stancheva, M., Dobрева, D., Merdzhanova, A., Galunska, G. (2010). Vitamin content and fatty acids composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Plodiv. University, Paisii Hilendarski, *Bulgaria Scientific Papers, Book 5*, 37,117-123.
- Steffens, W., Wirth, M. 2005. Freshwater Fish an Important Source of n-3 Polyunsaturated Fatty Acids. *Archives of Polish Fisheries*, 13 (1), 5-16.
- Taşçı, F. (2005). Balıklarda omega-3 yağ asitleri ve halk sağlığı açısından önemi. *Veteriner Hekimler Derneği dergisi*, 76 (2-3), 23-29.
- Thorsdottir, I., Birgisdottir, B.E., Halldorstir, S., (2004). Association of fish and fish liver oil intake in pregnancy with infant size at birth among women of normal weight before pregnancy in a fishing community. *Am. J. Epidemiol.*, 160, 460-465.

- Tocher, D. R. (2003). Metabolism and Functions of Lipids and Fatty Acids in Teleost Fish. *Reviews in Fisheries Science*, 11(2), 107-184.
- Ural, M.S., Çalta M., Parlak, A.E. (2017). The comparison of fatty acids, fat-soluble vitamins and cholesterol in the muscle of wild caught, cage and pond reared rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W. 1792). *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 16 (1), 431-440.
- Uysal, K., Bülbül, M., Dönmez, M., Seçkin, A. K. (2008). Changes in some components of the muscle lipids of three freshwater fish species under natural extreme cold and temperate conditions. *Fish Physiol Biochem* 34,455–463.
- Wang, Y. J., Miller, L. A., Ferren, M., Addis, P. B. (1990). Omega-3 fatty acids in Lake Superior fish. *J. Food Sci.* 55, 71–73
- Wood, J. D., Richardson, G. R., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E., Sheard, P. R., Enser, M. (2003). Effects of fatty acids on meat quality, a review. *Meat Sci.* 66, 21–32.
- Yılmaz, Ö., Konar, V., Çelik, S. (1995). Elazığ Hazar Gölü'ndeki *Capoeta capoeta umbla*'nın dişi ve erkek bireylerinde bazı dokularının total lipit ve yağ asidi bileşimleri. *Biyokimya Dergisi*. 20, 31-42.
- Zmijewski T, Kujawa R, Jankowska B, Kwiatkowska A, Mamcarz A. (2006). Slaughter yield, proximate and fatty acid composition and sensory properties of rapfen (*Aspius aspius* L.) with tissue of bream (*Abramis brama* L.) and pike (*Esox lucius* L.). *J Food Compos Anal*, 19,176-181.