

TC

MARDİN ARTUKLU ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

*CARASSIUS AURATUS, CARASSIUS GIBELIO VE  
CAPOETA UMBLA*'NİN YAĞ ASİTLERİNİN  
MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

Leyla ÖZDEMİR

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Semra KAÇAR

MARDİN - 2021

TC

MARDİN ARTUKLU ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

*CARASSIUS AURATUS, CARASSIUS GIBELIO VE  
CAPOETA UMBLA*'NİN YAĞ ASİTLERİNİN  
MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

Leyla ÖZDEMİR

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Semra KAÇAR

MARDİN - 2021

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ .....	ix
1. GİRİŞ .....	1
1.1 Genel Bilgiler.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	9
2.1 Balıklarda Yağ Asidi Bileşimi.....	9
2.2. Balıkların Yağ Asidi Bileşimine Etki Eden Faktörler .....	12
2.3. Balıklarda Fosfolipit ve Triaçilgliserol Yağ Asiti Analizi.....	14
3. MATERYAL VE METOT .....	17
3.1. Balıkların Sistematiği .....	17
3.1.1. <i>Carassius gibelio</i> .....	17
3.1.2. <i>Carassius auratus</i> .....	18
3.1.3. <i>Capoeta umbla</i> .....	19
3.2. Balık Örneklerinin Toplanması .....	20
3.3. Lipit Ekstraksiyonu ve Yağ Asitlerinin Metil Esterlerine Dönüştürülmesi .....	20
3.4. Gaz Kromatografi Koşulları.....	21
3.5. Verilerin Değerlendirilmesi .....	23
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	24
4.1. <i>C. umbla</i> 'nın Kas Dokusundaki Total Lipidlerdeki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi.....	24
4.2. <i>C. auratus</i> 'un Kas Dokusundaki Total Lipidlerdeki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi.....	25
4.3. <i>C. gibelio</i> 'nun Kas Dokusundaki Total Lipidlerdeki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi.....	26
4.4. <i>C. umbla</i> 'nın Kas Dokusundaki Fosfolipit Fraksiyonundaki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi.....	38
4.5. <i>C. auratus</i> 'un Kas Dokusundaki Fosfolipit Fraksiyonundaki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi.....	39
4.6. <i>C. gibelio</i> 'nun Kas Dokusundaki Fosfolipit Fraksiyonundaki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişim.....	40
4.7. <i>C. umbla</i> 'nın Kas Dokusundaki Triaçilgliserol Fraksiyonundaki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi.....	47
4.8. <i>C. auratus</i> 'un Kas Dokusundaki Triaçilgliserol Fraksiyonundaki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi.....	48
4.9. <i>C. gibelio</i> 'nun Kas Dokusundaki Triaçilgliserol Fraksiyonundaki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi.....	48
5. SONUÇ .....	55

**KAYNAKÇA..... 56**



## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### ***Carassius auratus*, *Carassius gibelio* ve *Capoeta umbla*'nın Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi**

Leyla ÖZDEMİR

Mardin Artuklu Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

2021: 78 Sayfa

Bu çalışmada, *Carassius auratus*, *Carassius gibelio*, *Capoeta umbla*'nın kas dokusu total lipidi, triaçilgliserol ve fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi kompozisyonunun mevsime bağlı değişimleri araştırılmıştır. Balıkların; kas dokusundaki total lipit, triaçilgliserol ve fosfolipit fraksiyonlarındaki yağ asidi içerikleri; yağ asidi standartları kullanılarak, gaz kromatografi ile belirlenmiştir. Bu çalışmada,  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA düzeylerinin, balık türleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Üç balık türünün kas dokularından ekstrakte edilen total lipitlerinde  $\Sigma$ SFA oranı % 16.14-52.98,  $\Sigma$ MUFA % 13.98-49.24 arasında değişmiştir. Kas dokunun total lipidinde  $\Sigma$ PUFA yüzdesi, % 14.31-37.00 arasında bulunmuştur. Tüm mevsimlerde üç balık türünün kaslarındaki total lipitlerde  $\Sigma$ SFA içinde temel bileşen C16:0 (% 11.74-36.82), tekli doymamış yağ asitleri içinde 18:1n-9 (% 11.55-45.78),  $\Sigma$ PUFA içinde C18:2n-6 (% 1.66-25.64) ve C22:6n-3 (% 1.39-13.14)'tir. Bu çalışmada balıkların total lipitlerinde n-3/n-6 oranı; 1.15-4.05 aralığında tespit edilmiştir. *C. gibelio* ve *C. auratus* ile karşılaştırıldığında, *C. umbla*'nın kasında n-3/n-6 oranının daha yüksek olduğu bulunmuştur. Üç balık türünün kas dokularındaki TAG ve PL yağ asidi kompozisyonları farklı bulunmuştur. Triaçilgliseroller; yüksek oranda  $\Sigma$ MUFA, C16:1n-7, C18:2n-6; fosfolipitler ise yüksek miktarda  $\Sigma$ PUFA, C20:3n-6, C20:4n-6, C22:6n-3 ve C18:0 içermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Carassius auratus*, *Carassius gibelio*, *Capoeta umbla*, Mevsimsel Yağ, Asidi İçeriği.

## ABSTRACT

Master Thesis

### Seasonal Variations of Fatty Acids of *Carassius auratus*, *Carassius gibelio* and *Capoeta umbla*

Leyla ÖZDEMİR

Mardin Artuklu University  
Institute of Graduate Education  
Department of Biology  
2021: 78 Pages

In this study, seasonal variations in total lipid and fatty acid composition of total lipid, triacylglycerol and phospholipid fractions in muscle of *Carassius auratus*, *Carassius gibelio*, *Capoeta umbla* were investigated. Fatty acid compositions of total lipid, TAG and PL fractions have been determined in muscle tissues of fishes by gas chromatography using a mixture of fatty acid standards. The present study revealed that  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA, and  $\Sigma$ PUFA levels varied among fish species. The  $\Sigma$ SFA and  $\Sigma$ MUFA percentages of the total lipid extracted from muscle tissues of the three fish species ranged from 16.14 % to 52.98 % and from 13.98 % to 49.24 %, respectively. The  $\Sigma$ PUFA percentages of the total lipid in muscle tissue was found from 14.31 % to 37.00 %. The main constituents were C16:0 (11.74-36.82 % among  $\Sigma$ SFA, and C18:1n-9 (11.55-45.78 %) among  $\Sigma$ MUFA, C18:2n-6 (1.66-25.64 %) and C22:6n-3 (1.39-13.14 %) among  $\Sigma$ PUFA in the total lipid extracted from tissues of three fish species in all seasons. In this study, the n-3/n-6 ratio was determined to range from 0.22 to 3.26, in total lipids all species. The higher n-3/n-6 ratio was found in muscle of *C. umbla* compared with *C. gibelio* ve *C. auratus*. Triacylglycerol and PL fatty acid compositions in muscle tissues of three fish species were found different. Triacylglycerols were characterized by a high content of  $\Sigma$ MUFA, C16:1n-7, C18:2n-6; whereas phospholipids contained a large quantity of  $\Sigma$ PUFA, mainly, C20:3n-6, C20:4n-6, C22:6n-3 and C18:0.

**Key words:** *Carassius auratus*, *Carassius gibelio*, *Capoeta umbla*, Seasonal Fatty Acid Composition.

## ÖN SÖZ

Yüksek lisans eğitimim ve yüksek lisans tezim süresince bilgi birikimi ve deneyimleri ile akademik gelişimime katkı sağlayan, tez konusunun belirlenmesinden tezin son aşamasına kadar bana yol gösteren, bilim ve motivasyon konusunda desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen, danışman hocam Sayın Doç. Dr. Semra KAÇAR'a ,

Lisansüstü eğitimim süresince bana motivasyon veren ve destekleyen Mardin Artuklu Üniversitesi değerli Öğretim Elemanları'na,

Yüksek lisans eğitimim süresince desteklerini esirgemeyen değerli eşim Sercan ÖZDEMİR'e

Sonsuz sevgi ve şükranlarımı sunarım.

## TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa
<b>Tablo 1.1:</b> Bazı doymuş yağ asitleri.....	7
<b>Tablo 1.2:</b> Bazı doymamış yağ asitleri.....	8
<b>Tablo 3.1:</b> 30 m'lik kapiller kolonlarda yağ asitlerinin çıkış zamanları (dk).....	22



## ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa

<b>Çizelge 4.1:</b> <i>Capoeta umbla</i> (Heckel, 1843) 'nın kasında bulunan total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	35
<b>Çizelge 4.2:</b> <i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758)'un kasında bulunan total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	36
<b>Çizelge 4.3:</b> <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)'nun kasında bulunan total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi .....	37
<b>Çizelge 4.4:</b> <i>Capoeta umbla</i> (Heckel, 1843) 'nın kasında bulunan fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi.....	44
<b>Çizelge 4.5:</b> <i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758)'un kasında bulunan fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi.....	45
<b>Çizelge 4.6:</b> <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)'nun kasında bulunan fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi.....	46
<b>Çizelge 4.7:</b> <i>Capoeta umbla</i> (Heckel, 1843)'nın kasında bulunan triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi.....	52
<b>Çizelge 4.8:</b> <i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758)'un kasında bulunan triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi.....	53
<b>Çizelge 4.9:</b> <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)'nun kasında bulunan triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi.....	54

## KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

AA: Arakidonik asit: C20:4n-6

ALA: Alfa Linolenik asit: C18:3n-3

DHA: Dokosaheksaenoik asit: C22:6n-3

EPA: Eikosapentaenoik asit: C20:5n-3

LA: Linoleik asit: C18:2n-6

MUFA: Monounsaturated Fatty Acids: Tekli doymamış yağ asitleri

PL: Fosfolipit

PUFA: Polyunsaturated Fatty Acids: Aşırı doymamış yağ asitleri

SFA: Saturated Fatty Acids: Doymuş yağ asitleri

TAG: Triaçilgliserol

$\omega$ -3 (n-3): Omega-3

$\omega$ -6 (n-6): Omega-6

# 1. GİRİŞ

## 1.1 Genel Bilgiler

Canlı yapının temel bir bileşeni olan lipidler, organik moleküllerdir. Yapılarında karbon, hidrojen, oksijen, nadir olarak da azot, kükürt ve fosfor elementleri bulunur. Lipidler suda çözünmeyip kloroform, eter, benzen gibi polar olmayan çözücülerde çözünürler. Biyolojik bakımdan önemli lipidler; triaçilgliseroller (nötral yağlar), bileşik lipidler (fosfolipidler, glikolipidler veya serobrositler, sulfolipidler ve lipoproteinler) ve lipid türevleridir. Lipidlerin temel maddesini yağ asitleri oluşturur. Nötral yağlar, yağ asitlerinin karboksil gruplarının bir alkol olan gliserolün hidroksil gruplarıyla esterleşmesi sonucu oluşur. Yağ asitleri doymuş ve doymamış yağ asitleri olmak üzere 2 gruba ayrılır. Bu asitlerin hepsi uzun bir hidrokarbon zinciri ile ucunda bir karboksil grubunu kapsarlar. Doymamış yağ asitlerini doymuşlardan ayıran en önemli özellik, bunların çift bağ içermeleridir.

Hayvanlar, lipidlerin büyük bir kısmını besin yoluyla dışarıdan alırlar, bir kısmını da bünyelerinde sentezleme yeteneğine sahiptirler. Doymamış yağ asitlerinden sadece bir çift bağ içeren yağ asitlerini sentezleyebildikleri halde iki veya daha fazla çift bağ içeren temel yağ asitlerini sentezleyemezler. Bu yağ asitlerini dışardan almak zorundadırlar.

Balık yağı, doymamış ve aşırı doymamış yağ asitlerini yüksek oranda içerir. Özellikle C20:5n-3 (EPA, eikosapentaenoik asit) ve C22:6n-3 (DHA, dokosaheksaenoik asit) gibi hem karbon zinciri uzun, hem de doymamışlığı yüksek olan yağ asitlerini içermesi balık yağının sağlıklı yağ özelliği kazanmasında önemli rol oynar. Balık yağının bileşiminde yer alan karbon sayısı ve doymamışlığı yüksek olan bu aşırı doymamış yağ asitleri hücre zarlarının yapısında yer alarak hücre zarlarının akışkanlığı ve dolayısıyla geçirgenliğinde rol oynar (Steffens, 1997). Dokosahekzaenoik asit ise hücre membranının fonksiyonel bütünlüğü ve temel yapısal özelliklerin devamı için gereklidir (Gunasekera et al., 1999). Membranlarda bulunan bu aşırı doymamış yağ asitleri membrandaki enzim aktivitesini de etkiler (Duddley et al., 1994). Bu yağ asitleri insan beslenmesinde, hastalıkların

önlenmesinde ve sağlığın korunmasında önemli bir rol oynamaktadır. N-3 PUFA içeren balık yağı tüketimi koroner kalp hastalıkları riskini azaltmakta, hipertansiyonu düşürmekte, romatoid artrit sempoamlarını azaltmaktadır. Gelişim ve sinir sistemi, üreme fonksiyonlarındaki önemli rolü de bilinmektedir (Alasalvar et al., 2002; Sidhu, 2003).

Çalışmalar n-6 yağ asitlerinin yüksek alımının; kan vizkozitesi, vazospazm, vazokonstriksiyonu artırdığı ve kanama zamanını azalttığını göstermiştir. N-3 yağ asitleri, antiinflamatuvar, antitrombotik, hipolipidemik ve vasodilatör özelliklere sahiptirler (De Caterina et al., 2000). Balık yağına özgü olan n-3 yağ asitleri eikosanoid metabolizması ve fonksiyonunu etkilemektedir. Besinlerde bulunan n-3 yağ asitlerinin platelet kümeleşmesine engel olarak damarları açtığı ve hemostatik dengeyi değiştirdiği bildirilmiştir (Vanhoutte & Shimokawa, 1990). Trombositler, aşırı kanamayı önleyen pıhtılaştırıcı hücrelerdir. Tromboksanlar trombositlerde sentezlenir ve salındıklarında vazokonstriksiyon ve trombosit kümelenmesine neden olurlar. Prostaglandinler (PGI<sub>2</sub>) kan damarı duvarları tarafından üretilir ve trombosit kümelenmesinin güçlü inhibitörüdürler. Yani tromboksan ve prostaglandinler antagonisttir. Grönland Eskimolarında kalp hastalığı insidansında düşüklük, azalmış trombosit kümelenmesi ve uzamış pıhtılaşma zamanı seri 3 prostaglandinler (PG<sub>3</sub>) ve tromboksan TX<sub>3</sub> veren n-3 içeren balık yağlarının yüksek miktarda tüketilmesine bağlanmıştır. PG<sub>3</sub> ve TX<sub>3</sub> fosfolipidlerden araziidonat salınması ve PG<sub>2</sub> ve TX<sub>2</sub> üretilmesini inhibe eder (Murray et al., 1996).

Araşidonik asit, kardiovasküler hastalıklarda ve prostoglandinler ve eikosanoidlerin sentezi için başlama noktasıdır. Yani EPA'dan elde edilen prostoglandinler, tromboksanlar ve lökotrienlerin AA'den elde edilenlerden farklı biyolojik özellikleri vardır ki bunlar kan damarlarının büzülmesini, trombosit toplanmasını ve lökosit toksisitesine neden olmaktadır. Alfa linolenik asit (C18:3n-3, ALA) eksikliğinin en önemli sonucu olarak ALA'nın son ürünleri özellikle DHA yeterince üretilemez. Dokosaheksaenoik asit, retina ve beyin fosfolipid membranlarının ana öğesidir ve eksikliği bu orgalarda anormalliklere sebep olur. Besin ile linoleik asit (C18:2n-6, LA) fazla alındığı zaman n-3 yağ asidi eksikliği yükselir çünkü desaturasyon ve elangasyon yollarında ALA ve LA arasında aşırı

doymamış yağ asitleri ve eikosanoidleri oluşturmada bir rekabet söz konusudur (Lorgeril et al., 2001).

Lipidler balık vücudunun en önemli biyokimyasal bileşenleridir (El Sayed et al., 1984).

Balıklar lipidleri adipoz dokuda depo eden memelilerin aksine, daha çok iskelet kası ve karaciğer dokusunda depo ederler. Depolanan lipidler açlık, soğuk, hareket, üreme, büyüme ve uyku hali gibi çeşitli fizyolojik olaylarda kullanılmak üzere vücudun değişik yerlerine iletilirler (Ackman, 1967). Balıklardaki lipid ve yağ asidi bileşimi, türlere, eşeye yaşı, mevsime, beslenme ortamına, su sıcaklığına, kirliliğe ve besine göre değişiklik göstermektedir (Farkas & Csengeri, 1976; Dutta et al., 1985; Linko et al., 1985; Christiansen et al., 1989).

Balıkların yağ asidi bileşimleri türlere, sıcaklığa, besin zincirindeki farklılığa ve beslenmeye, değişik vücut kısımlarına ve balığın yıl içindeki gonat gelişimi ve üreme gibi fizyolojik durumlarına göre de değişebilmektedir (Ackman, 1967; Agren et al., 1987).

Balıkların yağ asitlerinin mevsimsel değişimlerinde özellikle alınan besinlerin ve üreme devresindeki metabolizmanın etkili olduğu belirlenmiştir (Kluytmans & Zandee, 1973a, b, Hayashi & Takagi, 1977, 1978; Farkas et al., 1978). Üreme dönemi boyunca balıkların gerekli olan enerji ihtiyaçları kas dokusundaki lipidlerden sağlanmaktadır (Newsome & Leduc, 1975).

Balıkların yağ asidi bileşimini etkileyen en önemli faktörlerden bir diğeri, balığın yaşadığı ortamın sıcaklığıdır. Balıkların membranlarının biyokimyasında çevre sıcaklığının ve diyetteki yağ asidi bileşiminin etkisi çok önemlidir (Roy et al., 1999). Balığın yaşadığı ortamın yani suyun sıcaklığının düşmesi, yapısal lipidlerindeki yağ asitlerinin karbon sayılarının yükselmesini ve doymamışlığın artmasını beraberinde getirir (Williams & Hazel, 1992). Su sıcaklığının düşmesi özellikle zarlarda biyofizyolojik düzenlemeyi gerektirir. Balıkların da dahil olduğu tüm poikilotermik hayvanlarda zarların akışkanlığının sağlanabilmesi için zarların yapısında yer alan yağ asitlerinin karbon sayıları uzatılır ve doymamışlığı artırılır. Çünkü bu değişen sıcaklık koşulları altında membran viskozitelerini sabit tutmaya çalışırlar (Kitajka et al., 1996).

Balıkların, uzun zincirli doymamış yağ asitlerini biriktirerek soğuğa uyum sağlamalarında, yağ asitlerinin doymamışlıkları yanında bazı membran enzimlerinin aktivitelerindeki artış da büyük önem taşımaktadır (Farkas & Csengeri, 1976). Sıcaklık arttığında doymamış yağ asitleri miktarında azalma, doymuş yağ asitleri miktarında ise artma olur (Farkas, 1984). Ancak balıklarda hiçbir zaman toplam doymuş yağ asitleri yüzdesi, toplam doymamış yağ asitleri yüzdesini geçemez. Bu durum balıkların poikloterm oluşları ile açıklanmaktadır (Akpınar, 1987). Sıcaklığa bağlı olarak lipid miktarındaki mevsimsel varyasyonlar yanında balığın sıcaklık değişimine bağlı olarak elde edebileceği besinlerde de değişimlerin olabileceği görülmüştür. Balıklar genellikle ısının yükselmesiyle besin tüketiminde de artış gösterirler. Su sıcaklığının 18 °C'den 34 °C'ye yükselmesiyle doymuş yağ asitleri %23.8'den %43.6'ya kadar yükselmiştir (Henderson & Tocher, 1987).

Balığın yaşadığı ortamdaki suyun sıcaklık derecesinin lipid ve yağ asidi kompozisyonuna etkisi ile ilgili yapılan ilk çalışmalarda, balığın çevresel ısısının genellikle doğrudan toplam lipidlerin doymamışlık durumu ile ilgili olduğu belirlenmiş ve ısının düşmesi ile doymamış yağ asitleri oranında artma, doymuş yağ asitleri oranında ise bir azalma olduğu görülmüştür (Hilditch & Williams, 1964).

Balıkların total lipid ve yağ asidi kompozisyonundaki en önemli değişiklik üreme döneminde gözlemlenmektedir. Bu dönemde kas karaciğer ve iç organlardaki proteinler, vitaminler ve mineraller gibi diğer besinsel bileşikler kadar depo lipidleri de gelişimi sağlamak için gonadlara iletilir (Agren et al., 1987; Cejas et al., 2003). Bu yüzden kasın besinsel değeri gonad gelişimi sırasında azalır (Uysal & Aksoylar, 2005).

Balık yağları için karakteristik olan aşırı doymamış yağ asitlerinin yüksekliği deniz balıklarında daha da artar (Sargent, 1997; Biderr et al., 2000). Balığın yağ asidi kompozisyonu besininden etkilenmektedir. Tatlısu balıklarının besinleri C18:2n-6 (linoleik asit), C18:3n-3 (linolenik asit) ve EPA ile karakterizedir (Henderson & Tocher, 1987). Bunun neticesinde tatlısu balıklarının yağ asidi kompozisyonu yüksek oranda n-6 PUFA ile karakterizedir ki bunlardan da başlıcaları C18:2n-6 ve C20:4n-6'dır (Steffens, 1997). Tatlısu ve deniz balıkları arasındaki temel fark besin kompozisyonlarındaki farklılıklardan kaynaklanmaktadır (Henderson & Tocher, 1987). Deniz balıklarının yağlarında EPA ve DHA gibi aşırı doymamış yağ asitlerinin

toplam yüzdeleri tatlı su balıklarındakinden daha yüksek olarak bulunur (Czesyn et al., 2000).

Deniz ve tatlı su balıklarının yağ asidi bileşimi belirgin şekilde farklılıklar gösterir. Tatlı su balıklarında 16-18 C'lu, deniz balıklarında ise 20-22 C'lu yağ asitleri daha çoktur. Tatlısu balıkları n-6, deniz balıkları ise n-3 yağ asitleri bakımından zengindir (Ackman, 1967).

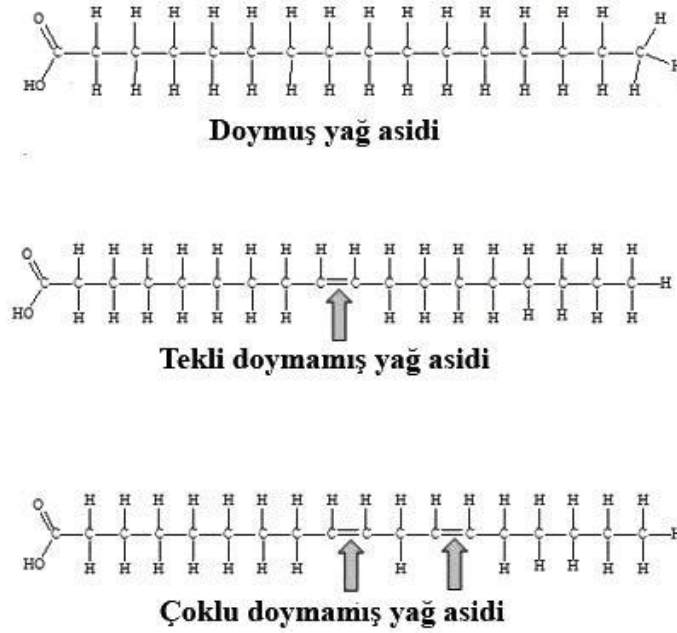
Balık etinin kalitesini belirleyen ana bileşenler lipitler ve proteinlerdir. Balık etinin lezzetli olması yapılarındaki yağlardan ve yağ asitlerinden kaynaklanmaktadır (Kinsella, 1987). Balık yağlarını oluşturan üç yağ asidi tipi vardır. Bunlar doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleridir. Halver (1989), balıklardaki doymuş yağ asitlerinin yem kökenli olabileceğini veya bağırsaktaki bakteriler tarafından oluşturabileceğini ya da mevcut bakterilerden absorbe edilebileceğini belirtmiştir (Konar ve Köprücü, 2002). Başlıca doymuş yağ asitleri miristik (C14:0), palmitik (C16:0) ve stearik (C18:0) asitlerdir. Tekli doymamış yağ asitlerini besinlerden biyosentez yoluyla sağlarlar ve C18:1'den C22:1'e kadar tekli doymamış yağ asitlerini uzatma yeteneğine sahiptirler. Çoklu doymamış yağ asitleri ikiye ayrılırlar bunlar; omega-3 (n-3,  $\omega$ -3) ve omega-6 (n-6,  $\omega$ -6) yağ asitleridir. Çoklu doymamış yağ asitleri içerisinde yaygın olarak bilinen en yüksek doymamışlık derecesi C22:6 (dokosaheksaenoik asit)'dir. Omega-3 ve omega-6'lar, alışılmışın dışında karboksil (-COOH) grubunun tersine metil (-CH<sub>3</sub>) grubundan sayıldığı zaman 3. ve 6. karbon atomunda çift bağ içeren yağ asitleridir. Balık yağları % 20-30 oranında doymuş yağ asitlerini % 70-80 oranında da doymamış yağ asitlerini içerir. Balık yağlarındaki çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA, Polyunsaturated fatty acids) miktarı %25-30'dur. Su ürünlerinde çoklu doymamış yağlar, genellikle omega-3 seklindedir. Omega-6 yağ asitleri ise toplam yağ asitleri oranının %1-3'ünü oluşturmaktadır (Skorski, 1990, Weatherley & Gill, 1989, Ackman, 1988).

Lipitler, balıklar tarafından kolaylıkla sindirilir ve enerji kaynağı olarak karbohidratlara tercih edildiği belirtilmiştir. Kas dokusu başta olmak üzere bütün organlarındaki yağ asidi bileşimi içinde omega-3 olarak bilinen yağ asitlerinin miktarları yüksektir. Bu yağ asitlerinin başlıca kaynakları sudaki besin zincirinin ilk halkasını oluşturan planktonik organizmalardır (Canpolat et al., 1999). Deniz

ürünlerindeki yağlar bitki ve hayvan yağlarına göre daha kompleks yapıdadırlar. Karbon zincir uzunluğu C14 ve C24 arasındadır, hatta C12 ile C26 bile bulunabilmektedir. C14 ile C16 tekli doymamış bağ içerirken C20 ile C22 yağ asitleri 4, 5, hatta 6 çift bağ içerirler (Keskin, 1981).

Bu araştırmada, Mayıs 2019–Şubat 2020 tarihleri arasında Beyazsu Çayı'ndan toplanan *C. auratus*, *C. gibelio* ve *C. umbla* kas, total lipit ile fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asitlerinin mevsimsel içeriğinin incelenmesi amaçlanmıştır.

**Şekil 1.1:** Doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asidi



**Tablo 1.1:** Bazı doymuş yağ asitleri

<b>Genel Adı</b>	<b>Sistemik Adı</b>	<b>Karbon sayısı</b>
Propiyonik	Propiyonik Asit	C3:0
Bütirik	Bütanik Asit	C4:0
Valerik	Pentanoik Asit	C5:0
Kaproik	Heksanoik Asit	C6:0
Kaprilik	Oktanoik Asit	C8:0
Pelargonik	Nonanoik Asit	C9:0
Kaprik	Dekanoik Asit	C10:0
Laurik	Dodekanoik Asit	C12:0
–	Tridekanoik Asit	C13:0
Miristik	Tetradekanoik Asit	C14:0
–	Pentadekanoik Asit	C15:0
Palmitik	Heksadekanoik Asit	C16:0
Margarik	Heptadekanoik Asit	C17:0
Stearik	Oktadekanoik Asit	C18:0
Arakidik	Eikosanoik Asit	C20:0
–	Henikosanoik Asit	C21:0
Behenik	Dokosanoik Asit	C22:0
–	Trikosanoik Asit	C23:0
Lignoserik	Tetrakosanoik Asit	C24:0
–	Pentakosanoik Asit	C25:0
Serotik	Hekzakosanoik Asit	C26:0
Karbozerik	Heptakosanoik Asit	C27:0
Montanoik	Oktakosanoik Asit	C28:0
Melisik	Triakontasanoik Asit	C30:0

**Tablo 1.2:** Bazı doymamış yağ asitleri

Genel Adı	Sistemik adı	Karbon ve çift bağ sayısı	Omega Ailesi
Obtusilik	4-dekenoik Asit	C10:1	$\omega$ 6
Linderik	4-dodekenoik Asit	C12:1	$\omega$ 8
Fiseterik	5-tetradekenoik Asit	C14:1	$\omega$ 9
Palmitoleik	9-heksadekenoik Asit	C16:1	$\omega$ 7
—	9-heptadekenoik Asit	C17:1	$\omega$ 8
Oleik	9-oktadekenoik Asit	C18:1	$\omega$ 9
Vakkenik	11-oktadekenoik Asit	C18:1	$\omega$ 7
Gadoleik	9-eikosenoik Asit	C20:1	$\omega$ 11
Gadoleik	11-eikosenoik Asit	C20:1	$\omega$ 9
Ketoleik	11-dokosaenoik Asit	C22:1	$\omega$ 11
Eruşik	13-dokosaenoik Asit	C22:1	$\omega$ 9
Nervonik	15-tetrakosaenoik Asit	C24:1	$\omega$ 9
Linoleik	9,12-oktadekadienoik Asit	C18:2	$\omega$ 6
$\alpha$ -Linolenik	9,12,15-oktadekatrienoik Asit	C18:3	$\omega$ 3
$\delta$ -Linolenik	6,9,12-oktadekatrienoik Asit	C18:3	$\omega$ 6
Stearidonik	6,9,12,15-oktadekatetraenoik Asit	C18:4	$\omega$ 3
—	11,14-eikosadienoik Asit	C20:2	$\omega$ 6
Dihomo- $\delta$ -Linolenik	8,11,14-eikosatrienoik Asit	C20:3	$\omega$ 6
—	11,14, 17-eikosatrienoik Asit	C20:3	$\omega$ 3
Arakidonik	5,8,11,14-eikosatetraenoik Asit	C20:4	$\omega$ 6
EPA	5,8,11,14,17-eikosapentaenoik Asit	C20:5	$\omega$ 3
—	13,16-dokosadienoik Asit	C22:2	$\omega$ 6
Adrenik	7,10,13,16-dokosatetraenoik Asit	C22:4	$\omega$ 6
—	7,10,13,16,19-dokosapentaenoik Asit	C22:5	$\omega$ 3
DPA	4,7,10,13,16-dokosapentaenoik Asit	C22:5	$\omega$ 6
DHA	4,7,10,13,16,19-dokosaheksaenoik Asit	C22:6	$\omega$ 3

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1 Balıklarda Yağ Asidi Bileşimi

Balıklarda yağ asidi içeriğini etkileyen faktörler; mevsim, su sıcaklığı, coğrafik bölge, balığın büyüklüğü, eşeyi, besini ve üreme döngüsüdür (Bandarra et al., 1997, Shirai et al., 2001, Luzia et al., 2003).

Tatlı su balıklarında yapılan çalışmalarda SFA'lar içinde en çok bulunan yağ asidi C16:0'dır. Diğer doymuş yağ asitleri bileşenlerin oranı düşüktür. C13:0 (tridekononik asit), C15:0 (pentadekanoik asit) ve C17:0 (heptadekanoik asit), C19:0 gibi tek karbonlu doymuş yağ asitleri de az miktarlarda da olsa saptanmıştır. Oleik asit,  $\Sigma$ MUFA'lar içinde en fazla oranda olup bunu C16:1n-7 izlemiştir. Çoklu doymamış yağ asitlerinden C18:2n-6, C18:3n-3, EPA ve DHA oranı balık türleri arasında oldukça değişiklik göstermiştir (Kolakowska et al., 2000, Kminkova et al., 2001, Ackman et al., 2002, Haliloğlu et al., 2004, Çelik et al., 2005, Uysal & Aksoylar 2005, Güler et al., 2007, Akpınar et al., 2009, Cengiz et al., 2010; Kayhan et al., 2015; Kaçar & Başhan, 2015; Kaçar & Başhan, 2016).

Göl balıklarının incelendiği bir çalışmaya göre, C16:0; doymuş yağ asitlerinin büyük bir kısmını oluşturmuştur. Tekli doymamış yağ asitleri içerisinde en fazla C18:1n-9; çoklu doymamış yağ asitleri içinde ise en çok C18:2n-6, C18:3n-3, C20:5n-3 ve C22:6n-3 bulunmuştur. Baykal Gölü'ndeki bu balıkların önemli bir n-3 yağ asidi kaynağı olduğu belirlenmiştir (Wang et al., 1990).

Tatlısu balıklarında, C16:1n-7 oranının yüksek olduğunu ileri sürülmüştür (Ackman, 1989).

Tatlısu balıkları ile ilgili başka bir çalışmada, en fazla görülen yağ asitleri C16:0, C16:1n-7, C18:1n-9, C20:5n-3 ve C22:6n-3 olduğu belirlenmiştir. Palmitik asit, doymuş yağ asitleri içinde, C18:1n-9 ise tekli doymamış yağ asitleri içinde en fazla bulunan yağ asitleri olmuştur. Prostanoidlerin öncülü olan EPA; *Carassius carassius* ve *Chondrostoma nasus*'ta %6, *Abramis brema*'da %11.8, DHA oranı; *C. carassius*'da %4.0, *A. brama*'da %15.3 olarak bulunmuştur (Aggelousis & Lazos, 1991).

Çoklu doymamış yağ asidi kompozisyonu balık türleri arasında farklılık gösterir (Rahman, vd. 1995). Balık dokularında, DHA ve EPA miktarları AA'ten fazladır. Balıkların çok önemli bölümünde  $\Sigma$ SFA'lardan C16:0'ın bütün dokularda dominant olduğu bildirilmektedir (Czesny & Dobrowski, 1998).

Yılmaz et al. (1996), *Capoeta capoeta umbla* üzerinde yapmış oldukları çalışmada total lipid ve yağ asidi miktarının aylar arasında değişik varyasyonlar gösterdiğini ve erkek bireylerde total lipid miktarının kış mevsiminde, yağ asidi miktarının da sonbahar ve kış mevsiminde diğer mevsimlere göre yüksek bulunduğunu belirtmişlerdir.

Çevre şartlarının değişimine ilk tepkiyi total yağ ve ona bağlı olarak özellikle yağ asitlerinin verdiği bilinmektedir (Crowford, vd., 1986). Toplam SFA miktarı, Tuzla Çayı'ndan toplanan balıklarda mevsimsel olarak farklı bulunmuştur. En yüksek  $\Sigma$ SFA Tuzla Çayı'nda yaz ayında %42.05 çıkarken barajdan toplanan balıklarda tam tersi ilkbaharda (%37.37) daha yüksek bulunmuştur. Toplam MUFA genelde gölden toplanan balıklarda daha yüksek çıkarken en düşük değerler Tuzla Çayı'ndan toplanan örneklerde yaz mevsiminde (%28.0) saptanmıştır. En yüksek n-3 PUFA değeri Tuzla Çayı sonbahar mevsiminde alınan balıklarda (%18.71) en düşük oran ise yaz mevsiminde alınan balıklarda (%7.62) bulunmuştur. n-3PUFA/n-6 PUFA oranları her iki habitatta birbirine yakın çıkarken en büyük değişiklik Tuzla Çayı yaz (%0.37) ve sonbahar (%1.14) örneklerinde 3 kat farkla bulunmuştur. Eikosapentaenoik asit değerleri birbirine yakın çıkarken DHA mevsimsel olarak farklı bulunmuştur. (Aras, vd., 2009).

Tuzla çayından toplanan *C. c. umbla*'nın kas dokusu yağ asidi bileşimi; yaz, sonbahar, kış ve ilkbahar aylarında sırasıyla  $\Sigma$ SFA; %42.05, %34.48, %32.14, %38.70; C16:0 yağ asidi %23.59, %21.43, %21.55, %24.80; C18:0 yağ asidi %9.42, %7.50, %4.61, %6.53;  $\Sigma$ MUFA %26.48, %26.36, %32.04, %28.88; C18:1n-9 yağ asidi %8.57, %9.39, %6.72, %4.89;  $\Sigma$ PUFA %28.45, %35.13, %34.7, %28.29; C22:6n-3 yağ asidi %5.14, %15.86, %11.03, %6.84 ve n-3/n-6 oranı 0.37, 1.14, 0.68, 0.51 olduğu belirlenmiştir (Aras, vd., 2009).

Tercan barajından toplanan *C. c. umbla*'nın kas dokusu  $\Sigma$ SFA; %31.71, %36.97, %34.72, %37.37; C16:0 yağ asidi %16.05, %24.12, %22.26, %23.63; C18:0

yağ asidi %6.71, %6.27, %5.52, % 6.24;  $\Sigma$ MUFA %31.39, %33.48, % 32.74, %30.40; C18:1n-9 yağ asidi %9.42, %11.05, %8.53, %8.07;  $\Sigma$ PUFA %33.13, %28.95, %29.97, % 31.13; C22:6n-3 yağ asidi %9.40, % 6.13, % 9.11, %10.22 ve n-3/n-6 oranı 0.58, 0.48, 0.62, 0.71 olarak belirlenmiştir (Aras, vd., 2009).

*Vimba vimba tenella*'nın kas dokusunda tüm mevsimlerde dominant olarak bulunan yağ asitlerinin; C16:0, C18:1n-9, C18:2n-6, AA, EPA ve DHA'nın olduğu belirlenmiştir (Kalyoncu et al., 2009).

Dicle Nehri'nden toplanan balıklarda  $\Sigma$ SFA içinde en fazla C16:0,  $\Sigma$ MUFA içinde C18:1n-9,  $\Sigma$ PUFA içerisinde ise EPA ve DHA en fazla belirlenmiştir (Cengiz et al., 2010).

Dal Bosco et al. (2010) gözlemlendiği gibi, Japon balığı (*Carasius auratus*) filetosundaki başlıca yağ asitleri; palmitik (C16:0), oleik (C18:1n-9), linoleik (C18:2n-6), arakidonik (C20:4n-6), EPA ve DHA'dır.

Dal Bosco et al. (2012), *C. auratus* ile yaptıkları mevsimsel çalışmada; sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde sırasıyla C16:0 yağ asidini %22.1, %21.8, %15.2 ve %17.1; C18:0 yağ asidini %7.19, %4.80, %6.74, %7.70;  $\Sigma$ SFA %33.2, %32.6, %29.7, %33.6; C16:1n-7 yağ asidini %2.54, %4.86, %3.56, %4.47; C18:1n-9 yağ asidini %9.59, %11.0, %11.3, %10.4;  $\Sigma$ MUFA %16.4, %20.9, %18.3, %18.8; C18:2n-6 yağ asidi %13.8, %17.1, %15.6, %12.5; EPA yağ asidi %6.81, %5.15, %6.54, %8.09; DHA yağ asidi %14.6, %10.6, %13.3, %14.5;  $\Sigma$ PUFA ise %50.4, %46.5, %51.9, %50.0 olarak bulmuşlardır.

Munzur Nehri'nden toplanan *C. umbla*'nın erkek ve dişi bireylerinde; her mevsimi temsil eden temmuz, kasım, ocak ve nisanda C16:0'ın oranı *C. umbla* dişilerinde sırasıyla %19.74, %20.47, %23.57, %20.92, erkeklerinde % 21.28, %23.37, %22.5, %22.26; C16:1n-7 *C. umbla* dişilerinde %19.58, %11.28, %14.39, %13.93, erkeklerinde % 18.48, %11.99, %15.91, %17.15; C18:1n-9 oranı *C. umbla* dişilerinde %15.31, %11.86, %17.86, %12.96, erkeklerinde %14.2, %18.11, %20.07, %14.66; EPA *C. umbla* dişilerinde %15.06, %20.01, %12.51, %15.84, erkeklerinde %16.1, %14.94, %12.02, %14.22, DHA *C. umbla* dişilerinde %5.74, %10.91, %7.88, %10.28, erkeklerinde % 6.75, %7.51, %6.99, %8.43 olarak belirlenmiştir. N-6 PUFA'lardan

C18:2n-6 ve n-3 PUFA'lardan C18:3n-3 ile diğerk bir önemli n-6 olan AA oranı düşük oranda saptanmıştır.

Balıkların besin değerinin ortaya konmasında ele alınan önemli parametrelerden n-3/n-6 oranının *C. umbla* dişilerinde temmuz, kasım, ocak ve nisan aylarında sırasıyla 5.57, 10.06, 5.85, 6.30; erkeklerinde 10.81, 8.62, 6.68, 8.86 olarak belirlenmiştir (Kaya, 2017).

N-3/n-6 oranı, balık yağlarının besinsel değerini karşılaştırmak için kullanılır (Piggott & Tucker, 1990). Bu değerin 1:1 olmasını tavsiye edilmektedir (Simopoulos, 1989). Tatlısu balıklarında n-3/n-6 oranı 0.22-25 arasında değişir (Andrade et al., 1995, Özoğul et al, 2007) ve bu oran deniz balıklarından daha düşüktür. Ancak tatlısuda yaşayan bazı balık türlerinin EPA ve DHA bakımından zengin olduğu söylenebilir. Ackman (1967), tatlısu balıklarında n-3/n-6 oranının 1.7-3.5; Wang et al. (1990), ise 0.5-3.8 aralığında olduğunu tespit etmişlerdir.

## 2.2. Balıkların Yağ Asidi Bileşimine Etki Eden Faktörler

Balıkların yağ asidi bileşimi eşeye ve yaşa bağlı olarak değişebildiği gibi mevsimsel olarak da değişebilmektedir (Hayashi & Takagi, 1978). Ayrıca, türlere, sıcaklığa, besine, deniz veya tatlısu olup olmaması ve üremeye göre de değişiklik gösterebilmektedir (Agren et al., 1987).

Balıkların yağ asitlerinin mevsimsel değişimlerinde besinlerin ve üremenin etkili olduğu saptanmıştır (Farkas et al., 1978).

Mevsimplere bağlı olarak su sıcaklığı ve besin maddeleri değişebilmektedir. Bunlarda balık lipitlerinin yağ asiti içeriğini etkilemektedir.

Eğirdir Gölü'nden alınan sudakların kas dokusunda SFA ilkbaharda yüksek, sonbaharda ise düşük olduğu saptanmıştır. C18:1n-9 Temmuz ayında yüksek, ocak ayında ise düşük değerde bulunmuştur. Total PUFA'lar ise kasım ve ocak aylarında yüksek, mayıs ayında ise düşük saptanmıştır (Uysal, 2000).

Beyşehir Gölü'ndeki *Cyprinus carpio*'nun kası yağ asiti içeriğinin, mevsime bağlı olarak değiştiiği ve tüm mevsimlerde en fazla oranda bulunan yağ asitlerinin C18:1n-9, C16:0, C16:1n-7, DHA, C18:2n-6, AA, C18:0 ve EPA olduğunu saptamışlardır (Güler et al., 2008).

*Silurus triostegus*'ta C16:1n-7, C18:1n-9 yazın, C18:2n-6, AA, C18:3n-3 ise kış ve ilkbaharda, EPA ile DHA ise ilkbaharda, diğer mevsimlere oranla artmıştır (Cengiz et al., 2012).

Balıkların yağ asidi kompozisyonunun etkileyen faktörlerden biri, sıcaklıktır. Balıkların membranlarının biyokimyasında sıcaklığın ve besindeki yağ asidi bileşiminin etkisi önemlidir (Roy et al., 1999). Suyun sıcaklığının düşmesi, membran yapısındaki lipitlerin yağ asitlerinin doymamışlığının artmasına neden olur (Williams & Hazel, 1992). Su sıcaklığının düşmesi membranlarda biyofizyolojik düzenlenmeyi gerektirir. Tüm poikilotermik hayvanlarda zarların akışkanlığının sağlanabilmesi için zarların yapısında yer alan yağ asitlerinin doymamışlıkları artırılır. Çünkü değişen sıcaklık koşulları altında viskozitelerini sabit tutmaya çalışırlar (Kitajka et al., 1996).

Balıkların yağ asidi kompozisyonuna etki eden önemli faktör besinlerinde bulunan canlıların içerdiği yağ asidi kompozisyonudur (Steffens, 1997). Ancak canlıların beslenme şekline yani karnivor, herbivor ve omnivor oluşuna göre farklılık gösterebilir. Özellikle omnivor hayvanlar hem hayvansal hem de bitkisel kaynakları kullanabilme kapasitelerinden dolayı diğerlerinden önemli derecede farklılıklar gösterir (Ahlgren et al., 1994). Balıklar için önemli yaşam yiyecekleri; fitoplanktonik algler ve zooplanktonik organizmalardır (Seifert, 1972). Tatlısu algleri, Krustase'ler ve sucul böcek larvaları, genellikle C18:2n-6, C18:3n-3 ve C20:5n-3 bakımından zengindir. Bunlardan C22:5n-3 ve C22:6n-3 yağ asitleri akuatik böceklerden daha çok Krustase'lerde bulunmuştur. Bu nedenle tatlısu balıklarının yağ asidi bileşimi yüksek içerikli omega-6 PUFA olan, linoleik ve arakidonik asit (C20:4n-6) tarafından karakterize edilmektedir (Henderson & Tocher 1987, Steffens, 1997).

Malezya'da n-6 PUFA bakımından zengin olan sucul organizmalarla beslenen balıklarda n-6 PUFA oranının n-3 PUFA'lardan fazla olduğu görülmüştür (Rahman, vd., 1995).

Atatürk barajından alınan *Capoeta trutta*'nın dokularında fazla oranda C16:1n-7 bulunması, besin kaynaklanmaktadır, çünkü balıkların besinini oluşturan *Oscillatoria* ile Diatomelerin C16:1n-7 bakımından zengindir (Kaçar, vd., 2010).

### 2.3. Balıklarda Fosfolipit ve Triaçilgliserol Yağ Asiti Analizi

Fosfolipitler ve TAG'ün balık metabolizmasında farklı görevleri vardır. Fosfolipitler, hücre membranının temel bileşeni ve içerdikleri 20 karbonlu doymamış yağ asitleri, eikosanoidlerin öncülü olarak görev yapar. Triaçilgliserollerde yağ dokuda depo edilirler ve enerji rezervi olarak kullanılırlar (Sargent et al., 1995).

Triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içeriğine besin ve üreme döngüsü etki ederken PL'deki yağ asitlerine ise sıcaklık etki eder. Besinden gelen yağ asitleri depo edilmektedir. Oysa hücre zarlarında bulunan PL'lerdeki yağ asitleri balık gibi poikloterm olan hayvanlarda ortam ısısından etkilenmektedir. Bu yüzden PL'lerdeki yağ asitleri, TAG'ye oranla daha sık değişimlere uğrarlar (Parker et al., 1980).

Besinsel lipitler; nötral lipitlerdeki yağ asidi içeriğine etki etmektedir (Jump, 2002). Besin ile alınan C18:2n-6 ve C18:3n-3, elongasyon ve desaturasyon reaksiyonları ile AA, EPA ve DHA'lara dönüştürülerek PL'lerin yapısına girerler. Ancak bu yağ asitleri, herhangi bir reaksiyona girmeden doğrudan TAG fraksiyonunda depolanırlar (Farkas et al., 1980). Fakat bazı çalışmalarda besin ile alınan yağ asitlerinin her iki fraksiyondaki bileşenleri etkilediği belirlenmiştir (Jobling & Bendiksen, 2003).

Fosfolipit yağ asidi içeriğine sıcaklığın önemli etkisinin olduğu görülmüştür (Jobling & Bendiksen, 2003). Düşük sıcaklıkta, balık gibi poikloterm hayvanlarda membran akışkanlığının devamını sağlamak için PL'lerdeki doymamış yağ asitlerinin oranı artarken doymuş yağ asitlerinin oranı azalma göstermiştir (Jobling & Bendiksen, 2003). Miktarı artan bileşenler ya tekli doymamışlar ya da çoklu doymamışlardır (Logue et al., 2000).

Palmitik asit,  $\Sigma$ SFA'ler içinde dominant olup, balık dokularındaki oranı, besinden etkilenmemektedir (Ackman et al., 1975).

Gonat gelişimi esnasında,  $\Sigma$ MUFA ile karşılaştırıldığında çoğunlukla EPA ve DHA miktarı korunur. Bu iki yağ asidinin oranlarının fazla değişmemesi, hücre membran yapısının korunması için gereklidir (Cejas et al., 2004).

*S. triostegus*'un PL fraksiyonunda yaz mevsiminde  $\Sigma$ SFA, diğer mevsimlerde de  $\Sigma$ MUFA daha yüksek oranda bulunmuştur. Palmitik asit yaz mevsiminde, DHA kış mevsiminde fazla miktarda oranda saptanmıştır (Cengiz et al., 2012).

*Vimba vimba*'nın kas PL fraksiyonunda en fazla C16:0, C18:1n-9, AA, EPA, DHA olduğu görülmüştür (Görgün et al., 2013).

*C. umbla*'nın kas lipitlerinin fosfolipit içeriğinde belirlenen dominant bileşenlerden C16:0, *C. umbla* dişilerinde temmuz, kasım, ocak ve nisan aylarında sırasıyla; %15.45, %23.13, %20.86, %20.51, erkeklerinde %19.82, %23.97, %21.32, %21.34; C18:1n-9, *C. umbla* dişilerinde %12.27, %9.90, %14.57, %9.90, erkeklerinde %12.9, %12.72, %12.95, %8.92; EPA, *C. umbla* dişilerinde %20.77, %21.36, %17.36, %23.62, erkeklerinde %18.8, %18.45, %19.23, %23.3; DHA, *C. umbla* dişilerinde %19.11, %15.93, %17.48, %16.64, erkeklerinde %15.09, %13.7, %17.77, %19.41;  $\Sigma$ SFA, *C. umbla* dişilerinde %23.67, %34.27, %28.2, %28.97, erkeklerinde %30.11, %35.59, %28.41, %29.94;  $\Sigma$ MUFA, *C. umbla* dişilerinde %19.21, %13.77, %23.44, %15.02, erkeklerinde %20.63, %18.3, %20.37, %13.61;  $\Sigma$ PUFA, *C. umbla* dişilerinde %57.05, %51.87, %48.27, %55.93, erkeklerinde %49.19, %46.05, %51.13, %56.37 olarak bulunmuştur (Kaya, 2017).

Tatlısu balıklarının TAG fraksiyonlarında, palmitoleik asidin yüksek oranlarda bulunur (Ackman & Takeuchi, 1986).

Triaçilgliserol fraksiyonunda en çok monoenler sonra doymuşlar ondan sonra PUFA gelmektedir (Henderson & Tocher, 1987).

Balık dokularının PL lipit fraksiyonları C20 ve C22 PUFA, TAG ise C18:1n-9,  $\Sigma$ MUFA ile C18:2n-6 ve C18:3n-3 bakımından zengindir (Henderson & Tocher, 1987).

Palmitik asit, C16:1n-7, C18:1n-9 gibi yağ asitleri, TAG fraksiyonunda fazla bulunurlar. Ackman (2002)'a göre, TAG'deki C20:5n-3; C22:6n-3'ten daha fazla bulunur.

*S. triostegus*'un TAG fraksiyonunda;  $\Sigma$ MUFA ilkbahar ve yaz,  $\Sigma$ PUFA ise kış ve ilkbahar mevsimlerinde artmıştır. Palmitik asit yazın, C18:1n-9 ve C18:2n-6 ilkbaharda, DHA sonbahar ve kış mevsiminde yüksek oranda saptanmıştır (Cengiz et al., 2012).

*V. vimba*'nın kas dokusu TAG fraksiyonunda  $\Sigma$ SFA'lar arasında dominant olarak C16:0,  $\Sigma$ MUFA'lar arasında C18:1n-9,  $\Sigma$ PUFA'lar arasında ise EPA belirlenmiştir (Görgün et al., 2013).

*C. umbla*'nın erkek ve dişi bireylerinin kas TAG fraksiyonunda doymuş yağ asitlerinden C16:0, tekli doymamışlardan C16:1n-7 ve C18:1n-9, çoklu doymamışlardan EPA ve DHA en fazla bulunan yağ asitleri olmuştur. Bu bileşenlerden C16:0 yağ asidinin temmuz, kasım, ocak, nisan aylarında; *C. umbla* dişilerinde % 21.09, %22.93, %28.69, %27.73, erkeklerinde %25.46, %24.72, %22.14, %23.85, C16:1n-7 oranı *C. umbla* dişilerinde %12.47, %12.62, %13.27, %10.42, erkeklerinde % 14.28, %15.2, %9.85, %11.6; C18:1n-9 oranı *C. umbla* dişilerinde % 12.27, %9.87, %10.82, %16.62, erkeklerinde % 12.71, %13.92, %10.83, %11.23; EPA oranı *C. umbla* dişilerinde % 20.34, %21.07, %13.57, %13.23, erkeklerinde %17.09, %10.49, %19.63, %22.08; DHA *C. umbla* dişilerinde % 8.13, %6.81, %5.54, %8.44, erkeklerinde % 6.23, %6.70, %14.98, %9.39;  $\Sigma$ SFA *C. umbla* dişilerinde % 27.7, %31.08, %36.41, %36.65, erkeklerinde % 33.58, %31.22, %29.4, %31.34;  $\Sigma$ MUFA *C. umbla* dişilerinde % 25.98, %23.12, %25.82, %29.97, erkeklerinde % 28.02, %30.83, %22.22, %23.45;  $\Sigma$ PUFA *C. umbla* dişilerinde % 46.25, %45.72, %29.62, %33.3, erkeklerinde % 38.3, %37.88, %48.33, %45.12 olarak bulunmuştur (Kaya, 2017).

Bazı çalışmalarda, balık lipitlerinin PL ve TAG fraksiyonundaki n-3/n-6 oranı da belirlenmiştir. Henderson ve Tocher (1987) tatlisu balıklarının PL'inde bu oranın 1.6-2.0 arasında olduğunu bildirmiştir.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Balıkların Sistematiği

##### 3.1.1. *Carassius gibelio*

*C. gibelio*, lentik habitatlarda dağılan omnivor bir türdür (Szczerbowski., 2001a; Zhu et al., 2004; Yılmaz ve diğerleri, 2007). 30.000 ile 400.000 yumurta üretebilirler (Szczerbowski., 2001a). Yumurtlama esas olarak ilkbahar ve Yaz mevsimleri arasında gerçekleşir (Balık vd, 2002; Tarkan et al., 2007; Tarkan et al., 2012a).

Perdikaris et al, (2012); aşırı hipoksi-anoksi (Lushchak ve diğerleri, 2001), amonyak (Nathanailides ve diğerleri, 2003), sıcaklık (Antonova, 2010) ve tuzlu suya (Elger & Hentschel, 1981) uyum sağlayabileceklerini belirttiler.

Türkiye'deki çoğu baraj göl ve gölette yer alan karnivor canlılara yem olması, gerekse de ortamı balıklandırmak amacıyla aşılmalarda ve aşırı üreme kapasitesi ile pek çok göllerde dominant bir tür durumuna gelmiştir (Bulut, 2010). *C. gibelio*, gümüşü renkte sazı andıran bir balıktır. *C. gibelio* Türkiye'deki birçok iç su kaynağına sonradan girdiği düşünülmektedir (Tarhan, 2007; Dağtekin & Baştürk, 2014). Durgun suları ve yoğun bitki bulunan kıyıları seçerler ve soğuk havalarda yumuşak çamurlara gömülürler. Bitkiler, mayıs böceği, dipter larvaları ve küçük zooplanktonik organizmalar ile beslenirler (Geldiay & Balık, 1999; İlhan, 2006; Küçük, 1998).

*C. gibelio* istilacı bir türdür. Bu istilacılık özelliğinin de etkisiyle diğer bazı balık toplulukları için güçlü bir rekabetçi olarak baskınlık göstermesinin yanısıra (Sarı, vd., 2010) ve bazı balıklar için de zararlı olarak bilinir (Kalous et al., 2004).

*C. gibelio*'nun Türkiye iç sularına sonradan aşılmasının (Parlak, vd., 2009; Ayoola, 2008) öncelikli amacı ortamı balıklandırmak ve karnivor türlere yem sağlamaktır (Bulut, 2010).

### **Sistematigi**

**Phylum:** Chordata

**Subphylum:** Vertebrata

**Classis:** Teleostei

**Superordo:** Ostariophysi

**Ordo:** Cypriniformes

**Familya:** Cyprinidae

**Genus:** *Carassius*

*Carassius gibelio* (Bloch, 1782).

#### **3.1.2. *Carassius auratus***

*C. auratus*, uzun, tıknaz bir vücuda sahiptir. Tamamı parlak altın renginde değildir. Sazanların ulaştığı büyük boylara ulaşmaz (Robison ve Buchanan, 1988).

Omnivor bir türdür. Bitkileri, sivrisinek larvaları gibi böcekleri, küçük kabukluları, zooplanktonları yerler. Bitkilerin yoğun olduğu kıyı zonlarını tercih ederler. Üreme dönemi Mayıs- Haziran arasındadır. Etleri lezzetli olduğu için büyük boylu olanları besin olarak tüketilebilirler (Geldiay & Balık, 2007).

Yavaş akıntılı, ılıman, su bitkilerince zengin nehirler, göller, lagünler, havuzlar ile akvaryum ortamında yetiştirildikleri rapor edilmektedir (Savaş, vd., 2006; Ford & Beitinger, 2005). Japon balıklarının, mevsimsel olarak su sıcaklığı 0 °C'ye kadar düşen ve 35 °C'ye kadar yükselen ortamlarda yaşadıkları, uygun çevre koşullarında yıl genelinde yumurtladıkları ve genel olarak su sıcaklığının 18-20 °C'ye ulaştığı ilkbahar mevsiminde yumurtlamaya başladıkları belirtilmektedir (Watson et al., 2004).

Japon havuz balığı olarak isimlendirilen *C. auratus*'un sistematikteki yeri aşağıda belirtildiği gibidir (Barım, 1988).

**Phylum:** Chordata

**Subphylum:** Vertebrata

**Classis:** Osteichthyes

**Subclasis:** Actinopterygii

**Ordo:** Cypriniformes

**Familya:** Cyprinidae

**Genus:** Carassius

*Carassius auratus*

### 3.1.3. *Capoeta umbla*

Vücut küçük pullarla örtülüdür. Burun küt, ağız büyük ve enine yarıklıdır. Dudaklar boynuzsu yapıdaki sert bir deri ile örtülmüştür. Ağız köşelerinde bir çift küçük bıyık vardır. Dorsalin sonuncu kemik ışıını az gelişmiştir ve posterior kenarında küçük dişçikler bulunur. Renk sırtta koyu esmer, yanlarda kahverengi-sarı, karın bölgesinde ise çoğu zaman kirli beyaz bir görünümdeyir. Uzunluğu 45 cm. kadar olabilir. Bu ırkın yayılış alanı ise, Fırat ve Dicle Nehir sistemlerinin yukarı havzalarıdır (Geldiay & Balık, 2007). Üreme Mayıs-Temmuz ayları arasında gerçekleşir.

Herbivor bir balık cinsi olan *Capoeta* Türkiye’de Fırat ve Dicle Nehir Sistemlerinin yukarı havzalarında yayılış göstermektedir (Kuru, 1975; Geldiay & Balık, 2007).

Türün sistematüğinde, Nelson (2006) tarafından verilen sınıflandırma esas alınmıştır.

**Class:** Actinopterygii

**Subclass:** Neopterygii

**Superordo:** Ostariophysi

**Ordo:** Cypriniformes

**Superfamilya:** Cyprinoidea

**Familya:** Cyprinidae

**Subfamilya:** Cyprininae

**Genus:** *Capoeta*

*Capoeta umbla* (Heckel, 1843)

### 3.2. Balık Örneklerinin Toplanması

Bu araştırmada, *C. auratus*, *C. gibelio* ve *C. umbla* balık türlerine ait örnekler, Beyazsu Çayı (Nusaybin/MARDİN)'ndan Mayıs 2019, Temmuz 2019, Ekim 2019 ve Şubat 2020 aylarında olmak üzere bir yıllık sürede, fanyalı ağlar kullanılarak yakalanmıştır. Balıkların tür teşhisi Dicle üniversitesi Biyoloji Bölümü Araştırma görevlisi Dr. Tarık ÇİÇEK tarafından yapılmıştır.

Yakalanan balık örnekleri, aynı gün, içinde buz bulunan ısı yalıtımlı koruyucu kaplara konularak laboratuvara getirilmiştir. Balık örneklerinin karınları açılarak balıkların, sırt yüzgeçleri ile yan hat (linea lateral) arasındaki bölgeden deri yüzüldükten sonra yeterli miktarda (5 gr) kas örnekleri alınmıştır. Alınan kas örneklerinin yaş ağırlıkları saptandıktan sonra tüplere konularak analiz edilmeye kadar -25 °C'de kloroform-metanol (2:1 v/v) karışımında muhafaza edilmiştir.

### 3.3. Lipit Ekstraksiyonu ve Yağ Asitlerinin Metil Esterlerine Dönüştürülmesi

Kas dokusu; kloroform-metanol (2:1 v/v) karışımında yüksek devirli IKA marka homojenizatörde homojenize edilmiştir (Folch, 1957). Homojenat, Whatman No: 1 süzgeç kağıdı ile süzölmüştür. Sulu fazın ayrılması için, süzöntü, bir ayırma hunisine alınmıştır. Süzöntüye total hacminin 1/4 'i kadar % 0.88'lik KCl çözeltisi ilave edilerek iyice karıştırılmıştır. Berrak iki faz oluşuncaya kadar beklenmiştir. Faz ayırımından sonra alt tabakadaki kloroform fazı ikinci bir ayırma hunisine alınarak hacminin 1/4'i kadar metanol-su ile (1:1 v/v) yıkanmış ve faz ayırımı için tekrar bekletilmiştir. İkinci faz ayırımından sonra alttaki kloroform tabakası temiz bir erlen içine alınarak susuz sodyum sülfat ile muamele edilerek, kloroform içinde bulunan eser miktardaki su uzaklaştırılmıştır. Saf lipit bileşenlerinden oluşan kloroform fazı, darası alınmış bir tartı kabı içine alınarak Whatman No: 1 süzgeç kağıdı ile süzölmüştür. Tartı kabı içerisindeki ekstraktın çözöcüsü, evaporatörde tamamen uçurulmuştur. Örneklerdeki total lipitlerin fraksiyonlanmasında ince tabaka kromatografi tekniği kullanılmıştır. Bunun için, Merck marka 20 cm X 20 cm ebatındaki silikajel pleytler kullanılmıştır. Örnekler pleylere uygulanmadan önce etüvde 100 °C'de bir saat boyunca kurutulmaya bırakılmıştır daha sonra etüvden çıkarılan pleytler soğumaya bırakılmıştır. Örneklerin total lipit ekstraktları, pleytlerin üzerine spotlanmıştır. Total lipitler; petrol eteri-dietil eter-asetik asit (80:20:1)

karışımında yürütülmüştür. Pleytler havada kurutulduktan sonra, 2'7' dikloroflorosein püskürtülüp, lipit fraksiyonları UV lambası altında görülür hale getirilmiştir. Standartlar yardımıyla saptanan triaçilgliserol ve fosfolipit fraksiyonuna ait bantlar kazılarak tüplere aktarılmıştır. Her fraksiyona, 3 ml metanol ve 3-5 damla sülfürik asit damlatılarak 2 saat süreyle geri soğutucu altında 85 °C'de ısıtılmıştır. Böylece yağ asitlerinin, yağ asidi metil esterlerine dönüşümü sağlanmıştır. Çözelti soğuduktan sonra, hekzan kullanılarak metil esterleri ekstrakte edilmiştir. Yağ asidi metil esterlerinin analizi için FID dedektörüne sahip gaz kromatografi cihazı kullanılmıştır.

### **3.4. Gaz Kromatografi Koşulları**

Yağ asiti metil esterlerinin analizi, SHIMADZU GC 2010 PLUS model Gaz Kromatografi cihazında, alev iyonizasyon dedektörü (FID) ve DB-23 kapiller kolon (30m x 0.25mm iç çapı x 0.25µm film kalınlığı) kullanılarak yapılmıştır. Dedektör sıcaklığı: 250°C; enjektör sıcaklığı: 250°C; enjeksiyon: Split-model 1/20. Gaz akış hızları: Taşıyıcı gaz: 30 m'lik kolon için helyum 0.5 ml/dk; hidrojen: 30 ml / dk; kuru hava: 400 ml/dk. Kolon (fırın) sıcaklığı: 170 °C'da, bekleme süresi, 2 dakika; 210 °C'ye 2 °C/dakika, bekleme süresi 20 dakika; analiz süresi toplamda 42 dakikadır. Örnek, cihaza 1 mikrolitre olacak şekilde enjekte edilmiştir. Yağ asitleri metil esterlerinin kromatogramları ve toplam yağ asitleri miktarları bilgisayarda GC Solution (Versiyon 2.4) bilgisayar programı ile elde edilmiştir. Örneklerin kromatogramındaki pikleri, standarttaki bütün yağ asitlerinin metil esterlerinin alıkonma zamanları ile karşılaştırılarak belirlenmiştir. Sonuçlar kalitatif değer olarak % yağ asiti üzerinden verilmiştir (Tablo 3).

**Tablo 3.1:** 30 m'lik kapiller kolonlarda yağ asitlerinin çıkış zamanları (dk).

Yağ asitleri metil esteri	Çıkış zamanı (30 m)
12:0 (Laurik asit)	3.88
13:0 (Tridekanoik Asit)	5.20
14:0 (Miristik Asit)	6.43
15:0 (Pentadekanoik Asit)	7.70
16:0 (Palmitik Asit)	9.46
16:1n-7 (Palmitoleik Asit)	9.94
17:0 (Heptadekanoik Asit)	11.74
18:0 (Stearik asit)	13.56
18:1n-9 (Oleik asit)	14.34
18:2n-6 (Linoleik asit)	15.20
18:3n-3 (Linolenik asit)	16.71
20:1n-9 (Eikosenoik Asit)	18.50
20:2n-6 (Eikosadienoik Asit)	20.55
20:3n-6 (Eikosatrienoik Asit)	21.34
20:4n-6 (Arakidonik asit)	21.87
20:5n-3 (eikosapentaenoik asit)	23.86
22:5n-3 (dokosapentaenoik asit)	32.29
22:6n-3 (dokosaheksaenoik asit)	33.19

### 3.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Yağ asitleri yüzdeleri karşılaştırılırken SPSS 16 bilgisayar programı kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen bütün veriler  tekrarın ortalamasından elde edilmiştir. Analizlerde, her mevsime ait üçer numune ayrı ayrı enjekte edilerek aynı yağ asidine ait  değerin ortalaması alınmıştır. Yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması, tek yönlü varyans analizi (Anova) ile yapılmıştır. Farklılıklar TUKEY HSD testi ile belirlenmiştir.



## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. *C. umbla*'nın Kas Dokusundaki Total Lipidlerdeki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi

*C. umbla*'nın kas dokusundaki doymuş yağ asidi bileşimlerinin mevsimsel değişimleri Çizelge 1'de görülmektedir. Doymuş yağ asitleri içerisinde en fazla oranda bulunan yağ asitleri, palmitik (C16:0) ve stearik (C18:0) asittir. Toplam doymuş yağ asidi oranı en fazla yaz mevsiminde % 39.55 bulunurken bu oran kış mevsiminde (%32.63) azalış göstermiştir. Toplam SFA oranında mevsimler arasında istatistiki açıdan önemli derecede farklılık gözlenmiştir.

Palmitik asit oranı en fazla üreme dönemi sonrası olan sonbahar mevsiminde (%24.03) bulunmuştur. Diğer mevsimlerde C16:0 oranı azalma göstermiştir. En düşük orana ilkbahar mevsiminde rastlanmıştır (%18.90).

Stearik asit oranı da üreme dönemi olan yaz mevsiminde en yüksek yüzdede bulunmuştur (%15.98). Sonbahar mevsiminde en düşük değerde bulunan C18:0 oranı %9.03'dir. Toplam doymuş yağ asitleri içinde; C12:0, C13:0, C14:0, C15:0 ve C17:0 az miktarlarda da olsa tespit edilmiştir.

Palmitoleik (C16:1n-7), oleik (C18:1n-9) ve eikosenoik (C20:1n-9) asit *C. umbla*'nın kas dokusunda bulunan başlıca tekli doymamış yağ asitleridir. MUFA oranlarının mevsimsel değişimi Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Toplam MUFA yüzdesi, sırasıyla %36.19 (yaz), %38.51 (kış), %39.94 (ilkbahar) ve %41.59 (sonbahar) olarak bulunmuştur. En yüksek oran sonbahar mevsiminde, en düşük oran ise yaz mevsiminde tespit edilmiştir.

Oleik asit, tekli doymamış yağ asitleri arasında en yüksek oranda bulunan yağ asididir. Oleik asit oranı en yüksek sonbahar mevsiminde bulunmuştur (%41.59). Bu oran kış mevsiminde azalmış (%35.05), yaz mevsiminde %35.80 ve ilkbaharda ise %37.51 oranında bulunmuştur.

*C. umbla*'nın kas dokusunda bulunan başlıca çoklu doymamış n-3 yağ asitleri linolenik (C18:3n-3), eikosapentaenoik (C20:5n-3), dokosapentaenoik asit (C22:5n-3)

ve dokosaheksaenoik (C22:6n-3) asittir. N-6 yağ asitleri ise linoleik (C18:2n-6), eikosadienoik (C20:2n-6) eikosatrienoik (C20:3n-6) ve arakidonik (C20:4n-6) asittir.

Toplam PUFA oranı en yüksek üreme öncesi dönem olan kış mevsiminde bulunmuştur (%28.76). Diğer mevsimlerde sırasıyla %24.06 (yaz), %26.67 (ilkbahar), %28.76 (kış) olarak saptanmıştır.

N-3 yağ asitleri içerisinde en fazla DHA saptanmıştır. Daha sonra EPA ve C18:3n-3 bulunmuştur. Esansiyel bir yağ asidi olan C18:3 n-3; %2.23 (yaz), %4.30 (ilkbahar), %5.85 (kış) ve %6.44 (sonbahar) oranlarında bulunmuştur. Eikosapentaenoik asit mevsimler arasında çok fazla değişim göstermemiştir. En fazla yaz mevsiminde en az ise sonbaharda tespit edilmiştir. Dokosapentaenoik asit az miktarlarda saptanmıştır. N-6 yağ asitlerinden C18:2n-6 sonbaharda en düşük değerde (%1.66) en yüksek ise yaz mevsiminde (%5.44) bulunmuştur. Arakidonik asit yüzdeleri; %1.41, %2.98, %3.40, %4.43 olarak saptanmıştır. Sonbaharda en düşük kış mevsiminde ise en yüksek olduğu görülmüştür. Eikosadienoik asit ve C20:3n-6 yağ asitleri de saptanmıştır. Total n-3 miktarı sıcaklığın yüksek olduğu yaz mevsiminde (%14.34) en düşük iken sıcaklığın düşük olduğu kış mevsiminde (%18.20) ise en yüksek değerde bulunmuştur. Kış mevsiminde DHA ve C18:3n-3 miktarının artmasına bağlı olarak n-3 miktarının da arttığı görülmüştür. N-6 oranı üremeden sonraki dönem olan sonbaharda (%4.93) düşmüştür. N-3/n-6 oranı üreme sonrası dönem olan sonbahar mevsiminde (3.26) en yüksek, su sıcaklığının yüksek olduğu yaz mevsiminde de (1.14) en düşüktür.

#### **4.2. *C. auratus*'un Kas Dokusundaki Total Lipidlerdeki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi**

*C. auratus*'un kas dokusundaki total lipidlerdeki  $\Sigma$ SFA oranı; kış (%52.98) mevsimi hariç diğer mevsimlerde birbirine yakın (%47.47-49.00) yüzdede bulunmuştur (Çizelge 4). Balıklarda  $\Sigma$ MUFA oranı, kış mevsiminde (%13.98) oldukça önemli miktarda düşüş göstermiştir. Yaz mevsiminde en yüksek değerde (%36.63) olduğu ve diğer iki mevsimde de birbirine yakın değerlerde bulunduğu (%23.17- %28.74) saptanmıştır. Total PUFA oranı; kış mevsiminde artmıştır (%32.94) yaz mevsiminde (%14.31) ise azalmıştır. Total SFA'ler içinde C16:0 yıl boyunca çok farklılık göstermemiştir. İlkbaharda %33.34, yaz mevsiminde %34.95, sonbahar

mevsiminde %33.20 ve kış mevsiminde de %36.82 olarak belirlenmiştir. Total SFA içerisinde; C18:0, en fazla tespit edilen diğer bir yağ asididir. Stearik asit oranı; %9.33-15.11 aralığında tespit edilmiştir. En düşük miktarı yaz mevsiminde (%9.33) en fazla ise kış mevsiminde (%15.11) bulunmuştur. Palmitoleik asit oranı, kış mevsiminde (%0.97) azalmış, yaz mevsiminde de (%4.94) artmıştır. (Çizelge 4). Diğer tekli doymamış yağ asitlerinden C18:1n-9 oranı, kış mevsiminde azalmış, yaz mevsiminde artmıştır. C18:2n-6 oranı; ilkbahar ve yaz mevsimlerinde birbirine yakın değerlerde (%8.04 ve %9.18) ve sonbahar ile kış mevsimlerinde de (%15.10 ve %17.50) birbirine yakın değerlerde olduğu görülmüştür. Arakidonik asit oranı, fazla dalgalanma göstermemiştir. Dokosahekzaenoik asit oranı sıcaklığın yüksek olduğu yaz mevsiminde en düşük (%1.39) su sıcaklığının düşmeye başladığı sonbahar mevsiminde (%8.06) ise en yüksek değerde olduğu belirlenmiştir. *C. auratus*'un n-3/n-6 oranı 0.24 (yaz)-0.81 (ilkbahar) arasında değişmiştir (Çizelge 2).

#### **4.3. *C. gibelio*'nun Kas Dokusundaki Total Lipidlerdeki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi**

Total SFA oranı, %16.14-31.13 arasında bulunmuştur. Total SFA miktarında yıl içerisinde düzensiz artış ve azalışlar göstermiştir. Total MUFA;  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ PUFA'ya oranla daha kararlı olduğu ve miktarının aynı zamanda su sıcaklığının düşmeye başladığı ve üreme sonrası dönem olan sonbahar mevsiminde en düşük olduğu görülmüştür. Su sıcaklığının en düşük olduğu kış mevsiminde ise en yüksek seviyeye ulaşmıştır (%49.24). Total SFA'ların büyük çoğunluğunu C16:0 (%11.74-20.66) oluşturur ve  $\Sigma$ SFA miktarının C16:0 miktarındaki değişimlerden önemli ölçüde etkilendiği görülmektedir. Total MUFA miktarı ve  $\Sigma$ MUFA'ların büyük kısmını oluşturan C18:1n-9 miktarının üreme döngüsü ve su sıcaklığından önemli derecede etkilenmediği tespit edilmiştir. Total SFA'lar içerisinde C16:0'dan sonra en fazla bulunan yağ asidi C18:0 (%2.54-6.40) olup, miktarının yıl içerisinde önemli değişimler göstermiştir. Total MUFA miktarı %46.03 (ilkbahar), %46.78 (yaz), %42.83 (sonbahar), %49.24 (kış) olarak tespit edilmiştir. Oleik asit miktarı, kış mevsiminde (%45.78) en yüksek iken üreme mevsimi sonrası olan sonbahar mevsiminde ise en düşük (%35.45) olduğu saptanmıştır. Total MUFA'lar içerisinde

en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi C18:1n-9 yağ asididir. Oleik asit dışında tespit edilen yağ asitleri; C16:1n-7 ve C20:1n-9'dur.

Total PUFA miktarı %22.66 (Kış)-%37.0 (Yaz) arasında olduğu belirlenmiştir. Yaz mevsiminde C18:n-6 yağ asidi (%25.64) miktarı ve buna bağlı olarak ΣPUFA miktarı en yüksek seviyede bulunmuştur. Bu temel yağ asidinin kış mevsimi hariç tüm mevsimlerde yüksek olduğu görülmüştür. N-3 yağ asitlerinden C22:6n-3; ilkbahar mevsiminde en yüksek (%13.14) su sıcaklığının en yüksek olduğu yaz mevsiminde ise en düşük (%4.07) değerinde olduğu saptanmıştır. N-6 yağ asitlerinden olan AA (% 0.99-1.48) ve n-3 yağ asitlerinden C20:5n-3 (% 1.29-2.44), mevsime bağlı olarak çok fazla değişiklik göstermemiştir. Bir diğer temel yağ asidi olan C18:3n-3 miktarı tüm mevsimlerde düşük bulunmuştur. Yıl içerisinde n-3 yağ asitlerinin ve n-6 yağ asitlerinin çok fazla değişime uğradığı tespit edilmiştir. N-3/n-6 oranı 0.22 (Yaz) – 1.44 (Kış) olarak belirlenmiştir.

Çalışmamızda *C. umbla*, *C. auratus*, *C. gibelio*'nun kaslarındaki doymuş, tekli ve çoklu doymamış yağ asidi yüzdelerinin mevsime bağlı olarak değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Bunlar içerisinde en büyük yüzdeye sahip yağ asitleri, ΣSFA'lar içinde C16:0 ve C18:0, ΣMUFA'lar içinde C18:1n-9 ve C16:1n-7, ΣPUFA'lar içinde ise C22:6n-3, C18:3n-3, C18:2 n-6 yağ asitleridir.

Tatlısu balıklarıyla ilgili yapılan çeşitli çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiştir (Yılmaz, vd., 1996; Kolakowska et al., 2000, Kminkova et al., 2001, Ackman et al., 2002, Haliloğlu et al., 2004, Çelik et al., 2005, Uysal & Aksoylar, 2005, Güler et al., 2007, Aras, vd., 2009; Cengiz et al., 2010, Kaçar, 2010, Dal Bosco et al., 2010; Dal Bosco et al., 2012; Kaçar & Başhan, 2016; Kaya, 2017).

Balıklardaki ΣSFA, ΣMUFA ve ΣPUFA oranları değişik etkenlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Soğuk suda yaşayan balıklarda ΣMUFA ve ΣPUFA'lar genellikle doymuşlardan daha fazla bulunurken, sıcak suda yaşayan balıklarda ΣPUFA'lar daha az bulunur.

Tatlısu balıklarının kaslarında, ΣSFA ve ΣMUFA'lerin sabit olmadıklarını, bazı balıklarda SFA'ların (Ackman et al., 2002, Kaçar, vd., 2010b) bazılarında da ΣMUFA'ların (Rahman et al., 1995, Kaçar, vd., 2010a) daha bulunmaktadır. Total

SFA ve  $\Sigma$ MUFA'lar genellikle enerji kaynağı olarak,  $\Sigma$ MUFA'lar ise organlarda yapısal olarak fonksiyon gösterirler.

Çalışmamızda *C. umbla* ve *C. gibelio*'da kas total lipidinde en fazla  $\Sigma$ MUFA *C. auratus*'ta ise en fazla  $\Sigma$ SFA saptanmıştır. Balıklar sıcak su kaynağından toplandığı için  $\Sigma$ PUFA içerikleri  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ MUFA'lardan düşük olarak bulunmuştur.

Dal Bosco et al. (2012) *C. auratus*'un kas total lipidlerinde en fazla  $\Sigma$ PUFA olduğunu saptamışlardır.

Keban Baraj Gölü'nden toplanan *C. umbla*'da en fazla  $\Sigma$ SFA sonra  $\Sigma$ PUFA en az ise  $\Sigma$ MUFA belirlenmiştir (Yılmaz, vd., 1996). Munzur Nehri'nden toplanan *C. umbla* dişilerinde erkek balıklarda temmuz ve nisan aylarında en çok  $\Sigma$ PUFA saptanmıştır. Dişilerde ocak ayında en çok  $\Sigma$ MUFA belirlenmiştir (Kaya, 2017).

Çalışmamızda C16:0 miktarında önemli farklılıklar olmadığı tespit edilmiştir. Palmitik asit balıklarda anahtar metabolittir ve miktarının besinden etkilenmemiştir (Ackman et al., 1975).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan dişi *Capoeta trutta*'da, C16:0 oranı, % 20.47 (Kaçar, vd., 2010a), *C. regium*'da % 25.20 (Kaçar vd., 2010b), Dicle Nehri'nden alınan balıklarda % 7.65-35.53 (Cengiz et al., 2010) olarak belirlenmiştir.

Dal Bosco et al. (2010), *C. auratus*'ta C16:0 doymuş yağ asitleri içinde en yüksek seviyede olduğunu ve aynı balık üzerinde yaptıkları mevsimsel çalışmada da (Dal Bosco et al., 2012) aynı sonucu tespit etmişlerdir.

Munzur Nehri'nden toplanan *C. regium*'da ve *C. umbla*'da doymuşlar içinde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asidi C16:0'dır (Kaya, 2017).

Palmitoleik asit oranının bazı balıklarda yüksek oranda bulunmaktadır. Ackman (1989), bu özelliğin tatlısu balıklarına özgü olduğunu bildirmiştir.

Çalışmamızda üç balık türü içerisinde C16:1n-7 oranı en düşük *C. umbla*'da (%0.12-1.26) saptanmıştır. Diğer iki balık türünde nispeten daha fazla bulunmuştur. *C. gibelio*'da %1.34-5.19 iken *C. auratus*'ta %0.97-4.94 aralığında olduğu belirlenmiştir.

Dal Bosco et al. (2012), *C. auratus*'da C16:1n-7 oranının %2.54- 4.86 aralığında olduğunu belirlemişlerdir.

Daha önce yapılan çalışmalarda *C. umbla*'nın C16:1n-7 oranı az miktarda olduğu görülmüştür (Yılmaz, vd., 1996), Tuzla Çayı'ndaki balıkta dört mevsimdeki

oranı %0.44, Tercan Baraj Gölü'ndeki balıkta %0.75 olarak verilmiştir (Aras, vd., 2009). Munzur Nehri'nden toplanan *C. umbla*'nın dişilerinde ortalama olarak %14.79 iken erkeklerinde ise %15.88 bulunmuştur. Araştırmacılar buna besinin neden olabileceğini belirtmişlerdir (Kaya, 2017).

Çalışmamızda *C. umbla* ve *C. gibelio*'da C18:1n-9 miktarının yüksek ve birbirine yakın oranlarda olduğu, *C. auratus*'ta ise MUFA'lar içerisinde yüksek fakat miktarlarının diğer iki balıkta olduğu kadar yüksek olmadığı belirlenmiştir.

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan dişi *C. trutta* kasında, C18:1n-9 oranı, %14.15 (Kaçar, vd., 2010a); *C. regium*'un kasında da %16.91 (Kaçar, vd., 2010b), Dicle Nehri'ndeki balıklarda %7.95-49.01 (Cengiz et al., 2010) olarak bulunmuştur.

Hazar Gölü'nde yaşayan *C. umbla*'da C18:1n-9; %18.95-25.73 (Yılmaz, vd., 1996); Munzur Nehri'nden toplanan aynı tür balığın dişilerinde %11.86-17.86, erkeklerde ise %14.2-20.07 aralığında saptanmıştır (Kaya, 2017).

Dal Bosco et al. (2012), *C. auratus*'ta C18:1n-9 yağ asidini %9.59-11.3 aralığında bulmuşlardır.

Çalışmamızda temel yağ asitlerinden C18:3n-3 oranı üç balık türünde de düşük olarak belirlenmiş, C18:2n-6 ise *C. gibelio* ve *C. auratus*'ta yüksek miktarlarda, *C. umbla*'da daha düşük miktarlarda belirlenmiştir.

Hazar Gölü'nde yaşayan *C. umbla* dişilerinde C18:2n-6 % 3.15-4.32, C18:3n-3 % 1.64-3.58, erkeklerde C18:2n-6 %3.15-6.58, C18:3n-3 %1.39-2.03 (Yılmaz, vd., 1996); Tuzla Çayı'ndaki *C. umbla*'da C18:2n-6 %5.44-6.90, C18:3n-3 %1.74-2.26, Tercan Baraj Gölü'ndeki *C. umbla*'da C18:2n-6 %4.59-8.70, C18:3n-3 %1.53-2.43 aralığında bulunmuştur (Aras, vd., 2009). Munzur Nehri'nden toplanan *C. umbla* dişilerinde C18:2n-6 %1.79-3.85, erkeklerde %1.93-2.48; C18:3n-3 dişilerde %3.51-5.77, erkeklerde %3.27-6.63 olarak tespit edilmiştir (Kaya, 2017).

Dal Bosco et al. (2012), *C. auratus*'ta C18:2n-6 miktarını %12.5-17.1 aralığında saptamışlardır.

Araştırmamızdan elde ettiğimiz sonuçlara göre incelediğimiz her üç balık türünde de AA miktarının çok yüksek olmadığı gözlemlenmiştir.

Hazar Gölü'nden toplanan *C. umbla* dişilerinde AA % 5.25-6.67, erkeklerde % 5.71-7.16 arasında (Yılmaz, vd., 1996), Tuzla Çayı'ndaki *C. umbla*'da %1.05-4.63,

Tercan Barajı'ndaki balıkta %0.84-5.92 (Aras, vd., 2009) aralığında belirlenmiştir. Munzur Nehri'nden aynı tür balığın AA oranı dişilerde %1.29-2.17; erkek balıklarda % 0.99- 1.30 olarak tespit edilmiştir (Kaya, 2017).

Munzur Nehri'nden toplanan *C. regium*'da AA dişilerde %2.45-3.38 erkek balıklarda % 1.80-3.92 olarak belirlenmiştir (Kaya, 2017).

Su sıcaklığının yüksek olduğu sularda yaşayan balıklarda AA oranı daha yüksek çıkmaktadır. Arakidonik asidin, damar daraltıcı ve trombositlerin kümeleşmesini uyaran eikosanoidlerin öncül maddesi olması nedeniyle, balık yağlarında az miktarda olması besinsel önemini artırmaktadır.

Balık etinin kalitesini belirleyen en önemli etken, lipitlerde bulunan n-3 yağ asitlerinden EPA ve DHA'dır. Bu yağ asitleri, öğrenme yeteneğini artırır ve görmede önemli fonksiyonları vardır. Eikosapentaenoik asit; damar genişletici ve trombosit yığılmasını önleyici olan eikosanoidlerin öncül maddeleridir (Whelan et al., 1993; Reilly et al., 1998). EPA ve DHA, özellikle kalp-damar hastalıklarını önlemede önemli bileşenlerdir.

Yaptığımız çalışmada her üç balık türü de EPA ve DHA içeriği bakımından mevsime bağlı olarak farklılık göstermiştir.

*C. umbla*'da EPA %2.24 ile %4.41 aralığında DHA %5.50 ile %7.45 aralığında, *C. gibelio*'da EPA %1.29 ile % 2.44 aralığında, DHA %4.07 ile %13.14 aralığında, *C. auratus*'ta EPA %0.38 ile %2.26, DHA %1.39 ile %8.06 aralığında olduğu görülmüştür.

Hazar Gölü'nden toplanan *C. umbla* dişilerinde EPA oranı % 12.09-16.70, DHA % 9.35-12.47; erkek balıklarda EPA % 10.71-14.14, DHA % 10.08-15.42 (Yılmaz, vd., 1996), Tuzla Çayı'ndan alınan aynı tür balıkta EPA miktarı % 0.28-0.57, DHA % 5.14-15.86; Tercan Barajı'ndaki aynı balıkta ise EPA oranı % 0.25-0.30, DHA % 6.13-10.22 olarak saptanmıştır (Aras, vd., 2009).

Munzur Nehri'nde toplanan *C. umbla* dişilerinde EPA oranı %12.51-20.01, erkeklerde %12.02-16.10; DHA ise dişilerde % 5.74-10.91, erkek balıklarda % 6.99-8.43 olarak bulunmuştur (Kaya, 2017).

Dal Bosco et al. (2012), *C. auratus*'un EPA yağ asidinin %5.15-8.09; DHA yağ asidinin %10.6-14.6 aralığında değiştiği belirlemiştir.

Araştırmamızda *C. umbla* üreme döneminde  $\Sigma$ SFA daha fazla iken üreme sonrası dönem olan sonbaharda azalmaya başlamıştır. Üreme öncesi dönem olan kış mevsiminde ise en düşük seviyededir. Total PUFA, üreme öncesi dönemde yüksek iken üreme döneminde azalmaya başlamıştır.

*C. auratus*'ta  $\Sigma$ SFA üreme öncesi dönem olan kış mevsiminde yüksek iken üreme dönemi olan ilkbahar- yaz mevsimlerinde azalmaya başlayarak üreme sonrası olan sonbahar mevsiminde de en düşük seviyededir. Total PUFA oranı *C. umbla*'da olduğu gibi üreme öncesi dönemde yüksek iken üreme döneminde azalmaya başlamıştır.

*C. gibelio*'da  $\Sigma$ SFA ve  $\Sigma$ MUFA üreme öncesi dönemde yüksek iken üreme döneminde azalma göstermiştir. Total PUFA diğer balıkların aksine üreme döneminde yüksek iken üreme sonrası dönemde azalma görülmüştür.

*C. auratus*'ta  $\Sigma$ SFA yıl boyunca fazla bir değişiklik göstermemiştir. Total MUFA üreme öncesi dönemde yüksek üremeden sonra azalma göstermiştir. Total PUFA üreme öncesi dönemde düşük iken üreme dönemi ve üreme sonrası dönemde önemli bir değişiklik göstermemiştir (Dal Bosco et al., 2012).

Munzur Nehri'nden toplanan *C. umbla* dişilerinde üreme dönemini olan nisan ve temmuz aylarındaki  $\Sigma$ SFA oranı, üreme öncesi olan ocak ayına göre azalış göstermiştir. Erkek bireylerde üreme öncesi olan ocak ayındaki  $\Sigma$ MUFA üreme dönemine oranla artmış,  $\Sigma$ PUFA ise azalma göstermiştir (Kaya, 2017).

Balıklarda yağ asidi içeriği üreme dönemine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Balıklarda depolanan lipidlerin çoğu, özellikle  $\Sigma$ PUFA gametlerin oluşumu için kullanılmaktadır (Soivio et al., 1989).

Araştırmamızda diğer bazı çalışmalarla benzer şekilde (Uysal & Aksoylar, 2005; Akpınar, 1987) *C. auratus* ve *C. umbla*'da üreme döneminde  $\Sigma$ PUFA miktarında azalma görülmüştür. Total PUFA'lar gamet olgunlaşması için kullanılmış olabilir.

*C. umbla*'da C16:0 ve  $\Sigma$ SFA kış mevsiminde azaldığı, su sıcaklığının arttığı yaz mevsiminde ise hem C16:0 hem de  $\Sigma$ SFA'nın arttığı gözlenmiştir. Oleik asit ve  $\Sigma$ MUFA oranı sonbahar mevsiminde en yüksek miktarda tespit edilirken yaz mevsiminde de en düşük seviyeye ulaşmıştır. Eikosapentaenoik asit ve  $\Sigma$ PUFA oranı da sonbahar mevsiminde azalmıştır.

*C. gibelio*'da  $\Sigma$ SFA ve C16:0 miktarı yaz mevsiminde en düşük seviyede iken sonbahar mevsiminde en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Oleik asit ve buna bağlı olarak  $\Sigma$ MUFA oranı kış mevsiminde fazla oranda saptanmıştır. Dokosaheksaenoik asit miktarı ilkbahar mevsiminde en yüksek miktarda bulunmuştur fakat  $\Sigma$ PUFA oranı C18:2n-6 oranının yüksek olması nedeniyle yaz mevsiminde en fazla bulunmuştur. C18:2n-6 oranının kış mevsiminde düşmesine bağlı olarak  $\Sigma$ PUFA oranı da kış mevsiminde azalmıştır.

*C. auratus*'ta  $\Sigma$ SFA ve C16:0 yağ asidi kış mevsiminde en yüksek seviyede bulunurken sonbahar mevsiminde miktarları düşmüştür. Oleik asit ve  $\Sigma$ MUFA miktarları da kış mevsiminde azalma göstermiştir. Yaz mevsiminde de en yüksek seviyeye ulaşmışlardır. *C. gibelio*'da olduğu gibi C18:2n-6'nın yüksek miktarlarının  $\Sigma$ PUFA miktarını arttırdığı gözlenmiştir. En yüksek  $\Sigma$ PUFA kış mevsiminde saptanmıştır.

Elazığ Hazar Gölü'nde yaşayan *C. umbla*'nın kas dokusundaki lipitlerin mevsimsel analizlerinde dişi balıklarda  $\Sigma$ SFA'nın yazın arttığı,  $\Sigma$ MUFA'nın ilkbaharda azaldığı  $\Sigma$ PUFA bileşenlerin miktarında önemli bir değişim olmadığı bildirilmiştir (Yılmaz, vd., 1996).

*C. auratus*'ta C16:0 yağ asidi en yüksek sonbahar mevsiminde saptanmıştır. Oleik asit ilkbaharda,  $\Sigma$ MUFA kış mevsiminde, DHA sonbahar mevsiminde  $\Sigma$ PUFA ise ilkbahar mevsiminde en yüksek oranda saptanmıştır (Dal Bosco et al., 2010).

Munzur Nehri'nden toplanan *C. umbla* dişilerinde C16:0 ve  $\Sigma$ SFA'nın kış mevsiminde, C22:6n-3 sonbahar ve ilkbahar mevsimlerinde, C16:1n-7 ve  $\Sigma$ MUFA'nın yaz mevsiminde, diğer mevsimlere oranla arttığı, kış mevsiminde ise PUFA'nın azaldığı belirlenmiştir. Erkeklerde, C18:1n-9 ve  $\Sigma$ MUFA'nın kış mevsiminde arttığı aynı dönemde  $\Sigma$ PUFA'nın ise azaldığı, DHA'nın ise ilkbahar mevsiminde arttığı görülmüştür (Kaya, 2017).

Bu sonuçlara göre, farklı su kaynaklarında yaşayan aynı tür balığın mevsime bağlı olarak yağ asitleri miktarındaki değişmelerin farklı olabileceği görülmektedir. Buna etki eden önemli etkenin besin olduğunu düşünülmektedir. Balıklar özellikle  $\Sigma$ PUFA'ları besinlerden sağlamaktadır.

Çalışmamızda *C. umbla*'da n-3/n-6 oranı yıl boyunca 1.14 ile 3.26 aralığında; *C. auratus*'ta 0.24 ile 0.81 aralığında *C. gibelio*'da 0.22 ile 1.44 aralığında belirlenmiştir.

Hazar Gölü'nde toplanan *C. umbla* dişilerinde n-3/n-6 oranı ortalama 2.62, erkeklerde 2.26 (Yılmaz, vd., 1996), Tuzla Çayı'ndaki *C. umbla*'da oran ortalama 0.67, Tercan Barajı'ndan toplanan *C. umbla*'da 0.59 (Aras, vd., 2009), Munzur Nehri'nden toplanan *C. umbla* dişilerinde n-3/n-6 oranı 5.57-10.06, erkeklerde 6.68-10.81 aralığında bulunmuştur (Kaya, 2017).

Tatlısu balıklarında n-3/n-6 oranının 0.5-3.8 arasında olduğu belirtilmiştir (Wang et al., 1990). Tropikal bölgelerin sularında yaşayan balıklarda n-6 bileşenlerin yüzdesi daha fazla olduğu için, n-3/n-6 oranı düşmektedir (Rahman et al., 1995; Zenebe et al., 1998).

N-6 bakımından zengin besinler, kanser, kalp ve damar hastalıklar için önemli bir risk faktörüdür (Ulbricht & Southgate 1991). Bu yüzden Simopoulos (1989), n-3/n-6 oranının 1:1 olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda en yüksek n-3/n-6 oranı *C. umbla*'dan elde edildiği için diğer iki tür balığa oranla besinsel olarak *C. umbla*'nın daha önemli olduğunu söyleyebiliriz.

Mayıs, temmuz, ekim ve şubat aylarında C16:0'ın oranı *C. umbla*'da ortalama olarak %20.56, *C. auratus*'ta %34.57, *C. gibelio*'da %16.84; C16:1n-7 *C. umbla*'da %0.49, *C. auratus*'ta %2.55 *C. gibelio*'da %3.20; C18:1n-9 oranı *C. umbla*'da ortalama olarak %37.17, *C. auratus*'ta %22.10, *C. gibelio*'da %40.05; EPA *C. umbla*'da %3.37, *C. auratus*'ta %0.98, *C. gibelio*'da %1.86; DHA *C. umbla*'da ortalama olarak %6.44, *C. auratus*'ta %5.59, *C. gibelio*'da %8.76 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1-2-3). Her üç balık türünde *C. auratus*'un 16:0 miktarı diğer iki balık türünden daha fazla bulunmuştur. C18:1n-9 oranı, *C. gibelio* ve *C. umbla*'da biri birine yakın bulunurken *C. auratus*'ta daha düşük bulunmuştur. En yüksek DHA oranı da *C. gibelio*'da belirlenmiştir. Diğer iki türde bir birine yakın değerler bulunmuştur.

Linoleik asit oranı, *C. umbla* ortalama olarak %3.71, *C. auratus*'ta %12.45, *C. gibelio*'da %13.84; C18:3n-3 *C. umbla*'da %4.70, *C. auratus*'ta %1.81, *C. gibelio*'da %0.44; AA yüzdesi *C. umbla*'da %3.05 *C. auratus*'ta %1.94, *C. gibelio*'da %1.26 olarak saptanmıştır. *C. auratus* ve *C. gibelio*'da C18:2n-6 oranı bir birine yakın ve diğer türden daha yüksek bulunmuştur. Üç türden en yüksek C18:3n-3 ve AA oranı da

*C. umbla*'da tespit edilmiştir. Toplam SFA, *C. umbla*'da ortalama olarak %35.69, *C. auratus*'ta %49.61, *C. gibelio*'da %24.92; ΣMUFA, *C. umbla*'da %39.05, *C. auratus*'ta %25.63, *C. gibelio*'da %46.22; ΣPUFA, *C. umbla* ortalama olarak %25.12 *C. auratus*'ta %24.66, *C. gibelio*'da %28.76 olarak tespit edilmiştir. *C. auratus*'ta en yüksek ΣSFA belirlenirken en düşük ΣSFA oranı da *C. gibelio*'da; ΣMUFA oranı da üç balık türünden *C. gibelio*'da en yüksek; ΣPUFA oranı, her üç balık türünde de yakın değerlerde saptanmıştır. n-6 ΣPUFA oranı, *C. umbla*'da ortalama olarak %8.79 *C. auratus*'ta %15.46, *C. gibelio*'da %16.99; n-3 ΣPUFA oranı, *C. umbla*'da %16.32 *C. auratus*'ta %9.20, *C. gibelio*'da %11.76; n-3/n-6 oranının ortalaması *C. umbla*'da 1.94 *C. auratus*'ta 0.57, *C. gibelio*'da 0.88 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1-2-3). n-6 ΣPUFA oranı, *C. auratus* ve *C. gibelio*'da yakın değerlerde saptanırken, *C. umbla*'da daha düşük bulunmuştur. n-3 ΣPUFA oranı da *C. umbla*'da diğer iki türe oranla daha fazla saptanmıştır.

**Çizelge 4.1:** *Capoeta umbla* (Heckel, 1843) 'nın kasında bulunan total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	İlkbahar (2019) (ORT±S.H)*	Yaz(2019) (ORT±S.H)*	Sonbahar (2019) (ORT±S.H)*	Kış(2020) (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
C12:0 <sup>§</sup>	2.11±0.02a	1.22±0.05b	3.12±0.09c	0.26±0.08d	1.67±0.04
C13:0	0.53±0.01a	0.93±0.50b	0.61±0.03c	0.44±0.06a	0.62±0.03
C14:0	1.29±0.88a	0.56±0.05b	-	0.60±0.07b	0.61±0.20
C15:0	0.22±0.01a	0.03±0.01b	0.42±0.08c	0.75±0.06d	0.35±0.05
C16:0	18.90±1.21a	20.33±1.06a	24.03±1.03b	19.00±1.28a	20.56±1.11
C17:0	0.15±0.04a	0.50±0.22b	0.10±0.01a	0.26±0.45c	0.25±0.16
C18:0	10.09±0.99a	15.98±1.45b	9.03±0.67a	11.32±0.86a	11.60±0.64
<b>ΣS.F.A***</b>	<b>33.29±2.20a</b>	<b>39.55±2.09b</b>	<b>37.31±2.35b</b>	<b>32.63±1.67a</b>	<b>35.69±1.88</b>
C16:1 ω-7	0.45±0.08a	0.14±0.01b	0.12±0.02b	1.26±0.04c	0.49±0.03
C18:1 ω-9	37.51±2.36a	35.80±2.67a	40.34±2.09b	35.05±1.98a	37.17±1.45
C20:1 ω-9	1.98±0.78a	0.25±0.05b	1.13±0.08c	2.20±0.67a	1.39±0.40
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>39.94±1.56a</b>	<b>36.19±1.89b</b>	<b>41.59±2.33a</b>	<b>38.51±2.78a</b>	<b>39.05±2.00</b>
C18:2 ω-6	5.44±0.67a	5.02±0.78a	1.66±0.06b	2.73±0.03c	3.71±0.32
C18:3 ω-3	4.30±0.06a	2.23±0.03b	6.44±0.45c	5.85±0.59c	4.70±0.21
C20:2 ω-6	0.22±0.03a	0.18±0.01a	0.36±0.05b	0.90±0.07c	0.41±0.03
C20:3 ω-6	1.34±0.05a	1.12±0.02a	1.50±0.04b	2.50±0.09c	1.61±0.06
C20:4 ω-6	2.98±0.50a	3.40±0.44b	1.41±0.12c	4.43±0.23d	3.05±0.33
C20:5 ω-3	3.90±0.05a	4.41±0.01a	2.24±0.04b	2.96±0.80c	3.37±0.09
C22:5 ω-3	1.04±0.11a	2.20±0.14b	1.65±0.32c	2.30±0.30b	1.79±0.15
C22:6 ω-3	7.45±1.18a	5.50±0.90b	5.75±0.45b	7.09±0.56a	6.44±0.75
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>26.67±1.67a</b>	<b>24.06±1.46b</b>	<b>21.01±1.90c</b>	<b>28.76±1.99d</b>	<b>25.12±1.05</b>
ω3	16.69±1.09a	14.34±1.05b	16.08±1.22a	18.20±1.56c	16.32±1.23
ω6	9.98±1.00a	9.72±1.04a	4.93±0.95b	10.56±2.06a	8.79±0.88
ω3/ω6	1.67	1.14	3.26	1.72	1.94

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

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

S.H.: Standart hata,

**Çizelge 4.2:** *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)'un kasında bulunan total yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	Ilkbahar (2019) (ORT±S.H)*	Yaz(2019) (ORT±S.H)*	Sonbahar (2019) (ORT±S.H)*	Kış(2020) (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
C12:0 <sup>§</sup>	-	0.11±0.01a	0.20±0.05b	-	0.15±0.03
C13:0	0.12±0.06a	0.16±0.09a	-	-	0.14±0.08
C14:0	0.04±0.01a	0.02±0.01b	0.05±0.03c	-	0.03±0.02
C15:0	4.34±0.59a	3.87±0.60b	1.21±0.09c	0.85±0.08d	2.56±0.48
C16:0	33.34±2.33a	34.95±2.76a	33.20±1.67a	36.82±1.79b	34.57±1.85
C17:0	0.95±0.06a	0.55±0.05b	0.41±0.10c	0.20±0.02d	0.52±0.08
C18:0	10.21±0.78a	9.33±0.66a	12.40±0.88b	15.11±0.58c	11.76±0.76
<b>ΣS.F.A</b> ***	<b>49.00±2.66a</b>	<b>48.99±2.37a</b>	<b>47.47±2.09a</b>	<b>52.98±2.64c</b>	<b>49.61±2.00</b>
C16:1 ω-7	2.33±0.03a	4.94±0.44b	1.98±0.40c	0.97±0.04d	2.55±0.65
C18:1 ω-9	25.46±1.58a	31.05±2.49b	20.34±1.90c	11.55±1.40d	22.10±1.94
C20:1 ω-9	0.95±0.06a	0.64±0.04b	0.85±0.02c	1.46±0.55d	0.97±0.05
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>28.74±1.28a</b>	<b>36.63±2.05b</b>	<b>23.17±1.67c</b>	<b>13.98±1.78d</b>	<b>25.63±1.66</b>
C18:2 ω-6	8.04±0.49a	9.18±0.66b	15.10±1.22c	17.50±1.40d	12.45±0.96
C18:3 ω-3	3.12±0.34a	0.79±0.20b	1.24±0.39c	2.09±0.06d	1.81±0.26
C20:2 ω-6	0.64±0.04a	0.67±0.03a	0.72±0.07b	0.59±0.02c	0.65±0.05
C20:3 ω-6	0.76±0.04a	0.37±0.01b	0.15±0.02c	0.33±0.06b	0.40±0.03
C20:4 ω-6	2.80±0.08a	1.31±0.12b	2.29±0.21c	1.39±0.39b	1.94±0.20
C20:5 ω-3	0.87±0.44a	0.44±0.21b	0.38±0.03c	2.26±0.20d	0.98±0.18
C22:5 ω-3	0.23±0.10a	0.16±0.04b	1.32±0.42c	1.56±0.55d	0.81±0.38
C22:6 ω-3	5.70±0.40a	1.39±0.03b	8.06±0.08c	7.22±0.30d	5.59±0.22
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>22.16±1.11a</b>	<b>14.31±1.09b</b>	<b>29.26±1.67c</b>	<b>32.94±2.00d</b>	<b>24.66±1.55</b>
ω3	9.92±0.60a	2.78±0.02b	11.00±1.20c	13.13±1.56d	9.20±0.67
ω6	12.24±1.06a	11.53±1.64a	18.26±1.40b	19.81±1.09b	15.46±1.23
ω3/ω6	0.81	0.24	0.60	0.66	0.57

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

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

S.H.: Standart hata,

**Çizelge 4.3:** *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)'nin kasında bulunan total yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	İlkbahar (2019) (ORT±S.H)*	Yaz(2019) (ORT±S.H)*	Sonbahar (2019) (ORT±S.H)*	Kış(2020) (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
C12:0 <sup>§</sup>	-	-	0.08±0.01a	0.01±0.01b	0.04±0.01
C13:0	0.02±0.02a	-	0.05±0.01b	0.23±0.06c	0.10±0.03
C14:0	1.21±0.53a	-	2.34±0.88b	1.56±0.32c	1.70±0.44
C15:0	2.22±0.71a	1.53±0.33b	1.89±0.38c	0.87±0.24d	1.62±0.30
C16:0	16.32±1.46a	11.74±0.55b	20.66±1.68c	18.67±1.70d	16.84±1.06
C17:0	0.65±0.05a	0.33±0.01b	0.45±0.03c	0.26±0.05d	0.42±0.04
C18:0	3.99±0.66a	2.54±0.23b	5.66±0.60c	6.40±0.98d	4.64±0.45
<b>ΣS.F.A***</b>	<b>24.41±2.44a</b>	<b>16.14±1.68b</b>	<b>31.13±1.60c</b>	<b>28.00±2.04d</b>	<b>24.92±1.76</b>
C16:1 ω-7	3.40±0.33a	5.19±0.05b	2.89±0.10c	1.34±0.04d	3.20±0.09
C18:1 ω-9	40.45±2.69a	38.52±2.73b	35.45±1.64c	45.78±2.04d	40.05±2.43
C20:1 ω-9	2.18±0.02a	3.07±0.03b	4.49±0.01c	2.12±0.11a	2.96±0.06
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>46.03±2.36a</b>	<b>46.78±2.06a</b>	<b>42.83±2.49b</b>	<b>49.24±2.32c</b>	<b>46.22±2.61</b>
C18:2 ω-6	10.80±1.60a	25.64±1.55b	12.33±0.87c	6.60±0.33d	13.84±0.88
C18:3 ω-3	0.76±0.06a	0.57±0.11b	0.34±0.03c	0.11±0.01d	0.44±0.05
C20:2 ω-6	1.00±0.30a	1.64±0.22b	1.22±0.34a	0.98±0.37a	1.21±0.25
C20:3 ω-6	0.45±0.04a	1.48±0.06b	0.56±0.05c	0.22±0.01d	0.67±0.03
C20:4 ω-6	1.26±0.03a	1.34±0.06b	0.99±0.10c	1.48±0.46b	1.26±0.06
C20:5 ω-3	1.29±0.03a	1.45±0.05b	2.44±0.42c	2.28±0.20c	1.86±0.18
C22:5 ω-3	0.76±0.33a	0.81±0.02b	0.80±0.03b	0.42±0.04c	0.69±0.05
C22:6 ω-3	13.14±1.55a	4.07±0.32b	7.26±0.56c	10.57±1.23d	8.76±1.00
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>29.46±1.67a</b>	<b>37.00±2.66b</b>	<b>25.94±1.60c</b>	<b>22.66±1.54d</b>	<b>28.76±1.35</b>
ω3	15.95±1.05a	6.90±0.06b	10.84±0.44c	13.38±1.46d	11.76±0.97
ω6	13.51±1.03a	30.10±2.42b	15.10±1.00c	9.28±0.78d	16.99±0.75
ω3/ω6	1.18	0.22	0.71	1.44	0.88

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

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

S.H.: Standart hata,

#### 4.4. *C. umbla*'nın Kas Dokusundaki Fosfolipit Fraksiyonundaki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi

*C. umbla*'nın kas dokusundaki fosfolipit fraksiyonundaki doymuş yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişimi Çizelge 4'de gösterilmiştir.

Doymuş, tekli ve çoklu doymamış yağ asidi yüzdelerinin mevsime bağlı olarak değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Bunlar içerisinde en büyük yüzdeye sahip yağ asitleri,  $\Sigma$ SFA'lar içinde C16:0 ve C18:0,  $\Sigma$ MUFA'lar içinde C18:1n-9;  $\Sigma$ PUFA'lar içinde ise C22:6n-3, C18:2n-6 ve C20:4n-6 yağ asitleridir.

Balıkların  $\Sigma$ SFA değerleri %27.62-33.21 arasında bulunmuştur. Total SFA miktarında yıl içerisinde düzensiz artış ve azalışlar olmakla birlikte, SFA miktarının yıl içinde önemli değişiklik göstermediği ve miktarının aynı zamanda üreme sonrası dönem olan ve su sıcaklığının düşük olduğu sonbahar mevsiminde en yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir. Total SFA miktarı ve  $\Sigma$ SFA'ların büyük çoğunluğunu oluşturan C16:0 ve C18:0 oranının üreme dönemi ve su sıcaklığından önemli derecede etkilenmediği tespit edilmiştir.

Balıkların  $\Sigma$ MUFA miktarı mevsime bağlı olarak %26.33 (sonbahar)-%33.62 (ilkbahar) olarak tespit edilmiştir. Oleik asit ve buna bağlı olarak en düşük  $\Sigma$ MUFA miktarı üreme sonrası mevsim olan sonbaharda, en yüksek  $\Sigma$ MUFA miktarı üreme mevsimi olan ilkbaharda bulunmuştur. Total MUFA'lar içerisinde en yüksek yüzdeye sahip yağ asitleri C18:1n-9 yağ asitleridir. Oleik asit dışında C16:1n-7 ve C20:1n-9 yağ asitleri de saptanmıştır.

Balıkların  $\Sigma$ PUFA miktarı %34.73 (ilkbahar)-%42.08 (kış) arasında olduğu belirlenmiştir. Kış mevsiminde C22:6n-3, C18:2n-6, C20:4n-6 ve buna bağlı olarak PUFA miktarı en yüksek seviyede bulunmuştur. n-6 yağ asitlerinden C18:2n-6 ve C20:4n-6 ile n-3 yağ asitlerinden, C20:5n-3, C22:5n-3, ve C22:6n-3 asitleri  $\Sigma$ PUFA'ların büyük çoğunluğunu oluşturmakla birlikte yıl içerisinde dalgalanmalar gösterdiği belirlenmiştir.

Fosfolipit fraksiyonunda en fazla bulunan n-3 yağ asidi DHA'dır. Dokosaheksaenoik asit miktarının yıl içerisinde değişimler gösterdiği ve miktarının Yaz mevsiminde en düşük seviyede olduğu, Kış mevsiminde ise en yüksek seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir.

Dokosahekzaenoik asit miktarındaki düşüşe bağlı olarak  $\Sigma$ PUFA miktarı da hava sıcaklığının yüksek olduğu Yaz mevsiminde diğer dönemlere oranla düşük bulunmuştur.

Ayrıca tüm mevsimlerde DHA miktarının EPA miktarından fazla olduğu belirlenmiştir. Eikosapentaenoik asit (C20:5n-3), ve DHA (C22:6n-3) miktarı %1.99-2.94, %11.18-20.08 arasında bulunmuştur. Bu verilerden yararlanarak *C. umbla*'nın EPA ve DHA gibi n-3 yağ asitlerinin önemli bir kaynağı olduğu ve insan beslenmesinde önemli bir yeri olduğu söylenebilir. N-3 yağ asitlerinden olan C18:3n-3 ile C22:5n-3 yıl boyunca az miktarlarda saptanmıştır.

Fosfolipit fraksiyonunda;  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA arasında; tüm mevsimlerde en fazla  $\Sigma$ PUFA bulunmuştur. Daha sonra  $\Sigma$ MUFA ile  $\Sigma$ SFA bulunmuştur.

Fosfolipit fraksiyonunun yağ asidi bileşiminde yıl içerisinde n-3 yağ asitlerinin n-6 yağ asitlerinden daha fazla değişime uğradığı tespit edilmiştir. N-3/n-6 oranı 0.72 (yaz) – 1.58 (kış) olarak belirlenmiştir.

#### **4.5. *C. auratus*'un Kas Dokusundaki Fosfolipit Fraksiyonundaki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi**

*C. auratus*'un kas PL fraksiyonunda mevsime bağlı olarak yağ asitlerinin değişimi farklılık göstermiştir. Total SFA oranı %36.80-52.45;  $\Sigma$ MUFA %19.15-34.64;  $\Sigma$ PUFA %12.82-43.97 arasında bulunmuştur (Çizelge 5). Total SFA ve  $\Sigma$ MUFA oranı, üreme dönemi olan ilkbahar mevsiminde azalma gösterirken, üreme öncesi olan kış mevsiminde artmıştır.

Total MUFA miktarının diğer iki mevsimde de birbirilerine yakın miktarlarda (%29.31-%29.45) olduğu tespit edilmiştir. Kış mevsimine düşen  $\Sigma$ PUFA, ilkbahar mevsiminde (üreme dönemi) en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Üreme dönemi olan ilkbahar mevsimi hariç diğer mevsimlerde  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA arasında yüzde olarak en çok  $\Sigma$ SFA bulunmuştur. Palmitik asidin oranı kış mevsiminde, diğer mevsimlere oranla artmıştır. Stearik asit, yaz ve kış mevsimlerinde yakın ve en yüksek değerlerde tespit edilirken yaz mevsiminde en düşük oranda olduğu belirlenmiştir. Oleik asit, ilbahardan kış mevsimine (%16.60, %23.83, %26.61, %31.85) doğru artış göstermiştir. Linoleik asit oranı üreme öncesi olan kış mevsiminde azalmış, üreme

dönemi olan ilkbahar mevsiminde ise artmıştır (Çizelge 5). Linolenik asit oranı da C18:2n-6 da olduğu gibi üreme mevsiminde artmıştır. Dokosahekzaenoik asit, yaz mevsiminde artmıştır. Linoleik asit ve C18:3n-3 oranlarının kış mevsimindeki aşırı artışı  $\Sigma$ PUFA miktarının da yüksek olmasına neden olmuştur. Kas PL fraksiyonunda n-3/n-6 oranı; 0.92 (ilkbahar)-2.10 (sonbahar) aralığında belirlenmiştir.

#### **4.6. *C. gibelio*'nun Kas Dokusundaki Fosfolipit Fraksiyonundaki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişim**

*C. gibelio*'nun kas PL fraksiyonunda mevsime bağlı olarak yağ asitlerinin değişim gösterdiği belirlenmiştir. Total SFA oranı %25.42-44.20;  $\Sigma$ MUFA %23.29-38.87;  $\Sigma$ PUFA %26.32-35.61 arasında bulunmuştur (Çizelge 6). Total SFA oranı, üreme sonrası dönem olan sonbahar mevsiminde azalmaya başlayıp yaz mevsiminde en düşük seviyeye ulaşmıştır. Total MUFA oranı, üreme döneminde azalırken, üremeden sonraki dönem olan sonbahar ve kış aylarında yüksek bulunmuştur. Ilkbahar mevsiminde düşen  $\Sigma$ PUFA, kış mevsiminde en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Total SFA,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA'lar mevsimlere göre değişkenlik göstermiştir. Palmitik asit, üreme dönemlerinde yüksek iken üremeden sonraki mevsimlerde düşüş eğilim göstermiştir. Kış mevsiminde en düşük değer (%16.65) saptanmıştır. Stearik asit en yüksek üreme dönemi olan yaz mevsiminde (%13.04), en düşük ise üreme dönemi sonrası olan sonbahar mevsiminde (%5.72) görülmüştür. Laurik asit ve C13:0 doymuş yağ asitleri ilkbahar mevsimi hariç diğer mevsimlerde düşüğe olsa tespit edilmiştir. Tekli doymamış yağ asitlerinden C18:1n-9 kış mevsiminde (%32.34) en yüksek, en düşük ise üreme dönemi olan yaz mevsiminde (%19.60) saptanmıştır. Eikosenoik asit ile C16:1n-7 yağ asitleri de tespit edilmiştir ve mevsime bağlı olarak farklılık göstermiştir. Çoklu doymamış yağ asitlerinden; C18:2n-6 yağ asidi total lipitte olduğu gibi PL fraksiyonunda yüksek bulunmuştur. Linoleik asit yaz mevsiminde en fazla (%13.62), en düşük ilkbahar mevsiminde en düşük (%6.56) değerler saptanmıştır. N-3 yağ asitlerinden C18:3n-3 yağ asidi de C18:2n-6 yağ asidinde olduğu gibi en yüksek yaz mevsiminde (%6.63), en düşük de ilkbahar mevsiminde (%0.23) tespit edilmiştir. N-3 yağ asitlerinden C22:6n-3 su sıcaklığının düştüğü kış mevsiminde en yüksek iken (%15.56), su sıcaklığının en yüksek olduğu ve üreme dönemi olan yaz mevsiminde

(%6.29) olarak bulunmuştur. *C.gibelio*'nun kas PL fraksiyonunda n-3/n-6 oranı 0.70 (sonbahar)-1.34 (kış) aralığında belirlenmiştir.

*C. auratus*, *C. umbla* ve *C. gibelio*'nun kas PL fraksiyonlarında major olarak belirlenen yağ asitleri, diğer tatlısu balıklardan elde edilenlerle (Satar et al., 2012, Görgün et al., 2014, Kayhan et al., 2015) benzerdir.

Çalışmamızda PL fraksiyonunda  $\Sigma$ SFA içinde en çok C16:0,  $\Sigma$ MUFA içinde C18:1n-9,  $\Sigma$ PUFA'lardan C18:2n-6 ve DHA bulunmuştur.

Atatürk Baraj Gölü'nden alınan *Cyprinus carpio*'nun her iki eşeyinin kas PL fraksiyonunda  $\Sigma$ SFA'lerden C16:0, %20.75-27.07, *Tor grypus*'un her iki eşeyinde C16:0, %17.25-24.11, *Silurus triostegus*'un her iki eşeyinde C16:0, %20.39-25.37 (Kaçar, 2010), Munzur Nehri'nden toplanan *C. umbla*'nın dişilerinde %15.45-23.13, ekeklerinde %19.82-23.97, *C. regium*'un dişilerinde %20.73-26.44, erkeklerinde %18.38-24.7 aralığında olduğu belirlenmiştir (Kaya, 2017).

Araştırmamızda *C. umbla*'nın kas PL fraksiyonunda C16:0 %15.50 ile 22.18, *C. gibelio*'da C16:0 %16.65-30.04, *C. auratus*'ta ise %25.76 ile %39.22 aralığında olduğu görülmüştür. Sonuçların daha önce yapılan çalışmalarla benzer olduğu tespit edilmiştir.

Daha önce Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*'nun erkek ve dişilerinde C18:1n-9 oranı; %11.64-20.43, *T. grypus*'un erkek ve dişilerinde %16.18-22.63, *S. triostegus*'un erkek ve dişilerinde %17.56-23.22 (Kaçar, 2010) aralığında, Munzur Nehri'nden toplanan *C. umbla* dişilerinde C18:1n-9; %9.90-14.57, erkeklerinde %8.92-12.95; *C. regium* dişilerinde %9.78-13.35, erkeklerinde %8.15-12.88 olarak bulunmuştur (Kaya, 2017).

Çalışmamızda *C. auratus*'un PL fraksiyonunda C18:1n-9 yıl boyunca %16.60 ile %31.85, *C. gibelio*'da %19.60 ile %32.34, *C. umbla*'da ise %21.01 ile %39.02 aralığında bulunmuştur. Sonuçlara göre, araştırmamızda incelediğimiz balıkların C18:1n-9 yağ asidi içeriğinin diğer tatlısu balıklarına oranla biraz daha yüksek olduğunu belirtebiliriz.

Atatürk Baraj Gölü'nden alınan *C. carpio*'nun her iki eşeyinin kas PL fraksiyonunda C20:4n-6; %7.10-13.28, *T. grypus*'da C20:4n-6 %8.40-13.32, *S. triostegus*'da C20:4n-6 %8.00-11.75 (Kaçar, 2010), Munzur Nehri'nden toplanan *C.*

*umbla* dişilerinde % 2.86-3.45, erkeklerinde % 2.12-3.69; *C. regium* dişilerinde % 2.92-3.92, erkeklerinde % 2.99-5.91 olarak saptanmıştır (Kaya, 2017).

*C. auratus*'un kas dokusu PL fraksiyonunda C20:4n-6 oranı; %1.01-3.68; *C. gibelio*'da %2.66-4.37; *C. umbla*'da %3.90-5.88 olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda AA miktarı, Munzur Nehri'nden toplanan *C. regium* ve *C. umbla*'da olduğu gibi düşük bulunmuştur.

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*'nun her iki eşeyinin kas PL fraksiyonunda C20:5n-3 %2.59-6.68, C22:6n-3 %2.13-8.11; *T. grypus*'da C20:5n-3 % 2.27-5.45, C22:6n-3 % 6.74-13.34; *S. triostegus*'da C20:5n-3 % 2.12-6.02, C22:6n-3 % 4.12-8.55 (Kaçar, 2010), Munzur Nehri'nden alınan *C. umbla*'nın dişilerinde C20:5n-3 %17.36-23.62, C22:6n-3 %15.93-19.11 erkeklerinde C20:5n-3 %18.45-23.30, C22:6n-3 % 13.7-19.41, *C. regium*'un dişilerinde C20:5n-3 %19.54-20.54, C22:6n-3 %16.19-24.12, erkeklerinde C20:5n-3 %19.69-23.91, C22:6n-3 %19.74-21.98 olduğu belirlenmiştir (Kaya, 2017).

Çalışmamızda ise *C. umbla*'da C20:5n-3 %1.99-2.92, C22:6n-3 %11.18-20.08; *C. gibelio*'da C20:5n-3 %0.74-3.15, C22:6n-3 %6.29-15.56; *C. auratus*'ta C20:5n-3 %1.14-4.28, C22:6n-3 %2.67-15.27 aralığında tespit edilmiştir.

Mayıs, temmuz, ekim ve şubat aylarında C16:0'ın oranı *C. umbla*'da ortalama olarak %19.32, *C. auratus*'ta %33.74, *C. gibelio*'da %24.18; C16:1n-7 *C. umbla*'da %1.88, *C. auratus*'ta %1.75 *C. gibelio*'da %2.88; C18:1n-9 oranı *C. umbla*'da ortalama olarak %25.90, *C. auratus*'ta %24.72, *C. gibelio*'da %27.79; EPA *C. umbla*'da %2.42, *C. auratus*'ta %2.47, *C. gibelio*'da %1.59; DHA *C. umbla*'da ortalama olarak %16.49, *C. auratus*'ta %8.90, *C. gibelio*'da %9.69 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4-5-6). Palmitik asit oranı, *C. auratus*'ta en yüksek bulunmuştur. Oleik asit ve EPA oranı ise her üç balık türünde benzer miktarlarda tespit edilmiştir. *C. umbla*'da, DHA oranı en yüksek olup diğer iki türde yakın değerler belirlenmiştir. Linoleik asit oranı, *C. umbla*'da ortalama olarak %9.78, *C. auratus*'ta %9.62, *C. gibelio*'da %10.51; C18:3n-3, *C. umbla*'da %0.63, *C. auratus*'ta %3.56, *C. gibelio*'da %2.33; AA yüzdesi *C. umbla*'da %4.61 *C. auratus*'ta %1.79, *C. gibelio*'da %3.12 olarak saptanmıştır.

Linoleik asit oranının her üç balık türünde bir birine yakın olduğu, C18:3n-3 oranı, üç balık türü içinde *C. auratus*'ta yüksek iken *C. umbla*'da düşük olduğu saptanmıştır. Toplam SFA, *C. umbla*'da ortalama olarak %30.79, *C. auratus*'ta %42.90, *C. gibelio*'da %35.09;  $\Sigma$ MUFA, *C. umbla*'da %30.78, *C. auratus*'ta %28.13, *C. gibelio*'da %32.99;  $\Sigma$ PUFA, *C. umbla* ortalama olarak %38.31 *C. auratus*'ta %28.86, *C. gibelio*'da %31.83 olarak tespit edilmiştir. Toplam SFA, *C. umbla*'da en düşük,  $\Sigma$ MUFA ile  $\Sigma$ PUFA *C. auratus*'ta en düşük bulunmuştur. n-6  $\Sigma$ PUFA oranı, *C. umbla*'da ortalama olarak %17.51 *C. auratus*'ta %13.20, *C. gibelio*'da %16.56; n-3  $\Sigma$ PUFA oranı, *C. umbla*'da %20.80 *C. auratus*'ta %15.66, *C. gibelio*'da %15.26; n-3/n-6 oranının ortalaması *C. umbla*'da 1.21 *C. auratus*'ta 1.29, *C. gibelio*'da 0.94 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4-5-6).

**Çizelge 4.4:** *Capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nin kasında bulunan fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Ilkbahar (2019) (ORT±S.H)*	Yaz(2019) (ORT±S.H)*	Sonbahar (2019) (ORT±S.H)*	Kış(2020) (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
C12:0 <sup>§</sup>	-	-	0.68±0.06a	0.96±0.08b	0.82±0.03
C13:0	-	0.22±0.02a	0.33±0.05b	0.20±0.01a	0.25±0.02
C14:0	1.21±0.06a	0.07±0.01b	0.18±0.04c	0.05±0.02d	0.37±0.03
C15:0	0.93±0.06a	1.07±0.04a	0.40±0.07b	0.12±0.09c	0.63±0.04
C16:0	18.90±1.40a	20.72±1.78b	22.18±1.88c	15.50±1.67d	19.32±1.52
C17:0	0.22±0.05a	0.13±0.03b	0.42±0.04c	0.34±0.10d	0.27±0.06
C18:0	10.29±0.98a	8.60±0.88b	9.02±0.12ac	10.45±0.45a	9.59±0.56
<b>ΣS.F.A</b> ***	<b>31.55±1.78a</b>	<b>30.81±1.56a</b>	<b>33.21±1.01b</b>	<b>27.62±0.99c</b>	<b>30.79±1.24</b>
C16:1 ω-7	1.30±0.06a	2.67±0.08b	2.02±0.01b	1.56±0.32a	1.88±0.06
C18:1 ω-9	30.02±1.06a	26.92±1.11b	21.01±1.05c	25.66±1.40b	25.90±1.08
C20:1 ω-9	2.30±0.40a	3.41±0.32b	3.30±0.09b	2.98±0.50c	2.99±0.06
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>33.62±1.22a</b>	<b>33.00±1.55a</b>	<b>26.33±1.03b</b>	<b>30.20±1.88c</b>	<b>30.78±1.31</b>
C18:2 ω-6	7.46±0.42a	14.56±0.94b	10.76±0.37c	6.34±0.56a	9.78±0.42
C18:3 ω-3	0.26±0.03a	0.72±0.05b	0.59±0.02c	0.96±0.32d	0.63±0.06
C20:2 ω-6	1.20±0.01a	1.16±0.04a	1.32±0.09a	2.20±0.33b	1.47±0.05
C20:3 ω-6	2.56±0.10a	1.03±0.42b	1.12±0.06b	1.88±0.08c	1.64±0.07
C20:4 ω-6	3.90±0.02a	4.23±0.05a	4.46±0.52a	5.88±0.67b	4.61±0.11
C20:5 ω-3	1.99±0.06a	2.34±0.44b	2.92±0.49b	2.44±0.66b	2.42±0.23
C22:5 ω-3	0.46±0.04a	0.89±0.08b	1.37±0.34c	2.30±0.30d	1.25±0.08
C22:6 ω-3	16.90±1.03a	11.18±0.95b	17.81±1.22a	20.08±1.45c	16.49±0.22
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>34.73±1.89a</b>	<b>36.11±1.95b</b>	<b>40.35±1.90c</b>	<b>42.08±2.34d</b>	<b>38.31±1.86</b>
ω3	19.61±1.20a	15.13±1.05b	22.69±1.09c	25.78±1.99d	20.80±1.23
ω6	15.12±1.03a	20.98±1.55b	17.66±1.90a	16.3±1.04a	17.51±1.02
ω3/ω6	1.29	0.72	1.28	1.58	1.21

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

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

S.H.: Standart hata,

**Çizelge 4.5:** *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)'un kasında bulunan fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	Ilkbahar (2019) (ORT±S.H)*	Yaz(2019) (ORT±S.H)*	Sonbahar (2019) (ORT±S.H)*	Kış(2020) (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
C12:0 <sup>§</sup>	-	0.39±0.03a	0.44±0.02b	-	0.41±0.01
C13:0	-	0.26±0.01a	0.25±0.03a	0.73±0.06b	0.41±0.04
C14:0	0.61±0.06a	0.12±0.10b	0.04±0.01c	0.65±0.07a	0.35±0.06
C15:0	0.64±0.05a	0.98±0.06b	0.65±0.04a	0.75±0.02c	0.75±0.03
C16:0	33.34±2.30a	25.76±2.12b	36.66±2.60c	39.22±2.88d	33.74±1.98
C17:0	0.54±0.05a	0.14±0.01b	0.12±0.03b	0.34±0.06c	0.28±0.05
C18:0	1.67±0.56a	9.85±1.20b	6.69±0.98c	10.76±0.68b	7.24±0.44
<b>ΣS.F.A</b> ***	<b>36.80±2.99a</b>	<b>37.50±2.78a</b>	<b>44.85±2.33b</b>	<b>52.45±2.60c</b>	<b>42.90±2.53</b>
C16:1 ω-7	2.11±0.23a	2.56±0.40a	1.64±0.03b	0.71±0.02c	1.75±0.05
C18:1 ω-9	16.60±1.50a	23.83±1.06b	26.61±1.79c	31.85±2.34d	24.72±1.77
C20:1 ω-9	0.44±0.03a	2.92±0.02b	1.20±0.01c	2.08±0.08d	1.66±0.04
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>19.15±1.25a</b>	<b>29.31±2.05b</b>	<b>29.45±2.47b</b>	<b>34.64±2.00c</b>	<b>28.13±1.68</b>
C18:2 ω-6	18.20±1.06a	9.40±0.94b	6.25±0.05c	4.64±0.02d	9.62±0.06
C18:3 ω-3	8.79±0.50a	0.32±0.03b	4.42±0.07c	0.72±0.03d	3.56±0.04
C20:2 ω-6	2.15±0.04a	0.93±0.06b	0.45±0.02c	0.31±0.01d	0.96±0.03
C20:3 ω-6	1.43±0.08a	1.35±0.02a	0.34±0.04b	0.20±0.02c	0.83±0.02
C20:4 ω-6	1.01±0.03a	3.68±0.06b	1.20±0.04a	1.27±0.08a	1.79±0.04
C20:5 ω-3	4.28±0.06a	1.14±0.44b	1.84±0.50c	2.62±0.23d	2.47±0.06
C22:5 ω-3	0.66±0.05a	0.97±0.08b	0.86±0.04c	0.39±0.03d	0.72±0.05
C22:6 ω-3	7.45±0.40a	15.27±1.23b	10.24±1.06c	2.67±0.43d	8.90±0.44
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>43.97±2.49a</b>	<b>33.06±2.50b</b>	<b>25.60±2.31c</b>	<b>12.82±1.05d</b>	<b>28.86±1.56</b>
ω3	21.18±1.51a	17.70±0.59b	17.36±1.03b	6.40±0.59c	15.66±0.66
ω6	22.79±1.48a	15.36±1.26b	8.24±0.68c	6.42±0.29d	13.20±0.87
ω3/ω6	0.92	1.15	2.10	0.99	1.29

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

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

S.H.: Standart hata,

**Çizelge 4.6:** *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)'nun kasında bulunan fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	İlkbahar (2019) (ORT±S.H)*	Yaz(2019) (ORT±S.H)*	Sonbahar (2019) (ORT±S.H)*	Kış(2020) (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
C12:0 <sup>§</sup>	-	0.94±0.09a	0.56±0.06b	0.78±0.03c	0.76±0.04
C13:0	-	0.54±0.04a	0.37±0.03b	0.03±0.01c	0.31±0.02
C14:0	0.43±0.02a	0.38±0.06a	0.24±0.01b	0.38±0.11a	0.35±0.09
C15:0	0.67±0.06a	0.61±0.04a	1.08±0.33b	0.56±0.21a	0.73±0.08
C16:0	30.04±2.69a	28.18±1.44b	21.88±1.90c	16.65±1.03d	24.18±1.25
C17:0	0.23±0.02a	0.51±0.05b	1.19±0.12c	0.44±0.20d	0.59±0.56
C18:0	8.34±0.49a	13.04±0.99b	5.72±0.42c	6.58±0.56d	8.42±0.32
<b>ΣS.F.A***</b>	<b>39.71±2.37a</b>	<b>44.20±2.05b</b>	<b>31.04±1.28c</b>	<b>25.42±1.23d</b>	<b>35.09±1.06</b>
C16:1 ω-7	2.60±0.54a	1.54±0.67b	4.36±0.30c	3.05±0.20d	2.88±0.25
C18:1 ω-9	30.05±1.57a	19.60±1.08b	29.18±1.77a	32.34±2.60c	27.79±1.68
C20:1 ω-9	1.22±0.34a	2.15±0.66b	2.39±0.09b	3.48±0.42c	2.31±0.04
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>33.87±2.00a</b>	<b>23.29±1.50b</b>	<b>35.93±2.33c</b>	<b>38.87±2.06d</b>	<b>32.99±1.45</b>
C18:2 ω-6	6.56±0.66a	13.62±1.54b	12.89±0.60b	8.98±0.38c	10.51±0.38
C18:3 ω-3	0.23±0.02a	6.63±0.06b	1.52±0.12c	0.95±0.33d	2.33±0.06
C20:2 ω-6	1.98±0.09a	1.12±0.05b	1.04±0.04b	1.00±0.10b	1.28±0.05
C20:3 ω-6	2.07±0.22a	1.02±0.12b	1.02±0.30b	2.45±0.40a	1.64±0.16
C20:4 ω-6	2.66±0.60a	2.71±0.32a	4.37±0.47b	2.77±0.29a	3.12±0.20
C20:5 ω-3	0.99±0.11a	0.74±0.20b	3.15±0.65c	1.50±0.23d	1.59±0.66
C22:5 ω-3	2.32±0.96a	0.31±0.06b	1.53±0.34c	2.40±0.61a	1.64±0.33
C22:6 ω-3	9.51±0.44a	6.29±0.50b	7.43±0.70c	15.56±0.90d	9.69±0.56
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>26.32±1.61a</b>	<b>32.44±1.70b</b>	<b>32.95±2.68b</b>	<b>35.61±2.05c</b>	<b>31.83±1.50</b>
ω3	13.05±0.77a	13.97±1.66a	13.63±0.72a	20.41±1.68b	15.26±1.07
ω6	13.27±0.63a	18.47±1.50b	19.32±1.06b	15.20±1.22c	16.56±1.04
ω3/ω6	0.98	0.75	0.70	1.34	0.94

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

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

S.H.: Standart hata,

#### 4.7. *C. umbla*'nın Kas Dokusundaki Triaçilgliserol Fraksiyonundaki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi

*C. umbla*'nın kas dokusundaki triaçilgliserol fraksiyonundaki doymuş yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişimi Çizelge 7'de gösterilmiştir.

İncelenen balıkların TAG fraksiyonunda  $\Sigma$ SFA miktarı %18.78 (sonbahar)-24.34 (kış) olarak bulunmuştur. Triaçilgliserol fraksiyonunda en düşük  $\Sigma$ SFA miktarı sonbaharda bulunmuştur. En yüksek  $\Sigma$ SFA miktarı kış mevsiminde tespit edilmiştir. Triaçilgliserol fraksiyonunda en yüksek  $\Sigma$ SFA miktarının su sıcaklığının önceki dönemlere oranla düşük olduğu kış mevsiminde bulunmuştur.

Triaçilgliserol fraksiyonunda kış mevsiminde  $\Sigma$ SFA miktarındaki artışın diğer dönemlerden farklı olarak C16:0 asit miktarından değil, C14:0, C15:0, C17:0 ve C18:0 miktarındaki artıştan kaynaklandığı belirlenmiştir.

Balıkların kas dokusu TAG'larında  $\Sigma$ MUFA miktarı %46.85 (kış)-53.29 (yaz) olarak tespit edilmiştir. C18:1n-9 ve buna bağlı olarak  $\Sigma$ MUFA miktarı yaz mevsiminde en yüksek seviyede bulunmuştur. En düşük  $\Sigma$ MUFA miktarı ise kış mevsiminde bulunmuştur. Total MUFA'lar içerisinde en yüksek yüzdeye sahip olan C18:1n-9 asidi miktarı yıl içerisinde önemli değişiklik göstermemiştir. Total MUFA içinde C16:1n-7, C18:1n-9'dan sonra en fazla bulunan yağ asididir.

Triaçilgliserol fraksiyonu  $\Sigma$ PUFA miktarı %23.13 (yaz)-28.71 (kış), olarak bulunmuştur. Yaz mevsimi dışındaki diğer üç mevsimde  $\Sigma$ PUFA miktarı birbirine benzer olduğu görülmüştür. Temel bir yağ asidi olan C18:2n-6 miktarı da yıl içerisinde önemli bir fark göstermemiştir.

Linolienik asit oranı kış mevsiminde artmış, üreme mevsimi olan ilkbaharda ise azalmıştır. Eikosapentaenoik asit oranı, yaz mevsiminde azalıp kış mevsiminde ise artmıştır. Dokosaheksaenoik asit oranı üreme dönemi olan yaz mevsiminde (%1.50) en düşük iken ilkbahar mevsiminde ise en yüksek (%6.47) değerde olduğu saptanmıştır.

Triaçilgliserol fraksiyonunda tüm mevsimlerde  $\Sigma$ MUFA miktarları;  $\Sigma$ PUFA'lardan ve  $\Sigma$ SFA'lardan daha yüksek bulunmuştur. *C. umbla*'nın kas TAG fraksiyonunda n-3/n-6; 0.17 (yaz)-0.92 (kış) aralığında bulunmuştur.

#### **4.8. *C. auratus*'un Kas Dokusundaki Triaçilgliserol Fraksiyonundaki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi**

Kas TAG fraksiyonunda mevsime bağlı olarak  $\Sigma$ SFA oranı %14.83-22.66,  $\Sigma$ MUFA %48.01-54.27;  $\Sigma$ PUFA %22.99-36.63 arasında değişmiştir (Çizelge 8). Total SFA ve  $\Sigma$ MUFA üreme dönemi olan ilkbahar mevsiminde artış göstermiştir. Total SFA, sonbahar ve kış mevsimlerinde bir birine yakın değerlerde bulunmuştur. Total MUFA sonbahar mevsiminde azalmıştır. Aşırı doymamış yağ asitleri oranı yaz mevsiminde artmıştır. Balıklarda, tüm mevsimlerde  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA ve  $\Sigma$ PUFA arasında en çok  $\Sigma$ MUFA daha sonra  $\Sigma$ PUFA en az  $\Sigma$ SFA saptanmıştır. Palmitik asit ve C18:0 yaz mevsiminde azalmıştır. Palmitik asit ilkbahar mevsiminde artarken, C18:0 kış mevsiminde artış göstermiştir. Oleik asit sonbahar mevsiminde azalmıştır diğer mevsimlerde ise yakın değerlerde olduğu saptanmıştır.

Linoleik asit ve C18:3n-3 yağ asitleri yaz mevsiminde artmış, C18:2n-6 kış mevsiminde azalmıştır. Dokosaheksaenoik asit üreme döneminde azalma gösterirken, üremeden önceki dönemlerde artmıştır. *C. auratus*'un kas TAG fraksiyonunda n-3/n-6 oranı 0.19 (yaz)-0.68 (kış), aralığında bulunmuştur.

#### **4.9. *C. gibelio*'nun Kas Dokusundaki Triaçilgliserol Fraksiyonundaki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi**

Balığın kas TAG fraksiyonunda,  $\Sigma$ SFA oranı % 22.83-29.54;  $\Sigma$ MUFA % 38.10-49.87;  $\Sigma$ PUFA %20.49-34.11; aralığında belirlenmiştir (Çizelge 9). Total SFA oranı üremeden hemen sonraki dönemi olan sonbahar mevsiminde (%22.83) azalma, sıcaklığın düştüğü kış mevsiminde (%29.54) ise artış göstermiştir. Total MUFA oranı, kış mevsiminde artarken, ilkbahar mevsiminde azalmıştır. İlkbahar mevsiminde artış gösteren  $\Sigma$ PUFA, kış mevsiminde azalmıştır. C16:0, mevsimler arasında pek farklılık göstermemiştir (%18.44-20.87). Bir diğer doymuş yağ asitlerinden olan C18:0'ın oranı kış mevsiminde artış, ilkbahar mevsiminde ise azalış göstermiştir. Oleik asit, kış mevsiminde artıp, ilkbahar mevsiminde azalmıştır. C16:1n-7 ve C20:1n-9 yağ asitleri de mevsime bağlı olarak farklılık göstermiştir. Linoleik asit, total lipid ve PL fraksiyonunda olduğu TAG fraksiyonun da yüksek bulunmuştur. En yüksek değer üreme dönemi olan yaz mevsiminde (%19.93), en düşük değer kış mevsiminde (%6.81) saptanmıştır. Eikosapentaenoik asit yıl içerisinde çok fazla farklılık göstermemiştir. Dokosahekzaenoik asit, yaz mevsiminde çok düşürken (%1.31) diğer

mesimlerde fazla değişilik göstermemiştir. *C. gibelio* 'nun kas TAG fraksiyonunda n-3/n-6 0.29 (yaz)-1.33 (kış) aralığında bulunmuştur (Çizelge 9).

Çeşitli çalışmalarda, balıkların kas TAG fraksiyonunda doymuş yağ asitlerinde major olarak bulunan C16:0 oranının değiştii, bazı balıklarda yüksek bazı balıklarda daha düşük bulunduğu görülmüştür. Palmitik asit, C16:1n-7, C18:1n-9 gibi yağ asitleri, depo lipitlerinde fazla bulunurlar (Ackman, 2002).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*'nun TAG fraksiyonunda erkek ve dişi bireylerinde C16:0 %21.26-33.69, *T. grypus*'ta % 21.76-26.98, *S. triostegus*'ta % 22.58-32.61 aralığında (Kaçar, 2010), Munzur Nehri'nden toplanan *C. umbla* dişilerinde % 21.09-28.69, erkeklerinde % 22.14-25.46; *C. regium* dişilerinde % 16.8-19.73, erkeklerinde % 14.98-23.29 olarak tespit edilmiştir (Kaya, 2017).

Çalışmamızda *C. auratus*'un kas TAG fraksiyonunda C16:0 %9.73 ile 16.58, *C. umbla*'da C16:0 %14.40-17.59, *C. gibelio*'da C16:0 %18.44-20.87 aralığında olduğu saptanmıştır.

Daha önce Munzur Nehri'nden toplanan *C. umbla* kas TAG fraksiyonundaki C16:0 dişilerde %21.09-28.69, erkeklerde %22.14-25.46 (Kaya, 2017) olarak saptanırken çalışmamızda daha düşük oranlarda bulunmuştur. Bu sonuca göre, farklı su kaynaklarında yaşayan aynı tür balıkların kantitatif yağ asiti içeriğinin farklı olabilmektedir.

Balık dokularının TAG fraksiyonunda miktarı farklı bulunan en önemli yağ asitlerinden biri de C16:1n-7'dir. Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*'nun TAG fraksiyonunda C16:1n-7 %6.35-18.41, *T. grypus*'ta %5.83-9.63, *S. triostegus*'ta % 6.67- 13.59 (Kaçar, 2010), Munzur Nehri'nden toplanan *C. umbla*'nın dişilerinde C16:1n-7 %10.42-13.27, erkeklerinde %9.85-15.2, *C. regium* dişilerinde C16:1n-7 %10.73-20.64, erkeklerinde %9.92-11.28 olduğu belirlenmiştir (Kaya, 2017). Palmitoleik asidin tatlısu balıklarının TAG fraksiyonunda genellikle yüksek oranda bulunduğu belirlenmiştir (Ackman & Takeuchi 1986). Triaçilgliserol fraksiyonunda C16:1n-7'in fazla miktarda bulunması, enerji amacıyla kullanıldığını göstermektedir (Shirai et al., 2002). Araştırmamızda incelediğimiz balıklardan *C. gibelio*'nun kas dokusu TAG fraksiyonunda C16:1n-7 %3.66-5.60, *C. umbla*'da %6.11-9.63, *C. auratus*'ta %4.50-6.84 aralığında belirlenmiştir.

Deniz balığı olan *Diplodus sargus*'un TAG fraksiyonunda, monoen yağ asitleri yüksek oranda saptanmıştır (Cejas et al., 2003). Araştırmacılar, balıkların, daha çok doymuş ve tekli doymamış yağ asitlerini depo olarak kullandıklarını belirtmişlerdir (Gunstone et al., 1978, Kozlova & Khotimchenko, 2000).

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*'nun her iki eşeyinin kas TAG fraksiyonunda C18:1n-9 %16.40-35.61, *T. grypus*'da C18:1n-9 %28.90-38.14; *S. triostegus*'da C18:1n-9 %23.33-31.80 (Kaçar, 2010), Munzur Nehri'nden toplanan *C. umbla*'nın kas dokusu TAG fraksiyonunda C18:1n-9 dişilerde %9.87-16.62, erkeklerde %10.83-13.92, *C. regium*'un dişilerinde C18:1n-9 %11.74-15.77, erkeklerinde %8.91-17.97 olarak belirlenmiştir (Kaya, 2017).

Çalışmamızda *C. auratus*'un kas dokusu TAG fraksiyonunda C18:1n-9 %38.34-45.56, *C. umbla*'da %39.06-43.33, *C. gibelio*'da %29.06-38.87 aralığında saptanmıştır. Elde ettiğimiz veriler diğer tatlısu balıklarına (Kaçar, 2010; Kaya, 2017) oranla biraz daha yüksek bulunmuştur.

Atatürk Baraj Gölü'nden toplanan *C. carpio*'nun her iki eşeyinin kas TAG fraksiyonunda C20:4n-6 % 1.01-3.96, C20:5n-3 % 2.59-6.68, C22:6n-3 % 2.13-8.11; *T. grypus*'da C20:4n-6 % 1.80-3.38, C20:5n-3 % 2.27-5.45, C22:6n-3 % 6.74-13.34; *S. triostegus*'da C20:4n-6 % 0.65-3.21, C20:5n-3 % 2.12-6.02, C22:6n-3 % 4.12-8.55 (Kaçar, 2010), Munzur Nehri'nden toplanan *C. umbla*'nın kas dokusu TAG fraksiyonunda C20:4n-6 %1.61-2.46, C20:5n-3 %13.23-21.07, C22:6n-3 %5.54-8.44, erkeklerinde C20:4n-6 %1.07-3.03, C20:5n-3 %10.49-22.08, C22:6n-3 %6.23-14.98, *C. regium*'un dişilerinde C20:4n-6 %1.11-4.72, C20:5n-3 %20.48-24.04, C22:6n-3 %8.39-12.93, erkeklerinde C20:4n-6 %2.37-4.48, C20:5n-3 %15.93-24.1, C22:6n-3 %9.29-14.57 aralığında tespit edilmiştir (Kaya, 2017).

Mayıs, temmuz, ekim ve şubat aylarında C16:0'ın oranı *C. umbla*'da ortalama olarak %15.90, *C. auratus*'ta %13.43, *C. gibelio*'da %19.59; C16:1n-7 *C. umbla*'da %7.63, *C. auratus*'ta %5.71 *C. gibelio*'da %4.79; C18:1n-9 oranı *C. umbla*'da ortalama olarak %40.50, *C. auratus*'ta %42.57, *C. gibelio*'da %34.83; EPA *C. umbla*'da %1.73, *C. auratus*'ta %0.86, *C. gibelio*'da %1.35; DHA *C. umbla*'da ortalama olarak %4.75, *C. auratus*'ta %4.04, *C. gibelio*'da %5.54 olarak belirlenmiştir. Palmitik asit oranı, *C. umbla* ve *C. auratus*'ta yakın iken *C. gibelio*'da biraz daha yüksek bulunmuştur. Oleik

asit oranı, *C. umbla* ve *C. auratus*'ta yakın *C. gibelio*'da ise biraz dah düşük bulunmuştur. Eikosapentaenoik asit ile DHA oranı da her üç balık türünde de yakın değerler belirlenmiştir. C18:2n-6 *C. umbla* ortalama olarak %15.85, *C. auratus*'ta %19.36, *C. gibelio*'da %13.79; C18:3n-3 *C. umbla*'da %2.02, *C. auratus*'ta %1.63, *C. gibelio*'da %2.21; AA yüzdesi *C. umbla*'da %0.62 *C. auratus*'ta %1.35, *C. gibelio*'da %1.47 olarak saptanmıştır. Linoleik asit ile C18:3n-3 oranı, *C. umbla* ile *C. gibelio*'da benzer oranlarda iken, AA oranı da *C. auratus* ile *C. gibelio*'da benzer olduğu görülmüştür. Toplam SFA, *C. umbla*'da ortalama olarak %21.75, *C. auratus*'ta %19.19, *C. gibelio*'da %27.17; ΣMUFA, *C. umbla*'da %51.03, *C. auratus*'ta %50.77, *C. gibelio*'da %43.40; ΣPUFA, *C. umbla* ortalama olarak %51.03 *C. auratus*'ta %29.93, *C. gibelio*'da %29.33 olarak tespit edilmiştir. Toplam SFA oranı da *C. umbla* ile *C. auratus*'ta benzer değerlerde iken *C. gibelio*'da biraz daha yüksek bulunmuştur. Total MUFA, *C. umbla* ile *C. auratus*'ta, ΣPUFA *C. auratus* ve *C. gibelio*'da benzer oranlarda belirlenmiştir. n-6 ΣPUFA oranı, *C. umbla*'da ortalama olarak %17.87 *C. auratus*'ta %22.38, *C. gibelio*'da %17.60; n-3 ΣPUFA oranı, *C. umbla*'da %9.24 *C. auratus*'ta %7.55, *C. gibelio*'da %11.73; n-3/n-6 oranının ortalaması *C. umbla*'da 0.53 *C. auratus*'ta 0.36, *C. gibelio*'da 0.79 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1-2-3).

**Çizelge 4.7:** *Capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nin kasında bulunan triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	İlkbahar (2019) (ORT±S.H)*	Yaz(2019) (ORT±S.H)*	Sonbahar (2019) (ORT±S.H)*	Kış(2020) (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
C12:0 <sup>§</sup>	0.20±0.01a	0.15±0.05b	0.18±0.04a	0.32±0.03c	0.21±0.04
C13:0	0.01±0.01a	0.03±0.01b	0.12±0.02c	0.06±0.08d	0.05±0.06
C14:0	0.22±0.05a	0.05±0.01b	0.10±0.01c	0.56±0.02d	0.23±0.02
C15:0	1.23±0.02a	1.99±0.01b	2.15±0.05b	2.33±0.21b	1.92±0.02
C16:0	15.20±1.49a	17.59±1.34b	14.40±1.50a	16.42±1.78ab	15.90±1.36
C17:0	0.15±0.05a	0.02±0.01b	0.10±0.02c	0.23±0.03d	0.12±0.02
C18:0	3.41±0.04a	3.65±0.06a	1.73±0.02b	4.42±0.09c	3.30±0.03
<b>ΣS.F.A</b> ***	<b>20.42±1.96a</b>	<b>23.48±1.59b</b>	<b>18.78±1.30c</b>	<b>24.34±1.55b</b>	<b>21.75±1.48</b>
C16:1 ω-7	8.22±0.97a	6.11±0.57b	9.63±0.30c	6.56±0.44b	7.63±0.36
C18:1 ω-9	39.56±1.78a	43.33±2.67b	40.07±2.90c	39.06±2.34a	40.50±2.00
C20:1 ω-9	3.40±0.56a	3.85±0.66a	3.13±0.78b	1.23±0.03c	2.90±0.22
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>51.18±2.69a</b>	<b>53.29±2.89a</b>	<b>52.83±2.33a</b>	<b>46.85±2.00b</b>	<b>51.03±2.56</b>
C18:2 ω-6	17.27±1.49a	17.88±1.28a	15.89±1.23b	12.36±1.04c	15.85±1.08
C18:3 ω-3	0.98±0.05a	1.12±0.08a	2.57±0.02b	3.43±0.22c	2.02±0.04
C20:2 ω-6	0.35±0.06a	0.92±0.04b	1.12±0.02b	1.20±0.07b	0.89±0.05
C20:3 ω-6	0.44±0.22a	0.39±0.10b	0.41±0.05b	0.76±0.07c	0.50±0.06
C20:4 ω-6	0.56±0.03a	0.52±0.04a	0.85±0.01b	0.56±0.05a	0.62±0.01
C20:5 ω-3	1.25±0.09a	0.54±0.04b	2.05±0.03c	3.09±0.55d	1.73±0.06
C22:5 ω-3	0.98±0.05a	0.26±0.02b	0.82±0.04a	0.86±0.06a	0.73±0.03
C22:6 ω-3	6.47±0.52a	1.50±0.68b	4.61±0.33c	6.45±0.66a	4.75±0.36
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>28.30±1.67a</b>	<b>23.13±1.24b</b>	<b>28.32±1.05a</b>	<b>28.71±1.59a</b>	<b>27.11±1.08</b>
ω3	9.68±0.45a	3.42±0.31b	10.05±0.97a	13.83±1.78c	9.24±0.67
ω6	18.62±1.77a	19.71±1.60a	18.27±1.86a	14.88±0.49b	17.87±0.66
ω3/ω6	0.51	0.17	0.55	0.92	0.53

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

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

S.H.: Standart hata,

**Çizelge 4.8:** *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)'un kasında bulunan triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelerinin aylara göre değişimi

Yağ asidi	İlkbahar (2019) (ORT±S.H)*	Yaz(2019) (ORT±S.H)*	Sonbahar (2019) (ORT±S.H)*	Kış(2020) (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
C12:0§	0.20±0.02a	-	0.05±0.01b	0.03±0.02c	0.09±0.01
C13:0	0.23±0.04a	0.33±0.02b	0.04±0.01c	0.01±0.01d	0.15±0.02
C14:0	0.03±0.02a	0.52±0.06b	0.03±0.01a	0.31±0.08c	0.22±0.04
C15:0	1.33±0.30a	1.49±0.47b	1.77±0.53c	1.20±0.29d	1.44±0.22
C16:0	16.58±1.49a	9.73±0.66b	14.78±1.49c	12.65±1.50d	13.43±0.56
C17:0	0.18±0.03a	0.10±0.01b	0.05±0.02c	0.03±0.01d	0.09±0.02
C18:0	4.11±0.44a	2.66±0.25b	2.68±0.20b	5.66±0.34c	3.77±0.20
<b>ΣS.F.A***</b>	<b>22.66±1.30a</b>	<b>14.83±1.06b</b>	<b>19.40±1.56c</b>	<b>19.89±1.88c</b>	<b>19.19±1.45</b>
C16:1 ω-7	5.93±0.55a	4.50±0.44b	6.84±0.20c	5.60±0.70d	5.71±0.44
C18:1 ω-9	44.69±2.49a	41.72±2.33b	38.34±2.97c	45.56±2.07a	42.57±2.06
C20:1 ω-9	3.65±0.43a	2.22±0.25b	2.83±0.43b	1.22±0.28c	2.48±0.24
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>54.27±2.67a</b>	<b>48.44±2.84b</b>	<b>48.01±2.48b</b>	<b>52.38±2.66c</b>	<b>50.77±2.48</b>
C18:2 ω-6	15.76±1.06a	27.44±1.49b	20.79±1.68c	13.45±0.67d	19.36±0.81
C18:3 ω-3	0.86±0.06a	2.00±0.80b	1.70±0.31c	1.98±0.30c	1.63±0.09
C20:2 ω-6	1.07±0.59a	0.97±0.33a	0.99±0.27a	0.12±0.10b	0.78±0.28
C20:3 ω-6	0.82±0.06a	1.16±0.04b	0.99±0.10c	0.56±0.05d	0.88±0.05
C20:4 ω-6	0.87±0.02a	1.12±0.11b	1.11±0.26b	2.31±0.34c	1.35±0.04
C20:5 ω-3	0.73±0.06a	0.99±0.07b	1.24±0.02c	0.50±0.04d	0.86±0.06
C22:5 ω-3	0.32±0.03a	2.06±0.15b	0.72±0.39c	0.95±0.22d	1.01±0.10
C22:6 ω-3	2.56±0.50a	0.89±0.36b	4.96±0.26c	7.76±0.20d	4.04±0.22
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>22.99±1.60a</b>	<b>36.63±1.55b</b>	<b>32.50±1.76c</b>	<b>27.63±1.06d</b>	<b>29.93±1.09</b>
ω3	4.47±0.05a	5.94±0.66b	8.62±0.88c	11.19±0.89d	7.55±0.48
ω6	18.52±1.63a	30.69±2.68b	23.88±1.07c	16.44±1.64d	22.38±1.20
ω3/ω6	0.24	0.19	0.36	0.68	0.36

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

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

S.H.: Standart hata,

**Çizelge 4.9:** *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)'nin kasında bulunan triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değışimi

Yağ asidi	İlkbahar (2019) (ORT±S.H)*	Yaz(2019) (ORT±S.H)*	Sonbahar (2019) (ORT±S.H)*	Kış(2020) (ORT±S.H)*	Ortalama (ORT±S.H)*
C12:0 <sup>§</sup>	0.03±0.01a	-	-	0.32±0.02b	0.17±0.01
C13:0	0.01±0.01a	1.06±0.06b	0.05±0.02c	0.01±0.01a	0.28±0.02
C14:0	1.26±0.09a	0.45±0.04b	0.66±0.23c	1.22±0.20a	0.89±0.05
C15:0	0.98±0.33a	1.93±0.12b	0.25±0.11c	0.54±0.06d	0.92±0.04
C16:0	20.87±2.07a	19.00±1.66a	18.44±1.01b	20.06±2.00a	19.59±1.67
C17:0	0.55±0.05a	0.63±0.10b	0.77±0.06c	0.33±0.10d	0.57±0.08
C18:0	3.99±0.44a	5.55±0.16b	2.66±0.09c	7.06±0.05d	4.81±0.04
<b>ΣS.F.A***</b>	<b>27.69±1.59a</b>	<b>28.62±1.98a</b>	<b>22.83±1.04b</b>	<b>29.54±2.30a</b>	<b>27.17±1.06</b>
C16:1 ω-7	5.49±0.34a	3.66±0.60b	4.43±0.40ab	5.60±0.96a	4.79±0.33
C18:1 ω-9	29.06±2.33a	34.76±2.07b	36.65±2.68c	38.87±2.03d	34.83±1.88
C20:1 ω-9	3.55±0.50a	2.85±0.12b	3.30±0.32a	5.40±0.43c	3.77±0.22
<b>ΣM.U.F.A.</b>	<b>38.10±2.36a</b>	<b>41.27±2.67b</b>	<b>44.38±2.89c</b>	<b>49.87±2.00d</b>	<b>43.40±1.56</b>
C18:2 ω-6	15.66±1.22a	19.93±1.60b	12.77±0.88c	6.81±0.69d	13.79±0.66
C18:3 ω-3	2.45±0.45a	1.79±0.07b	3.40±0.30c	1.22±0.21d	2.21±0.09
C20:2 ω-6	1.67±0.56a	1.19±0.15b	1.67±0.33a	0.95±0.40c	1.37±0.26
C20:3 ω-6	1.23±0.22a	1.07±0.05a	1.03±0.07a	0.56±0.06b	0.97±0.05
C20:4 ω-6	3.44±0.40a	1.05±0.10b	0.95±0.09b	0.44±0.03c	1.47±0.08
C20:5 ω-3	1.58±0.56a	1.28±0.38b	1.34±0.66b	1.23±0.36b	1.35±0.26
C22:5 ω-3	2.08±0.35a	2.44±0.50b	4.55±0.60c	1.40±0.23d	2.61±0.28
C22:6 ω-3	6.00±0.05a	1.31±0.90b	6.98±0.42c	7.88±0.48d	5.54±0.04
<b>ΣP.U.F.A</b>	<b>34.11±2.07a</b>	<b>30.06±2.76b</b>	<b>32.69±2.69ab</b>	<b>20.49±1.77c</b>	<b>29.33±1.00</b>
ω3	12.11±1.33a	6.82±0.59b	16.27±1.68c	11.73±1.04a	11.73±0.60
ω6	22.00±2.90a	23.24±2.44a	16.42±1.20b	8.76±0.88c	17.60±1.48
ω3/ω6	0.55	0.29	0.99	1.33	0.79

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

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

S.H.: Standart hata,

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada Beyazsu Çayı (Nusaybin/MARDİN)'ndan toplanan *Capoeta umbla*, *Carassius auratus* ve *Carassius gibelio*'nun kas total lipit ile fosfolipit, triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asiti içeriğinin mevsime bağlı değişimleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, elde edilen veriler aşağıda verilmiştir.

Balık dokularının analizlerinde, on sekiz farklı yağ asidi tespit edilmiştir. Doymuş yağ asitlerinden miktar olarak en çok C16:0 ve C18:0, tekli doymamış yağ asitlerinden C18:1n-9 ve C16:1n-7, çoklu doymamış yağ asitlerinden C22:6n-3 (DHA) ve C18:2n-6 (linoleik asit) saptanmıştır.

Balıkların kas dokusu total lipid ile TAG ve PL fraksiyonlarındaki yağ asidi içerikleri; mevsime ve sıcaklığa bağlı olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Bir yıl boyunca kas total lipitinde n-3/n-6 oranı *C. umbla*'da 1.14-3.26; *C. auratus*'ta 0.24-0.81; *C. gibelio*'da 0.22-1.44 aralığında belirlenmiştir. N-3/n-6 oranı balık yağlarının kalitesini belirlemede kullanılan bir indekstir. Sonuçlara göre *C. umbla*'nın besinsel kalitesinin daha yüksek olduğunu söyleyebiliriz.

Balık kas dokusu lipitlerindeki fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asiti içeriğinin farklı olduğu saptanmıştır. Triaçilgliserolde C16:1n-7, C18:1n-9 ile C18:2n-6 gibi yağ asitleri; fosfolipitte ise doymuşlardan C18:0 ile C20:4n-6 ve DHA gibi yirmi karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri daha fazla oranda bulunmuştur.

## KAYNAKÇA

- Ackman, R.G., & Takeuchi, T. (1986). "Comparison of Fatty Acids and Lipids of Smolting Hatchery-Fed and Wild Atlantic Salmon *Salmo salar*". *Lipids*. Cilt. 21. Sayı.2, 117-120.
- Ackman, K.G., Eaton, C.A, & Lirme, B.A. (1975). "Differentiation of Freshwater Characteristics of Fatty Acids in Marine Specimens of the Atlantic Sturgeon (*Acipenser oxyrhynchus*)". *Fishery Bulletin*. Cilt. 73. Sayı. 4, 838-845.
- Ackman, R.G. (1967). "Characteristics of the Fatty Acid Composition and Biochemistry of Some Fresh-Water Fish Oils and Lipids in Comparison with Marine Oils and Lipids". *Comparative Biochemistry and Physiology*. Cilt. 22. Sayı. 3, 907-922.
- Ackman, R. G. (1988). "Concerns for utilization of marine lipids and oils". *Food technology (Chicago)*, Cilt .42. Sayı.5, 151-155.
- Ackman, R.G., Mcleod, C., Rakshit, S., & Misra, K.K. (2002). "Lipids and Fatty Acids of Five Freshwater Food Fishes of India". *Journal of Food Lipids*. Cilt. 9. Sayı. 2,127-145.
- Ackman, R.G., & Ratnayake, W.M.N. (1989). *Fish Oils, Seal Oils, Esters and Acids are all From of Omega 3 Intake Equal*. In: Healt Effects of Fish and Fish Oils. Chandra, R.K., eds. Arts Biomedical Publisher and Distributors, p.373-393. Newfoundland.
- Aggelousis, G., & Lazos, E.S. (1991). "Fatty Acid Composition of the Lipids from Eight Freshwater Fish Species from Greece". *Journal of Food Composition and Analysis*. Cilt. 4. Sayı.1, 68-76.
- Agren, J., Mute, P., Hanninen, O., Herranen, J., & Penttila, I. (1987). "Seasonal Variation of Lipid Fatty Acids of Boreal Freshwater Fish Species". *Comparative Biochemistry and Physiology*. Cilt. 88. Sayı. 3, 905-909.
- Ahlgren, G., Blomqvist, P., Bobergi, M., & Gustafsson, I.B. (1994). "Fatty Acid Content of the Dorsal Muscle –an Indicator of Fat Quality in Freshwater Fish". *Journal of Fish Biology*, Cilt. 45. Sayı. 1, 131-157.
- Akpınar, M.A., Görgün, S., & Akpınar, A.E. (2009). "A Comparative Analysis of the Fatty Acid Profiles in the Liver and Muscles of Male and Female". *Salmo trutta macrostigma*. *Food Chemistry*. Cilt. 112. Sayı. 1, 6-8.
- Akpınar, M.A. (1987). "*Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)'nın Kas Dokusu Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi". *Doğa TU Biyoloji*. Cilt. 11. Sayı.1, 1-9.

- Alasalvar, C., Taylor, K.D.A., Zubcov, E., Shahidi, F., & Alexis, M. (2002). "Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): Total lipid content, fatty acid and trace mineral composition". *Food Chemistry*. Cilt. 79. Sayı. 2, 145-150.
- Alasalvar, C., Taylor, K.D.A., Zubcov, E., Shahidi, F., & Alexis, M. (2002). "Differentiation of Cultured and Wild Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*): Total lipid Content, Fatty Acid and Trace Mineral Composition". *Food Chemistry*. Cilt. 79. Sayı. 2, 145-150.
- Andrade, A.D., Rubira, A.F., Matsushita, M., & Souza, N.E. (1995). "Omega-3 Fatty Acids in Freshwater Fish from South of Brazil". *Journal of the American Oil Chemists' Society*, Cilt. 72. Sayı. 10, 1207-1210.
- Antonova, E.I. (2010). "Short-Term Thermal Compensatory Adaptive Reaction Mechanisms of the Liver in *C. auratus gibelio*". *Contemporary Problems of Ecology*. Cilt. 3. Sayı. 1,57-62
- Aras, N.M., Güneş, M., Bayır, A., Sirkecioğlu, A.N., & Haliloğlu, H.İ. (2009). "Tuzla Çayı ve Tercan Baraj Gölü'ndeki *Capoeta capoeta umbla* (HECKEL, 1843)'nın Bazı Biyo-Ekolojik Özellikleri ile Total Yağ ve Yağ Asitleri Kompozisyonlarının Karşılaştırılması". *Ekoloji*. Cilt. 19. Sayı. 73, 55-64.
- Ayoola, S.O. (2008). "Histopathological Effects of Glifosat on Juvenile African Catfish (*Clarias gariepinus*).". *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. Cilt. 4. Sayı.3, 362- 367.
- Balık, İ., Çabuk H., Karaşahin B., Özkök R. Uysal R., & Yağcı A. (2002). *Carassius auratus gibelio* Bloch, 1782'nun Aşılmasından Sonra Eğirdir Gölü Balıkçılığında Gözlenen Değişikliklerin ve bu Balık Türünün Göl Balıkçılığı Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Proje Sonuç Raporu Proje No.:TAGEM/HAYSÜD/2001.09.01.02.
- Bandarra, N.M., Batista, I., Nunes, M.L., Empis, J.M., & Christie, W.W. (1997). "Seasonal Changes in Lipid Composition of Sardine (*Sardina pilchardus*)". *Journal of Food Science*. Cilt. 62. Sayı.1, 40-42.
- Barım, Ö. (1998). Japon Havuz Balıklarının (*Carassius auratus* L., 1758) Üretimi ve Yavruların Beslenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Biderre, C., Babin, F., & Vivares, C.P. (2000). "Fatty Acid Composition of Four Microsporidian Species Compared to that of Their Host Fishes". *Journal of Eukaryotic Microbiology*. Cilt.47. Sayı. 1, 7-10.
- Bulut, S. (2010). "Seyitler Baraj Gölü'nde (Afyonkarahisar) Yaşayan *Carassius gibelio*'nun Kas Dokusundaki Yağ Asidi Kompozisyonunun Değişimi". Afyon

Kocatepe Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Afyonkarahisar.  
*Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*. Cilt. 5. Sayı. 2, 69-75.

- Canpolat, A., Konar, V., & Yılmaz, Ö. (1999). “*Capoeta trutta* ve *Barbus rajanorum mystaceus*’un Kas Dokularındaki Total Lipit ve Yağ Asidi Miktar ve Bileşimlerinin Üreme Periyodu Süresince Değişimi”. *Turkish Journal of Biology*. Cilt.23. Sayı.3, 319-330.
- Cejas, J.R., Almansa, E., Jerez, S., Bolanos, A., Samper, M., & Lorenzo, A. (2004). “Lipid and Fatty Acid Composition of Muscle and Liver from Wild and Captive Mature Female Broodstocks of White Seabream, *Diplodus sargus*”. *Comparative Biochemistry and Physiology*. Cilt. 138.Sayı. 1, 91-102.
- Cejas, J.R., Almansa, E., Villamandos, J.E., Badia, P., Bolanos, A., & Lorenzo, A. (2003). “Lipid and Fatty Acid Composition of Ovaries from Wild Fish and Ovaries and Eggs from Captive Fish of White Sea Bream (*Diplodus sargus*)”. *Aquaculture*. Cilt. 216. Sayı. 1-4, 299-313.
- Cengiz, E.İ., Ünlü, E., Başhan, M., Satar, A., & Uysal, E. (2012).” Effects of Seasonal Variations on the Fatty Acid Composition of Total Lipid, Phospholipid and Triacylglycerol in the Dorsal Muscle of Mesopotamian Catfish (*Silurus triostegus* Heckel, 1843) in Tigris River (Turkey)”. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*. Cilt.12. Sayı.1, 33–39.
- Cengiz, E.İ., Ünlü, E., & Başhan, M. (2010). “Fatty Acid Composition of Total Lipids in Muscle Tissues of Nine Freshwater Fish from the River Tigris (Turkey)”. *Turkish Journal of Biology*. Cilt. 34. Sayı. 4, 433-438.
- Christiansen, J.S., Ringo, E., & Jobling, M. (1989). “Effects of Sustained Exercise on Growth and Body Composition of First-Feeding Fry of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.)”. *Aquaculture*. Cilt.79. Sayı.1-4,329-335.
- Crowford, R.H., Cusack, R.R., & Parlee, T.R. (1986). “Lipid Content and Energy Expenditure in the Spawning Migration of Alewife (*Alosa pseudoharengus*) and Blueback herring (*Alosa aestivalis*)”. *Canadian Journal of Zoology*. Cilt.64. Sayı. 9,1902-1907.
- Czesny, S., & Dobrowski, K. (1998). “The Effect of Egg Fatty Acid Concentrations on Embryo Viability in Wild and Domesticated Walleye (*Stizostedion vitreum*)”. *Aquatic Living Resources*. Cilt. 11. Sayı. 6, 371-378.
- Czesny, S., Dabrowski, K., Christensen, J.E., VanEenennaam, J., & Doroshov, S. (2000). “Discrimination of Wild and Domestic Origin of Sturgeon Ova Based on Lipids and Fatty Acid Analysis”. *Aquaculture*. Cilt.189. Sayı.1-2, 145-153.
- Çelik, M., Diler, A., & Küçükgülmez, A. (2005). “A Comparison of the Proximate Compositions and Fatty Acid Profiles of Zander (*Sander lucioperca*) from two

- Different Regions and Climatic Conditions”. *Food Chemistry*. Cilt. 92. Sayı. 4,637–641.
- Dağtekin, B.B., & Baştürk, Ö. (2014). “Çıldır Gölü'nde Yaşayan Gümüşi Havuz Balığının (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) Et Verimi ve Biyokimyasal Kompozisyonu”, *Yunus Araştırma Bülteni*. Cilt.14. Sayı.2, 15-22.
- Dal Bosco, A., Mourvaki, E., Mugnai, C., & Castellini, C. (2010). “Nutritional Evaluation of Fillets, Pulp and Croquette of Wild Caught Trasimeno Lake Goldfish (*Carassius auratus* L.)”. *Italian Journal of Food Science*, Cilt.22. Sayı. 2, 192–199.
- Dal Bosco, A., Mugnai, C., Mourvaki, E., & Castellini, C. (2012) “Seasonal Changes in the Fillet Fatty Acid Profile and Nutritional Characteristics of Wild Trasimeno Lake goldfish (*Carassius auratus* L.)”. *Food Chemistry*. Cilt. 132. Sayı. 2, 830–834.
- De Caterina, R., Liao, J.K., & Libby, P. (2000). “Fatty Acid Modulation of Endothelial Activation”. *American Journal of Clinical Nutrition*. Cilt. 71. Sayı. 1, 213- 23.
- Duddley, M.A., Wang, H., Hachey, D.L., Shuiman, R. J., Perkinson, J. S., Rosenberger, J., & Mersmann, H.J. (1994). “Jejunal Brush Border Hydrolase Activity is Higher in Tallow-Fed Pigs than in Corn Oil-Fed Pigs”. *Journal of Nutrition*. Cilt. 124. Sayı. 10, 1996-2005.
- Dutta, H., Das, A., & Farkas, T. (1985). “The Role of Environmental Temperature in Seasonal Changes of Fatty Acid Composition of Hepatic Lipid in an Air-Breathing Indian Teleost (*Channa punctatus*)”. *Comparative Biochemistry and Physiology*. Cilt. 81. Sayı.2, 341-347.
- Elger, M., & Hentschel, H. (1981). “The Glomerulus of a Stenohaline Fresh-Water Teleost, *Carassius auratus gibelio*, Adapted to Saline Water. A Scanning and Transmission Electron-Microscopic Study”. *Cell and Tissue Research*. Cilt. 220. Sayı.1, 73-85.
- Farkas, T., & Csengeri, I. (1976). “Biosynthesis of Fatty Acids by the Carp, *Cyprinus carpio* L., in Relation to Environmental Temperature”. *Lipids*. Cilt.11. Sayı. 5, 401-407.
- Farkas, T., Csengeri, I., Majoros, F., & Olah, J. (1978). “Metabolism of Fatty Acids in Fish. II. Biosynthesis of Fatty Acids in Relation to Diet in the Carp, *Cyprinus carpio* Linnaeus 1758”. *Aquaculture*. Cilt.14. Sayı. 1, 57-65.
- Farkas, T. (1984). “Adaptation of Fatty Acid Composition to Temperature- a Study on Carp. (*C. Carpio* L.) Liver Slices”. *Comparative Biochemistry and Physiology*. B., Cilt. 79. Sayı. 4, 531-535.

- Folch, J., Lees, M., & Sladane-Stanley, G.H.A. (1957). "Simple Method for the Isolation and Purification of Total Lipids from Animal Tissues". *Journal of Biological Chemistry*. Cilt. 226, 497-509.
- Ford, T., & Beitinger, T.L. (2005). "Temperature Tolerance in the Goldfish, *Carassius auratus*". *Journal of Thermal Biology*. Cilt.30. Sayı.2, 147–152.
- Geldiay, R., & Balık, S. (1999). *Türkiye Tatlısu Balıkları* (Ders Kitabı) III. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 46. Ders Kitabı Dizini No: 16. Ege Ünivesitesi Basımevi, Bornova-İzmir.
- Geldiay, R., & Balık, S. (2007). *Türkiye Tatlısu Balıkları*. 5. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir.
- Görgün, S., Akpınar, N., Zengin, G., Akpınar, M.A., Gunlu, A., Güler, G.O., & Aktümsek, A. (2013). "Determination of Fatty Acid Profiles of Total, Neutral, and Polar Lipids in Different Tissues of *Vimba vimba* (L., 1758) from Eğirdir Lake (Isparta, Turkey)". *Turkish Journal of Zoology*. Cilt. 37. Sayı.5, 627-634.
- Görgün, S., Akpınar, N., & Dirican, S. (2014). "A Comparative Study on the Fatty Acid Profiles of Total Lipid, Neutral and Polar Lipids in the Liver and Muscle of *Capoeta sieboldi* (Steindachner, 1864) and *Capoeta baliki* (Turan, Kottelat, Ekmekçi, İmamoğlu, 2006) from Tödürge lake (Sivas, Turkey)". *Acta Alimentaria*. Cilt. 43. Sayı. 1, 170–181.
- Gunasekera, R. M. Silva, S.S.D., & Ingram, B.A. (1999). "Early Ontogeny-Related Changes of the Fatty Acid Composition in the Percichthyid Fishes Trout cod, *Maccullochella macquariensis* and Murray cod, *M. peelii*". *Aquatic Living Resources*. Cilt. 12. Sayı. 3, 219-227.
- Gunstone, F.D., Wijesundera, R.C., & Scrimgeour, C.M. (1978). "The Component Acids of Lipids from Marine and Freshwater Species with Special Reference to Furan-Containing Acids". *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Cilt. 29. Sayı. 6, 539–550.
- Güler, G.O., Aktümsek, A., Çitil, O.B., Arslan, A., & Torlak. E. (2007). "Seasonal Variations on Total Fatty Acid Composition of Fillets of Zander (*Sander lucioperca*) in Beyşehir Lake (Turkey)". *Food Chemistry*. Cilt. 103. Sayı. 4, 1241–1246.
- Güler, G.O., Kıztanır, B., Aktümsek, A., Çitil, O.B., & Özparlak, H. (2008). "Determination of the Seasonal Changes on Total Fatty Acid Composition and w3/w6 Ratios of Carp (*Cyprinus carpio* L.) Muscle Lipids in Beyşehir Lake (Turkey)". *Food Chemistry*. Cilt. 108. Sayı. 2, 689-694.
- Haliloğlu, H.I., Bayır, A., Sirkecioğlu, A.N., Aras, N.M., & Atamanalp, M. (2004). "Comparision of Fatty Acid Composition in some Tissues of Rainbow Trout

- (*Oncorhynchus mykiss*) Living in Seawater and Freshwater”. *Food Chemistry*. Cilt. 86. Sayı. 1, 55-59.
- Halver, J.E. (1989). *Fish Nutrition*, Academic Press Inc., Second Ed., New York.
- Hayashi, K., & Takagi, T. (1977). “Seasonal Variations in Lipids and Fatty Acids of Sardine, *Sardinops melanostica*”. *Bull. Fac. Fish, Hokkaido Univ.*, Cilt.28. Sayı. 2, 83-94.
- Henderson, R.J., & Tocher, D.R. (1987). “The Lipid Composition and Biochemistry of Freshwater Fish”. *Progress in Lipid Research*. Cilt. 26. Sayı. 4, 281-347.
- Hilditch, T.P., & Williams, P.N. (1964). *The Chemical Constitution of Natural Fats*. 4th edition, Wiley, New York.
- İlhan, A. (2006). *Batı Karadeniz Bölgesi Tatlısu Balıklarının Taksonomik ve Ekolojik Özelliklerinin Araştırılması*. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Jobling, M., & Bendiksen, E.A. (2003). “Dietary Lipids and Temperature Interact to Influence Tissue Fatty Acid Compositions of Atlantic Salmon, *Salmo salar* L. parr”. *Aquaculture Research*. Cilt. 34. Sayı.15, 1423-1441.
- Jump, D.B. (2002). “The Biochemistry of n-3 Polyunsaturated Fatty Acids”. *Journal of Biological Chemistry*. Cilt. 277. Sayı. 11, 8755-8758.
- Kaçar, S., Başhan, M., & Oymak, S.A. (2010a). “*Capoeta trutta* (Heckel, 1843) (Osteichthyes: Cyprinidae)’nın Kas ve Karaciğer Yağ Asitlerinin İçeriği”. 20. *Ulusal Biyoloji Kongresi*. Pamukkale/Denizli, 21-25 Haziran.
- Kaçar, S., Başhan, M., & Oymak, S.A. (2010b). “Dişi *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) (Osteichthyes: Cyprinidae)’un Kas ve Gonad Dokusu Yağ Asitlerinin İçeriği”. 20. *Ulusal Biyoloji Kongresi*. Pamukkale/Denizli, 21-25 Haziran.
- Kaçar, S., & Başhan, M. (2015). “Seasonal Variations in the Fatty Acid Composition of Phospholipid and Triacylglycerol in Gonad and Liver of *Mastacembelus simack*”. *Journal of the American Oil Chemists’ Society*. Cilt. 92. Sayı. 9, 1313-1320.
- Kaçar, S., & Başhan, M. (2016). “Comparison of Lipid Contents and Fatty Acid Profiles of Freshwater Fish from the Atatürk Dam Lake”. *Turkish Journal of Biology*. Cilt. 41. Sayı. 3, 150-156.
- Kaçar, S. (2010). *Atatürk Baraj Gölü’ndeki Bazı Tatlısu Balıklarının Total Lipit Ve Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi*. Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji A.B.D. Diyarbakır.

- Kalous, L., Memiş, D., & Bohlen, J. (2004). "Finding of Triploid *Carassius gibelio* (Bloch, 1780) (Cypriniformes, Cyprinidae), in Turkey". *Cybiuim*. Cilt.28. Sayı. 1, 77-79.
- Kalyoncu, L., Kıssal, S., & Aktumsek, A. (2009). "Seasonal Changes in the Total Fatty Acid Composition of Vimba, *Vimba vimba tenella* (Nordmann, 1840) in Eğirdir Lake". *Food Chemistry*. Cilt. 116. Sayı.3, 728–730.
- Kaya, H. (2017). *Munzur Nehri'nde Yaşayan Capoeta umbla (Heckel, 1843) ve Chondrostoma regium (Heckel, 1843)'un Total Lipit ve Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi*. Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji A.B.D, Diyarbakır.
- Kayhan, H., Başhan, M., & Kaçar, S. (2015). "Seasonal Variations in the Fatty Acid Composition of Phospholipids and Triacylglycerols of Brown trout". *European Journal of Lipid Science and Technology*. Cilt. 117. Sayı.5, 738-744.
- Keskin, H. (1981). *Besin Kimyası*, İst. Ün. Yayınları.
- Kinsella, J.E. (1987). *Seafoods and Fish Oils in Human Health and Disease*, Pub. Marcel Dekker, New York. Inc.
- Kitajka, K., Buda, C., Fodor, E., Halver, J.E., & Farkas, T. (1996). "Involvement of Phospholipid Molecular Species in Controlling Structural order of Vertebrate Brain Synaptic Membranes During Thermal Evolution". *Lipids*. Cilt. 31. Sayı.10, 1045-1050.
- Kluytmans, J.H.F.M., & Zandee, D.I. (1973a). "Lipid Metabolism in the Northern pike (*Exos lucius* L.) I. The Fatty Acid Compositions of the Northern pike". *Comparative Biochemistry and Physiology*. Cilt. 44. Sayı. 2,451-458.
- Kluytmans, J.H.F.M., & Zandee, D.I. (1973b)." Lipids Metabolism in the Northern pike (*Exos lucius* L.) II. The Composition of Total Lipids and of the Fatty Acids Isolated from Lipid Classes and some Tissues of the Northern pike". *Comparative Biochemistry and Physiology*. Cilt. 44. Sayı. 2, 459-466.
- Kminkova, M., Winterova, R., & Kucera, J. (2001). "Fatty Acids in Lipids of Carp (*Cyprinus carpio*) Tissues". *Czech Journal of Food Sciences*. Cilt. 19. Sayı. 5,177-181.
- Kolakowska, A., Szczygielski, M., Bienkiewicz, G., & Zienkiewicz, L. (2000). "Some of Fish Species as a Source of n-3 Polyunsaturated Fatty Acids". *Acta Ichthyologica et Piscatoria*. Cilt. 30, Sayı. 2, 59–70.
- Konar, V., & Köprücü, K. (2002). "Gökkusagı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Etindeki Yağ Asidi Miktarlarının Arastırılması". *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*. Cilt. 14. Sayı. 1, 73-78.

- Kozlova, T.A., & Khotimchenko, S.V. (2000). "Lipids and Fatty Acids of two Pelagic Cottoid Fishes (*Comephorus spp.*) Endemic to Lake Baikal". *Comparative Biochemistry and Physiology*. Cilt.126. Sayı. 4, 477-485.
- Kuru, M. (1975). *Dicle-Fırat, Kura-Aras, Van Gölü ve Karadeniz Havzası Tatlısularında Yaşayan Balıkların (Pisces) Sistematik ve Zoocoğrafik Yönden İncelenmesi*. Yayınlanmamış Doçentlik Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi, Erzurum.
- Küçük, F. (1998). "İsparta İli İç Sularında Yayılış Gösteren Tatlısu Balıklarının Sistematik ve Ekolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar". *S.D.Ü Isparta'nın Dünü Bugünü ve Yarını Sempozyumu II*.
- Linko, R.R., Kaitaranta, J.K., & Vuorela, R. (1985). "Comparison of Fatty Acids in Baltic Herring and Available Plankton Feed". *Comparative Biochemistry and Physiology*. Cilt. 82. Sayı. 4, 699-705.
- Logue, J.A., DeVries, A.L., Fodor, E., & Cossins, A.R. (2000). "Lipid Compositional Correlates of Temperature-Adaptive Interspecific Differences in Membrane Physical Structure". *Journal of Experimental Biology*. Cilt. 203. Sayı. 14, 2105-2115.
- Lorgeril, M., Salen, P., Laporte, F., & Leiris, J. (2001). "Alpha-Linolenic Acid in the Prevention and Treatment of Coronary Heart Disease", *European Heart Journal Supplements*. Cilt. 3. 26-32.
- Lushchak, V.I., Luschchak, L.P., Mota, A.A. & HermesLima, M. (2001). "Oxidative Stress and Antioxidant Defenses in Goldfish *C. auratus* during Anoxia and Reoxygenation". *American Journal of Physiology Regulatory Integrative and Comparative Physiology*. Cilt. 280. Sayı. 1, 100- 107.
- 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*. Cilt. 83. Sayı.1, 93-97.
- Murray, R.K., Mayes, P.A., Granner, D.K., & Rodwell, V.W. (1996). *Harper'in Biyokimyası*. Çevirenler. Dikmen, N., Özgünen, T. Barış Kitapevi.
- Nathanailides, C., Perdikaris, C., Gouva, E. & Paschos, I. (2003). "Gibel Carp (*Carassius gibelio*) Growth under Increased Ammonia Concentration". *In: Proceedings of the 11<sup>th</sup> Panhellenic Conference of Ichthyologists*, Chania.
- Nelson, J. S. (2006). *Fishes of the World*. New York: Fourth Edition, John Wiley & Sons.
- Newsome, G. E., & Leduc, G. (1975). "Seasonal changes of fat content in the yellow perch (*Perca flavescens*) of two Laurentian lakes". *Journal of the Fisheries Board of Canada*, Cilt. 32. Sayı. 11, 2214-2221.

- Özoğul, Y., Özoğul, F., & Alagöz, S. (2007). "Fatty Acid Profiles and Fat Contents of Commercially Important Seawater and Freshwater Fish Species of Turkey: A Comparative Study". *Food Chemistry*. Cilt. 103. Sayı. 1, 217-223.
- Parker, R.S., Selivonchick, D.P., & Sinnhuber, R.O. (1980). "Turnover of Label from 1-14C Linolenic Acid in Phospholipids of Coho Salmon, *Oncorhynchus kisutch*". *Lipids*. Cilt. 15. Sayı. 2, 80-85.
- Parlak, H., Arslan Çakal. Ö., Boyacıoğlu, M., & Karaarslan M.A. (2009). *Ekotoksikoloji Ders Kitabı*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları.
- Perdikaris, C., Ergolavou, A., Gouva, E., Nathanailides, C., Chantzaropoulos, C. & Paschos, I. (2012). "*Carassius gibelio* in Greece: the Dominant Naturalised Invader of Freshwaters". *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. Cilt. 22, Sayı. 1, 17-27.
- Piggott, G.M., & Tucker, B.W. (1990). *Seafood Effects of Technology on Nutrition*. Marcel Dekker. Inc. New York.
- Rahman, S.A., Huah, T.S., Hassan, O., & Daud, N.M. (1995). "Fatty Acid Composition of some Malaysian Freshwater Fish". *Food Chemistry*. Cilt. 54. Sayı. 1, 45-49.
- Reilly, M.P., Lawson, J.A., & Fitzgerald, G.A. (1998). "Eicosanoids and Isoeicosanoids: Indices of Cellular Function and Oxidant Stress". *Journal of Nutrition*. Cilt. 128. Sayı. 2, 434-438.
- Robison, H.W., & T.M. Buchanan. (1988). *Fishes of Arkansas*. University of Arkansas Press. Fayetteville, AR.
- Roy, R., Fodor, E., Kitajka, K., & Farkas, T., (1999). "Fatty Acid Composition of the Ingested Food only Slightly Affects Physicochemical Properties of Liver Total Phospholipids and Plasma Membranes in Cold-Adapted Freshwater Fish". *Fish Physiology and Biochemistry*. Cilt. 20. Sayı. 1, 1-11.
- Sargent, J.R. (1997). "Fish oils and human diet". *British Journal of Nutrition*. Cilt. 78. Sayı. 1, 5-13.
- Sarı, H.M., Özaydın, O. & Perçin, F. (2010). "İstilacı Balıklar ile Mücadele Projesi: Uşak İli Eşme İlçesi Üçpınar Göleti Gümüşi Prusya Sazanı (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) Stoğunun Belirlenmesi". Türkiye Sportif Olta Balıkçılığı ve Su Hayatını Koruma Derneği (TUSOB). *Birinci Olta Balıkçılığı Çalıştayı*, 11-12 Aralık.
- Satar, E. İ., Uysal, E., Unlu, E., Bashan, M., & Satar, A. (2012). "The Effects of Seasonal Variation on the Fatty Acid Composition of Total Lipid, Phospholipid, and Triacylglycerol in the Dorsal Muscle of *Capoeta trutta* Found in the Tigris River (Turkey)". *Turkish Journal of Biology*. Cilt. 36. Sayı. 1, 113-123.

- Savaş, E., Şener, E., & Yıldız, M. (2006). "Japon Balıklarında (*Carassius* sp.) Embriyolojik ve Larval Gelişimin İncelenmesi". *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. Cilt. 32. Sayı. 3,7-19.
- Seifert, R.E. (1972). "First Food of Larval Yellow Perch, White Sucker, Bluegill, Emerald Shiner and Rainbow Smelt". *Transaction of the American Fisheries Society*. Cilt. 101. Sayı. 2, 219- 225.
- Shirai, N., Suzuki, H., Toukairin, S., & Wada, S. (2001). "Spawning and Season Affect Lipid Content and Fatty Acid Composition of Ovary and Liver in Japanese Catfish (*Silurus asotus*)". *Comparative Biochemistry and Physiology*. Cilt. 129. Sayı. 1, 185-195.
- Sidhu, K.S. (2003). "Health Benefits and Potential Risks Related to Consumption of Fish or Fish Oil". *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. Cilt. 38. Sayı. 3, 336-344.
- Simopoulos, A.P. (1989). "Summary of NATO Advanced Research Workshop on Dietary n3 and n6 Fatty Acids: Biological Effects and Nutritional Essentiality". *Journal of Nutrition*. Cilt.199. Sayı. 4, 512-528.
- Skorski, Z. (1990). *Sea Food, Resources, Nutritional Composition and Preservation*. Crc. Press. Inc. Boca Rota, Florida.
- Soivio, A., Niemistö, M., Backström, M. (1989). "Fatty Acid Composition of *Coregonus muksun* Pallas: Changes during Incubation, Hatching, Feeding and Starvation". *Aquaculture*. Cilt. 79. Sayı. 1-4, 163- 168.
- Steffens, W. (1997). "Effects of Variation in Essential Fatty Acids in Fish Feeds on Nutritive Value of Freshwater Fish for Humans". *Aquaculture*. Cilt. 151, Sayı. 1-4, 97-119.
- Szczerbowski, J. A. (2001a). *Carassius auratus*. In: Banareescu, P. and Paepke, H. J. (Eds.), *The Freshwater Fishes of Europe, Vol. 5. Cyprinidae 2, Part III Carassius to Cyprinus: Gasterosteidae*. Germany. AULA-Verlag. GmbH Wiebelsheim.
- Tarhan, A.S. (2007). "*Sularımızda İstilacı Yeni Bir Tür; Gümüşü Havuz Balığı*", Su Ürünleri.
- Tarkan, N., Aygusuz, Ö., Tarkan, S., Ürsoy, Ç., & Cıpınar, H. (2007). "Interannual Variability of Fecundity and Egg Size of an Invasive Cyprinid, *Carassius gibelio*: Effects of Density-Dependent and Density-Independent Factors". *Journal of Freshwater Ecology*. Cilt. 22. Sayı. 1, 11-17.
- Tarkan, S., Copp, H., Top, N., Özdemir, N., Önsoy, B., Bilge, G., Filiz H., et al. (2012a). "Are Introduced Gibel Carp *Carassius gibelio* in Turkey more Invasive

- in Artificial than in Natural Waters?”. *Fisheries Management and Ecology*. Cilt. 19. Sayı. 2, 178- 187.
- Uysal, K., & Aksoylar, M.Y. (2005). “Seasonal Variations in Fatty Acid Composition and the n-6/n-3 Fatty Acid Ratio of Pikeperch (*Sander lucioperca*) Muscle Lipids”. *Ecology of Food and Nutrition*. Cilt. 44. Sayı. 1, 23-35.
- Vanhoutte, P.M., & Shimokawa, H. (1990). “Fish Oil and the Platelet-Blood Vessel Wall Interaction”. *World Review of Nutrition and Dietetics*. Cilt. 66. 233- 244.
- Watson, C.A., Hill, J.E., & Pouder, D.B. (2004). *Species Profile: Koi and Goldfish*. SRAC Publication No. 7201.
- Weatherley, A.H., & Gill, H.S. (1989). *The Biology of Fish Growth*, Academic press, London.
- Whelan, E., Surette, M.E., & Hardarottir, I. (1993). “Dietary Arachidonate Enhances Tissue Arachidonate Levels and Eicosanoid Production in Syrian Hamsters”. *Journal of Nutrition*. Cilt. 123. Sayı. 12, 2174– 2185.
- Williams, E. E., & Hazel, J.R. (1992). *The Role of Docosahexaenoic Acid-Containing Molecular Species of Phospholipids in the Thermal Adaptation of Biological Membranes*. In Essential Fatty Acids and Eicosanoids. Edited by A. Sinclair and R. Gibson. Am. Oil Chemists’ Society, Champaign, Illinois.
- Yılmaz, Ö., Konar, V., & Çelik S. (1996). “Elazığ Hazar Gölü’nde Yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)’nın (siraz) Total Lipit ve Yağ Asiti Miktarının Aylara ve Mevsimlere Göre Değişimi”. *Turkish Journal of Biology*. Cilt. 20, 245-257.
- Yılmaz, M., Yılmaz, S., Bostancı, D. & Polat, N. (2007). “Bafra Balık Gölleri’nde Yaşayan Havuz Balığı (*Carassius gibelio*, Bloch 1782)’nın Beslenme Rejimi”. *Journal of Fisheries Sciences.com*. Cilt. 1. Sayı. 2, 48- 57.
- Zenebe T, Ahlgren G, & Boberg M. (1998). “Fatty Acid Content of some Freshwater Fish of Commercial Importance from Tropical Lakes in the Ethiopian Rift Valley”. *Journal of Fish Biology*. Cilt. 53. Sayı. 5, 987-1005.
- Zhu, X., Xie, S., Zou, Z., Lei, W., Cui, Y., Yang, Y. & Wootton, R. J. (2004). “Compensatory Growth and Food Consumption in Gibel carp, *Carassius auratus gibelio*, and Chinese Longsnout Catfish *Leiocassis Longirostris*, Experiencing Cycles of Feed Deprivation and Re-feeding”. *Aquaculture*. Cilt. 241. Sayı. 1-4, 235-247.