

**ÖRENLER BARAJ GÖLÜ'NDEKİ *Cyprinus carpio*
(L. 1758 CYPRINIDAE)'nun TOPLAM YAĞ ASİDİ
BİLEŞİMİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMLERİNİN
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet KARAÇALI

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Sait BULUT

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

HAZİRAN 2007

Bu tez çalışması FENED 017 numaralı proje ile BAPK tarafından desteklenmiştir.

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ÖRENLER BARAJ GÖLÜ'NDEKİ *Cyprinus carpio* (L. 1758 CYPRINIDAE)'nın
TOPLAM YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Mehmet KARAÇALI

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Sait BULUT

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

HAZİRAN 2007

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
RESİMLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1 Literatür Özeti	2
2.1.1 Balık Yağ Asidi Kompozisyonundaki Değişimler	2
2.1.2 Balık Yağlarının İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri	9
3. MATERYAL ve METOT	15
3.1. Materyal	15
3.1.1. Materyalin Temin Edilmesi	15
3.1.2 <i>Cyprinus carpio</i> (Aynalı Sazan)'nun Biyolojisi	16
3.1.3 Balık Etlerinin Alınması ve Saklanması	18
3.1.4 Su Numunelerinin Alınması	19
3.2 Metot	19
3.2.1 Yaş Tayini	19
3.2.2 Balıklardan Ham Yağ Eldesi	20
3.2.3 Metillendirme	22
3.2.4 Gaz Kromatografin Koşulları	23
3.2.5 İstatistiksel Değerlendirme	24
4. BULGULAR	25
4.1 <i>Cyprinus carpio</i> 'nun Ortalama Yaş, Ağırlık ve Boy Değerleri	25
4.2 Örenler Baraj Gölü Suyunun Bazı Fiziko-Kimyasal Değerleri	25
4.3 Yağ Asidi Metil Esteri Standartları	27
4.4 <i>Cyprinus carpio</i> 'nun Kas Dokusundaki Doymuş ve Doymamış Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi	30
4.4.1 Doymuş Yağ Asitleri	30
4.4.2 Tekli Doymamış Yağ Asitleri	34
4.4.3 Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	36
4.5 <i>Cyprinus carpio</i> 'nun Karaciğer Dokusundaki Doymuş ve Doymamış Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi	39
4.5.1 Doymuş Yağ Asitleri	39
4.5.2 Tekli Doymamış Yağ Asitleri	43
4.5.3 Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	45
4.6 <i>Cyprinus carpio</i> 'nun Ovaryum Dokusundaki Doymuş ve Doymamış Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi	48
4.6.1 Doymuş Yağ Asitleri	48
4.6.2 Tekli Doymamış Yağ Asitleri	52
4.6.3 Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	54

4.7 <i>Cyprinus carpio</i> 'nun Kas, Karaciğer ve Ovaryum Dokuları Arasındaki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimlerinin Karşılaştırılması.....	57
5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA	59
5.1 <i>Cyprinus carpio</i> 'nun Kas Dokusundaki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi ..	59
5.1.1 Doymuş Yağ Asitleri	59
5.1.2 Tekli Doymamış Yağ Asitleri	62
5.1.3 Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	63
5.2 <i>Cyprinus carpio</i> 'nun Karaciğer Dokusundaki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi.....	65
5.2.1 Doymuş Yağ Asitleri.....	65
5.2.2 Tekli Doymamış Yağ Asitleri	67
5.2.3 Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	68
5.3 <i>Cyprinus carpio</i> 'nun Ovaryum Dokusundaki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi.....	70
5.3.1 Doymuş Yağ Asitleri.....	70
5.3.2 Tekli Doymamış Yağ Asitleri	73
5.3.3 Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	74
KAYNAKLAR.....	78
ÖZGEÇMİŞ	88
EKLER	89

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÖRENLER BARAJ GÖLÜ'NDEKİ *Cyprinus carpio* (L. 1758 CYPRINIDAE)'NUN TOPLAM YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ

Mehmet KARAÇALI

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Sait BULUT

Bu çalışmada, Örenler Baraj Gölü'nde yaşayan *Cyprinus carpio*'nun kas, karaciğer ve ovaryumlarındaki yağ asitlerinin mevsimsel değişimleri incelenmiştir. Araştırmada kullanılan *C. carpio* örnekleri Ağustos 2005 tarihinden itibaren üç aylık periyodlar halinde bir yıl boyunca Örenler Baraj Gölü'nden alınmıştır. Balıkların kas, karaciğer ve ovaryum dokularındaki yağ asidi kompozisyonu gaz kromatografisinde belirlenmiştir.

Bütün dokularda yağ asidi oranları mevsimlere göre önemli derecede farklılık göstermiştir. Özellikle yaz mevsimindeki oranlar diğer mevsimlere göre önemli derecede farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Sonuçlara bakıldığında doymuş yağ asitlerinden miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), araşidik asit (C20:0) ve tekli doymamış yağ asitlerinden miristoleik asit (C14:1), pentadekenoik asit (C15:1), palmitoleik asit (C16:1), heptadekenoik asit (C17:1), oleik asit (C18:1) ve çoklu doymamış yağ asitlerinden linoleik asit (C18:2 ω 6), γ -linolenik asit (C18:3 ω 6), linolenik asit (C18:3 ω 3), eikosatrienoik asit (C20:3 ω 3), araşidonik asit (C20:4 ω 6) eikosapentaenoik asit (C20:5 ω 3) ve dokosaheksaenoik (C22:6 ω 3) asit oranları diğer yağ asitlerine göre daha yüksek bulunmuştur.

Aynalı sazanın kas, karaciğer ve ovaryumlarındaki yağ asidi oranlarının mevsimsel değişimleri ekolojik ve fizyolojik faktörlere göre değişim göstermiş olabileceği sonucuna varılmıştır.

2007-101

Anahtar kelimeler: Örenler Baraj Gölü, *Cyprinus carpio*, yağ asitleri, aynalı saz, Türkiye.

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

DETERMINATION OF SEASONAL VARIATIONS OF TOTAL FATTY ACIDS COMPOSITION OF *Cyprinus carpio* (L. 1758, CYPRINIDAE) LIVING IN ÖRENLER DAM LAKE

Mehmet KARAÇALI

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Supervisor: Assist. Prof. Sait BULUT

In this study, seasonal variation of fatty acid levels in muscle, liver and ovary tissues of *Cyprinus carpio* was investigated. *C. carpio* samples have been obtained from Örenler Dam Lake in three-month periods between August 2005 and 2006. Fatty acid compositions have been determined in muscle, ovary and liver tissues of fish by gas chromatography using a mixture of fatty acid standards.

In all tissues, significant variations have been varied in fatty acid percentages among the seasons. Particularly, summer season rates have been found significantly ($p < 0.05$) different as compared to the other seasons. According to the gas chromatography results, following saturated fatty acids: myristic acid (C14:0), palmitic acid (C16:0), stearic acid (C18:0) and arachidic acid (C20:0); monounsaturated fatty acids: myristoleic acid (C14:1), pentadecenoic acid (C15:1), palmitoleic acid (C16:1), heptadecenoic acid (C17:1), oleic acid (C18:1); and polyunsaturated fatty acids: linoleic acid (C18:2 ω 6), γ -linolenic acid (C18:3 ω 6), linolenic acid (C18:3 ω 3), eicosatrienoic acid (C20:3 ω 3), arachidonic acid (C20:4 ω 6), eicosapentaenoic acid (C20:5 ω 3) and docosahexaenoic acid (C22:6 ω 3) were higher than the other fatty acids.

It was concluded that seasonal variations in fatty acid percentages of muscle, liver and ovary tissues of *C. carpio* could be influenced by ecological and physiological factors.

2007-101

Keywords: Örenler Dam Lake, *Cyprinus carpio*, fatty acids, mirror carp, Turkey.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarında bilimsel katkıları ile bana yardımcı olan, eğitimim süresince yardımlarını esirgemeyen, tez danışmanım ve hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Sait BULUT'a en içten teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Ayrıca çalışmalarımız boyunca her zaman yanımızda olan ve desteğini esirgemeyen Afyon Kocatepe Üniversitesi Biyoloji Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Muhsin KONUK'a, araştırma süresince büyük yardımlarını gördüğüm, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Sayın Yrd. Doç. Dr. Veli GÖK'e ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Süleyman Cenkçi'ye, istatistiksel hesaplamaların yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Yüksel Terzi'ye, çalışmalarım sırasında yardımcı olan Arş. Gör. S. Feyza KUŞ'a ve arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Tez projemi destekleyerek bana maddi olanak veren Afyon Kocatepe Üniversitesi BAP Komisyonuna, su analizlerinin yapılmasını sağlayan Afyon Tarım İl Müdürlüğüne teşekkür ederim.

Bana maddi ve manevi her türlü desteği veren aileme, en içten teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

MEHMET KARAÇALI

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

<u>Simgeler</u>	<u>Acıklama</u>
ω	Omega
α	Alfa
Δ	Delta
γ	Gama
kg	Kilogram
g	Gram
%	Yüzde
‰	Binde
cm	Santimetre
Σ	Toplam
(μ mhos/cm)	Mikromos/santimetre
(me/l)	Milieküvalant/litre
Fr	Fransız sertliği

Kısaltmalar

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Acıklama</u>
SFA	Doymuş yağ asidi (saturated fatty acid)
MUFA	Tekli doymamış yağ asidi (mono unsaturated fatty acid)
PUFA	Çoklu doymamış yağ asidi (poly unsaturated fatty acid)
ALA	Alfa linolenik asit
EPA	Eikosapentaenoik asit
DHA	Dokosaheksaenoik asit
GC	Gaz kromatografisi
FID	Alev iyonizasyon dedektörü (flame ionization dedector)
EC	Elektriksel kondaktivite

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 4.1 <i>C. carpio</i> 'nun ortalama yaş, ağırlık ve boy değerleri.....	25
Tablo 4.2 Örenler Baraj Gölü suyunun bazı fiziko-kimyasal değerleri	26
Tablo 4.3 Yağ asidi metil esterleri standartları.....	28
Tablo 4.4 <i>C. carpio</i> 'nun kas dokusundaki yağ asitlerinin mevsimsel değişimi	31
Tablo 4.5 <i>C. carpio</i> 'nun karaciğer dokusundaki yağ asitlerinin mevsimsel değişimi ...	40
Tablo 4.6 <i>C. carpio</i> 'nun ovaryum dokusundaki yağ asidi oranlarının mevsimsel değişimi.	49

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.1 Yağ asitlerinin standart kromatogramı	29
Şekil 4.2 Ovaryum örneğindeki yağ asidi kromatogramı.....	29

RESİMLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Resim 3.1 Örenler Baraj Gölü genel topoğrafik haritası.....	15
Resim 3.2 Örenler Baraj Gölü'nden genel bir görünüş.....	16
Resim 3.3 <i>C. carpio</i> 'nun L., 1758 (Aynalı Sazan) genel görünüşü.....	17
Resim 3.4 <i>C. carpio</i> 'nun boyunun ölçülmesi.....	18
Resim 3.5 Su numuneleri alınırken	19
Resim 3.6 Etləri bulamaç haline getirmekte kullanılan ultra-turraks T-25 marka homojenizatör	21
Resim 3.7 Heidolph-2 marka rotary evaporatör	21
Resim 3.8 HP Agilent 6890 N gaz kromatografisi.....	24

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1 <i>C. carpio</i> 'nun kas dokusundaki toplam SFA oranlarının mevsimsel değişimi	32
Çizelge 4.2 <i>C. carpio</i> 'nun kas dokusundaki SFA oranlarının mevsimsel değişimi	33
Çizelge 4.3 <i>C. carpio</i> 'nun kas dokusundaki toplam MUFA oranlarının mevsimsel değişimi	35
Çizelge 4.4 <i>C. carpio</i> 'nun kas dokusundaki MUFA oranlarının mevsimsel değişimi....	35
Çizelge 4.5 <i>C. carpio</i> 'nun kas dokusundaki toplam PUFA oranlarının mevsimsel değişimi	37
Çizelge 4.6 <i>C. carpio</i> 'nun kas dokusundaki PUFA oranlarının mevsimsel değişimi....	38
Çizelge 4.7 <i>C. carpio</i> 'nun karaciğer dokusundaki toplam SFA oranlarının mevsimsel değişimi	41
Çizelge 4.8 <i>C. carpio</i> 'nun karaciğer dokusundaki SFA oranlarının mevsimsel değişimi	42
Çizelge 4.9 <i>C. carpio</i> 'nun karaciğer dokusundaki toplam MUFA oranlarının mevsimsel değişimi	44
Çizelge 4.10 <i>C. carpio</i> 'nun karaciğer dokusundaki MUFA oranlarının mevsimsel değişimi	44
Çizelge 4.11 <i>C. carpio</i> 'nun karaciğer dokusunda bulunan PUFA'ların mevsimsel değişimi	46
Çizelge 4.12 <i>C. carpio</i> 'nun karaciğer dokusundaki PUFA oranlarının mevsimsel değişimi	47
Çizelge 4.13 <i>C. carpio</i> 'nun ovaryumundaki toplam SFA oranlarının mevsimsel değişimi	50
Çizelge 4.14 <i>C. carpio</i> 'nun ovaryumundaki bulunan SFA oranlarının mevsimsel değişimi	51
Çizelge 4.15 <i>C. carpio</i> 'nun ovaryumundaki toplam MUFA'ların mevsimsel değişimleri	52
Çizelge 4.16 <i>C. carpio</i> 'nun ovaryum dokusundaki MUFA oranlarının mevsimsel değişimi	53
Çizelge 4.17 <i>C. carpio</i> 'nun ovaryumundaki toplam PUFA'ların mevsimsel değişimi... 55	55
Çizelge 4.18 <i>C. carpio</i> 'nun ovaryumundaki PUFA oranlarının mevsimsel değişimleri 55	55

1. GİRİŞ

Besin maddeleri ve beslenme alışkanlıkları insanlarda birçok hastalığa neden olabilmektedir. Aynı zamanda birçok hastalığın da ortaya çıkma riskini azaltmakta ve hastalığın iyileşmesine yardımcı olduğu bilinmektedir. Günümüzde gelişmiş ülkelerin insanları başta olmak üzere tüm insanlar beslenmelerine çok dikkat etmekte ve beslenme rejimlerinde sağlık açısından uygun gıdaları seçmeye özen göstermektedirler. Yüksek kolesterolden ileri gelen hastalıkların, önemli oranda kırmızı etten kaynaklandığı artık bütün insanlar tarafından bilinmektedir. Bunun için daha sağlıklı olan doymamış yağ asitleri yönünden zengin olan gıdalar tüketilmesi tavsiye edilmektedir. Bu gıdalar içerisinde de ilk sırayı balık ve diğer su ürünleri almaktadır (Simopoulos 1991, Kaya vd. 2004).

Balıkların insan sağlığı açısından önemi, özellikle içerdikleri yağdan, yağların önemi ise yapısındaki çoklu doymamış yağ asitlerinden kaynaklanmaktadır. Bu yağ asitlerinin önemli bir bölümünü $\omega 3$ olarak bilinen (linolenik, γ -linolenik, eikosatrienoik, eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik) yağ asitleri oluşturur (Magali et al. 1990). Balık dokularında Δ -12 ve Δ -15 desaturaz enzimleri bulunmadığı için linoleik ve linolenik yağ asitleri vücutta sentezlenemezler. Bu yüzden bu yağ asitleri mutlaka besinlerle dışarıdan alınmalıdır. Diğer uzun zincirli doymamış yağ asitlerinden eikosatrienoik, eikosapentaenoik, dokosapentaenoik, dokosaheksaenoik gibi yağ asitleri ise linoleik ve linolenik yağ asitlerinden Δ -4, Δ -5 ve Δ -6 desaturaz enzimleri tarafından dokularda sentezlenirler (Tocher 1984).

Yağ asidi zincirinin uzun olması ve yağ asidi zincirinde çok sayıda çift bağın bulunması balık yağlarında bulunan yağ asitlerinin en belirgin özellikleridir. Böyle özelliklere sahip olmalarından dolayı balık yağları biyokimyasal, metabolik, besleyici özellikleri ve farmakolojik etkileriyle dikkati çekmektedirler Yaş, tür, eşeyssel olgunluk ve çevresel faktörler balıkların büyümesini etkilemelerinin yanında dokularda depolanan yağları ve yağ asitlerini de önemli ölçüde değiştirebilmektedir. Bu açıdan, balıkların kimyasal bileşimlerini etkileyen besin, sıcaklık, tuzluluk, gibi çevresel faktörler birçok araştırmaya konu olmuştur (Henderson and Tocher 1987, Akpınar ve Aksoylar 1988, Yılmaz ve Konar 1996, Bandarra et al. 2001, Gökçe vd. 2004).

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Literatür Özeti

2.1.1 Balık Yağ Asidi Kompozisyonundaki Değişimler

Balık etindeki yağların kaynağı vücuda besinlerle alınan yağlar, karbonhidratlar ve proteinlerdir. Vücuda alınan bu besin maddelerinin ihtiyaç fazlası organ ve dokularda (iskelet kası, karaciğer, ovaryum vs.) yağ şeklinde depo edilmekte, bu durum ise balık etinin yağ asidi düzeylerini etkilemektedir (Kiessling et al. 2001).

Besinsel lipitler, balıkların yağ asit bileşimlerini direkt olarak etkilemektedir. Yapılan besleme denemeleriyle, besinsel yağ asitlerinin, balıkların yağ asidi bileşimine doğrudan yansıdığı ve besinde bulunan temel yağ asitlerinin balık dokularında direkt olarak depolandığı saptanmıştır (Akpınar ve Aksoylar 1988).

Giovanni et al. (2006) araştırmalarında *Tinca tinca*'nın yağ asidi kompozisyonuna besinlerin etkisini incelemiştir. Besin olarak, ω6 yağ asidi yönünden zengin olan keten tohumu yağı ve soya fasulyesi yağını kullanmışlardır. Balıkları 12 hafta boyunca bu besinlerle beslemiştir. Sonuçta besinlerdeki yağ asitlerinin balıkların kas dokusuna aynen yansıdıklarını gözlemlemiştir. ω6 yağ asidi oranı balıkların kas dokularında yüksek yüzdelerde bulunmuştur.

Cengiz ve arkadaşları (2003) yaptıkları araştırmada, *Gambusia affinis*'in fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi bileşimine besinsel yağ asitlerinin etkilerini incelemiştir. Araştırmaların sonucunda ω6/ω3 oranı 5:1 olan yapay balık yemleri ile 30 gün boyunca beslenen balıkların fosfolipit fraksiyonundaki ω3 yağ asit yüzdelerini, yabani formların yüzdeleri ile karşılaştırmışlardır. Sonuçta yapay balık yemleri ile beslenen türlerde ω6/ω3 oranı daha yüksek bulunmuştur.

Balıklar ω3 yağ asitlerini vücutlarında sentezleyemezler, küçük deniz canlıları ve deniz bitkilerinden oluşan diyetleri ile vücutlarına alırlar ve bu yağ asitlerini, soğuk suda membranlarını sıvı halde tutmak ve büyüyebilmek için kullanırlar. Soğuk denizlerde

bulunan deniz yosunları bu yağ asitlerinden en zengin olanlarıdır ve bundan dolayı balıkların bu yağ asitlerini yüksek düzeyde bulundurmaları bir rastlantı değildir. Yapılan çalışmalar sonucunda *Nitzschia* diatomunun heterotrofik türleri tanımlanmış ve bunlar en iyi EPA üreticileri olarak adlandırılmış diğer taraftan Dinoflagetta'dan *Crpthocodinium cohnii* ise en iyi DHA üreticisi olarak belirlenmiştir (Demirel ve Özpınar 2003).

Mute et al. (1989), *Coregonus albula*'nın beslendiği zooplanktonlar ile yağ asit bileşimini araştırmışlar *C. albula*'nın mide içeriğinden çıkartılan planktonların yağ asidi bileşimi ile *C. albula*'nın kasındaki yağ asitleri bileşimindeki total doymuş ve doymamış yağ asitleri oranının benzer bir konsantrasyon gösterdiğini bulmuşlardır.

Shirai et al. (2002), araştırmalarında *Sardinops melanostictus*'un yağ asidi kompozisyonuna, temel besin maddelerini oluşturan planktonların etki ettiğini bildirmişlerdir. Lipit içeriği en yüksek temmuz ayında bulunmuş ve lipit oranı planktonların lipitleriyle benzerlik göstermiştir. Şubat ayında ise *S. melanostictus*'da lipit miktarı düşük oranda bulunmuştur.

Balıkların metabolizma hızlarını su sıcaklığının değişimi belirlerken türler arasında enzim sisteminin genetik farklılığından dolayı sıcaklık toleransı geniş olabilmektedir. Soğuk su ve ılık su türleri, sıcak su balıkları kadar maksimum boyut ve ağırlığa ulaşabilirler ama sıcak su türleri, yüksek metabolik hızı nedeniyle daha hızlı gelişirler. Arktik bölge balıklarında iç ve dış ısılar düşüktür. Düşük sıcaklıklarda yağlar katı haldedir. Bu sıcaklıklarda hücreler arası molekül transferi de düşer. Aynı zamanda kimyasal reaksiyonları yürüten ve hücre sel metabolizmaları kontrol eden enzimler, yüksek sıcaklıklarda daha verimlidir. Sonuçta düşük sıcaklıklarda, metabolizma oranı da düşer. Arktik balıklar, düşük sıcaklıkta yaşamaya yardımcı olan yüksek adaptasyon gücüne sahiptir. Hücre membranlarındaki yağlar, güneyde yaşayan balıkların sahip olduğu yağlardan daha az doymuştur. Arktik bölgedeki balıkların enzimleri, düşük sıcaklıkta daha iyi çalışma eğilimindedirler (Int. Kyn.1).

Balıklar, değişen sıcaklıklarda yağ asit metabolizmalarını düzenleyebilmektedirler. Ortam sıcaklığındaki azalma uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitlerinin artmasına, doymuş yağ asitlerinin de azalmasına neden olmaktadır (Farkas 1984).

Yapılan laboratuvar çalışmalarında membran fosfolipitlerindeki doymamışlığın soğuğa bağlı olarak arttığı gözlenmiştir. *Cyprinus carpio*'nun karaciğerindeki sterol koenzim A desaturaz enziminin aktivitesi soğuğa bağlı olarak 10 kat artmıştır. Bu değişiklik doymamış yağ asitlerindeki birinci çift bağın oluşmasını kontrol eden $\Delta 9$ desaturaz enziminin indüklenmesi sonucu olabilir (Cossins 1994).

Su sıcaklığının 5 °C'den 25 °C'ye arttığı bir ortamda *C. carpio*'nun eritrosit membranlarındaki fosfolipitlerdeki C20:5 ω 3/C20:4 ω 6 oranı 2,7'den 0,5'e doğru bir azalış göstermiştir (Rady 1993).

Hazel (1979), Gökkuşaağı alabalığı (*Salmo gairdneri*)'nin karaciğer membranındaki lipit bileşimi üzerinde sıcaklık değişiminin etkisini araştırmıştır. Sıcaklığın düştüğü şartlarda fosfolipitlerden fosfotidiletanolamin nisbi olarak arttığı halde, sfingomiyelin ve kardiolipinde azalma olduğu görülmüştür. Soğuk şartlara maruz kalan örneklerin yağ asidi bileşiminde çoklu doymamış yağ asidi miktarının arttığı, doymuş yağ asitleri miktarlarında ise azalma olduğu ve bir çift bağlı ile iki çift bağlı yağ asitlerinin toplam miktarında az bir değişimin olduğu bildirilmiştir. Araştırmacı kolin ve etanolamin fosfatidlerdeki çoklu doymamış yağ asitlerinin artışını soğuk şartlara maruz kalmasıyla açıklanabileceğini ileri sürmüştür. Soğuk şartlara maruz kalan *S. gairdneri*'nin fosfatidlerdeki $\omega 3$ yağ asitlerinin artışı, $\omega 6$ yağ asitlerine oranla daha fazla olduğu bildirilmiştir. Fizyolojik adaptasyon, lipit metabolizması ile bağlantılıdır ve hücre membranındaki değişiklikler, lipit kısımlarındaki değişiklikler ile gerçekleştirilir. Poikloterm canlıların sabit vücut sıcaklığına adapte olabilmeleri, membran lipit içeriğindeki yağ asitlerinin doymamışlık derecesine bağlıdır. Balıklar, uzun zincirli doymamış yağ asitlerini biriktirerek soğuğa uyum sağlarlar. Bu konuda yapılan araştırmalarla, balıkların uzun süre soğukta bırakılmaları halinde bunların fosfolipitlerindeki uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitlerinin arttığı saptanmıştır.

Farkas and Csengeri (1976)'e göre özellikle soğuk ve derin deniz balıklarında ω3 yağ asitlerinin fazlaca bulunması, ω3 yağ asitlerinin ω6 yağ asitlerine göre erime sıcaklığının daha düşük olması ve balıkların membran yapısına daha fazla katılmasından kaynaklanmaktadır. Ilıman ve sıcak bölgelerde yaşayan tatlı su balıklarında ise erime sıcaklığı daha yüksek olan ω6 yağ asitleri daha fazladır.

Akpınar (1999) yaptığı çalışmada farklı sıcaklıklarda (24-35 °C) aç bırakılan ve beslenen *Cyprinion macrostomus* türlerinde yağ asidi değişimini incelemiş, C18:2 ve C18:3 asitlerinin depo edilmesinde ve kullanılmasında sıcaklığın önemli rol oynadığını belirtmiştir. Bileşiminde % 5,32 oranında linoleik asit, % 3,46 oranında linolenik asit bulunan besinle beslenen *C. macrostomus*'larda 35 °C'de linoleik asit, 24 °C'de ise linolenik asit daha fazla depolanmıştır. Bu durumu, 35 ve 24 °C'de beslenen balıkların uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitlerine olan gereksinimleri ile açıklamıştır. Bu gereksinimden dolayı, kullandığı besinde bulunmayan uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitlerinin (C22:4, C22:5, C22:6) özellikle linoleik asit kullanılarak sentezlenebildiği fikrine varmıştır. 35 °C'de beslenen *C. macrostomus*'larda C22:5 ve C22:6 asitlerine rastlanmaması ve C18:2 asit yüzdesinin yüksek oluşunu buna kanıt olarak göstermiştir. Aç bırakılan balıklarda C16:0, C18:1 asit yüzdeleri yüksek kalmışken, C16:1, C18:2, C18:3, C20:3, C20:4, C22:5 ve C22:6 asit yüzdelerinin azaldığını belirtmiştir. Aç bırakılan balıklarda toplam aşırı doymamış yağ asitleri yüzdesinde azalma oluşu, balıkların beslenememeleri ve açlık sırasında enerji kaynağı olarak daha çok bu yağ asitlerini kullanmaları ile açıklanmıştır.

Bütün balıklar üreme periyodundan sonra, üreme döneminde kaybettikleri kondisyonlarını tamamlamak için yoğun bir beslenme periyoduna girerler. Kışa ve üremeye hazırlık için depolama faaliyetleri nedeniyle, yaz ve sonbahar aylarında metabolizma olayları daha hızlıdır. Yazın lipitlerin depo edilmeleri, kış uykusuna yatma ve üreme faaliyetleri için gereklidir. Gonadların gelişmeye başlamasıyla birlikte kas, karaciğer ve diğer organlardaki depo lipitler gonadlara taşınmakta, gonadların lipit miktarı artarken kas ve karaciğer lipit içeriği de azalmaktadır (Agren et al. 1987).

Akpınar (1987), Mogan Gölü'nde (Ankara) yaşayan *Cyprinus carpio* L. (Sazan)'nın kas dokusundaki yağ asitlerinin eşeye ve mevsime bağlı değişimlerini araştırmış ve her iki eşeyin kas dokusu yağ asidi bileşiminin kantitatif yönden farklı olmadığını tespit etmiştir. En fazla değişime uğrayan yağ asitlerinin uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri olduğunu gözlemiştir. Bu değişimlerde gonad gelişimi ve üreme periyodlarının doğrudan etkili olduğu sonucuna varmıştır.

Deng et al. (1976), *Mugil cephalus*'ta lipit içeriğinin üreme periyodundan önce en yüksek düzeye ulaştığını göstermişlerdir. Jangaard et al. (1967), *Gadus morhua* L.'nin çeşitli dokularındaki lipitlerin yağ asidi bileşenlerini araştırmışlar ve üreme periyodundan sonra karaciğer yağ asidi yüzdelerinde azalma görüldüğünü saptamışlardır.

Cyprinidae familyasından olan *Copoeta copoeta umbla*'nın dişi ve erkek bireylerin kas dokularında, total lipit ve yağ asidi ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada, dişi bireylerde total lipit ve yağ asidi miktarlarında mevsimsel farklılıklar görülmediği halde, erkek bireylerde lipit ve yağ asidi miktarlarının sonbahar ve kış mevsimlerinde yüksek ($p<0.05$) olduğu bulunmuştur (Yılmaz ve Konar 1996).

Metin ve Akpınar (2000) yaptıkları çalışmada *Cyprinion macrostomus*'un gonadlarında total lipit ve yağ asidi miktarının mevsimsel değişimini araştırmışlardır. Araştırmalarının sonucunda erkek ve dişi balıklarda gerek gonad ağırlıkları gerekse gonad total lipit ve yağ asidi miktarındaki değişimlerin özellikle gonad gelişimi ve yumurtlama periyodunda daha belirgin olduğu görülmüştür. Yumurtlama periyodunda en yüksek düzeye ulaşan total lipit ve yağ asidi miktarı, yumurtlama periyodu sonrasında bir azalma göstermiştir.

Gökçe vd. (2004) yaptıkları çalışmada *Solea solea*'nın yağ asidi kompozisyonuna mevsimsel değişimlerin etkilerini araştırmışlardır. Araştırmaların sonucunda *S. solea*'nın lipit miktarında mevsimler arasında önemli farklılıklar gözlemiştir. Sıcaklığın daha yüksek olduğu ağustos ayında lipit miktarı daha yüksek bulunmuştur. Sonbahar mevsiminin sonlarında ve üreme dönemlerinde lipit miktarı düşük miktarda

bulunmuştur. Lipit miktarının artması sonucunda ω6 yağ asitleri dışında diğer yağ asidi miktarları da artmıştır. ω3 ve tekli doymamış yağ asitlerinden sonra ağustos ayında belirlenen en büyük miktardaki yağ asidi doymuş yağ asitleridir. ω6 yağ asitlerinin maksimum miktarı şubat ayında bulunmuştur. Böylece lipit içeriği değişiminin mevsimlerden etkilendiği görülmüştür.

Som balığının seksüel olgunlaşma döneminde vücutta depo edilen lipit miktarı azdır. Çünkü bu türler olgunlaşma dönemi boyunca beslenmeyi durdururlar ve gonadların gelişimi için lipitleri doğrudan gonadlarında depo ederler. Tatlı su balığı türü olan *Clarias batrachus* seksüel olgunlaşmada enerji kaynağı olarak abdominal yağları kullanırken *Salmo salar* seksüel olgunlaşmada enerji kaynağı olarak kastaki lipitleri ve proteinleri kullanır. *Gadhus morhua* ise kış mevsiminin erken dönemlerinde ve sonbahar mevsiminde karaciğerinde depo ettiği lipitleri kullanır (Tocher and Harvie 1988).

Özyurt vd. (2006) araştırmalarında sonbahar ve kış mevsiminde *Sepia officinalis*'de doymuş yağ asidi miktarının diğer mevsimlere oranla azaldığını belirtmişlerdir. Bu azalmanın sebebini ise metabolik enerjiyi karşılayabilmek için katabolizasyon sonucunda oluşabileceğini düşünmüşlerdir.

Rasoarahona et al. (2005) araştırmalarında üç farklı türde (*Oreochromis niloticus*, *O. macrochir* ve *Tilapia rendalli*) yağ asidi kompozisyonuna ve lipit içeriğine mevsimlerin etkilerini araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda farklı mevsimlerde toplanan türler arasındaki yağ asidi kompozisyonunu ve lipit içeriğini önemli oranda farklı bulmuşlardır.

Ektodermik hayvanların hücre membranlarında gömülü olarak bulunan lipitlerin hidrofobik yağ asidi kuyruklarının doymamışlık derecesi ve zincir uzunluğu suyun sıcaklığı ve tuzluluğu tarafından etkilenir. (Cossins 1994).

Takeuchi et al. (1989) yaptıkları çalışmalarda Atlantik Salmon'ları tatlı sudan, tuzluluk oranı % 1-2 olan tuzlu suya aktarmışlardır. Aktarıldıktan 48 saat sonra Atlantik

Salmon'un solungaçlarındaki fosfotidilkolindeki C22:6 ω 3 miktarının azaldığını, C20:5 ω 3/C20:4 ω 6 oranının ise % 1'den % 0,82'ye düştüğünü belirtmişlerdir.

Daikoku et al. (1982) yaptıkları araştırmada *Poecilia reticulata*'nın deniz suyuna adapte olması boyunca fosfotidiletanolamin ve fosfotidilkolindeki C20:5 ω 3/C20:4 ω 6 oranının değiştiğini belirtmişlerdir. Bu oran sırasıyla fosfotidilkolinde % 0,20'den % 0,12'ye; fosfotidiletanolaminde ise % 0,28'den % 0,07'ye düşmüştür.

Cordier et al. (2002) yaptıkları çalışmada *Dicentrarchus labrax*'ın solungaçlarındaki fosfolipitlerde C22:6 ω 3 ve C20:5 ω 3/C20:4 ω 6 oranları arasında bir korelasyon olduğunu ($p < 0,001$) fakat diğer dokularda böyle bir korelasyonun olmadığını bildirmişlerdir. Yıl boyunca çalıştıkları bütün dokulardaki C20:5 ω 3/C20:4 ω 6 oranında ritmik değişiklikler meydana gelmiştir. Solungaçlarda görülen bu değişiklikler sıcaklık ya da tuzluluk ile ilişkilendirmişlerdir.

Crombie et al. (1996) yılındaki çalışmalarında *Gadus morhua*'nın solungaçlarında Na/K ATP_{az}'ın katalitik alt ünitesinin fosforilasyonu ile sodyumun akıcılığını inhibe etmede protein kinaz C'nin aktivatör olduğunu göstermişlerdir. Sonuç olarak tuzluluk, lipid metabolizmasında enzim aktivitesinin ayarlanmasında önemli bir rol oynar (Cordier et al. 2002).

Akıntılı sularda yaşayan balık türlerinde, su akıntısına dolayısıyla balığın hareket aktivitesine bağlı olarak şekillenen çizgili kas dokusu, düz kaslara göre daha fazla lipid içermektedir. (Lin et al. 1974).

Sautin (1989), çevre şartlarının değiştirilmesinin lipid metabolizmasında değişen etkiler yaptığını bildirmiştir. Araştırmacı hareketliliğin lipoliz ve lipid transportunda çok önemli rol oynadığını tespit etmiştir.

Çelik (2000), yaptığı çalışmada su akıntısı altında hareket etmek zorunda bırakılan ve durgun suda tutulan gökkuşağı alabalıklarının filetolarında insan sağlığı açısından oldukça önemli olan ω 3 yağ asitleri bakımından bir farkın olup olmadığını araştırmıştır.

Sonuçta toplam yağ asitleri içerisindeki $\omega 3$ yağ asitlerinin yüzde oranları hareketli grupta C18:3 $\omega 3$ ile C22:5 $\omega 3$ arası yağ asitlerinde daha yüksek, C22:6 $\omega 3$ daha düşük bulunmuştur ($p < 0,05$). Toplam $\omega 3$ yağ asitleri dikkate alındığında iki grup arasında bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

2.1.2 Balık Yağlarının İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Belirli yağ asitlerinin vücut için esansiyel olduğu fikri, ilk olarak Evans ve Burr tarafından 1929 yılında ortaya atıldı. Yağsız diyetle beslenen fareler üzerinde yapılan araştırmada; büyümenin gecikmesi, böbrek fonksiyon bozuklukları, cilt sorunları, üreme fonksiyon bozuklukları gibi rahatsızlıklar bulundu. Ancak söz konusu araştırma, sorunun yağ asidi eksikliğinden değil, linoleik asit ($\omega 6$) adlı yağ asidi eksikliğinden kaynaklandığını gösterdi. Vücudun üretemediği ve mutlaka besinler yoluyla alınması gereken bu yağ asidi çeşidi o yıllarda esansiyel olduğu saptandı ve bugün yapılan birçok araştırma, $\omega 3$ ve $\omega 6$ esansiyel yağ asitlerinin dengede alınmasının sayısız faydalar getirdiğini göstermektedir.

Esansiyel yağ asitleri vücut tarafından üretilmezler ve dışarıdan besinlerle alınmaları gereklidir, yani vitaminler ve amino asitler gibi, vücut fonksiyonları için esansiyel maddelerdir. Hücre membranının fleksibilitesi, akışkanlığı esansiyel yağ asitlerinin membrandaki miktarına bağlıdır. Esansiyel yağ asitleri, enerji sağlar, vücut ısısının korunmasına yardımcı olur.

Linoleik asit majör $\omega 6$ yağ asidi ve α -linolenik asit majör $\omega 3$ yağ asididir. Vücutta linoleik asit araşidonik aside metabolize olur. α -linolenik asit ise eikosapentaenoik aside (EPA) ve dokosaheksaenoik aside (DHA) metabolize olur. $\omega 3/\omega 6$ yağ asitlerinin hangi oranda alınması gerektiği konusunda tam bir uzlaşma sağlanamamıştır. Ancak genel olarak 4/1 $\omega 6/\omega 3$ oranı kabul edilebilir. $\omega 6/\omega 3$ yağ asitlerinin oranı geçmişte 1-4/1 iken günümüzde bu oran 10-25/1 dir. Bu da batı dietinin $\omega 3$ yağ asitleri bakımından eksik olduğunu göstermektedir.

$\omega 3$ ve $\omega 6$ yağ asitleri vücutta birbirlerine dönüştürülemezler ve hemen hemen tüm hücre membranları için önemli bir komponenttirler. Sature yağlar membran permeabilitesini azaltırken esansiyel yağ asitleri eikosonoid metabolizması, gen ekspresyonu ve hücre içi haberleşme üzerinde etkilidir. Hücre membranındaki PUFA içeriği büyük ölçüde diet alımına bağlıdır. Bu nedenle perhiz yapanlarda uygun miktarlarda $\omega 3$ ve $\omega 6$ yağ asitlerinin alınımının sağlanmasına dikkat edilmelidir (Çelik ve Demirel 2004).

Araştırmacılar $\omega 3$ yağ asitlerinin iki önemli görevi üzerinde daha çok durmuşlardır. Birincisi, nöronal membranlardaki $\omega 3$ yağ asitlerinin önemidir. $\omega 3$ yağ asitleri merkezi sinir sisteminin membran fosfolipitlerindeki açıl zincirlerin gerekli kısmını oluşturur. Bu nedenle nöronal membranların fonksiyonunda önemli bir nokta oluşturur (Bourre et al. 1991). $\omega 3$ yağ asitleri membrandaki kolesterolün yerini değiştirerek membranın akıcılığını değiştirirken (Yehuda et al. 1998) içerisindeki sinyalin iletilmesinde ve nörotransmitterlerin bağlanmasında da esansiyel yağ asitleri gereklidir (Heron et al. 1980).

Esansiyel yağ asitleri ikinci önemli görevi nöronlar arasında ve içerisinde ikinci mesajcılar için kaynak olarak kullanılmasıdır (Locke and Stoll 2001). $\omega 3$ yağ asitleri sitokinin modülasyonu ile depresyonda önemli etki yapabilirler. Sitokinler merkezi sinir sistemini direkt veya indirekt olarak etkileyen interlökin-1 beta (IL-1 β), -2 ve -6, interferon gamma ve tümör nekrosis faktör alfa (TNF α) içerirler. Araştırmacılar, şiddetli depresyonun yüksek miktarda IL-1 β ve TNF α ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Fizyolojik stresler sitokinlerin yükselmesine neden olurlar. $\omega 3$ yağ asitleri, özellikle de EPA, IL-1 β ve TNF α için iyi bir inhibitördür (Suarez et al. 2003).

İnsan vücudunda yağ asitleri bakımından en zengin olan organ, beyindir. $\omega 3$ yağ asitlerinden olan DHA'nın beyin omurilik sıvısında yer alan serotoninin öncü maddesi olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Serotonin kendini iyi hissetmeye yarayan başlıca sinirsel uyarı taşıyıcısıdır. Günümüzde sıkça kullanılan antidepresan ilaçlarda, serotonin miktarını artırarak depresyonu önlediği, eksikliğinde öğrenme kabiliyetinde azalma olduğu, yaşlı insanlarda buna bağlı olarak hatırlama güçlükleri olduğu tespit edilmiştir (Kolanowski et al. 1999).

Epidemiyolojik ve laboratuvar araştırmaları sonucunda $\omega 3$ miktarı, depresyonlu hastalarda daha düşük bulunmuştur. Çalışmaların ilkinde çeşitli dozlarda verilen keten tohumu yağı ($\omega 3$ ailesinden ALA'nın kaynağı) agorafobi (açık alan korkusu) ve depresyonlu hastaların sağlık durumlarının iyiye gittiğini gstermiştir (Rudin 1981).

Girit'deki 150 yaşlı erkekte yapılan çalışmada $\omega 3$ ailesinden ALA'nın adipoz dokuda depolandığı ve depresif hastalıklarda miktarının azaldığı belirtilmiştir (Mamalakis vd. 2004). Depresyonlu bireylerin adipoz dokularındaki DHA oranının depresyonlu olmayan bireylerin dokularından % 34,6 daha düşük olduğu bulunmuştur (Mamalakis et al. 2002).

İntihar girişimlerinin kırmızı kan hücrelerindeki EPA miktarının düşük miktarda olması ile ilişkili olduğu açıklanmıştır. in'de 100 intihar girişimini kapsayan bir çalışmada kırmızı kan hücrelerinde EPA miktarının dörtte birinden daha düşük olması ile intihar girişimlerinin sekiz kat daha fazla olduğu bulunmuştur (Su et al. 2003).

Finlandiya'da yapılan bir çalışma, balık tüketiminin depresyon ve intihar olaylarını azalttığını gstermiştir. Bu çalışmada depresyon belirtileri ve intihar eğilimleri olan 1767 Finli incelenmiş ve çalışmanın sonucunda haftada en az iki kez balık tüketenlerde depresyon riskinin % 37, intihar eğiliminin ise % 43 oranında azaldığı belirlenmiştir. Japonya'da 17 yıl boyunca 265000 kişinin incelendiği geniş çaplı bir araştırmanın sonucuna göre her gün balık tüketen insanlarda hiçbir intihar vakasına rastlanmamıştır (Tanscanen 2001).

şizofreni, kan plazması ve kırmızı kan hücrelerinde yapısal bozukluk sonucu ortaya çıkan zihinsel bir hastalıktır. Kanda bulunan araşidonik asit (AA), EPA ve DHA gibi doymamış yağ asitlerinin düşük olması şizofrenik belirtileri artırabilir. Yapılan çalışmalarda yağ asitleri özellikle EPA'nın normal dozda alınması ile bu belirtilerin ortadan kalktığı gözlenmiştir. Halusinasyon gören ve bundan çok etkilenen insanlara 6 ay boyunca günde 2 g EPA verilmiş ve şizofrenik belirtilerin % 85 oranında azaldığı anlaşılmıştır. Alzheimer ise beynin iletim sisteminin yapısal olarak bozulması sonucu ortaya çıkan bunama hastalığıdır. Balık yağlarının önemli bileşeni olan DHA retina ve

beyin için çok önemlidir ve buradaki sınırlarda bulunan yapısal yağların % 30'dan fazlasını oluşturur. Bunun için DHA dyslexia ve alzheimer gibi hastalıkların tedavisinde faydalıdır (Cunquer 2000).

Hiperaktiflik, duygusal dengesizlik, düzenli çalışma bozukluğu, dikkat süresi kısalığı, konsantrasyon zayıflığı, aşırı hareketlilik ve öğrenme güçlüğü olarak tanımlanır. Okul çağındaki çocukların % 30-40'ında yaygındır. Hiperaktifliğe balık yağları, vitaminler ve minerallerin çok yararlı etkileri vardır. Davranış bozukluğu bulunan 6-12 yaş grubundaki çocuklar arasında yapılan araştırmalarda, ω -3 yağ asidi seviyesi düşük olan 53 çocuğun yaklaşık % 40'ında hiperaktif düzensizliğe bağlı dikkat eksikliği olduğu tespit edilmiştir (Arnold 2001).

Balık yağlarının kanser hastaları üzerinde direkt tedavi edici etkisinden çok, hastalıktan korunma ve ağrıları dindirici etkisi daha yaygın olarak görülmektedir. Yapılan çalışmalar kanda bulunan EPA ve DHA gibi balık yağlarının seviyesi ile prostat kanseri arasında bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuştur. İsviçre'de 1886 ve 1925 yılları arasında doğan 3136 erkek üzerinde çalışılmış, katılımcılara 1967 ve 1997 yılları arasındaki 30 yıllık dönemdeki genel beslenme alışkanlıkları ile ilgili sorular sorulmuştur. Bu süre boyunca 466 hasta prostat kanserine yakalanmış ve bunlardan bir kişide ölüm vakası görülmüştür. Bu insanların hiç balık yemedikleri veya çok az balık tükettikleri anlaşılmıştır. Sonuçta balık tüketmeyenlerin tüketenlere göre prostat kanserine yakalanma oranlarının 2-3 kat fazla olduğu belirlenmiştir. Balık yağlarının meme kanserinden korunmada da önemli etkisi vardır. Birçok Avrupa ülkesinde yapılan araştırmalarda ω 3 yağ asitleri ile beslenen kadınlarda meme kanseri olma riski önemli ölçüde azaldığı görülmüştür. Ayrıca EPA, DHA ve LA'nın kansere yol açan tüm kötü huylu tümörlerin gelişimini olumlu yönde etkileri ve kanserli hastaların ağrılarının azaltılmasında balığın önemli yerinin olduğu yapılan araştırmalarda ortaya konmuştur (Norrish 2000).

Balık tüketimi ile kalp hastalıkları arasındaki ilişkilerin araştırıldığı ilk çalışmalar, Grönland İnuit'leri ile Danimarkalılar üzerinde yapılmış ve koroner kalp hastalığından (CHD) ölümlerin çok düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. PUFA yönünden zengin

balina yağı ile diğer deniz ürünlerini tüketen eskimoların kanlarında kolesterol, trigliserit, LDL, VLD kolesterol düzeylerinin düşük, HDL kolesterolün ise yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmalara ilaveten epidemiyolojik olarak yapılan incelemelerde, deniz ürünlerinin fazlaca tüketildiği Hollanda, Norveç, Japonya ve ABD gibi ülkelerde balık yağı tüketen erkeklerin hiç balık tüketmeyenlere göre CHD riskinin çok düşük olduğu belirlenmiştir. Balık yağı ile zengin bir diyet uygulaması sonucunda kalp krizinden ölüm riski azalabilir. Çünkü kalp krizi ölümlerinde görülen en büyük etki trombositlerin etkisinin azalması veya damar tıkanıklığı ile kalp ritminin bozulması sonucunda meydana gelmektedir. Washington'da yapılan bir çalışmada sonucunda 5.5 g PUFA ile beslenen hastalarda ani kalp krizlerinden ölüm riskinin % 50 azaldığı, kan akış hızının düzenlendiği, kalp kası iltihaplarının azaldığı gözlenmiştir. Yapılan araştırmada, normal kolesterol seviyesine sahip CHD'li bir hasta 2 yıl boyunca günde 8 g PUFA ile beslenmiş ve sonuçta damar sertliği, kalp kası enfeksiyonu gibi rahatsızlıkların ortadan kalktığı ve kalp rahatsızlıkları ile ilgili şikayetlerin de azaldığı gözlenmiştir (Stone 1996).

Balık yağlarının damar sertliğini önlemede ya da azaltmada etkili olduğu düşünülmektedir. Balık yağlarının ilavesi ile bypass ameliyatlarından sonra damarların tekrar kapanması önlenmiş olur. Haftada en az bir sefer balık yemek ya da günde 0,5 g balık yağı tüketmek, kalp krizi geçiren hastaların hayatta kalma oranlarını % 30 artırmaktadır. 3 hafta süre ile günde 8 g EPA ve DHA alacak kadar balık tüketen kişilerin kanında trigliserit ve kolesterolün azaldığı gözlenmiştir. $\omega 3$ yağ asitleri damar sertliğini önlemekte, tansiyonu düşürmekte, kan akış hızını artırmakta ve böylece daralmış damarların beslendiği dokulara daha fazla oksijen gitmesini sağlamaktadır. Alman araştırmacılar, damar sertliği rahatsızlığı olan 162 hasta seçilmiş ve bunların yarısına 3 ay süreyle günde 6 g balık yağı verilmiş, diğer gruba ise normal diyet uygulanmıştır. 3 aydan sonra ise doz 3 grama indirilmiştir. Sonuçta kalp hastalığı olan 1. grupta ölüm vakasına rastlanmadığı ve damar sertliklerinin de büyük ölçüde azaldığı belirlenmiştir (Schacky 2000).

Anne ve çocuk sağlığı; Harward Tıp Fakóltesi'nde yapılan araştırmalarda EPA ve DHA'nın hamilelikte çok önemli olduğunu göstermektedir. Anne hamilelik döneminde bebek sağlığı için doymamış yağ asitlerini tüketmek zorundadır. ω3 yağ asitlerinin tüketilmesi ile erken doğum, düşük ve zayıf bebek doğma riski önemli ölçüde azaltılabilir. DHA içeren gıdaları almayan bir annede doğum sonrası depresyon vakaları ve yüksek kan basıncı gibi olumsuzluklar görülür. Uzmanlara göre hamile veya emziren kadınların günde 500-600 mg DHA almaları gerekmektedir. Dünya Sağlık Örgütü ise hamile kadınların ilk üç ayda günde 50 mg ω3 yağ asidi almaları, daha sonraki dönemlerde ise 160 mg'dan daha fazla yağ asidi tüketmeleri gerektiğini tavsiye etmektedir. Hamileliđin özellikle son 3 ayında anneden bebeğe önemli ölçüde ω3 yağ asitleri iletilir. Bu dönemde anne adayının bol miktarda balık tüketmesi önerilmektedir. Çünkü çocuk ve yetişkinlerin de günde 800 ile 1100 mg ω3 yağ asitleri tüketmeleri gerekmektedir. Son yapılan çalışmalarda kanında ω3 yağ asitleri seviyesi düşük olan çocukların büyük ölçüde, davranış bozukluğu, öğrenme güçlüğü ve sağlık problemlerinin olduğu belirtilmiştir. Özellikle yeni doğan bebeklerde ilk üç ay DHA üç kat daha fazla önemlidir (Kaya vd. 2004).

Su kaynakları yönünden oldukça zengin olan ölkemiz insanların daha sağlıklı beslenebilmesi için bu kaynaklardan daha fazla yararlanması gerekmektedir. Bu araştırmada Örenler Baraj Gölü'nde yaşayan Cyprinidae familyasından olan *C. carpio*'nun kas, karaciğer ve ovaryumlarındaki yağ asidi içeriğinin değişimi mevsimsel olarak incelenmiştir. Böylece yağ asidi içeriğinin, balığın fizyolojik durumuna göre nasıl bir değişim gösterdiği belirlenerek yapılan çalışmalara katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

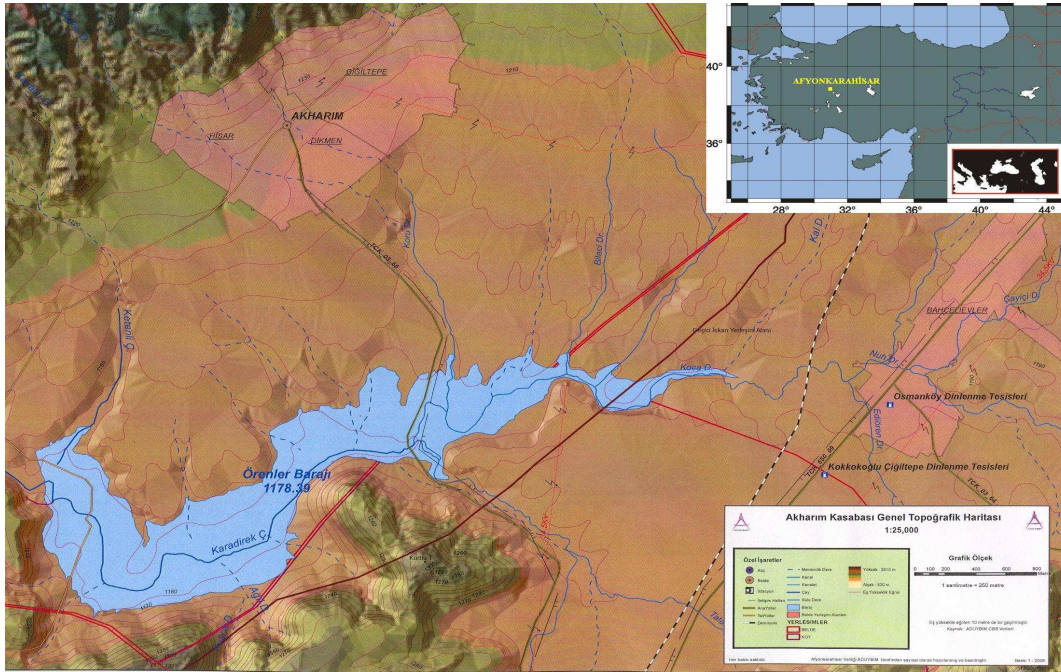
3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Materyalin Temin Edilmesi

Bu çalışmada, Cyprinidae familyasına ait *Cyprinus carpio* (L. 1758)'nin kas, karaciğer ve ovaryum dokularında, yağ asitlerinin mevsimsel değişiminin incelenmesi için Ağustos 2005 ile Ağustos 2006 tarihleri arasında her mevsim 10 adet olmak üzere toplam 40 adet balık örneği Örenler Baraj Gölü'nden balıkçıların yardımlarıyla fanyalı ağlarla yakalanmıştır.

Örenler Barajı Afyonkarahisar'ın Sandıklı İlçesine bağlı Akharım Kasabası'nda Karadirek Çayı üzerine sulama amaçlı kurulmuş bir baraj gölüdür. Normal su kotunda göl alanı 4,4 km² dir. Örenler Baraj Gölü'nde *C. carpio* ve *Leuciscus cephalus* olmak üzere iki tatlı su balığı türü yaşamaktadır. Resim 3.1'de Örenler Baraj Gölü Genel Topoğrafik Haritası görülmektedir. Resim 3.2'de ise Örenler Barajı'na ait genel bir görünüş yer almaktadır.



Resim 3.1 Örenler Baraj Gölü genel topoğrafik haritası (Aduybim 2006)



Resim 3.2 Örenler Baraj Gölü'nden genel bir görünüş

3.1.2 *Cyprinus carpio* (Aynalı Sazan)'nın Biyolojisi

Aynalı sazan, yüksek sırtlı, tıknaz, vücudunun büyük kısmı pulsuz, pulları vücudunun değişik bölgelerine dağılmış ve yuvarlak, baş ve sırt kısımları esmer yeşil, yanlar yeşilimsi sarı renktedir. Ağızda diş bulunmazken farinks dişleri vardır. Ağız kenarında bir çifti kalın, diğer çifti ince olan bıyıklara sahiptir. Göğüs ve karın yüzgeçleri çift, diğer yüzgeçleri ise tektir. Vücut kambur ve kafa küçüktür. Böylece daha fazla et bağlama imkanına sahiptir. Havuzlar, göller ve nehirlerde doğal olarak yaşamaktadır. Su sıcaklığı ve besin durumuna bağlı olarak hızlı büyüme olup 20-25 yıl hatta 35-40 yıl yaşadıkları ve boylarının 1 m'nin üzerine çıktığı ağırlıklarının ise 25-30 kg'a ulaştığı bilinmektedir (Geldiay ve Balık 1999). Resim 3.3'te *C. carpio*'nun genel görünüşü yer almaktadır.



Resim 3.3 *C. carpio*'nun L., 1758 (Aynalı Sazan) genel görünüşü

Aynalı Sazan'ın çevre toleransı oldukça yüksek olup, 20 °C'nin üzerinde optimum büyümesine rağmen uzun süre <1 °C su sıcaklığına ve ani sıcaklık değişikliklerine maruz kaldığında da yaşayabilmektedir. ‰ 5-12 tuzlulukta ve 5-9 arasındaki pH'lara uyum sağlayabilmektedir.

Sazan dipten beslenen omnivor bir balıktır. Besinlerini bentik su hayvanları, planktonlar, bitki parçaları ve bitkisel artıklar oluşturur. Dipteki küçük su canlılarını çamurla birlikte alıp, çamuru geri atar. Bu nedenle, çamur içinde oyuklar açar. En iyi yem alımı ve değerlendirmesi, 16-25 °C su sıcaklıklarında ve özellikle 23-24 °C'de olur.

Doğal ortamda gruplar halinde, göller ve yavaş akan nehirlerde su sıcaklığı 18-22 °C olduğunda yumurtalarını bırakır. Bitkilere yapışan yumurtalardan 3-4 günde larva çıkışı olur. Yumurtlama Mayıs-Temmuz ayları arasında su sıcaklığı 18-20 °C'ye ulaştığında sığ ve bol bitkili su kesimlerinde olur. Sazanın üremesinde en önemli faktör su sıcaklığı olduğundan, kuzey ülkelerinde nadiren ürer veya hiç üremez. Yumurtlama bir haftada

tamamlanır. 1 kg vücut ağırlığına 200-300 bin yumurta bırakır. Yumurtaları şeffaf ve yapışkan olup yaklaşık 1 mm çapındadır. Şişmiş yumurtanın çapı 1,6 mm kadardır. Su bitkilerinin üzerine bırakılan yumurtalar 3-4 günde açılır. Yumurtadan çıkan larvaların boyu, 5 mm'dir. Yumurtadan çıkan larvalar 1-3 gün süreyle tutunma organları ile su bitkilerine tutunurlar. Bu süre sonunda, su yüzeyine çıkarak yüzme keselerini hava ile doldurup, yüzmeye ve yem almaya başlarlar. Önceleri bitkisel ve hayvansal planktonlarla (algler, rotiferler, küçük kabuklular) beslenirler. Boyları 18 mm olduğunda bentik organizmalarla beslenmeye başlarlar (Atay ve Çelikkale 1983).

3.1.3 Balık Etlerinin Alınması ve Saklanması

Örenler Baraj Gölü'nden yakalanan örnekler laboratuara getirilerek ağırlık ve uzunluk ölçümleri yapılmış, yaş tayini için pul örnekleri alınmıştır. Daha sonra karın bölgesi açılarak cinsiyeti tayin edilmiş, karaciğer ve ovaryumlar dikkatli bir şekilde çıkarılmıştır. Karkas temizlendikten sonra dorsal yüzgecin ön yanal çizginin üst kısmındaki etler alınmıştır. Kas, karaciğer, ovaryum örnekleri alüminyum folyo ile sarılarak etiketlenmiş ve -20 °C'de derin dondurucuda saklanmıştır. Analiz edilmeden önce +4 °C'ye alınmış ve çözüldükten sonra ekstraksiyon işlemlerine geçilmiştir. Resim 3.4'te *C. carpio*'nun boy ölçümü yapılırken görüntüsü alınmıştır.



Resim 3.4 *C. carpio*'nun boyunun ölçülmesi

3.1.4 Su Numunelerinin Alınması

Su numuneleri her mevsim gölün yüzey ve dip kısımlarından alınmıştır. Yüzey suyu doğrudan plastik şişelerle alınırken, dip suyunun alınımı ise su alma cihazı ile sağlanmıştır. Örenler Baraj suyunun pH, sıcaklık ve elektriksel iletkenlik gibi bazı fiziko-kimyasal değerleri Afyon Tarım İl Müdürlüğü Toprak Bitki Su Tahlil Laboratuvarı'nda belirlenmiştir. Resim 3.5'te Örenler Baraj Gölü'nden su numuneleri alınırken görüntülenmiştir.



Resim 3.5 Su numuneleri alınırken

3.2 Metot

3.2.1 Yaş Tayini

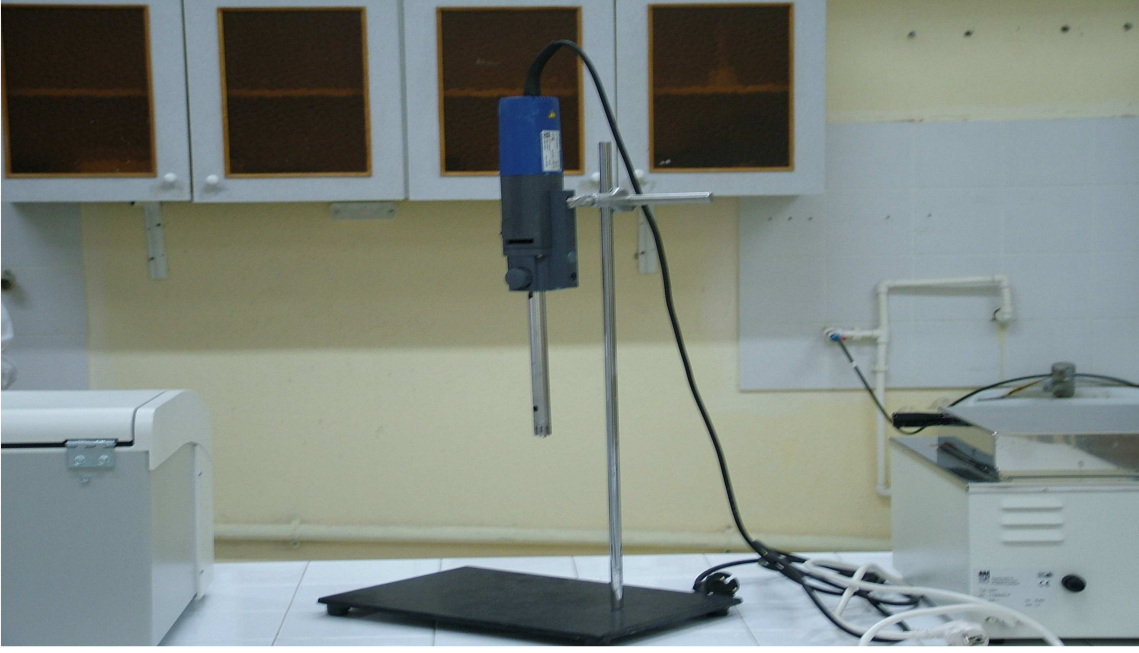
C. carpio'nun yaş tayini, kolay olması nedeniyle pullardan yapılmıştır. Pullar, operkulum ile dorsal yüzgeç arasındaki bölgeden bistüri yardımıyla alınmıştır. % 4'lük KOH solusyonuna 24 saat bırakılmış ve yumuşak bir fırça ile temizlenmiştir. Saf su ile yıkanarak alkol serisine alınmıştır. % 70, 80 ve 96'lık alkol serisi ile suyu alınan pullar kurutma kağıdına konmuş ve tam kurumadan iki lam arasına konarak daimi preparat

haline getirilmiştir. Preparatlara ışık mikroskopunda bakılarak balıkların yaşları belirlenmiştir (Geldiay ve Balık 1999).

3.2.2 Balıklardan Ham Yağ Eldesi

C. carpio'dan yağın elde edilmesi için (2:1) kloroform+metanol karışımı kullanıldı (Folch et al. 1957).

Ham yağ eldesi için parçalanmış kas dokudan 10 g örnek alındı. Örneklerin üzerine 100 ml (kloroform+metanol (2:1)) karışımı eklendi. Dakikada 24 000 devir yapabilen ultra turrax T-25 marka homojenizatörle (resim 3.6'da görülmektedir) örnekler bulamaç hale gelinceye kadar parçalandı. Karışım filtre kağıdında süzüldü (1. süzme). Filtre kağıdının üzerine üzerindeki kalıntı alınarak 100 ml (kloroform+metanol) karışımı ikinci kez eklenerek homojenize edildi. İkinci kez süzme işlemi yapıldı. 1. ve 2. süzmeden gelen çözelti 250 ml'lik ayırma hunisine alınarak % 0,4'lük CaCl₂ çözeltisinden 20 ml eklendi ve iyice çalkalanarak fazlar ayrılincaya kadar beklendi. Kloroform (alttaki faz) alındı. 45 °C'de heidolph-2 marka vakumlu döner buharlaştırıcıda kloroform uçuruldu. Yağda kalan kloroform kuru azotla uçurularak ham yağ elde edilmiş oldu. Resim 3.7'de heidolph-2 marka rotary evaporatör görülmektedir.



Resim 3.6 Etleri bulamaç haline getirmekte kullanılan ultra-turrax T-25 marka homojenizatör



Resim 3.7 Heidolph-2 marka rotary evaporatör

3.2.3 Metillendirme

Serbest yağ asitlerini doğrudan GC ile analiz etmek, yüksek kutuplaşma, düşük volatility ve hidrojen bağı oluşturan serbest yağ asitleri yüzünden zordur. Atmosfer basıncında, yüksek molekül ağırlıklı serbest yağ asitlerinin kaynama noktaları, maddelerin ayrışma (decomposition) sıcaklıklarına yakın veya onlardan daha yüksektir. Bu güçlüklerin üstesinden gelmek için volatile olmuş türevler hazırlanabilir. Aynı zamanda, yağ asidi metil esterleri ve diğer türevler, serbest yağ asitleri karşılaştırırken dedektör duyarlılığını arttırmak için kullanılmaktadır. Yağ asitlerinin GC analizi için türevlendirilmesi, maddelerin volatilitelerini artırır, ayırmayı geliştirir ve kuyruklanmayı azaltır (Hışıl 2002).

Metillendirmede kullanılan çözeltiler ve kimyasal maddeler:

- Boron-3 Florür: % 14 BF₃ içeren metanol
- Sodyum Hidroksit (NaOH)
- Metanol
- Sodyum Klorür (NaCl)
- İzooktan
- Alkalik NaOH: 0,5 N 2 g NaOH metanolde çözülerek metanolle 100 ml'ye tamamlanır.
- Doymuş NaCl çözeltisi: 36 g NaCl 100 ml saf su içerisinde çözülür.

Örneğin hazırlanması;

25 mg ($\pm 0,1$ mg) yağ örneği alınır. 1,5 ml 0,5 N metanolik NaOH eklenir. Azot gazı doldurularak ağız kapanır ve karıştırılır. 95 °C'de sıcak su banyosunda 5 dakika ısıtılır. Soğutularak üzerine 2 ml BF₃ eklenir. Azot gazı doldurularak sıkıca kapanır ve karıştırılır. 95 °C'de 30 dakika ısıtılır. 30-40 °C'ye kadar soğutulur ve 1 ml izooktan eklenir. 30 sn kuvvetlice çalkalanır. 5 ml doymuş NaCl çözeltisi eklenir. Ayırma hunisinde çalkalanır ve fazlar ayrılır. Sulu faz alınır. 1 ml izooktan 2. kez ilave edilir. Ayırma hunisinde fazlar ayrılır. Elde edilen 2 ml ekstrakt (izooktan) temiz bir vialde alınır ve azot gazı doldurularak sıkıca kapanır. Bu ekstraktan gaz kromatografisine enjekte edilir (AOCS 1972).

3.2.4 Gaz Kromatografin Koşulları

Gaz kromatografisinin otomatik enjektörüyle metillendirilmiş ekstraktan 1 µl. alınarak kromatografi cihazında pikler saptanmıştır. Örneklerden elde edilen pikler, yağ asitleri standart pikleriyle karşılaştırılarak tanımlanmış ve yağ asitleri yüzde olarak hesaplanmıştır. Resim 3.8'de HP Agilent 6890 N marka gaz kromatografisi görülmektedir.

Gaz kromatografisi ve çalışma koşulları aşağıda belirtilmiştir.

Cihaz	: HP Agilent 6890 N GC
Dedektör	: FID
Kolon	: Supelco SP – 2380, 60,0 m uzunluk, 0,25 mm I.D. (iç çap), 0,20 µm (film kalınlığı)
Fırın Çalışma sıcaklığı:	Başlangıç 165°C'de 10 dakika, sıcaklık 10°C /dakika arttırılarak 190°C 40 dakika
Taşıyıcı gaz	: hidrojen 30 ml/dk hava gazı 300 ml/dk azot 45,0 ml/dk
Split	: 50:1, split, akış hızı 71,0 ml/dk
Sıcaklıklar	: Enjektör 250°C Dedektör 250°C



Resim 3.8 HP Agilent 6890 N gaz kromatografisi

3.2.5 İstatistiksel Değerlendirme

İstatistiksel analizler SPSS 13.0 bilgisayar programı ile yapıldı. Önce verilerin normallik testi yapıldı. Verilerimiz normal dağılım gösterdiğinden ve ikiden çok grubumuz olduğundan tek ve iki yönlü varyans analizi kullanıldı. Varyansların homojenliği kontrol edilerek homojen olan grupların çoklu karşılaştırma testleri için Tukey testi homojen olmayan gruplar için ise Tamhane testi kullanıldı. Ayrıca her bir grup için aritmetik ortalama \pm standart sapma değerleri verildi. İstatistiksel hesaplamaların sonuçları ekler bölümünde verilmiştir.

4. BULGULAR

4.1 *Cyprinus carpio*'nun Ortalama Yaş, Ağırlık ve Boy Değerleri

Örenler Baraj Gölü'nden yakalanan *C. carpio*'nun ortalama yaş, ağırlık ve boy değerleri tablo 4.1'de gösterilmiştir. Tüm yıl boyunca yakalanan balıkların ortalama yaş değerleri $3,10 \pm 0,99$ - $3,57 \pm 0,53$ arasında bulunmuştur. Araştırmada kullandığımız örneklerin ortalama vücut ağırlıkları kış mevsiminde en yüksek, sonbahar mevsiminde ise en düşük değerde bulunmuştur. Ortalama boy uzunlukları $47,10 \pm 9,70$ ile $49,94 \pm 4,42$ (cm) arasında dağılım göstermiştir. Ovaryum ağırlığının en yüksek değerine kış mevsiminde rastlanılmıştır ($522,82g \pm 208,46$).

Tablo 4.1 *C. carpio*'nun ortalama yaş, ağırlık ve boy değerleri

	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
Vücut ağırlığı (g)	2826,05±1568,61	3874,40±1048,24	3154,58±1080,42	3202,65±759,15
Çatal boy (cm)	47,10±9,70	49,92±3,03	48,10±5,07	49,94±4,42
Ovaryum ağırlığı (g)	402,90±307,25	522,82±208,46	452,30±238,06	203,43±106,15
Yaş	3,10±0,99	3,57±0,53	3,30±0,82	3,30±0,64

4.2 Örenler Baraj Gölü Suyunun Bazı Fiziko-Kimyasal Değerleri

Örenler Barajı'nda ölçülen pH, sıcaklık, elektriksel iletkenlik gibi bazı fiziko-kimyasal değerler tablo 4.2'de gösterilmiştir. İlkbahar mevsiminde pH, su sıcaklığı ve elektriksel iletkenliğin dışındaki parametrelere laboratuvar şartları uygun olmadığı için bakılamamıştır.

Tablo 4.2 Örenler Baraj Gölü suyunun bazı fiziko-kimyasal değerleri

	Sonbahar		Kış		İlkbahar		Yaz	
	Dip	Yüzey	Dip	Yüzey	Dip	Yüzey	Dip	Yüzey
pH	7,11	6,30	7,15	6,95	7,10	7,15	7,83	8,34
Su sıcaklığı (°C)	19,8	20,0	4,0	3,0	8,5	8,0	24,4	24,7
E. iletkenlik (µmhos/cm)	270	340	270	340	200	180	414	490
Sodyum (me/l)	2,20	0,52	2,00	0,52	-	-	0,45	0,42
Potasyum (me/l)	0,13	0,11	0,13	0,11	-	-	0,08	0,08
Ca+Mg (me/l)	2,10	1,50	2,10	1,50	-	-	2,50	1,20
Katyonlar toplamı	4,43	2,13	4,43	2,13	-	-	3,03	1,70
Bikarbonat (me/l)	3,04	1,56	3,04	1,56	-	-	1,75	1,56
Klor (me/l)	1,80	0,45	1,20	0,45	-	-	0,45	0,45
Sertlik (Fr)	10,50	7,50	9,80	7,20	-	-	12,50	6,00
RSC	0,94	0,06	0,94	0,06	-	-	-	0,36
SAR	2,15	2,48	1,48	1,25	-	-	0,40	0,54
Tuz ve alkali sınıfı	T2A1	T2A1	T2A1	T2A1	-	-	T4A1	T4A1
Hava sıcaklığı (°C)	23,00		0		17,00		30,10	

RSC: Bakiye sodyum karbonat

SAR: Sodyum absorpsiyon oranı

T2: Orta tuzlu su: Tuzluluğa hassas bitkiler hariç bütün sulamalarda kullanılabilir. Toprak geçirgenliğinin iyi ve orta derecede olduğu yerlerde özel tuzluluk kontrol tedbirlerine ihtiyaç yoktur.

T4: Çok yüksek tuzlu su: Normal şartlarda sulamaya uygun değildir. Fakat tuzluluğa çok dayanıklı bitkilerin seçildiği, yıkama ihtiyacını da dikkate alındığı drenajı ve geçirgenliği çok iyi olan topraklarda özel tuzluluk kontrol tedbirleriyle kullanılabilir.

A1: Bütün topraklarda sulama için kullanılabilir. Zararlı derecede alkalilik yaratma tehlikesi çok azdır. Bununla beraber taş çekirdekli meyveler gibi alkaliğe hassas bitkilerin etkilenmesi mümkündür.

Örenler Baraj Gölü'nün su sıcaklık değerleri yıl boyunca 3,00 ile 24,70 °C arasında bulunmuştur. Baraj Gölü'nde su numunesinin alındığı saatteki hava sıcaklığı değerleri ise 0 ile 30,10 °C arasında değişmiştir. pH değerleri tüm yıl boyunca 6,30 ile 8,34

arasında değişmiştir. En yüksek sertlik oranı yaz mevsiminde bulunurken (12,50 Fr). En düşük sertlik oranı kış mevsiminde bulunmuştur (7,20).

Katyonlar toplamı (sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum) sonbahar ve kış mevsimlerine aynı oranlarda bulunmuştur. Dip suyunda ölçülen katyonlar 4,43 me/l iken yüzey suyunda bulunana değer 2,13 me/l'dir. Yaz mevsiminde dip suyunda ölçülen katyonlar toplamı 3,03 me/l iken yüzey suyunda ölçülen değer ise 1,70 me/l'dir. Sonbahar ve kış mevsimlerinde dip suyunda ölçülen bikarbonat iyonu miktarı 3,04 me/l iken yaz mevsimindeki bikarbonat iyonu miktarı 1,75 me/l'dir. Yüzey sularında ölçülen bikarbonat oranları ise tüm mevsimlerde aynı orandadır (1,56 me/l'dir). Dip suyundaki klor iyonu sonbahar mevsiminde en yüksek oranda bulunmuştur (1,80 me/l). Yaz mevsiminde bu oran 0,45 me/l'ye düşmüştür. Örenler Barajı'nın suyunun tuzluluk oranı yaz mevsiminde yüksek derecede bulunurken, sonbahar ve kış mevsimlerinde tuzluluk oranı orta derecede bulunmuştur.

Örenler Baraj suyunun elektriksel iletkenlik değerleri incelendiğinde en yüksek değerin yaz mevsiminde olduğu görülür [4,14 mmhos/cm (dip), 4,90 mmhos/cm (yüzey)]. En düşük elektriksel iletkenlik değeri ilkbaharda bulunmuştur [0,20 mmhos/cm (dip), 0,18 mmhos/cm (yüzey)].

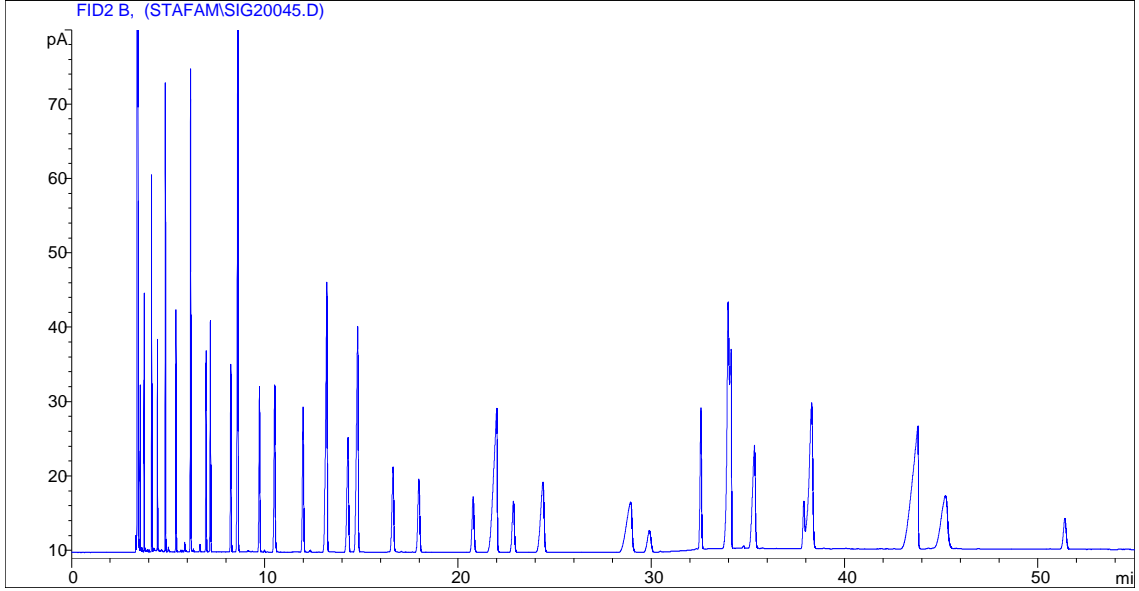
4.3 Yağ Asidi Metil Esteri Standartları

Yağ asitlerini belirlemede Larodan Fine Chemicals Company'den alınan 37 adet yağ asidini içeren mix standart ile 4 ve 5'li yağ asidi içeren mix standartlar kullanılmıştır. Örneklerimize ait pikler ile yağ asidi standartlarına ait pikler karşılaştırılarak örneklerimizdeki yağ asitleri belirlenmiştir. Standartta bulunan yağ asitleri tablo 4.3'te gösterilmiştir.

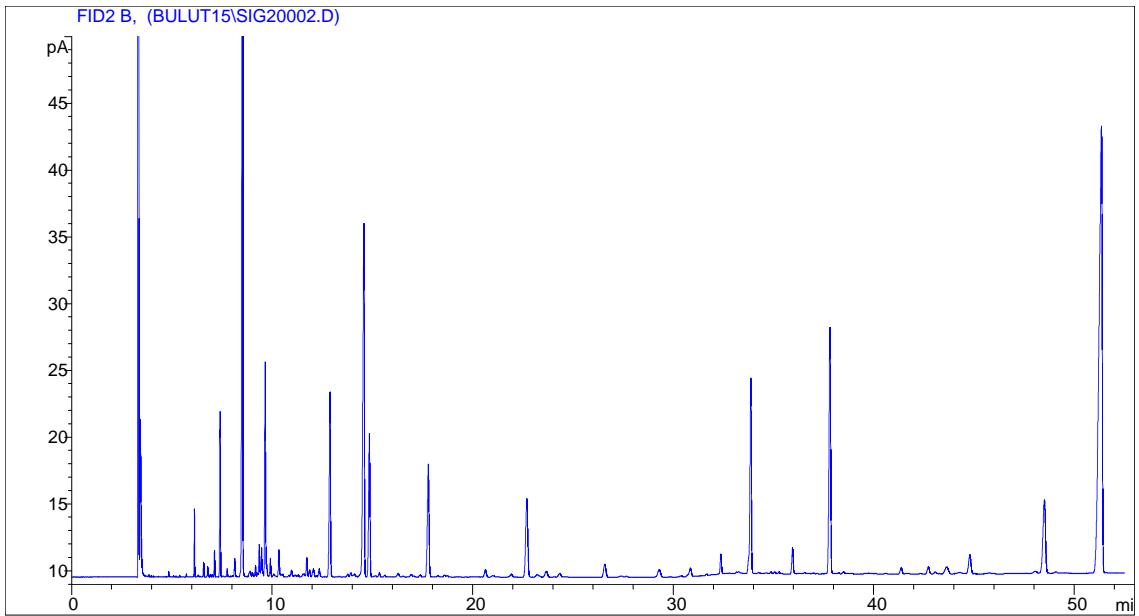
Tablo 4.3 Yağ asidi metil esterleri standartları

Pik no	Yağ asidi metil esterleri	Retention time (dakika)
1	C4:0 (Butirik Asit)	3,55
2	C6:0 (Kaproik Asit)	3,73
3	C8:0 (Kaprilik Asit)	4,17
4	C10:0 (Kaprik Asit)	4,54
5	C11:0 (Andekanoik Asit)	5,056
6	C12:0 (Laurik Asit)	5,80
7	C13:0 (Tridekanoik Asit)	6,39
8	C14:0 (Miristik Asit)	6,88
9	C14:1 (Miristeloik Asit)	7,66
10	C15:0 (Pentadekanoik Asit)	8,45
11	C15:1 (cis-10-Pentadekanoik Asit)	9,38
12	C16:0 (Palmitik Asit)	11,07
13	C16:1 (Palmitoleik Asit)	11,25
14	C17:0 (Heptadekanoik Asit)	14,13
15	C17:1 (cis-10-Heptadekanoik Asit)	15,08
16	C18:0 (Stearik Asit)	19,00
17	C18:1 ω 9t (Elaidik Asit)	19,63
18	C18:1 ω 9c (Oleik Asit)	20,67
19	C18:2 ω 6t (Linoleadik Asit)	21,82
20	C18:2 ω 6c (Linoleik Asit)	22,85
21	C20:0 (Araşidik Asit)	28,65
22	C18:3 ω 6 (γ -linolenik Asit)	32,54
23	C20:1 ω 9 (cis-11-Eikosenoik Asit)	34,02
24	C18:3 ω 3 (α -linolenik Asit)	34,94
25	C21:0 (Heneikosaenoik Asit)	35,80
26	C20:2 (cis-11,14-Eikosadienoik Asit)	36,80
27	C20:3 ω 6 (cis-8,11,14-Eikosatrienoik Asit)	38,04
28	C22:0 (Behenik Asit)	41,17
29	C20:4 ω 6 (Araşidonik Asit)	42,50
30	C22:1 ω 9 (Erusik Asit)	47,02
31	C23:0 (Trikosanoik Asit)	49,13
32	C20:3 ω 3 (cis-11,14,17-Eikosatrienoik Asit)	52,29
33	C22:2 (cis-13,16-Dokosadienoik Asit)	53,12
34	C24:0 (Lignoserik Asit)	55,82
35	C20:5 ω 3 (cis-5,8,11,14,17-Eikosapentaenoik Asit)	57,21
36	C24:1 ω 9 (Nervoik Asit)	56,12
37	C22:6 ω 3 (cis-4,7,10,13,16,19-Dokosaheksaenoik Asit)	58,10

C. carpio'ya ait yağ asitlerinin alıkonma zamanlarını aynı şartlar altında standartlarıyla karşılaştırılarak yağ asitleri belirlenmiştir. Şekil 4.4'te yağ asidi metil esterleri standartlarının gaz kromatografideki görüntüsü, şekil 4.5'te ise *C. carpio*'ya ait yağ asitleri piklerinin gaz kromatografisindeki görüntüleri yer almaktadır.



Şekil 4.1 Yağ asitlerinin standart kromatogramı



Şekil 4.2 Ovaryum örneğindeki yağ asidi kromatogramı

4.4 *C. carpio*'nun Kas Dokusundaki Doymuş ve Doymamış Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi

4.4.1 Doymuş Yağ Asitleri (SFA)

C. carpio'nun kas dokusundaki doymuş yağ asidi bileşimlerinin mevsimsel değişimleri tablo 4.4'te görülmektedir. Doymuş yağ asitleri içerisinde en fazla oranda bulunan yağ asitleri miristik asit (C14:0), palmitik (C16:0), stearik (C18:0) ve araşidik (C20:0) asittir.

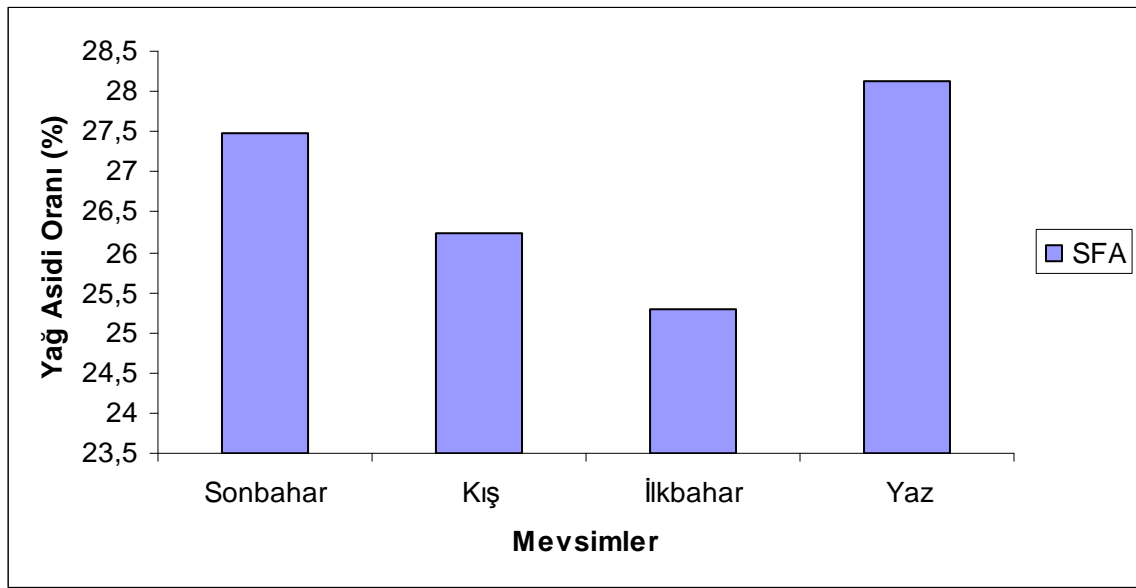
Tablo 4.4 *C. carpio*'nun kas dokusundaki yağ asitlerinin mevsimsel değişimi (%)

Sıra no	Yağ asitleri	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
1	C6:0 ^a Kaproik Asit	0,08±0,02 ^b	0,01±0,00 ^a	0,02±0,00 ^a	0,01±0,00 ^a
2	C8:0 Kaprilik Asit	0,01±0,00 ^a	0,01±0,00 ^a	0,01±0,00 ^a	0,09±0,03 ^b
3	C10:0 Kaprik Asit	0,02±0,01 ^{ab}	0,09±0,01 ^c	0,02±0,00 ^b	0,00±0,00 ^a
4	C11:0 Andekanoik Asit	0,08±0,02 ^a	0,11±0,01 ^{bc}	0,09±0,02 ^{ab}	0,11±0,01 ^c
5	C12:0 Laurik Asit	0,06±0,01 ^a	0,05±0,01 ^a	0,06±0,01 ^a	0,06±0,01 ^a
6	C13:0 Tridekanoik Asit	0,10±0,02 ^a	0,11±0,02 ^a	0,14±0,03 ^b	0,14±0,02 ^b
7	C14:0 Miristik Asit	1,96±0,20 ^a	2,02±0,13 ^{ab}	2,22±0,20 ^b	2,18±0,21 ^{ab}
8	C15:0 Pentadekanoik Asit	0,49±0,08 ^{ab}	0,44±0,04 ^a	0,56±0,12 ^b	0,55±0,07 ^b
9	C16:0 Palmitik Asit	16,19±0,78 ^{bc}	15,39±0,62 ^{ab}	14,78±0,78 ^a	16,54±0,52 ^c
10	C17:0 Heptadekanoik Asit	0,88±0,14 ^c	0,73±0,09 ^b	0,53±0,09 ^a	0,55±0,05 ^a
11	C18:0 Stearik Asit	4,07±0,48 ^{ab}	4,12±0,32 ^{ab}	3,69±0,45 ^a	4,44±0,35 ^b
12	C20:0 Araşidik Asit	2,86±0,42 ^a	2,74±0,21 ^a	2,70±0,27 ^a	2,99±0,30 ^a
13	C22:0 Behenik Asit	0,70±0,36 ^b	0,43±0,06 ^a	0,48±0,08 ^b	0,46±0,05 ^b
	Σ SFA	27,49	26,24	25,29	28,13
14	C14:1 Miristoleik Asit	0,98±0,14 ^a	1,12±0,10 ^{ab}	1,23±0,15 ^b	1,28±0,14 ^b
15	C15:1 Pentadekenoik Asit	1,02±0,14 ^a	0,88±0,09 ^a	1,05±0,16 ^a	1,83±0,13 ^b
16	C16:1 Palmitoleik Asit	16,43±0,94 ^{bc}	17,44±1,06 ^c	14,13±0,77 ^a	16,01±1,27 ^b
17	C17:1 Heptadekenoik Asit	1,01±0,37 ^a	0,86±0,09 ^a	1,14±0,29 ^a	0,95±0,11 ^a
18	C18:1 Oleik Asit	26,01±0,93 ^a	29,09±1,08 ^{bc}	28,24±0,81 ^b	29,96±1,42 ^c
19	C20:1 Eikosanoik Asit	0,23±0,08 ^b	0,31±0,01 ^c	0,24±0,02 ^{bc}	0,14±0,02 ^a
	Σ MUFA	45,67	49,70	46,01	50,17
20	C18:2ω6 Linoleik Asit	4,83±0,39 ^a	5,72±0,58 ^b	5,89±0,79 ^b	5,91±0,27 ^b
21	C18:3ω6 γ-linolenik Asit	2,35±0,96 ^b	3,14±0,14 ^{ab}	0,76±0,12 ^a	-
22	C18:3ω3 Linolenik Asit	0,96±0,18 ^b	0,83±0,09 ^b	1,57±0,08 ^a	0,70±0,05 ^a
23	C20:2ω6 Eikosadienoik Asit	0,84±0,39 ^b	0,50±0,06 ^a	0,44±0,10 ^a	0,41±0,05 ^a
24	C20:3ω3 Eikosatrienoik Asit	4,06±0,68 ^b	3,12±0,56 ^a	5,35±0,79 ^c	2,64±0,37 ^a
25	C20:4ω6 Araşidonik Asit	5,02±0,70 ^a	4,43±0,57 ^a	6,37±0,61 ^b	4,64±0,76 ^a
26	C20:5ω3 Eikosapentaenoik Asit	2,26±0,31 ^c	1,70±0,18 ^a	2,13±0,25 ^{bc}	1,86±0,23 ^{ab}
27	C22:6ω3 Dokosaheksaenoik Asit	3,99±0,34 ^c	2,94±0,37 ^b	4,23±0,64 ^c	1,70±0,16 ^a
	Σ PUFA	24,30	22,38	26,73	17,87
	Bilinmeyen	2,54	1,68	1,97	3,83
	ω3	11,27	8,59	13,28	6,90
	ω6	13,04	13,79	13,46	10,96
	ω 3/ω6	0,86	0,62	0,98	0,63
	EPA/DHA	0,57	0,58	0,50	1,09
	SFA/MUFA	0,60	0,53	0,55	0,56
	SFA/PUFA	1,13	1,17	0,95	1,57
	MUFA/PUFA	1,88	2,22	1,72	2,80

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

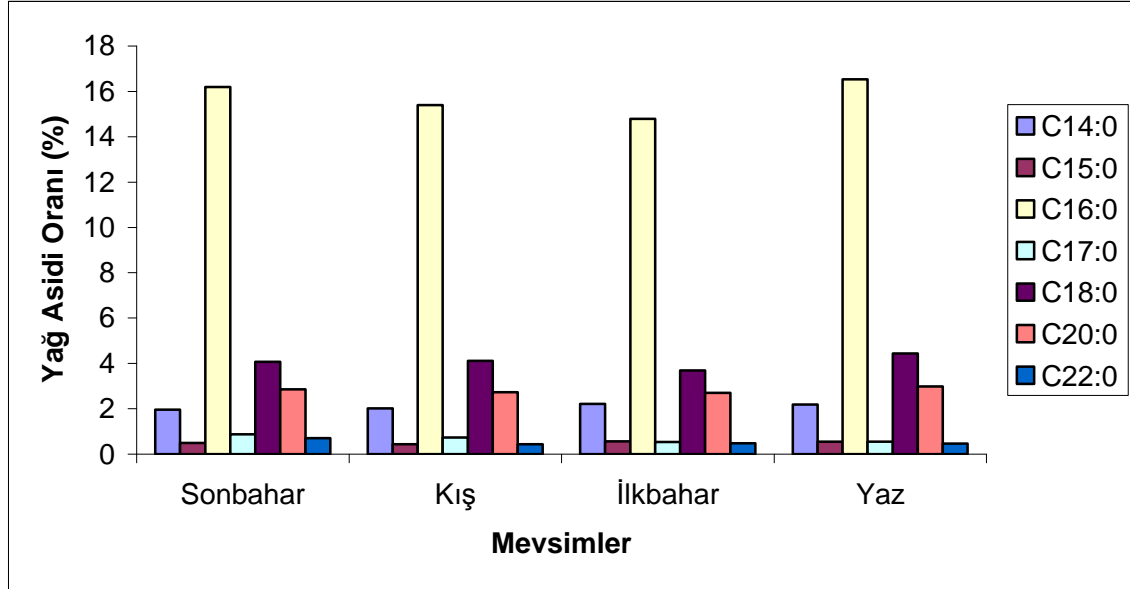
Toplam doymuş yağ asidi oranı en fazla yaz mevsiminde % 28,13 bulunurken bu oran diğer mevsimlerde bir azalış göstermiştir. En düşük oran ilkbaharda bulunmuştur (% 25,29). Toplam SFA oranında sonbahar ile ilkbahar, yaz ile kış ve ilkbahar ile yaz mevsimleri arasında istatistiki açıdan önemli derecede farklılık gözlenmiştir ($p < 0,05$). Toplam SFA oranlarının mevsimsel değişimi çizelge 4.1’de görülmektedir.

Çizelge 4.1 *C. carpio*’nun kas dokusundaki toplam SFA oranlarının mevsimsel değişimi (%)



Miristik, pentadekanoik, palmitik, heptadekanoik, stearik, araşidik ve behenik asit gibi bazı doymuş yağ asidi oranlarının mevsimsel değişimi çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 *C. carpio*’nun kas dokusundaki SFA oranlarının mevsimsel değişimi (%)



Palmitik asit oranı en yüksek yaz mevsiminde (% 16,54) bulunmuştur. Yaz mevsiminden sonra diğer mevsimlerde palmitik asit oranı azalma göstermiştir. En düşük orana ilkbahar mevsiminde rastlanmıştır (% 14,78). Palmitik asit oranı sonbahar ile ilkbahar, kış ile yaz ve ilkbahar ile yaz mevsimleri arasında önemli derecede farklılık göstermiştir ($p<0,05$).

Stearik asit oranı da palmitik asit gibi yaz mevsiminde en yüksek yüzdede bulunmuştur (% 4,44). Yaz mevsiminden sonra diğer mevsimlerde bu oran azalmıştır. Kış mevsiminde bulunan stearik asit oranı % 4,01’dir. Stearik asit oranı sadece ilkbahar ile yaz mevsimleri arasında istatistiksel açıdan farklılık göstermiştir ($p<0,05$).

En düşük araşidik asit oranına ilkbahar mevsiminde rastlanılmıştır (% 2,70). En yüksek oran yaz mevsiminde bulunmuştur (% 2,99). Mevsimler arasında araşidik asit oranının da istatistiki açıdan önemli bir fark gözlenmemiştir ($p>0,05$).

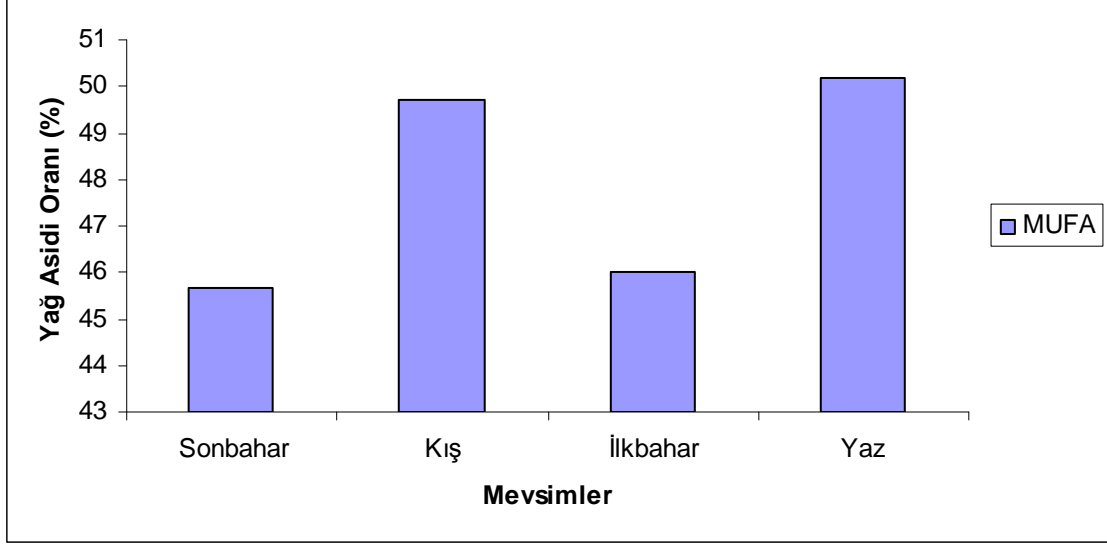
Miristik asidin en düşük oranına sonbahar mevsiminde rastlanılmıştır (% 1,96). Bu oran kış (% 2,02) ve ilkbahar (% 2,22) mevsiminde artmış yaz mevsiminde ise, ilkbahara göre daha düşük oranda bulunmuştur (% 2,18). Miristik asit oranı sadece sonbahar ile ilkbahar mevsimleri arasında istatistiki açıdan önemli derecede farklılık gösterirken ($p<0,05$), diğer mevsimler arasında önemli derecede farklılıklar göstermemiştir ($p>0,05$).

4.4.2 Tekli Doymamış Yağ Asitleri (MUFA)

Miristoleik (C14:1), pentadekenoik (C15:1), palmitoleik (C16:1), heptadekenoik (C17:1), oleik (C18:1) ve eikosenoik (C20:1) asit *C. carpio*'nun kas dokusunda bulunan başlıca tekli doymamış yağ asitleridir. MUFA oranlarının mevsimsel değişimi tablo 4.4'te gösterilmiştir.

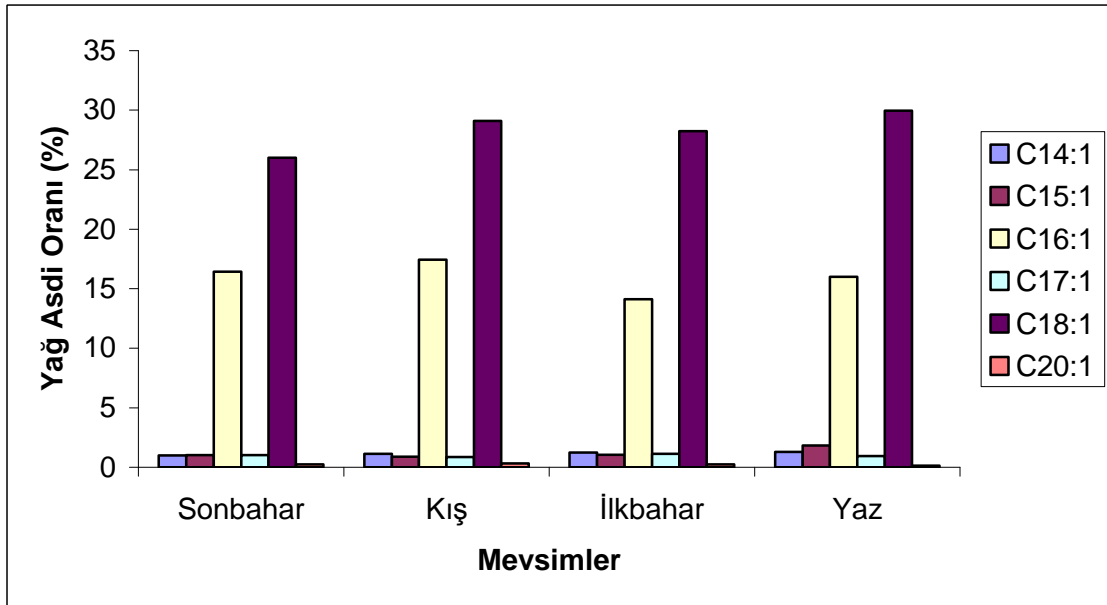
Toplam MUFA yüzdesi, yaz mevsimlerinde en yüksek bulunmuştur (% 50,17). Kış mevsiminde bulunan oran ise yaz mevsimindekine yakın bulunmuştur (% 49,70). Bu oran ilkbahar mevsiminde % 46,01'e düşmüştür. En düşük oran ise sonbahar mevsiminde % 45,67 bulunmuştur. Sonbahar ile kış, sonbahar ile yaz, kış ile ilkbahar ve ilkbahar ile yaz mevsimleri arasında toplam MUFA oranı istatistiki açıdan önemli farklılık göstermiştir ($p<0,05$). Toplam, MUFA oranlarının mevsimsel değişimi çizelge 4.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 *C. carpio*'nun kas dokusundaki toplam MUFA oranlarının mevsimsel değişimi (%)



Miristoleik, pentadekenoik, palmitoleik, heptadekenoik, oleik ve eikosenoik asit oranlarının mevsimsel değişimleri çizelge 4.4'te görülmektedir.

Çizelge 4.4 *C. carpio*'nun kas dokusundaki MUFA oranlarının mevsimsel değişimi (%)



Oleik asit, tekli doymamış yağ asitleri arasında en yüksek oranda bulunan yağ asididir. Oleik asit oranı en yüksek yaz mevsiminde bulunmuştur (% 29,96). Bu oran sonbahar mevsiminde azalmış (% 26,01), kış mevsiminde sonbahar mevsimine göre artmış (% 29,09) ilkbaharda ise kış mevsimine göre daha az oranda bulunmuştur (% 28,24). İlkbahar ile yaz ve sonbahar ile diğer mevsimler arasında oleik asit oranında istatistiki açıdan önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p<0,05$).

Palmitoleik asit en yüksek oranda bulunan ikinci tekli doymamış yağ asididir. En düşük palmitoleik asit oranı ilkbahar mevsiminde bulunmuştur (% 14,13). Bu oran yaz (% 16,0) mevsiminden sonbahar (% 16,43) ve kış mevsimine doğru giderek artmıştır ve en yüksek oran kış mevsiminde bulunmuştur (% 17,44). Palmitoleik asit oranı sonbahar ile ilkbahar, kış ile ilkbahar, kış ile yaz ve ilkbahar ile yaz mevsimleri arasında istatistiki bakımdan önemli derecede farklılık göstermiştir ($p<0,05$).

Miristoleik asit oranı sonbahar mevsiminden yaz mevsimine doğru bir artış göstermiştir. Bulunan en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla % 0,98 (sonbahar) ve % 1,28 (yaz)'dir. Sonbahar ile ilkbahar ve sonbahar ile yaz mevsimleri arasında miristoleik asit oranında önemli derecede farklılıklar bulunmuştur ($p<0,05$).

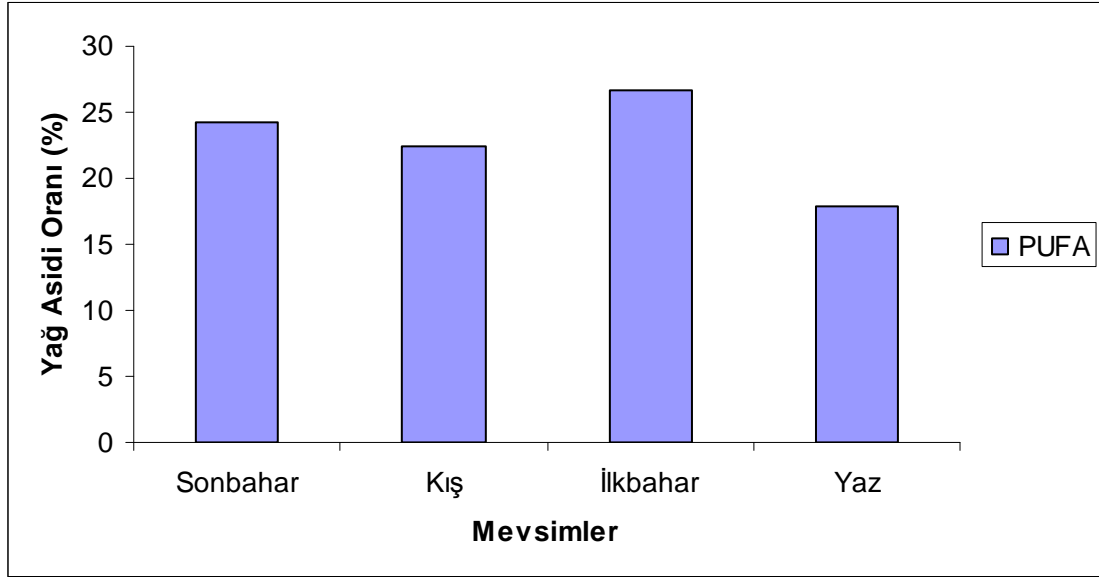
Pentadekanoik asidin en yüksek oranı yaz mevsiminde bulunmuştur (% 1,83). En düşük oran ise kış mevsiminde (% 0,88) bulunmuştur. Pentadekanoik asit oranı yaz ile diğer mevsimler arasında istatistiki açıdan önemli derecede farklılık ($p<0,05$) gösterirken, diğer mevsimler arasında önemli farklılıklar gözlenmemiştir ($p>0,05$).

4.4.3 Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (PUFA)

C. carpio'nun kas dokusunda bulunan başlıca çoklu doymamış $\omega 3$ yağ asitleri linolenik (C18:3 $\omega 3$), eikosatrienoik (C20:3 $\omega 3$), eikosapentaenoik (C20:5 $\omega 3$) ve dokosaheksaenoik (C22:6 $\omega 3$) asittir. $\omega 6$ yağ asitleri ise linoleik (C18:2 $\omega 6$), γ -linolenik (C18:3 $\omega 6$), eikosadienoik (C20:2 $\omega 6$) ve araşidonik (C20:4 $\omega 6$) asittir. PUFA'ların yüzde oranlarının mevsimsel değişimi tablo 4.4'te gösterilmiştir.

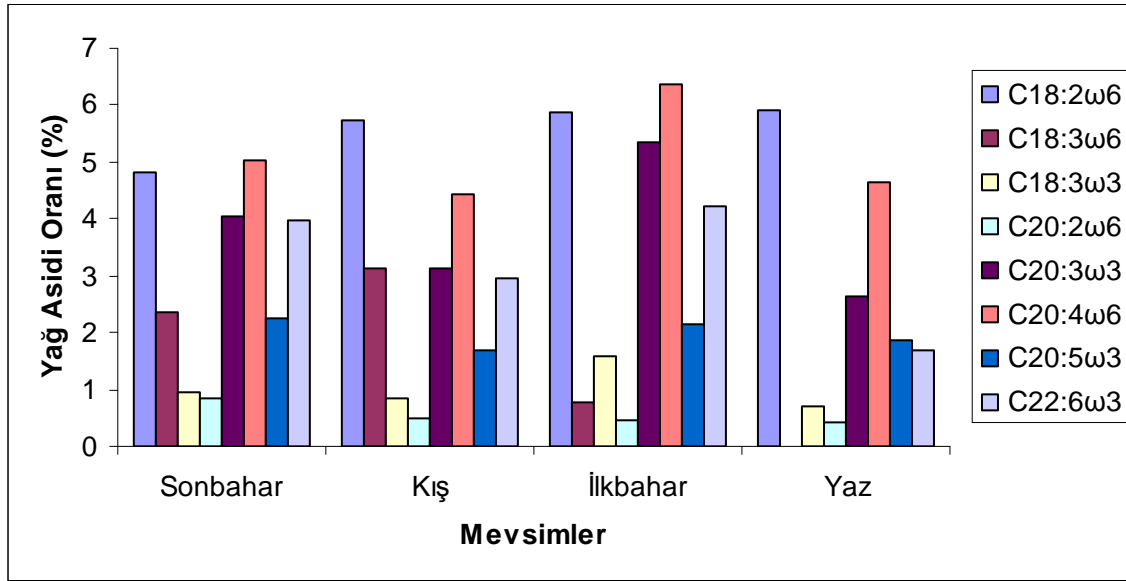
Toplam PUFA oranı en yüksek ilkbahar mevsiminde bulunmuştur (% 26,73). Yaz mevsiminde bu oran % 17,87'e düşmüştür. Sonbahar mevsiminde ise yeniden % 24,30'a yükselmiştir, kış mevsiminde % 22,38'e düşmüştür. PUFA oranında, sonbahar ile ilkbahar, sonbahar ile yaz, kış ile ilkbahar, kış ile yaz ve ilkbahar ile yaz mevsimleri arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p<0,05$). Toplam PUFA oranlarının mevsimsel değişimi çizelge 4.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.5 *C. carpio*'nun kas dokusundaki toplam PUFA oranlarının mevsimsel değişimi (%)



Çizelge 4.6'da linolenik, eikosatrienoik, eikosapentaenoik, dokosaheksaenoik, linoleik, eikosadienoik, γ -linolenik ve araşidonik aside ait oranların mevsimsel değişimleri gösterilmiştir.

Çizelge 4.6 *C. carpio*'nun kas dokusundaki PUFA oranlarının mevsimsel değişimi (%)



ω3 yağ asitleri içerisinde eikosatrienoik asidin en yüksek oranı ilkbahar mevsiminde bulunmuştur (% 5,35). En düşük oran yaz mevsiminde bulunmuştur (% 2,64). Sonbahar mevsiminde % 4,06, kış mevsiminde ise % 3,12 bulunmuştur. Yaz ile ilkbahar, kış ile ilkbahar, sonbahar ile yaz, sonbahar ile ilkbahar ve sonbahar ile kış mevsimleri arasında eikosatrienoik asit oranında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p<0,05$).

ω3 yağ asitlerinden eikosapentaenoik asidin en yüksek oranı ilkbahar mevsiminde (% 2,13) bulunmuştur. Bu oran yaz mevsiminde % 1,86'a düşmüştür. Sonbahar mevsiminde bulunan oran yaz mevsimine göre artmış (% 2,26), kış mevsiminde ise azalmıştır (% 1,70). Kış ile ilkbahar ve sonbahar ile diğer tüm mevsimler arasında EPA oranında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p<0,05$).

DHA oranı en yüksek ilkbahar (% 4,23) en düşük ise yaz (% 1,70) mevsiminde bulunmuştur. Sonbahar ve kış aylarında ise bu oranlar sırasıyla % 3,99 ve % 2,94'tür. DHA oranı sonbahar ile kış, sonbahar ile yaz, kış ile ilkbahar, kış ile yaz ve ilkbahar ile yaz mevsimleri arasında önemli derecelerde farklılık göstermiştir ($p<0,05$).

Linolenik asit oranı en yüksek ilkbaharda % 1,57, en düşük oran ise yaz mevsiminde bulunmuştur (% 0,70). Sonbahar ile yaz, kış ile yaz ve ilkbahar ile tüm mevsimler arasında ($p<0,05$) linolenik asit oranı istatistiksel açıdan önemli farklılık göstermiştir.

$\omega 6$ yağ asitleri içerisinde en yüksek oran yaz mevsiminde araşidonik asite aittir (% 6,30). Bu oran yaz mevsiminde % 4,60'a düşmüştür. Sonbahar mevsiminde % 5,02'e yükselmiş, kış mevsiminde ise % 4,43'e düşmüştür. İlkbahar ile diğer mevsimler arasında araşidonik asit oranında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p<0,05$). Diğer mevsimler arasında önemli bir fark gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Bulduğumuz diğer önemli $\omega 6$ yağ asidi linoleik asittir. Linoleik asit oranı en düşük sonbahar mevsiminde bulunmuştur (% 4,83). Bu oran kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde artış göstermiştir. Bu oranlar sırasıyla % 5,72, % 5,89 ve % 5,91'dir. Bu oran sonbahar ile kış, sonbahar ile ilkbahar ve sonbahar ile yaz mevsimleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık göstermiştir ($p<0,05$).

Üçüncü olarak elde ettiğimiz $\omega 6$ yağ asidi eikosadienoik asittir. Eikosadienoik asit oranı en yüksek sonbahar mevsiminde bulunmuştur ve bu oran yaz mevsimine doğru giderek azalmıştır. En yüksek ve en düşük değerler sırasıyla % 0,84 (sonbahar) ve % 0,41 (yaz)'dir. Mevsimsel arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$). γ -linolenik asit oranı en yüksek kış mevsiminde bulunmuştur (% 3,14).

4.5 *C. carpio*'nun Karaciğer Dokusundaki Doymuş ve Doymamış Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi

4.5.1 Doymuş Yağ Asitleri

C. carpio'nun karaciğer dokusundaki doymuş yağ asidi bileşimlerinin mevsimsel değişimi tablo 4.5'te görülmektedir. Doymuş yağ asitleri içerisinde en fazla oranda bulunan yağ asitleri miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0) ve araşidik asit (C20:0)'tir.

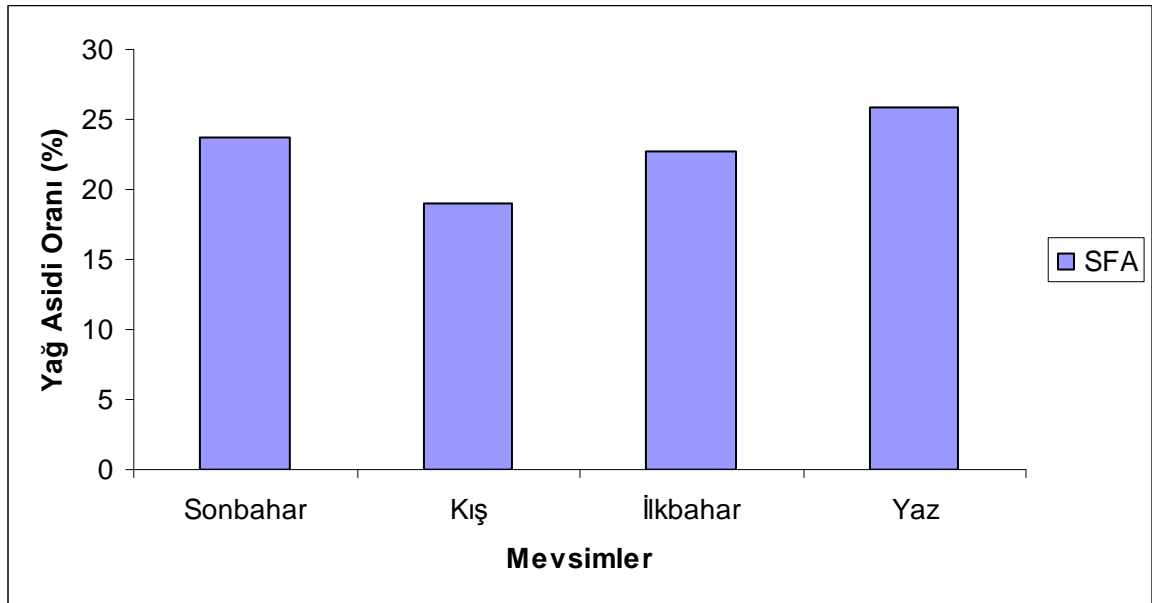
Tablo 4.5 *C. carpio*'nun karaciğer dokusundaki yağ asitlerinin mevsimsel değişimi (%)

Sıra no	Yağ asitleri	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
1	C6:0 Kaproik Asit	0,02±0,00 ^a	0,01±0,00 ^a	0,06±0,06 ^a	-
2	C8:0 Kaprilik Asit	0,01±0,00 ^a	0,01±0,00 ^a	0,02±0,02 ^a	0,01±0,00 ^a
3	C10:0 Kaprik Asit	0,01±0,00 ^a	0,01±0,00 ^a	0,01±0,00 ^a	0,02±0,01 ^a
4	C11:0 Andekanoik Asit	0,07±0,04 ^a	0,04±0,01 ^a	0,13±0,05 ^b	0,06±0,01 ^a
5	C12:0 Laurik Asit	0,04±0,03 ^a	0,03±0,00 ^a	0,03±0,00 ^a	0,02±0,01 ^a
6	C13:0* Tridekanoik Asit	0,07±0,02 ^b	0,04±0,01 ^a	0,06±0,01 ^b	0,03±0,01 ^a
7	C14:0 Miristik Asit	1,14±0,07 ^{ab}	1,03±0,07 ^a	1,48±0,16 ^c	1,24±0,07 ^b
8	C15:0 Pentadekanoik Asit	0,32±0,05 ^a	0,41±0,04 ^b	0,39±0,08 ^{ab}	0,28±0,02 ^a
9	C16:0 Palmitik Asit	17,15±1,19 ^c	11,97±0,53 ^a	15,02±0,74 ^b	17,50±0,85 ^c
10	C17:0 Heptadekanoik Asit	0,49±0,33 ^a	0,48±0,06 ^a	0,44±0,09 ^a	0,53±0,19 ^a
11	C18:0 Stearik Asit	3,26±0,35 ^a	3,66±0,38 ^a	4,34±0,42 ^b	4,91±0,43 ^c
12	C20:0 Araşidik Asit	0,97±0,27 ^a	1,11±0,08 ^a	0,75±0,16 ^a	0,80±0,43 ^a
13	C22:0 Behenik Asit	0,10±0,00 ^a	0,28±0,03 ^b	-	0,49±0,07 ^c
	Σ SFA	23,65	19,07	22,73	25,89
14	C14:1 Miristeloik Asit	0,49±0,06 ^a	0,38±0,03 ^a	0,48±0,14 ^a	0,49±0,04 ^a
15	C15:1 Pentadekenoik Asit	0,24±0,01 ^a	0,64±0,07 ^c	0,41±0,10 ^b	0,26±0,04 ^a
16	C16:1 Palmitoleik Asit	16,68±0,42 ^{ab}	18,37±0,81 ^c	17,07±0,52 ^b	15,92±0,91 ^a
17	C17:1 Heptadekenoik Asit	0,65±0,07 ^a	0,90±0,11 ^b	0,51±0,11 ^a	0,46±0,20 ^a
18	C18:1 Oleik Asit	32,47±0,80 ^b	25,27±1,00 ^a	25,61±0,92 ^a	34,53±0,57 ^c
19	C20:1 Eikosenoik Asit	1,42±0,11 ^c	0,19±0,01 ^a	-	0,61±0,02 ^b
	Σ MUFA	51,96	45,75	44,09	52,27
20	C18:2ω6 Linoleik Asit	3,49±0,38 ^b	3,28±0,21 ^{ab}	2,97±0,51 ^{ab}	2,82±0,52 ^a
21	C18:3ω6 γ-linolenik Asit	2,02±0,09 ^a	3,13±0,16 ^b	1,80±0,24 ^a	2,50±0,58 ^{ab}
22	C18:3ω3 Linolenik Asit	0,21±0,13 ^a	0,86±0,07 ^c	0,60±0,10 ^b	0,58±0,08 ^b
23	C20:2ω6 Eikosadienoik Asit	0,26±0,03 ^a	0,76±0,08 ^b	0,51±0,08 ^{ab}	0,49±0,36 ^{ab}
24	C20:3ω3 Eikosatrienoik Asit	5,41±0,62 ^a	7,32±0,37 ^b	5,65±0,41 ^a	4,94±1,93 ^a
25	C20:4ω6 Araşidonik Asit	2,14±0,44 ^a	1,70±0,07 ^a	4,03±0,77 ^b	2,10±0,43 ^a
26	C20:5ω3 Eikosapentaenoik Asit	1,30±0,31 ^{ab}	1,84±0,09 ^c	1,54±0,12 ^b	1,17±0,27 ^a
27	C22:6ω3 Dokosaheksaenoik Asit	6,62±0,61 ^b	14,96±0,59 ^d	13,78±0,83 ^c	5,47±0,65 ^a
	Σ PUFA	21,45	33,85	30,88	20,06
	Bilinmeyen	2,94	1,33	2,29	1,78
	ω3	13,54	24,98	21,57	12,16
	ω6	7,91	8,87	9,31	7,91
	ω3/ω6	1,71	2,82	2,32	1,54
	EPA/DHA	0,20	0,12	0,11	0,21
	SFA/MUFA	0,46	0,42	0,52	0,50
	SFA/PUFA	1,10	0,56	0,74	1,29
	MUFA/PUFA	2,42	1,35	1,43	2,61

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

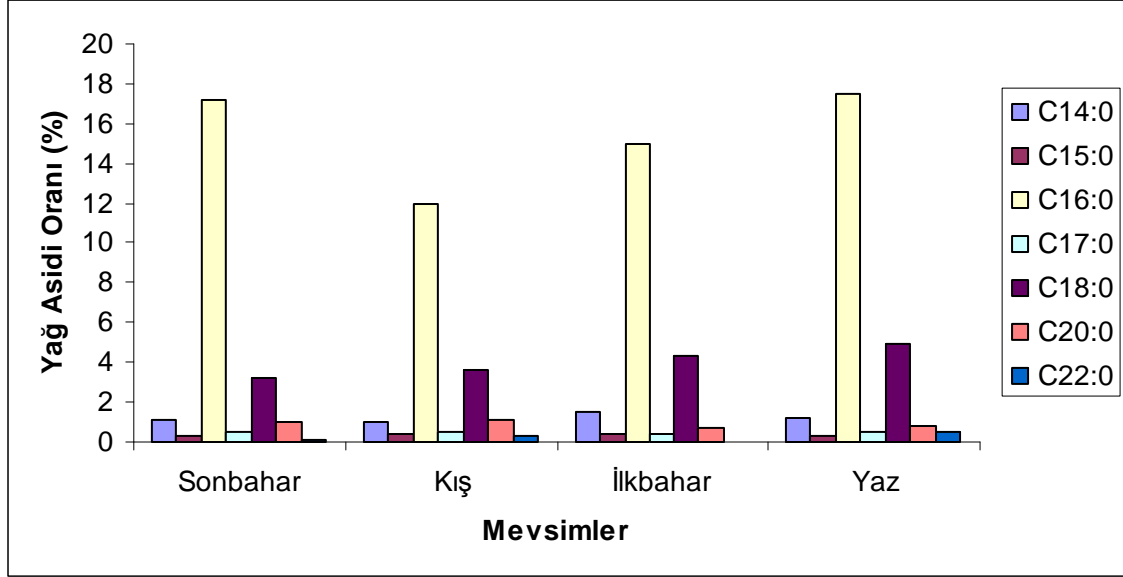
Toplam doymuş yağ asidi oranı en fazla yaz mevsiminde % 25,89 bulunurken bu oran diğer mevsimlerde bir azalış göstermiştir. En düşük oran ise kış mevsiminde bulunmuştur (% 19,07). Sonbahar ile kış, kış ile yaz, ilkbahar ile yaz ve kış ile ilkbahar mevsimleri arasında toplam SFA oranının değişimi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Toplam SFA oranlarının mevsimsel değişimi çizelge 4.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7 *C. carpio*'nun karaciğer dokusundaki toplam SFA oranlarının mevsimsel değişimi (%)



Karaciğer dokusundaki miristik, pentadekanoik, palmitik, heptadekanoik, stearik, araşidik ve behenik asit oranlarının mevsimsel değişimleri çizelge 4.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8 *C. carpio*'nun karaciğer dokusundaki SFA oranlarının mevsimsel değişimi (%)



Palmitik asit oranı en yüksek % 17,50 oranı ile yaz mevsiminde bulunmuştur. Sonbaharda ise azalmaya başlamış ve kış mevsiminde en düşük değere ulaşmıştır (% 11,97). İlkbaharda bu oran tekrar artmıştır (% 15,02). Sonbahar ile kış, sonbahar ile ilkbahar, ilkbahar ile kış, yaz ile kış ve ilkbahar ile yaz mevsimleri arasında palmitik asit oranında istatistiki açıdan önemli bir fark görülmüştür ($p<0,05$).

Stearik asit oranı da palmitik asit gibi yaz mevsiminde en yüksek yüzdede bulunmuştur (% 4,91). Yaz mevsiminden sonra bu yüzde sonbahar ve kış mevsiminde azalmış ilkbaharda ise sonbahar ve kış mevsimine göre daha yüksek bulunmuştur. En düşük stearik asit yüzdesi sonbahar mevsiminde bulunmuştur (% 3,26). Sonbahar ile yaz, sonbahar ile ilkbahar ve kış ile yaz mevsimleri arasında stearik asit yüzdesi istatistiksel bakımdan önemli bir farklılık göstermiştir ($p<0,05$). Yine aynı şekilde kış ile ilkbahar ve ilkbahar ile yaz mevsimleri arasında da önemli farklılıklar bulunmuştur ($p<0,05$).

Miristik asidin en yüksek oranı ilkbahar mevsiminde bulunmuştur (% 1,48). Bu oran yaz mevsiminde % 1,24, sonbahar mevsiminde % 1,14, kış mevsiminde ise % 1,03'tür. Sonbahar ile ilkbahar ve ilkbahar ile yaz mevsimleri arasında miristik asit oranında istatistiki açıdan önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p<0,05$).

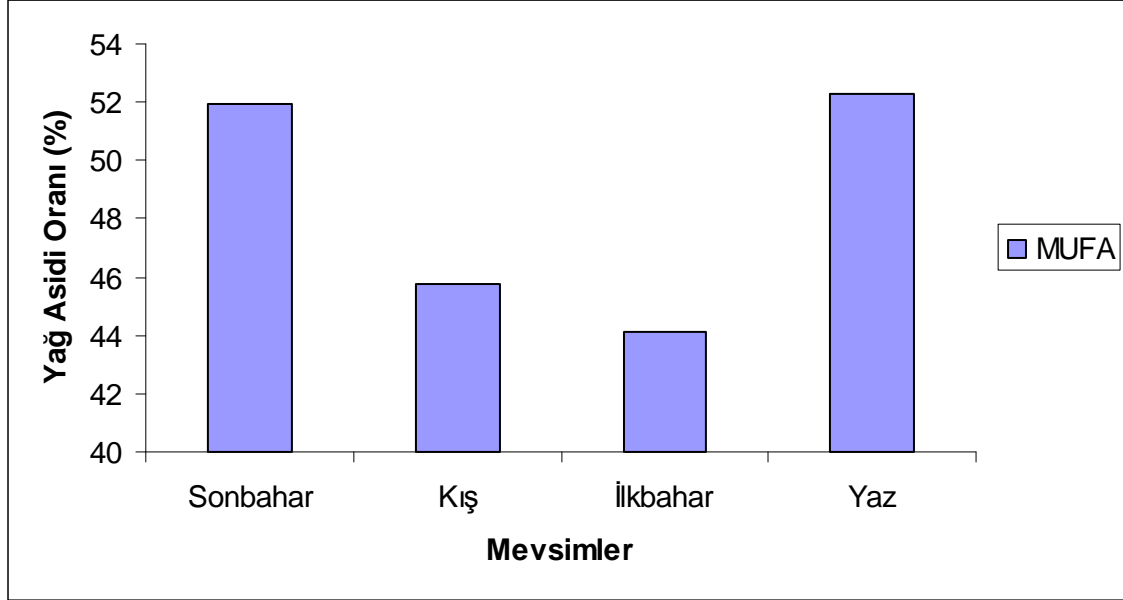
En düşük araşidik asit oranına ilkbahar mevsiminde rastlanılmıştır (% 0,75). İlkbahardan kış mevsimine doğru bu oran giderek artmış en yüksek orana kış mevsiminde ulaşmıştır (% 1,11). Mevsimler arasındaki bu oranların değişiminde istatistiki açıdan önemli bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

4.5.2 Tekli Doymamış Yağ Asitleri

C. carpio'nun karaciğer dokusunda bulunan başlıca tekli doymamış yağ asitleri miristoleik (C14:1), pentadekenoik (C15:1), palmitoleik (C16:1), heptadekenoik (C17:1), oleik (C18:1) ve eikosenoik (C20:1) asittir. MUFA oranlarının mevsimsel değişimi tablo 4.5'te gösterilmiştir.

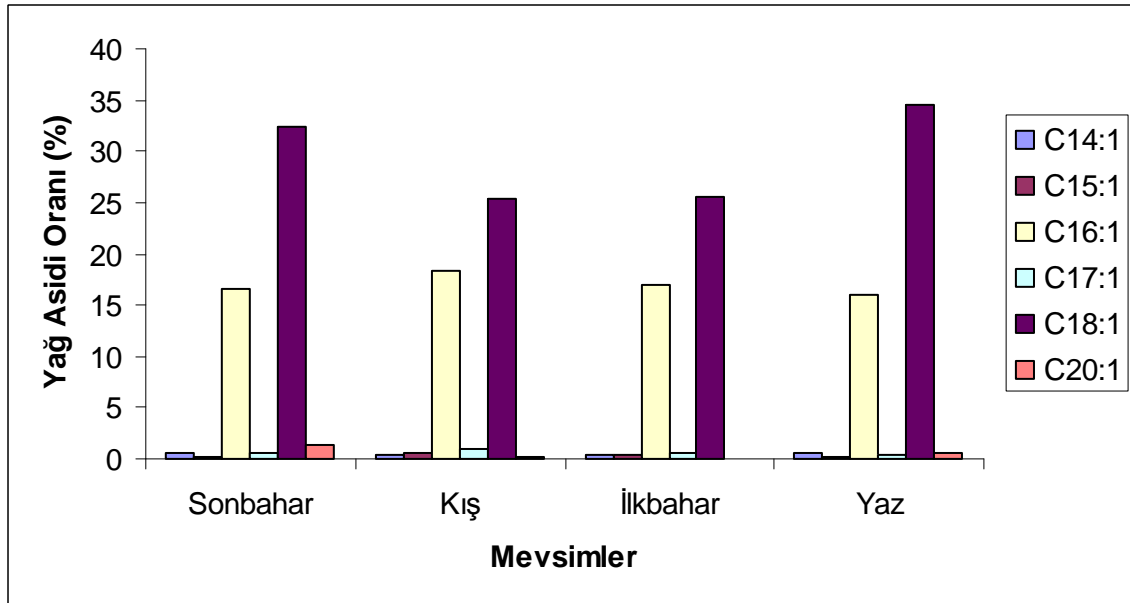
Toplam MUFA yüzdesi, yaz ve sonbahar mevsimlerinde daha yüksek oranlarda bulunmuş (% 52,27-%51,96), bu oran kış mevsiminde % 45,75'e düşmüş, en düşük oran ise ilkbahar mevsiminde % 44,09 bulunmuştur. Mevsimler arasında toplam MUFA yüzdesi istatistiki açıdan değerlendirildiğinde sonbahar ile kış, sonbahar ile ilkbahar, kış ile ilkbahar, kış ile yaz ve ilkbahar ile yaz mevsimleri arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Toplam, MUFA oranlarının mevsimsel değişimi çizelge 4.9'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9 *C. carpio*'nun karaciğer dokusundaki toplam MUFA oranlarının mevsimsel değişimi (%)



Miristoleik, pentadekenoik, palmitoleik, heptadekenoik, oleik ve eikosenoik asit oranlarının mevsimsel değişimleri çizelge 4.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.10 *C. carpio*'nun karaciğer dokusundaki MUFA oranlarının mevsimsel değişimi (%)



Oleik asit, tekli doymamış yağ asitleri arasında en yüksek oranda bulunan yağ asididir. Oleik asit oranı en yüksek yaz mevsiminde bulunmuştur (% 34,53). Bu oran diğer mevsimlerde azalış göstermiştir. Sonbahar mevsiminde % 32,47 kış mevsiminde % 25,27 ilkbaharda ise % 25,61 oranında bulunmuştur. Sonbahar ile kış, sonbahar ile ilkbahar, sonbahar ile yaz, kış ile yaz ve ilkbahar ile yaz mevsimleri arasında meydana gelen varyasyon istatistiki açıdan önemlidir ($p<0,05$).

Palmitoleik asit en yüksek oranda bulunan ikinci tekli doymamış yağ asididir. En düşük palmitoleik asit oranına yaz mevsiminde rastlanmıştır (% 15,92). Bu oran sonbahar (% 16,68) ve kış (% 18,37) mevsimlerinde artmıştır. İlkbahar mevsiminde ise kış mevsimindekine göre daha az oranda (% 17,07) bulunmuştur. Palmitoleik asit oranı kış ile diğer mevsimler arasında ve ilkbahar ile yaz mevsimleri arasında önemli farklılıklar göstermiştir ($p<0,05$).

Miristoleik asit oranı sonbahar mevsiminde en yüksek oranda bulunmuştur (% 0,49). Bu oran kış mevsiminde azalmıştır (% 0,38). İlkbahar (% 0,48) ve yaz (% 0,49) mevsiminde bu oran yeniden artmıştır. Miristoleik asit varyasyonu sonbahar ile kış ve kış ile yaz mevsimleri arasında istatistiki açıdan önemli derecede farklılık göstermiştir ($p<0,05$).

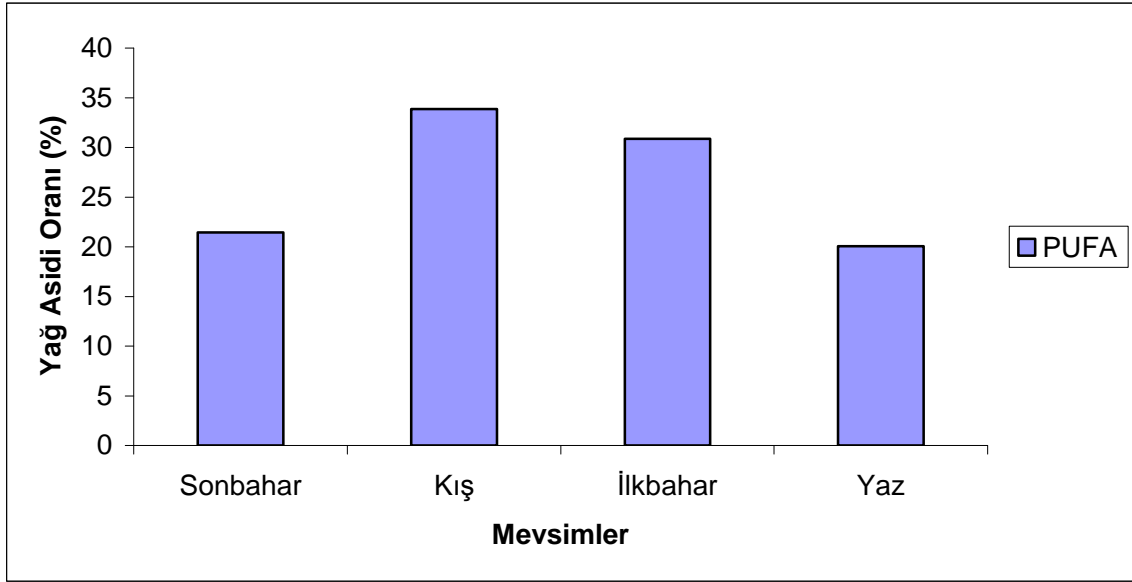
Pentadekenoik asidin en yüksek oranı kış mevsiminde bulunmuştur (% 0,64). En düşük oran ise sonbahar mevsiminde (% 0,24) bulunmuştur. Kış ile yaz, ilkbahar ile yaz, kış ile ilkbahar, sonbahar ile ilkbahar ve sonbahar ile kış mevsimleri arasında pentadekenoik asit oranı önemli derecede farklı bulunmuştur ($p<0,05$).

4.5.3 Çoklu Doymamış Yağ Asitleri

C. carpio'nun karaciğer dokusunda bulunan başlıca çoklu doymamış $\omega 3$ yağ asitleri linolenik (C18:3 $\omega 3$), eikosatrienoik (C20:3 $\omega 3$), eikosapentaenoik (C20:5 $\omega 3$), ve dokosaheksaenoik asit (C22:6 $\omega 3$)'tir. $\omega 6$ yağ asitleri ise γ -linolenik (C18:3 $\omega 6$), linoleik (C18:2 $\omega 6$), eikosadienoik (C20:2 $\omega 6$) ve araşidonik (C20:4 $\omega 6$) asittir. PUFA oranlarının mevsimsel değişimi tablo 4.5'te gösterilmiştir.

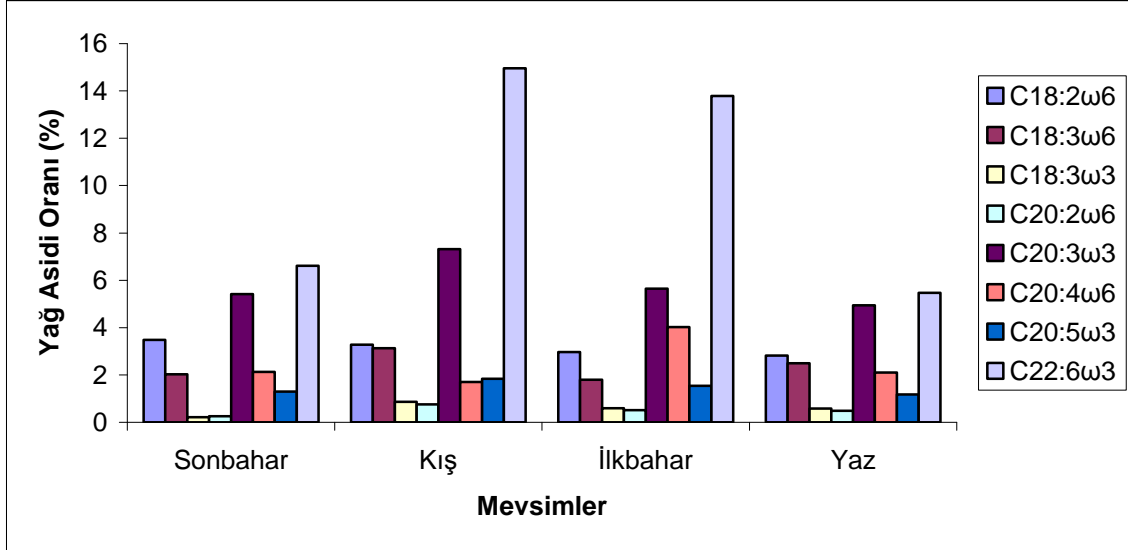
Toplam PUFA oranı en yüksek kış mevsiminde (% 33,85), en düşük oran ise yaz mevsiminde (% 20,06) bulunmuştur. Sonbahar mevsiminde % 21,45'e yükselmiştir. İlkbahar mevsiminde ise % 30,88 olarak bulunmuştur. Toplam PUFA oranı sonbahar ile kış, sonbahar ile ilkbahar, kış ile ilkbahar ve kış ile yaz mevsimleri arasında istatistiksel açıdan önemli derecede farklılık göstermiştir ($p<0,05$). Toplam PUFA'nın mevsimsel değişimi çizelge 4.11'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.11 *C. carpio*'nun karaciğer dokusunda bulunan PUFA'ların mevsimsel değişimi (%)



Linolenik, eikosatrienoik, eikosapentaenoik, dokosaheksaenoik, γ -linolenik, linoleik, eikosadienoik ve araşidonik asit oranlarının mevsimsel değişimleri çizelge 4.12'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.12 *C. carpio*'nun karaciğer dokusundaki PUFA oranlarının mevsimsel değişimi (%)



$\omega 3$ yağ asitleri içerisinde en yüksek orana sahip olan DHA en yüksek kış mevsiminde bulunmuştur (% 14,96). Bu oran ilkbahar mevsiminde azalmıştır (% 13,78). En düşük oran yaz mevsiminde bulunmuştur (% 5,47). Sonbahar mevsiminde ise % 6,62 olarak bulunmuştur. Sonbahar ile ilkbahar, sonbahar ile kış, kış ile yaz, yaz ile ilkbahar, sonbahar ile yaz ve kış ile ilkbahar mevsimleri arasında DHA'nın oranı istatistiksel açıdan önemli derecede farklılık göstermiştir ($p < 0,05$).

$\omega 3$ yağ asitlerinden EPA'nın en yüksek oranı kış mevsiminde (% 1,84) bulunmuştur. Bu oran ilkbahar mevsiminde (% 1,54)'e düşmüştür. Yaz mevsiminde bu oran (% 1,17)'e yükselmiş, sonbahar mevsiminde ise (% 1,30)'e düşmüştür. Sonbahar ile kış, kış ile ilkbahar ve kış ile yaz mevsimleri arasında EPA varyasyonu istatistiksel açıdan önemli derecede farklılık göstermiştir ($p < 0,05$).

Eikosatrienoik asit oranı en yüksek kış (% 7,32), en düşük ise yaz (% 4,94) mevsiminde bulunmuştur. Sonbahar ve ilkbahar aylarında ise bu oranlar sırasıyla % 5,41 ve % 5,65'dir. Kış ile sonbahar, kış ile ilkbahar ve kış ile yaz mevsimleri arasında eikosatrienoik asit oranında istatistiksel açıdan önemli derecede farklılıklar görülmüştür ($p < 0,05$).

Linolenik asitin en yüksek oranı kış mevsiminde (% 0,86) en düşük oranı ise sonbahar mevsiminde bulunmuştur (% 0,21). İlkbahar mevsiminde bu oran % 0,60, yaz mevsiminde ise % 0,58'dir. Sonbahar ile kış, sonbahar ile ilkbahar, sonbahar ile yaz, kış ile ilkbahar ve kış ile yaz mevsimleri arasındaki varyasyon istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

$\omega 6$ yağ asitleri içerisinde en yüksek oran ilkbahar mevsiminde araşidonik aside aittir (% 4,03). Bu oran yaz mevsiminde % 2,10'a düşmüştür. Sonbahar mevsiminde % 2,14'e yükselmiş, kış mevsiminde ise % 1,70'a düşmüştür. İlkbahar ile diğer mevsimler arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar bulunmuştur ($p<0,05$).

Bulduğumuz diğer önemli $\omega 6$ yağ asidi linoleik asittir. Linoleik asit oranı en yüksek sonbahar mevsiminde bulunmuştur (% 3,49). Bu oran kış, ilkbahar ve yaz mevsimine doğru giderek azalmıştır. . Bu oranlar sırasıyla % 3,28, % 2,97 ve % 2,82'dir. Linoleik asit oranı sadece sonbahar ile yaz mevsimi arasında istatistiksel bakımdan önemli farklılık göstermiştir ($p<0,05$). Diğer mevsimler arasında önemli farklılıklar bulunamamıştır ($p>0,05$).

γ -linolenik asit oranı en yüksek kış mevsiminde bulunmuştur (% 3,13). En düşük oran ise ilkbahar mevsiminde bulunmuştur (% 1,80). γ -linolenik oranı sonbahar ile kış ve ilkbahar ile kış mevsimleri arasında istatistiksel bakımdan önemli farklılık göstermiştir ($p<0,05$).

4.6 *C. carpio*'nun Ovaryum Dokusundaki Doymuş ve Doymamış Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi

4.6.1 Doymuş Yağ Asitleri

C. carpio'nun ovaryum dokusundaki doymuş yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişimi tablo 4.6'da gösterilmiştir. Doymuş yağ asitleri içerisinde en fazla oranda bulunan yağ asitleri miristik asit, palmitik asit, stearik asit ve araşidik asit'tir.

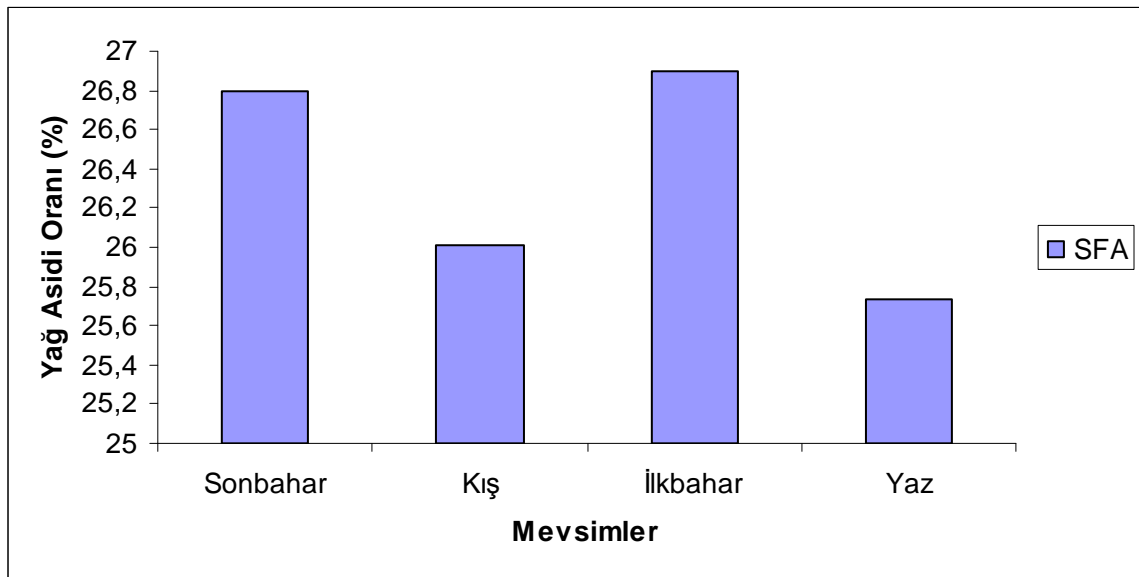
Tablo 4.6 *C. carpio*' nun ovaryum dokusundaki yağ asidi oranlarının mevsimsel değişimi (%)

Sıra no	Yağ asitleri	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
1	C6:0 Kaproik Asit	-	-	-	-
2	C8:0* Kaprilik Asit	0,05±0,00 ^b	0,01±0,00 ^a	0,02±0,00 ^a	0,02±0,00 ^a
3	C10:0 Kaprik Asit	0,00±0,00 ^a	0,01±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,01±0,00 ^a
4	C11:0 Andekanoik Asit	0,03±0,00 ^b	0,01±0,00 ^a	0,01±0,00 ^a	0,04±0,00 ^c
5	C12:0 Laurik Asit	0,01±0,00 ^a	0,01±0,00 ^a	0,01±0,00 ^a	0,13±0,02 ^b
6	C13:0 Tridekanoik Asit	0,03±0,00 ^a	0,02±0,01 ^a	0,03±0,01 ^a	0,06±0,01 ^b
7	C14:0 Miristik Asit	0,93±0,04 ^c	0,82±0,04 ^{bc}	0,78±0,01 ^b	0,07±0,02 ^a
8	C15:0 Pentadekanoik Asit	0,30±0,08 ^b	0,42±0,05 ^c	0,37±0,03 ^{bc}	0,16±0,03 ^a
9	C16:0 Palmitik Asit	19,10±0,62 ^b	19,95±0,49 ^b	19,23±0,65 ^b	16,20±0,61 ^a
10	C17:0 Heptadekanoik Asit	0,50±0,06 ^{ab}	0,44±0,07 ^a	0,60±0,09 ^b	0,82±0,06 ^c
11	C18:0 Stearik Asit	5,28±0,22 ^b	3,90±0,56 ^a	5,27±0,43 ^b	7,79±0,43 ^c
12	C20:0 Araşidik Asit	0,57±0,04 ^b	0,44±0,06 ^{ab}	0,43±0,07 ^a	0,38±0,05 ^a
13	C22:0 Behenik Asit	0,00±0,00 ^a	-	0,14±0,01 ^b	0,04±0,00 ^c
	Σ SFA	26,80	26,01	26,90	25,73
14	C14:1 Miristoleik Asit	0,23±0,03 ^b	0,20±0,01 ^{ab}	0,26±0,04 ^b	0,16±0,00 ^{ab}
15	C15:1 Pentadekenoik Asit	0,80±0,04 ^b	0,79±0,10 ^b	0,78±0,08 ^b	0,27±0,03 ^a
16	C16:1 Palmitoleik Asit	11,80±0,57 ^b	12,63±0,56 ^{bc}	13,48±0,49 ^c	10,43±0,64 ^a
17	C17:1 Heptadekenoik Asit	0,44±0,06 ^a	0,53±0,04 ^{ab}	0,49±0,08 ^{ab}	0,58±0,05 ^b
18	C18:1 Oleik Asit	27,95±0,78 ^b	22,26±0,55 ^a	23,42±0,75 ^a	30,47±0,82 ^c
19	C20:1 Eikosenoik Asit	-	-	-	-
	Σ MUFA	41,22	36,41	38,43	41,90
20	C18:2ω6 Linoleik Asit	2,18±0,06 ^b	1,81±0,08 ^a	1,94±0,08 ^a	1,91±0,06 ^a
21	C18:3ω6 γ-linolenik Asit	1,24±0,08 ^b	1,04±0,07 ^{ab}	0,96±0,05 ^a	1,14±0,10 ^{bc}
22	C18:3ω3 Linolenik Asit	0,65±0,04 ^a	0,72±0,05 ^a	0,58±0,04 ^a	0,69±0,27 ^a
23	C20:2ω6 Eikosadienoik Asit	0,52±0,05 ^a	0,64±0,03 ^b	0,52±0,03 ^a	0,93±0,05 ^c
24	C20:3ω3 Eikosatrienoik Asit	6,15±0,43 ^a	8,41±0,42 ^b	7,74±0,84 ^b	8,39±0,48 ^b
25	C20:4ω6 Araşidonik Asit	4,05±0,19 ^b	3,95±0,36 ^b	4,01±0,46 ^b	3,19±0,31 ^a
26	C20:5ω3 Eikosapentaenoik Asit	2,22±0,30 ^a	2,54±0,20 ^a	2,46±0,25 ^a	2,74±0,33 ^a
27	C22:6ω3 Dokosaheksaenoik Asit	13,49±0,99 ^b	17,27±0,45 ^d	15,54±0,73 ^c	10,39±0,43 ^a
	Σ PUFA	30,47	36,38	33,74	29,38
	Bilinmeyen	1,51	1,20	0,92	2,99
	ω3	22,51	28,94	26,32	22,21
	ω6	7,99	7,44	7,43	7,17
	ω3/ ω6	2,82	3,89	3,54	3,10
	EPA/DHA	0,16	0,15	0,16	0,26
	SFA/MUFA	0,65	0,71	0,70	0,61
	SFA/PUFA	0,88	0,71	0,80	0,88
	MUFA/PUFA	1,35	1,00	1,14	1,43

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

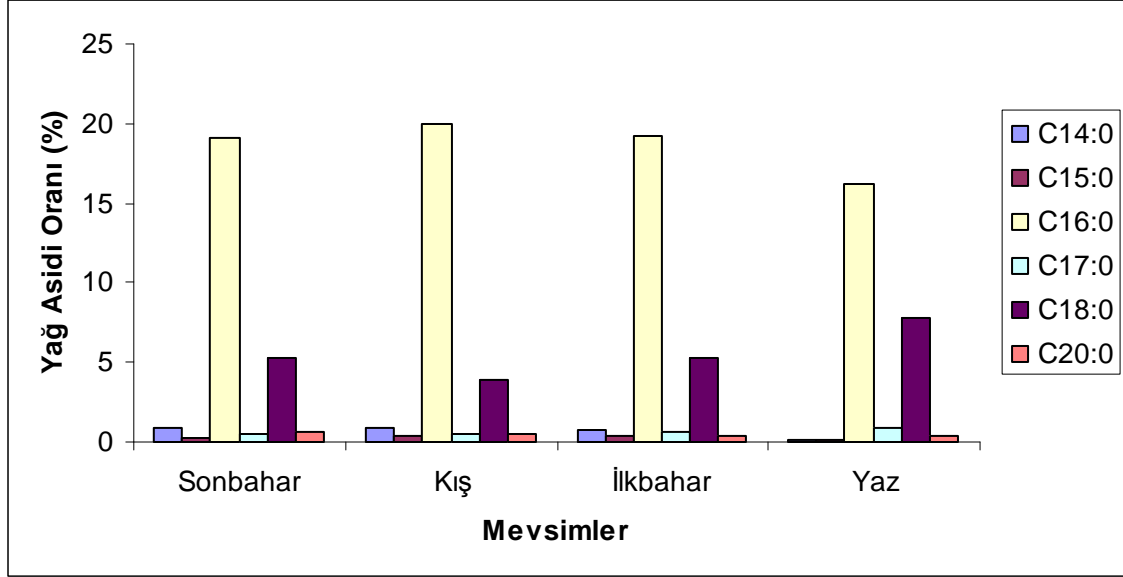
Toplam doymuş yağ asidi oranı en fazla ilkbahar mevsiminde (% 26,90) bulunmuştur bu oran kış mevsiminde azalış göstermiştir (% 26,01). En düşük oran ise yaz mevsiminde bulunmuştur (% 25,73). Mevsimler arasında bu oranlar arasında istatistiki açıdan önemli bir fark gözlenmemiştir ($p>0,05$). Toplam SFA oranlarının mevsimsel değişimi çizelge 4.13'te görülmektedir.

Çizelge 4.13 *C. carpio*'nun ovaryumundaki toplam SFA oranlarının mevsimsel değişimi (%)



Ovaryumda bulunan miristik, pentadekanoik, palmitik, heptadekanoik, stearik ve araşidik asit oranlarının mevsimsel değişimi çizelge 4.14'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.14 *C. carpio*'nun ovaryumundaki bulunan SFA oranlarının mevsimsel değişimi (%)



Palmitik asit oranı en yüksek, % 19,95 oranı ile kış mevsiminde bulunmuştur. Bu oran ilkbahardan sonbahara doğru giderek azalmıştır. İlkbahar mevsimindeki oran % 19,23, yaz mevsiminde % 16,20, sonbaharda ise % 19,10'dur. Yaz ile diğer mevsimler arasında palmitik asit değişiminde istatistiksel açıdan önemli bir farklılık görülmüştür ($p<0,05$).

Stearik asit oranı yaz mevsiminde en yüksek yüzdede bulunmuştur (% 7,79). Yaz mevsiminden sonra sonbahar ve kış mevsiminde bu yüzde azalmıştır ve sırasıyla % 5,28 ve % 3,90'dır. İlkbahar mevsiminde ise bu yüzde % 5,27'dir. Stearik asit oranı sonbahar ile kış, sonbahar ile yaz, kış ile ilkbahar, kış ile yaz ve ilkbahar ile yaz mevsimleri arasında önemli derecede farklılık göstermiştir ($p<0,05$).

En yüksek araşidik asit oranına sonbahar mevsiminde rastlanılmıştır (% 0,57). Sonbahardan yaz mevsimine doğru bu oran giderek azalmış ve en düşük oran yaz mevsiminde bulunmuştur (% 0,38). Mevsimler arasındaki bu oranların değişiminde sonbahar ile ilkbahar ve sonbahar ile yaz mevsimleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark görülmüştür ($p<0,05$). Diğer mevsimler arasında önemli bir fark görülmemiştir ($p>0,05$).

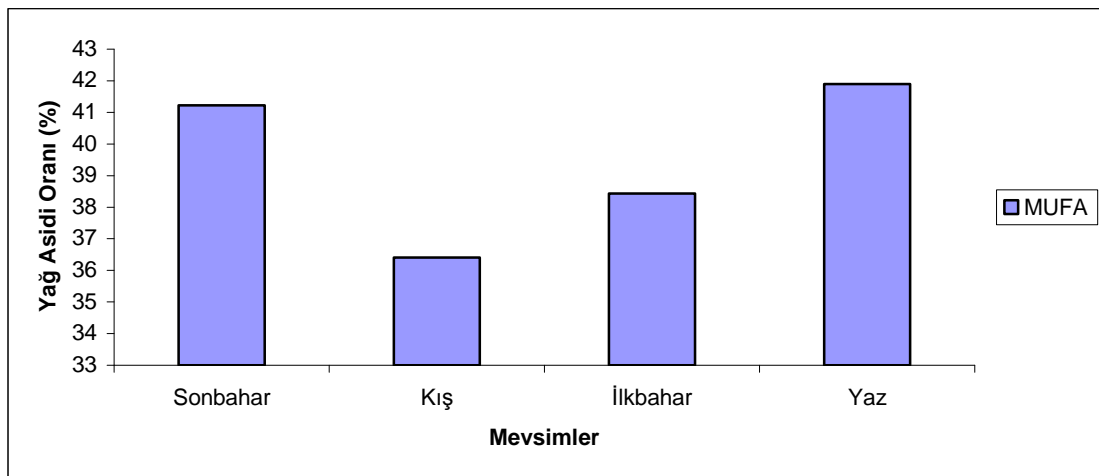
Miristik asidin araşidik asitte olduğu gibi en yüksek oranı sonbahar mevsiminde bulunmuştur (% 0,93). Sonbahardan yaz mevsimine doğru bu oran giderek azalmış ve en düşük oran yaz mevsiminde bulunmuştur (% 0,07). Miristik asit oranında yaz ile diğer mevsimler arasında önemli bir farklılık görülürken ($p<0,05$) diğer mevsimler arasında önemli bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$).

4.6.2 Tekli Doymamış Yağ Asitleri

C. carpio'nun ovaryum dokusunda bulunan başlıca tekli doymamış yağ asitleri miristoleik, pentadekenoik, palmitoleik, heptadekenoik, ve oleik asittir. MUFA oranlarının mevsimsel değişimi tablo 4.6'da gösterilmiştir.

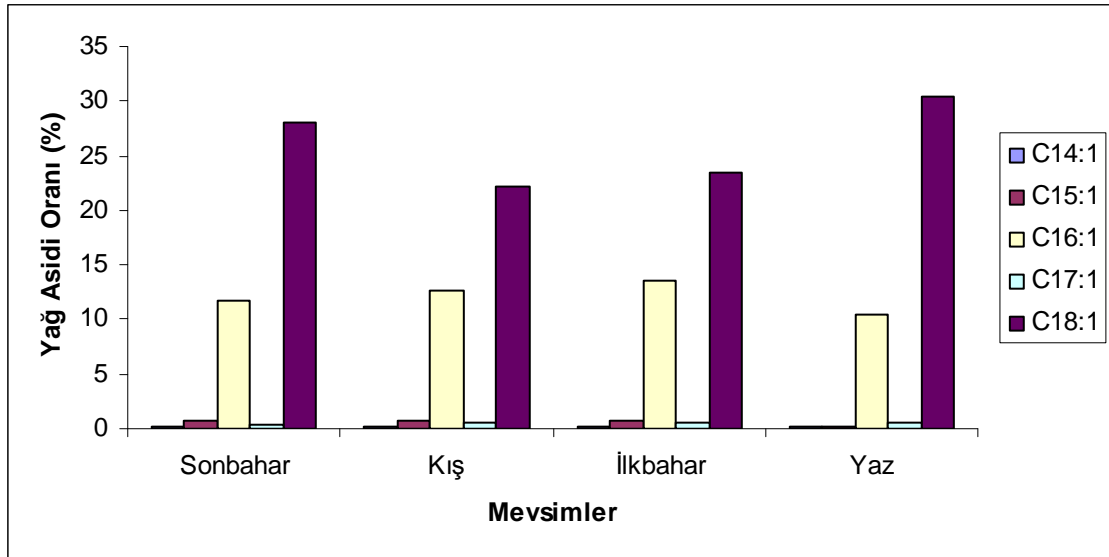
Toplam MUFA yüzdesi, yaz ve sonbahar mevsimlerinde daha yüksek oranlarda bulunmuştur. Bu oranlar sırasıyla % 41,90 ve % 41,22 'dir. Bu oran kış mevsiminde % 36,41'e düşmüş, ilkbahar mevsiminde ise % 38,43'e yükselmiştir. Sonbahar ile kış, sonbahar ile ilkbahar, kış ile ilkbahar, kış ile yaz ve yaz ile ilkbahar mevsimleri arasında toplam MUFA yağ asidi değişiminde istatistiksel açıdan önemli farklılıklar bulunmuştur ($p<0,05$). Toplam, MUFA oranlarının mevsimsel değişimi çizelge 4.15'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.15 *C. carpio*'nun ovaryumundaki toplam MUFA'ların mevsimsel değişimleri (%)



Miristoleik, pentadekenoik, palmitoleik, heptadekenoik ve oleik asit oranlarının mevsimsel değişimi izelge 4.16’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.16 *C. carpio*'nun ovaryum dokusundaki MUFA oranlarının mevsimsel değişimi (%)



Oleik asit, tekli doymamış yağ asitleri arasında en yüksek oranda bulunan yağ asididir. Oleik asit oranı en yüksek yaz mevsiminde bulunmuştur (% 30,47). Bu oran sonbahar ve kış mevsiminde azalmıştır ve bu oranlar sırasıyla % 27,95 ve % 22,26’dır. İlkbaharda ise bu oran % 23,42 olarak bulunmuştur. Mevsimler arasında değişimleri incelendiğinde sonbahar ile kış, sonbahar ile ilkbahar, sonbahar ile yaz, kış ile yaz ve ilkbahar ile yaz mevsimleri arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p<0,05$).

Palmitoleik asit en yüksek oranda bulunan ikinci tekli doymamış yağ asididir. En yüksek palmitoleik asit oranına ilkbahar mevsiminde rastlanılmıştır (% 13,48). Bu oran yaz mevsiminde % 10,43’e düşmüştür. Sonbahar ve kış mevsiminde bu oranlar sırasıyla % 11,80 ve % 12,63’tür. Palmitik asit oranında meydana gelen değişimlerde sonbahar ile ilkbahar, sonbahar ile yaz, kış ile yaz ve ilkbahar ile yaz mevsimleri arasında istatistiksel açıdan önemli derecede farklılıklar görülmüştür ($p<0,05$).

Miristoleik asit oranı ilkbahar mevsiminde en yüksek oranda bulunmuştur (% 0,26). En düşük miristoleik asit oranı ise kış mevsiminde (% 0,20) bulunmuştur. Miristoleik asidin mevsimler arasındaki varyasyonları incelendiğinde kış ile ilkbahar ve ilkbahar ile yaz mevsimleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık gözlenmiştir ($p<0,05$).

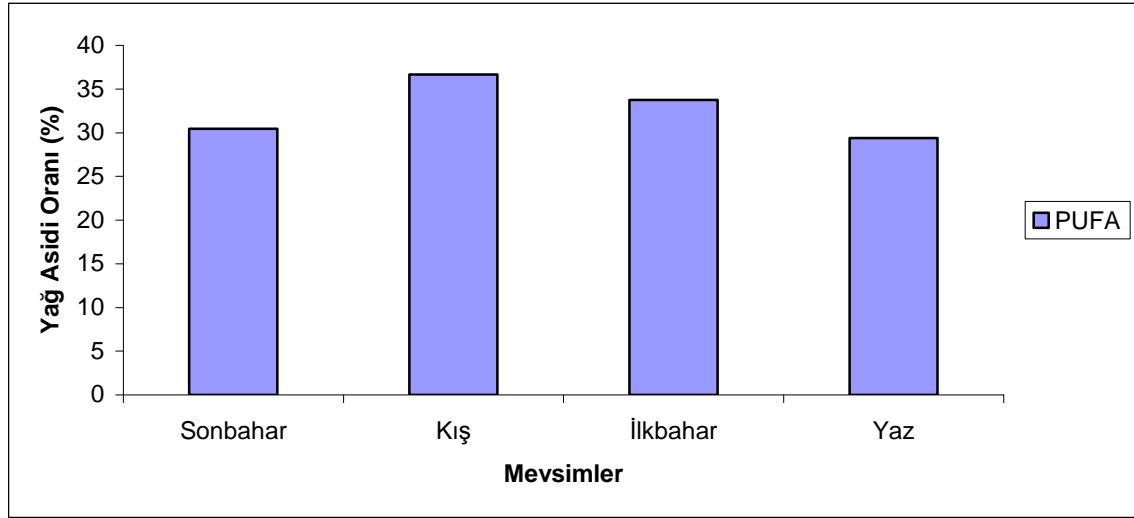
Pentadekenoik asidin en yüksek oranı sonbahar mevsiminde bulunmuştur (% 0,80). Bu oran kış mevsiminden yaz mevsimine doğru giderek azalmıştır. Bu oranlar kış mevsiminde % 0,79, ilkbahar mevsiminde % 0,78, yaz mevsiminde ise % 0,27'dir. Mevsimsel değişimleri incelendiğinde yaz ile diğer mevsimler arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p<0,05$).

4.6.3 Çoklu Doymamış Yağ Asitleri

C. carpio'nun ovaryum dokusunda bulunan başlıca çoklu doymamış $\omega 3$ yağ asitleri linolenik, eikosatrienoik, eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik asittir. $\omega 6$ yağ asitleri ise linoleik, eikosadienoik, γ -linolenik ve araşidonik asittir. PUFA oranlarının mevsimsel değişimi tablo 4.6'da gösterilmiştir.

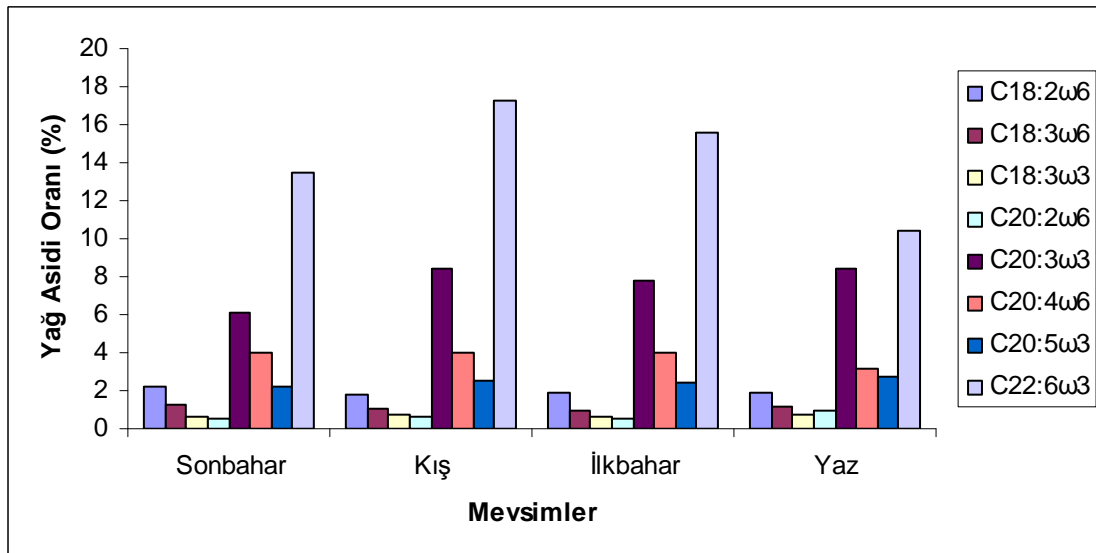
Toplam PUFA oranı en yüksek kış mevsiminde bulunmuştur (% 36,38). İlkbahar mevsiminde bu oran % 33,74'e düşmüştür. Yaz mevsiminde % 29,38, sonbahar mevsiminde ise % 30,47 şeklinde bulunmuştur. Sonbahar ile kış, sonbahar ile ilkbahar, kış ile yaz ve ilkbahar ile yaz mevsimleri arasındaki varyasyon istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0,05$). Toplam PUFA oranlarının mevsimsel değişimi çizelge 4.17'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.17 *C. carpio*'nun ovaryumundaki toplam PUFA'ların mevsimsel değişimi (%)



Çizelge 4.18'de linolenik, eikosatrienoik, eikosapentaenoik, dokosaheksaenoik, linoleik, eikosadienoik, γ -linolenik ve araşidonik aside ait oranların mevsimsel değişimleri gösterilmiştir.

Çizelge 4.18 *C. carpio*'nun ovaryumundaki PUFA oranlarının mevsimsel değişimleri (%)



ω 3 yağ asitleri içerisinde en yüksek oran, dokosaheksaenoik aside aittir. Bu oran en yüksek kış mevsiminde bulunmuştur (% 17,27). Bu oran ilkbahar mevsiminde azalmıştır (% 15,54). Yaz mevsiminde ise % 10,39'a düşmüştür. Sonbahar mevsiminde % 13,49'a yükselmiştir. DHA oranı sonbahar ile ilkbahar, sonbahar ile kış, sonbahar ile yaz, kış ile ilkbahar, kış ile yaz ve yaz ile ilkbahar mevsimleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

ω 3 yağ asitlerinden EPA'nın en yüksek oranı yaz mevsiminde bulunmuştur (% 2,74). En düşük oran ise sonbahar mevsiminde bulunmuştur (% 2,22). Mevsimler arasında meydana gelen değişimler istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Linolenik asit oranı en yüksek kış mevsiminde (% 0,72), en düşük oran ise ilkbahar mevsiminde bulunmuştur (% 0,58). Linolenik asit oranı kış ile ilkbahar mevsimi arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Diğer mevsimler arasında ise önemli farklılıklar gözlenmemiştir ($p > 0,05$).

Eikosatrienoik asit oranı en yüksek kış mevsiminde bulunmuştur (% 8,41). Bu oranlar ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla % 7,74, % 8,39 ve % 6,15'dir. Sonbahar ile kış, sonbahar ile ilkbahar, kış ile ilkbahar ve kış ile yaz mevsimleri arasında eikosatrienoik asit oranında önemli farklılıklar bulunmuştur ($p < 0,05$).

ω 6 yağ asitleri içerisinde en yüksek oran sonbahar mevsiminde araşidonik aside aittir (% 4,05). En düşük oran ise yaz mevsiminde bulunmuştur (% 3,19). Yaz ile diğer mevsimler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemli çıkmıştır ($p < 0,05$).

Bulduğumuz diğer önemli ω 6 yağ asidi linoleik asittir. Linoleik asit oranı en yüksek sonbahar mevsiminde bulunmuştur (% 2,18). Bu oran kış mevsiminde % 1,81'e düşmüştür. En az oran kış mevsiminde bulunmuştur. Linoleik asit oranı sonbahar ile diğer mevsimler arasında önemli farklılık göstermiştir ($p < 0,05$).

Üçüncü olarak elde ettiğimiz ω 6 yağ asidi eikosadienoik asittir. Eikosadienoik asit oranı en yüksek yaz mevsiminde bulunmuştur (% 0,93). Kış mevsimindeki oranı % 0,64'tür.

Sonbahar ve ilkbaharda % 0,52 olarak bulunmuştur. Eikosadienoik asit sonbahar ile kış ve ilkbahar ile kış, sonbahar ile yaz, kış ile yaz, ve ilkbahar ile yaz mevsimleri arasında önemli derecede farklılıklar göstermiştir ($p<0,05$).

γ -linolenik oranı en yüksek sonbahar mevsiminde bulunmuştur (% 1,24). Kış ve ilkbahar mevsimlerinde bu oran azalmıştır. Bu oranlar sırasıyla % 1,04 ve % 0,96'dır. Yaz mevsiminde ise % 1,14'e yükselmiştir. Sonbahar ile ilkbahar ve ilkbahar ile yaz ($p<0,05$) mevsimleri arasındaki γ -linolenik asit oranındaki farklılık istatistiksel açıdan önemlidir. Diğer mevsimler arasında önemli farklılıklar görülmemiştir ($p>0,05$).

4.7 C. carpio'nun Kas, Karaciğer ve Ovaryum Dokuları Arasındaki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimlerinin Karşılaştırılması

Dokular arasındaki toplam SFA, MUFA ve PUFA arasındaki mevsimsel farklılıklar istatistiksel olarak incelenmiştir.

Sonbahar mevsiminde toplam SFA oranında kas ile karaciğer ($p<0,05$) ve kas ile ovaryum ($p<0,05$) dokuları arasında istatistiki açıdan önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Toplam MUFA ve PUFA oranları sonbaharda tüm dokular arasında istatistiki açıdan farklı bulunmuştur ($p<0,05$).

Kış mevsiminde toplam SFA oranındaki değişim, kas ile karaciğer ve karaciğer ile ovaryum dokuları arasında; MUFA oranı ise tüm dokularda istatistiki açıdan önemli derecede farklı bulunmuştur ($p<0,05$). PUFA oranına bakıldığında, kas ile karaciğer ve kas ile ovaryum dokuları arasında istatistiksel bakımdan önemli derecede farklıyken ($p<0,05$), karaciğer ile ovaryum dokuları arasında önemli bir farklılık olmadığı gözlenmiştir ($p>0,05$).

İlkbahar mevsiminde tüm dokular arasında toplam SFA ve MUFA oranları istatistiksel açıdan önemli derecede farklı bulunmuştur ($p<0,05$). İlkbaharda, kas ile karaciğer ($p<0,05$), kas ile ovaryum ($p<0,05$) ve karaciğer ile ovaryum ($p<0,05$) dokularında toplam PUFA oranı önemli derecede farklı bulunmuştur.

Yaz mevsiminde, kas ile karaciğer ve kas ile ovaryum dokuları arasında toplam SFA $p<0,05$ derecede önemliyken MUFA $p<0,05$ seviyesinde önemli derecede farklı olduğu belirlenmiştir. PUFA oranı ise ovaryum ile diğer dokular arasında önemli derecede farklılık göstermiştir ($p<0,05$).

5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

5.1 *C. carpio*'nun Kas Dokusundaki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi

5.1.1 Doymuş Yağ Asitleri

Eşeyssel olgunluk, sıcaklık ve beslenme gibi çevresel faktörler balıkların büyümesini etkilemelerinin yanında dokularda depolanan yağları ve yağ asitlerini de önemli ölçüde değiştirebilmektedir (Ackman 1967, Agren 1987, Henderson and Tocher 1987, Akpınar ve Aksoylar 1988, Bandarra et al. 2001, Gökçe vd. 2004).

Balıklarda fizyolojik adaptasyon, lipit metabolizması ile bağlantılı ve hücre membranındaki değişiklikler, lipit kısımlarındaki değişiklikler ile başarılmaktadır. Poikloterm canlıların sabit vücut sıcaklığına adapte olabilmeleri, membran lipit içeriğindeki yağ asitlerinin doymamışlık derecesine bağlıdır. Balıklar, uzun zincirli doymamış yağ asitlerini biriktirerek soğuğa uyum sağlarlar. Bu konuda yapılan araştırmalarla, balıkların uzun süre soğukta bırakılmaları halinde bunların fosfolipitlerindeki uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitlerinin arttığı saptanmıştır (Ackman 1967, Farkas, 1976, Agren 1987). Doymuş ve tekli doymamış yağ asitleri genellikle sıcak bölgelerde yaşayan balıklarda soğukta yaşayanlara göre daha çoktur. Halbuki PUFA miktarı soğuk bölgelerde yaşayan balıklarda daha yüksektir (Wodtke, 1981). Araştırmacılar toplam doymuş yağ asidi oranının yaz mevsimindeki artışı ve toplam doymamış yağ asitlerinin ise kış ve sonbahar mevsimlerindeki azalışını, çevre sıcaklığındaki değişimlerle de ilişkilendirmişlerdir. Ayrıca toplam PUFA ve $\omega 3$ serisi yağ asidi oranlarının ilkbahar mevsiminde artışı, bu yağ asitlerinin dışarıdan alımının bu mevsimde yüksek olmasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir (Akpınar ve Aksoylar 1988).

Esansiyel yağ asitlerinin miktar ve oranı, ortamda bulunan besinin mevcudiyeti ile doğrudan ilgilidir. Bu yağ asitleri arasında $\omega 3$ ve $\omega 6$ olarak bilinen yağ asitleri yer almaktadır. Bunların dışında kalan doymuş ve doymamış yağ asitleri miktarı, besine bağlı olduğu gibi organizma tarafından da sentezlenebilmektedir. Kış aylarında birçok

balık türünün beslenme faaliyetini minimum düzeye indirdiği ve besin organizmalarından birçok planktonik organizmaların bu dönemde daha az çoğaldığı dönem olmasından dolayı yağ asitleri bu mevsimde düşük oranlarda bulunabilmektedir. Besin yoluyla alınan miristik, palmitik ve stearik asit gibi doymuş yağ asitleri ile oleik, linoleik ve linolenik asit gibi doymamış yağ asitlerinin balık yağlarında doğrudan doğruya depo edildiği ve bu yağ asitlerinin mevsimsel değişimi, balıkların besini olan fitoplankton ve zooplanktonların çeşitliliğine bağlı olduğu bildirilmiştir (Hayashi and Takagi 1978).

Balıklar üreme mevsiminden önce gonadların gelişimini sağlamak için protein ve lipitlere ihtiyaç duymaktadır. Yumurta ve gonad gelişiminde kullanılacak lipidin büyük bir kısmı karaciğerden karşılanırken üreme için gerekli olan enerji ise daha çok kas dokusundaki lipitlerden sağlanmaktadır. Balık türlerinin üreme mevsimi esnasında kas dokusundaki lipit metabolizmasının arttığını ve belli bir dönem için yağ asitlerinin depolandığını ve bunun üreme faaliyetlerinin artışıyla vücudun değişik bölgelerine mobilize edildiği bilinmektedir (Metin ve Akpınar 2000).

Yaptığımız çalışmada *C. carpio*'nun kas dokusunda bulunan başlıca doymuş yağ asitleri tablo 4.4 ve çizelge 4.2'de gösterilmiştir. Elde ettiğimiz yağ asidi oranları mevsimler arasında önemli derecede farklılıklar göstermiştir. Bu yağ asitleri içerisinde palmitik asit en fazla oranda bulunan yağ asididir (% 16,54). Palmitik asit oranındaki artış ve azalışlar toplam SFA oranı ile paralellik göstermiştir. Palmitik asit oranının yüksek olması SFA üzerinde etkili olmuştur. Bu yağ asidini stearik (% 4,44), araşidik (% 2,99) ve miristik asit (% 2,22) izlemektedir. Palmitik, stearik ve araşidik asidin en yüksek oranı yaz mevsiminde bulunurken, miristik asidin en yüksek oranı ilkbahar mevsiminde bulunmuştur.

Özoğul vd. (2007), Mahmoud et al. (2003), Hisar ve Hisar (2003)'ın *C. carpio*'da yaptıkları araştırmalarda elde ettikleri başlıca doymuş yağ asitleri miristik, palmitik ve stearik asittir. Her üç çalışmada palmitik asit en fazla oranda bulunan yağ asidi olmuştur. Bu oranlar sırasıyla % 15,19 - % 16,32 ve % 33,03 şeklindedir.

Gökçe vd. (2004) araştırmalarında *Solea solea*'da palmitik (% 19,00) ve stearik asit (% 6,91) oranlarını en yüksek yaz mevsiminde bulurken Akpınar (1986) *C. carpio*'nun kas dokusundaki palmitik asit oranını ilkbahar mevsiminde en yüksek oranda bulmuştur (% 25,38).

Araştırmamızda *C. carpio*'nun kas dokusunda bulunan toplam SFA oranı en yüksek yaz mevsiminde (% 28,13) bulunurken en düşük ise ilkbahar (% 25,29) mevsiminde bulunmuştur.

şengör vd. (2003) araştırmalarında *Mugil cephalus*'un kas dokusunda bulduğu toplam SFA oranı % 30,7'dir. Shirai et al. (2002) araştırmalarında *Sardinops melanostictus*'un (% 41,4), Özyurt vd. (2006) ise *Sepia officinalis*'teki (% 36,80) toplam SFA oranını yaz mevsiminde en yüksek oranlarda bulmuşlardır.

Çalışmamızda toplam doymuş yağ asidi oranının en düşük ilkbaharda bulunması bu dönemde kış mevsiminden çıkan balıkların yoğun bir beslenme periyoduna girmesi ve besinin de bol olması nedeniyle çoklu doymamış yağ asitlerinin oranındaki artıştan kaynaklandığı düşünöbilir. Aynı zamanda üreme periyodu öncesinde olması nedeniyle organizmanın ovaryum gelişimi içinde hazırlık yaptığını göstermektedir. Su sıcaklığının yaz aylarındaki gibi çok yüksek olmaması da doymuş yağ asidi oranının düşük kalmasında etkili olabilir.

Üreme periyodunun başladığı dönemde su sıcaklığının 20 °C'ye yakın olması ve beslenmenin azalması, kaslarda çoklu doymamış yağ asidi oranının azalmasına neden olurken doymuş yağ asidi oranında yükselmeye neden olmuştur. Sıcaklığın artışı doymuşluk oranını artırırken doymamışlık oranını azaltmaktadır (Farkas 1984).

C. carpio'nun kas dokusundan elde ettiğimiz yağ asitlerini ve yağ asidi oranlarını literatürlerle karşılaştırdığımızda tüm çalışmalarda bulunan yağ asitleri ile benzerlik göstermiştir. Yağ asidi oranları ise bazı çalışmalarda benzerlik göstermesine rağmen bazılarında diğerlerinden daha az ya da daha çok bulunmuştur. Farklılık göstermesinde ise ekolojik ve fizyolojik faktörlerin etkili olduğu düşünölebilir. Yaş, tür, eşeysel

olgunluk ve çevresel faktörler balıkların büyümesini etkilemelerinin yanında dokularda depolanan yağları ve yağ asitlerini de önemli ölçüde değiştirebilmektedir (Ackman, 1967, Agren 1987, Henderson and Tocher 1987, Akpınar ve Aksoylar 1988, Bandarra et al. 2001, Gökçe vd. 2004).

5.1.2 Tekli Doymamış Yağ Asitleri

Araştırmamızda MUFA içerisinde en belirgin şekilde elde edilen yağ asitleri miristoleik, palmitoleik ve oleik asittir. Toplam MUFA oranı en yüksek yaz, en düşük ise sonbahar mevsiminde bulunmuştur. Bu oranlar sırasıyla % 50,17 ve % 45,67 (Tablo 4.4 ve Çizelge 4.3). Mevsimler arasındaki varyasyonlar incelendiğinde sonbahar ile kış, sonbahar ile yaz, kış ile ilkbahar ve ilkbahar ile yaz mevsimleri arasında toplam MUFA oranı istatistiki açıdan önemli farklılık göstermiştir ($p < 0,05$).

Yaptığımız çalışmada, oleik ve palmitoleik asit en yüksek oranlarda bulunan tekli doymamış yağ asitleridir. Oleik asit yaz mevsiminde en yüksek oranda bulunurken (% 29,96), palmitoleik asit sonbahar mevsiminde en yüksek oranda bulunmuştur (% 16,43).

Sun et al. (2006) araştırmasında *Salmo salar*'ın kültür formunda bulunduğu palmitik asit oranı % 11,49, oleik asit oranı ise % 22,06'dır.

Buchtova et al. (2004) araştırmalarında *Tinca tinca*'nın kas dokusunda bulunduğu palmitoleik ve oleik asit oranları sırasıyla % 23,32 ve % 29,55'dir. Toplam MUFA yüzdesini ise % 54,80 şeklinde bulmuşlardır.

Gökçe vd. (2004) *Solea solea*'daki oleik asit oranını yaz mevsiminde en yüksek oranda bulmuşlardır (% 10,10).

Shirai et al. (2002) *Sardinops melanostictus*'da (% 22,4), Zlatonos and Laskaridis (2007) *Sardina pilchardus* (% 22,4) ve *Engraulis encrasicolus* (% 22,97)'da toplam MUFA oranını yaz mevsiminde en yüksek oranlarda bulmuşlardır.

Akpınar (1986) *Cyprinus carpio*'daki en yüksek palmitoleik ve oleik asit oranını ilkbaharda bulmuştur. Bu oranlar sırasıyla % 21,78 ve % 27,05'tir.

Güler vd. (2006) araştırmalarında *Sander lucioperca*'nın etinde palmitoleik (% 7,18) ve oleik asit (% 11,9) oranlarını en yüksek kış mevsiminde bulmuşlardır.

Tekli doymamış yağ asidi değişimleri doymuş yağ asitlerine göre daha fazla olmuştur. Kas dokuda en yüksek oranda bulunan toplam yağ asidi oranları tekli doymamış yağ asitlerine aittir. Mevsimler arasında önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Üreme döneminde çoklu doymamış yağ asitleri oranında azalma gözlenirken tekli doymamış ve doymuş yağ asitleri oranlarında artış gözlenmiştir. Tekli doymamış yağ asitlerindeki bu artış hem besinlerle alınması hem de balıkların ihtiyaç duyduğu zaman tekli doymamış yağ asitlerini sentezleyebilmelerinden kaynaklanmaktadır. Sıcaklığın yaz aylarında yüksek olması daha az çift bağlı yağ asitlerinin oranının yükselmesine neden olmaktadır. Enerji harcanmasının yüksek olduğu dönemde besinlerden alınan yağ asitleri vücutta daha fazla hakim olmaktadır.

5.1.3 Çoklu Doymamış Yağ Asitleri

C. carpio'nun kas dokusunda bulunan başlıca çoklu doymamış $\omega 3$ yağ asitleri linolenik, eikosatrienoik, eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik asit'tir. $\omega 6$ yağ asitleri ise linoleik, γ -linolenik, eikosadienoik ve araşidonik asittir. Toplam PUFA oranı en yüksek ilkbahar mevsiminde bulunmuştur (% 26,73). Yaz mevsiminde % 17,87'e düşmüştür. Sonbahar mevsiminde bu oran % 24,30'a yükselmiştir. Kış mevsiminde ise % 22,38'e düşmüştür. PUFA'nın mevsimsel varyasyonları incelendiğinde sonbahar ile ilkbahar, sonbahar ile yaz, kış ile ilkbahar, kış ile yaz ve ilkbahar ile yaz mevsimleri arasında istatistiki bakımdan önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p < 0,05$). (Tablo 4.4, Çizelge 4.5 ve 4.6).

Mahmoud et al. (2003) *C. carpio*'nun kas dokusunda belirledikleri EPA ve DHA oranları sırasıyla % 2,09 ve % 4,99 şeklindedir.

Çelik vd. (2005) araştırmalarında Seyhan ve Eğirdir barajlarında yaşayan *Sander lucioperca*'da buldukları başlıca çoklu doymamış yağ asitleri ve oranları şoyledir. Linoleik asit (% 4,12 - % 9,08), linolenik asit (% 1,45 - % 0,49), EPA (% 3,52 - % 3,73) ve DHA (% 7,37 - % 12,41)'dir. Toplam PUFA oranı ise % 20,8 - % 30,5'tir.

Shirai et al. (2002) *Sardinops melanostictus*'ta linoleik ve linolenik asit yzdzelerini sonbahar mevsiminde en yzdzek oranlarda bulmuştur. Bu oranlar sırasıyla % 1,4 ve % 0,9'dur. En dzyşuk oranlar ise yaz mevsiminde bulunmuştur. Araşidonik ve EPA'da en yzdzek sonbahar mevsiminde bulunurken DHA kış mevsiminde en yzdzek oranda bulunmuştur. Toplam PUFA oranı kış mevsiminde en yzdzek oranda bulunmuştur (% 49,4).

Gzler vd. (2006) araştırmalarında *Sander lucioperca*'nın etinde EPA ve DHA oranını ilkbahar mevsiminde en yzdzek oranlarda bulmuşlardır. Bu oranlar sırasıyla % 5,93 ve % 23,30 şeklinde dir. Toplam PUFA oranı ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerindeki oranları sırasıyla % 54,2 - % 57,0 - % 53,1 ve % 50,2'dir.

Balık etinin besin değerinin yzdzek olmasını sağlayan çoklu doymamış yağ asitleri aynı zamanda balıkların ortama uyum sağlamalarını ve zellikle zreme dzyeminin başarılı bir şekilde tamamlanmasını sağlamaktadır. Sıcaklık değişimlerine uyum sağlamada çoklu doymamış yağ asitleri znemli rol oynamaktadır. Su sıcaklığının giderek azalmasıyla çoklu doymamış yağ asitlerinin arttığı, sıcaklığın arttığında ise daha dzyşuk olduğu belirlenmiştir (Hazel 1979, Farkas 1984, Cossins 1994,) Sazan gibi yumurta bırakmaya 18 - 20 °C'den sonra başlayan turlerde zreme zncesi dzyemde hazırlık yapılmasını kolaylaştırmaktadır. İlkbaharda sıcaklığın bir miktar artmış olması besinlerin bol bulunması sonucu çoklu doymamış yağ asitlerinin yılın en yzdzek oranına ulaşmasını sağlamaktadır. Suların ısınması ve zreme periyodunun başlamasıyla birlikte balıkların daha az beslenmesi zreme faaliyetleriyle daha fazla enerji harcamaları ve neticesinde yaz mevsiminde PUFA oranları znemli derecede dzyşmektedir. Zellikle zlkemizdeki barajlar sulama amaçlı inşa edilmesinden dolayı yaz aylarında baraj gzlündeki su miktarı oldukça dzyşmektedir. Yaşam alanlarının daralması, sıcaklığın

yüksek olması ve oksijen miktarının azalmasının balıklarda oluşturacağı stresin de çoklu doymamış yağ asitlerinin azalmasında etkili olabileceği düşünülebilir.

Konar vd. (1999) *Copoeta copoeta umbla*'da yaptıkları araştırmada total lipit miktarının büyük bir kısmını oluşturan total yağ asidi miktarının da lipit miktarındaki varyasyonlara benzer değişimler gösterdiğini ifade etmişlerdir. Kas dokudaki total yağ asidi miktarlarının yaz mevsiminde (üreme dönemi) diğer mevsimlere göre belirgin düzeyde azaldığını bulmuşlardır. Üreme döneminde gonadların gelişmesi esnasında kas ve karaciğer dokularındaki çoklu doymamış yağ asidi miktarlarının gonadlara göre düşük seviyede olduğunu belirtmişler bunu da üreme faaliyetlerinin artışından kaynaklanabileceğini ileri sürmüşlerdir. Newsome ve Leduc (1975) üreme dönemi boyunca balıkların gerekli olan enerji ihtiyaçlarını kas dokusundaki lipitlerden sağladıklarını ifade etmişlerdir. Araştırmamızda da toplam PUFA oranı yaz mevsiminde diğer mevsimlere göre en düşük bulunmuştur. *C. carpio*'nun üreme döneminin mayıs ve temmuz aylarında olması ve bu dönemde gerekli olan enerjinin kas dokudaki çoklu doymamış yağ asitlerinden sağlanması yaz döneminde PUFA oranının düşük bulunmasına neden olmuş olabilir.

5.2 *C. carpio*'nun Karaciğer Dokusundaki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi

5.2.1 Doymuş Yağ Asitleri

Karaciğerdeki doymuş yağ asitleri içerisinde en fazla oranda bulunan yağ asitleri palmitik asit (% 17,50), stearik asit (% 4,91), miristik asit (% 1,48) ve araşidik asit (% 1,11)'tir. Kaproik, kaprilik, kaprik, andekanoik, laurik, tridekanoik ve behenik asit bulunan diğer yağ asitleridir (Tablo 4.5, Çizelge 4.7, Çizelge 4.8).

Aras vd. (2003) *Salmo trutta macrostigma*'nın karaciğerinde buldukları başlıca doymuş yağ asitleri miristik asit (% 2,04), palmitik asit (% 16,18), heptadekanoik asit (% 0,91) ve stearik asit (% 6,57)'tir.

Cejas et al. (2004) araştırmalarında *Diplodus sargus*'un karaciğerinde buldukları başlıca doymuş yağ asitleri miristik, pentadekanoik, palmitik, heptadekanoik ve stearik asittir. Yabani formlarda bu oranlar sırasıyla % 1,54, % 0,49, % 22,73, % 0,81 ve % 8,79'dir. Kültür formlarında ise bu oranlar şöyledir. Miristik asit (% 1,91), pentadekanoik asit (% 0,34), palmitik asit (% 23,81), heptadekanoik asit (% 0,45) ve stearik asittir (% 7,23).

Shirai et al. (2001), araştırmalarında *Silurus asotus*'un karaciğer dokularındaki lipit içeriği ve yağ asidi kompozisyonuna mevsimin ve üreme döneminin etkilerini incelemişlerdir. *S. asotus*'un karaciğerinde bulunan başlıca doymuş yağ asitleri miristik, palmitik ve stearik asittir. Üreme dönemi ve üremeden sonraki bu oranlar sırasıyla (% 1,40 - % 1,00), (% 20,90 - % 18,90), (% 11,00 - % 8,60)'dir. Üreme dönemlerinde bulunan oranlar daha yüksektir. Toplam SFA oranı ise (% 36,00 - % 30,70)'dir. Toplam SFA oranı da üreme döneminde daha yüksek bulunmuştur. Yaz ve kış döneminde bu oranlar ise sırasıyla şöyledir: Miristik asit (% 0,70 - % 0,80), palmitik asit (% 17,80 - % 19,50) ve stearik asit (% 8,90 - % 5,80)'dir. Toplam SFA oranı ise yaz mevsiminde (% 29,60) kış mevsiminde ise % 26,20'dir. Kışın, miristik ve palmitik asit oranları yaz mevsimine göre daha yüksek oranda bulunmuştur. Toplam SFA oranı yazın daha yüksek oranda bulunmuştur.

Akpınar (1986) araştırmasında *C. carpio*'nun dişi bireyinde palmitik asit oranı en yüksek sonbahar mevsiminde bulunmuştur (% 35,84), en düşük oranı ise yaz mevsiminde bulunmuştur (% 22,41). Stearik asit marttan itibaren artarak üreme periyodu başlangıcında en yüksek yüzdeye ulaşmıştır (% 13,68). En düşük yüzde ise kasım ayında (sonbahar) bulunmuştur (% 7,03). Araşidik asit yaz mevsiminde en fazla oranda bulunmuştur (% 1,65). En düşük ise ilkbahar (mayıs) mevsiminde bulunmuştur (% 0,86). Erkek bireylerde palmitik asit yüzdesinde sonbahar ve ilbaharda kaydedilen azalma üreme periyodundan sonra da görülmüştür. Stearik asit marttan itibaren artarak mayıs ayında en yüksek yüzdeye ulaşmıştır (% 13,68).

Mnari et al. (2007) *Sparus aurata*'nın kültür ve yabani formlarının karaciğerlerinde buldukları toplam SFA oranları % 29,16 ve % 39,77'dir.

5.2.2 Tekli Doymamış Yağ Asitleri

C. carpio'nun karaciğer dokusunda bulunan başlıca tekli doymamış yağ asitleri miristoleik, pentadekenoik, palmitoleik, heptadekenoik, oleik ve eikosenoik asittir. Bu yağ asitlerinin içerisinde palmitoleik ve oleik asit diğer yağ asitlerine göre daha fazla oranda bulunmuştur. Palmitoleik asit en yüksek oranına kış mevsiminde ulaşmıştır (% 18,37). Oleik asit ise yaz mevsiminde en yüksek oranda bulunmuştur (% 34,53).

Aras vd. (2003) *Salmo trutta macrostigma*'nın karaciğerinde buldukları palmitoleik ve oleik asit oranları sırasıyla % 4,21 ve % 14,29 şeklindedir. Cejas et al. (2004) *Diplodus sargus*'un karaciğerinde bulunduğu palmitoleik ve oleik asit oranları ise % 4,51 ve % 12,06'dır.

Akpınar (1986) araştırmasında *C. carpio*'nun dişi bireylerinde palmitoleik asit oranını en yüksek ilkbahar mevsiminde (% 22,90) bulurken oleik asit oranını ise en yüksek yaz mevsiminde (% 22,17) en düşük ise sonbaharda bulunmuştur (% 17,07). Erkek bireylerde palmitoleik asit ilkbaharda en yüksek yüzdeye ulaşmıştır (% 23,65). Bu yağ asidi ilkbahardan sonra istatistiki yönden önemli bir azalma göstermiştir. Oleik asitteki değişim önemli olmamakla beraber bu asidin üreme periyodunda en yüksek yüzdeye ulaştığı kaydedilmiştir (% 22,17).

Shirai et al. (2001) araştırmalarında *S. asotus*'un karaciğerinde bulunduğu başlıca tekli doymamış yağ asitleri miristoleik, palmitoleik, oleik ve eikosenoik asittir. Üreme döneminde ve sonrasında bu oranlar sırasıyla (% 1,40 - % 0,80), (% 5,20 - % 3,40), (% 11,70 - % 10,80) ve (% 1,20 - % 1,40)'dir. Toplam MUFA oranı üreme döneminde % 27,70 üreme sonrasında ise % 22,40'tır. Eikosenoik asit dışındaki diğer yağ asitleri üreme döneminde daha yüksek oranlarda bulunmuştur. Toplam MUFA oranı da üreme döneminde daha yüksek oranda bulunmuştur. Yaz ve kış dönemlerinde ise bu oranlar şöyledir: Palmitoleik asit (% 1,30 - % 1,40), oleik asit (% 17,50 - % 27,60) ve eikosenoik asittir (% 2,40 - % 4,20). Toplam MUFA oranları ise (% 40,10 - % 51,80)'dir. Toplam MUFA, eikosenoik, oleik ve palmitoleik asit oranları kış dönemlerinde daha yüksek çıkmıştır.

5.2.3 Çoklu Doymamış Yağ Asitleri

C. carpio'nun karaciğer dokusunda bulunan başlıca çoklu doymamış $\omega 3$ yağ asitleri linolenik, eikosatrienoik, EPA ve DHA'dır. $\omega 6$ yağ asitleri ise γ -linolenik, linoleik, eikosadienoik ve araşidonik asittir. En yüksek ve en düşük değerleri tablo 4.5, Çizelge 4.11 ve 4.12'de görülmektedir.

Çalışmamızda toplam PUFA oranı en yüksek kış mevsiminde bulunmuştur (% 33,85). En düşük oran ise yaz mevsiminde (% 20,06) bulunmuştur. Sonbahar mevsiminde bu oran % 21,45'e, ilkbahar mevsiminde ise % 30,88'e yükselmiştir. Mevsimler arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar gözlenmiştir.

Aras vd. (2003) *Salmo trutta macrostigma*'nın karaciğerinde buldukları başlıca çoklu doymamış asitleri ve oranları linoleik asit (% 2,11), araşidonik asit (% 5,40), EPA (% 12,54) ve DHA (% 21,16)'dır. Toplam $\omega 3$ oranı % 39,33, toplam $\omega 6$ oranı ise % 9,82'dir.

Cejas et al. (2004) araştırmalarında *Diplodus sargus*'un yabani form ve kültür formlarının karaciğerlerinde bulunduğu EPA oranı (% 4,05 - % 7,49) iken DHA oranı (% 25,50 - % 29,43)'dir. Toplam $\omega 3$ oranı (% 32,34 - % 40,42), $\omega 6$ oranı ise (% 10,06 - % 5,10)'dir. Bulgularımızda toplam $\omega 3$ oranı en yüksek kış (% 24,982), toplam $\omega 6$ oranı ise en yüksek ilkbaharda (% 9,309) bulunmuştur.

Akpınar (1986)'ın araştırmasında *C. carpio*'nun erkek ve dişi bireylerinin karaciğerinde, balıkların sentezleyemedikleri ancak besin yoluyla alabildikleri temel yağ asitleri linoleik asit, linolenik asit ve araşidonik asit gonadların gelişim (nisan) ve üreme (mayıs) periyodlarında azalma göstermişlerdir. Kış aylarında değişime uğramayan bu yağ asitleri üreme periyodundan sonra tekrar artmaya başlamıştır. Eikosatrienoik asit, EPA ve DHA kısım, aralık ve mart aylarında yüksek yüzdede bulunmalarına karşın bahar ve yaz aylarında çok önemli derecede azalma göstermişlerdir. Erkek *C. carpio*'da linoleik asit, linolenik asit ve araşidonik asitin üreme periyodunda azaldığı, kış periyodunda ise önemli bir değişime uğramadıkları

saptanmıştır. Eikosatrienoik asit, EPA ve DHA oranlarının üreme periyodunda önemli derecede azaldıkları saptanmıştır.

Shirai et al. (2001) araştırmasında *S. asotus*'un karaciğerindeki triaçilgliserolde bulunduğu başlıca çoklu doymamış yağ asitleri linoleik asit, linolenik asit, araşidonik asit, EPA ve DHA'dır. Üreme döneminde ve sonrasında bulunan bu yüzdeler sırasıyla şu şekildedir: Linoleik asit (% 2,20 - % 3,70), linolenik asit (% 0,70 - % 0,90), araşidonik asit (% 7,90 - % 10,20), EPA (% 0,90 - % 0,8) ve DHA (% 3,40 - % 3,40)'dır. Toplam PUFA oranı ise (% 13,00 - % 18,70)'dir. Üreme döneminden sonra toplam PUFA oranı, linoleik, linolenik, araşidonik asit oranları artmış, EPA azalmış DHA ise aynı kalmıştır. Yaz ve kış mevsiminde bu oranlar sırasıyla linoleik asit (% 5,30 - % 8,30), linolenik asit (% 1,60 - % 0,70), araşidonik asit (% 4,20 - % 0,90), EPA (% 1,60 - % 0,90) ve DHA (% 9,70 - % 4,70)'dir. Toplam PUFA oranı ise (% 30,50 - % 18,70)'dir. Yaz döneminde linolenik, araşidonik, EPA, DHA ve toplam PUFA oranı yaz mevsiminde artarken, linoleik asit oranı kış mevsiminde artmıştır.

Vücuda alınan bu besin maddelerinin ihtiyaç fazlası organ ve dokularda (iskelet kası, karaciğer, ovaryum vs.) yağ şeklinde depo edilmekte, bu durum ise balık etinin yağ asidi düzeylerini etkilemektedir (Kiessling et al. 2001).

Karaciğerdeki yağ asidi oranında görülen mevsimsel değişimin sebebi, balıkların besininde ve su sıcaklığında meydana gelen düzensiz mevsimsel değişimlerin sonucunda oluşmuş olabilir. SFA oranındaki değişimler PUFA oranlarıyla ters orantılı olarak gerçekleşmiştir. Yaz aylarının sıcak olması doymuşluk oranlarını artırmaktadır. Kışın ise su sıcaklığının düşük olması doymamışlığı artırırken doymuş yağ asidi oranında azalmasına neden olmaktadır. Kış mevsiminde SFA oranında meydana gelen azalmanın sebebi balığın bu dönemde beslenme faaliyetini minimum düzeye indirdiği ve besin organizmalarından birçok planktonik organizmaların bu dönemde daha az çoğaldığı dönem olmasından kaynaklanabilir.

Doymuş ve tekli doymamış yağ asitleri daha çok doku lipitlerini meydana getirirler. Bunlar, bütün besinlerde bulunabildiği gibi organizmaların herhangi bir doku

hücresinde de değişik öncül maddelerden sentezlenebilir (Newsome and Leduc 1975). MUFA oranı besinler yoluyla ve ihtiyaç halinde bazılarını balıkların kendileri sentezleyebilmelerinden dolayı mevsimlere göre değişiklik gösterebilmektedir. Yağ asitleri metabolizmasında en önemli organı olan karaciğer homeostasin sağlanması için yağ asidi seviyelerini değiştirebilmektedir. Üreme döneminden sonra su sıcaklığının artmasıyla birlikte gölde sazanların besinini oluşturan organizmaların da artması, gonad gelişimi ve üreme faaliyetlerinde sarf edilen enerjinin telafisi, ayrıca yeni gonad gelişiminde kullanılacak lipitlerin depolanması için balıkların yoğun bir beslenme periyoduna girmesinden karaciğerdeki toplam MUFA oranları yaz ve sonbahar mevsimlerinde yüksek oranda çıkmış olabilir.

Karaciğerdeki yağ asitleri üreme dönemine göre farklılık göstermektedir. Üreme döneminin başında PUFA yüksek SFA ve MUFA oranları düşük bulunurken üreme dönemi bitiminde tam tersi bir durum ortaya çıkmıştır. Yani yazın çoklu doymamış yağ asitlerinde üreme faaliyetleri için karaciğerden ovaryumlara aktarılmasından dolayı azalma meydana gelmiştir. Sonbaharda ise üreme periyodu tamamlanmış ve kışa hazırlık için balık daha yoğun beslenmeye başlamıştır. Ancak su sıcaklığının yüksek olması ve baraj gölündeki su miktarının az olması gibi bazı faktörler çoklu doymamış yağ asitlerinin yüksek oranda artışı engelleyen olabilir. Kış mevsimine gelindiğinde ise su sıcaklığının azalması ve buna uyum sağlamak için balıklar çoklu doymamış yağ asitlerinin oranlarını artırmışlardır. Kış mevsiminde besin miktarının azalması ve metabolizmanın yavaşlaması da etkili olmuş olabilir.

5.3 *C. carpio*'nun Ovaryum Dokusundaki Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi

5.3.1 Doymuş Yağ Asitleri

Araştırmamızda *C. carpio*'nun ovaryum dokularında en fazla oranda bulunan doymuş yağ asitleri miristik asit, palmitik asit, stearik asit ve araşidik asit'tir. En yüksek ve en düşük oranları ise şöyle sıralanmıştır: Miristik asit (% 0,93 - % 0,07), palmitik asit (% 19,95 - % 16,20), stearik asit (% 7,79 - % 3,90) ve araşidik asit (% 0,57 - % 0,38)'tir. Toplam doymuş yağ asidi oranı en fazla sonbahar mevsiminde % 26,90 bulunmuştur bu

oran kış mevsiminde bir azalış göstermiştir (% 26,01). En düşük oran yaz mevsiminde bulunmuştur (% 25,73). Mevsimler arasında bu oranlar arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark gözlenmemiştir ($p>0,05$). (Tablo 4.6, Çizelge 4.13 ve 4.14).

Aras vd. (2003), *Salmo trutta macrostigma*'nın ovaryumlarında buldukları başlıca doymuş yağ asitleri miristik (% 3,31), stearik (% 7,81), palmitik (% 21,13) ve heptadekanoik (% 0,52) asittir. Toplam SFA oranı ise % 34,07 olarak bulunmuştur.

Mukhopadhyay and Ghosh (2003) araştırmalarında *C. carpio*'nun ovaryumlarında lipit profilini ve yağ asidi kompozisyonunu belirlemişleridir. Triaçilgliserol ve fosfolipitlerde bulunan başlıca doymuş yağ asitleri miristik, palmitik, stearik ve araşidik asittir. Triaçilgliserol ve fosfolipitlerde bu oranlar sırasıyla (% 2,70 - % 0,40), (% 33,20 - % 27,40), (% 1,90 - % 6,50) ve (% 0,30 - % 2,20)'tür. Toplam SFA oranı ise triaçilgliserollerde % 38,20 fosfolipitlerde ise % 36,50'dir.

Mukhopadhyay et al. (2004) araştırmalarında *Notopterus notopterus*'un ovaryumlarında lipit profilini ve yağ asidi kompozisyonunu incelemişleridir. Triaçilgliserolde ve fosfolipitlerde en fazla oranda bulunan doymuş yağ asidi palmitik asittir. Triaçilgliserollerde bu oran % 48,3 fosfolipitlerde ise % 22,1'dir.

Shirai et al. (2001), araştırmalarında *Silurus asotus*'un ovaryum dokularındaki lipit içeriği ve yağ asidi kompozisyonuna mevsimin ve üreme döneminin etkisini incelemişlerdir. *S. asotus*'un ovaryumlarında bulunan başlıca doymuş yağ asitleri miristik, palmitik ve stearik asittir. Üreme döneminde ve sonrasında bu oranlar sırasıyla yabani formda (% 1,50 - % 0,90), (% 20,50 - % 20,70) ve (% 8,50 - % 8,50)'dir. Üreme döneminde miristik asit daha yüksek oranda bulunurken, palmitik asit ve stearik asit oranları üreme dönemi öncesi ve sonrasında çok fazla bir değişim göstermemiştir. Kültür formlarında ise yaz ve kış mevsimlerinde yağ asitleri oranlarını incelemişlerdir. Yaz ve kış mevsiminde bu oranlar sırasıyla miristik asitte (% 1,10 - % 0,90), palmitik asitte (% 18,40 - % 21,30) stearik asitte ise (% 9,29 - % 5,20)'dur. Stearik ve miristik asit yaz mevsiminde daha yüksek oranda bulunurken, palmitik asit kış mevsiminde daha yüksek oranda bulunmuştur. Yabani formların toplam SFA oranı üreme döneminde %

32,90 üreme döneminden sonra ise % 32,00 olarak bulunmuştur. Kültür formların toplam SFA oranı ise yaz mevsiminde % 30,90 kış mevsiminde ise % 27,60'tır.

Huynh et al. (2006), araştırmalarında *Clupea harengus*'un üreme döneminde ovaryumlarında buldukları başlıca doymuş yağ asitleri ve oranları şöyledir. Miristik asit % 1,91, palmitik asit % 22,12, heptadekanoik asit % 0,42 ve stearik asit oranı % 2,51'dir. Toplam SFA oranı ise % 27,45 olarak bulunmuştur.

Akpınar (1987) çalışmasında *Cyprinus carpio*'nun ergin olmayan ve ergin bireylerinde gonadların total lipit ve yağ asidi bileşimlerini araştırmıştır. Gonadlarda bulunduğu başlıca doymuş yağ asitleri miristik asit (% 4,57 - % 1,02), palmitik asit (% 23,65 - % 17,90) stearik asit (% 6,23 - % 3,28) ve araşidik asit (% 3,20 - % 0,10) bulunan başlıca doymuş yağ asitleridir.

Metin ve Akpınar (1998) araştırmalarında *Cyprinion macrostomus*'un gonatlarında total lipit ve yağ asidi oranlarının mevsimsel değişimlerini incelemişlerdir. Total yağ asidi oranı en yüksek % 3,52 oranıyla yaz mevsiminde bulunmuştur. Ağustos ayında (yaz) % 3,01, eylül ayında (sonbahar) ise % 3,25 bulunmuştur. Aralık ayında (kışın) % 1,58'e düşmüştür. En düşük oran nisan ayında (ilkbahar) bulunmuştur (% 1,20).

Sushchik et al. (2007) araştırmalarında *Thymallus arcticus*'un ovaryumlarındaki yağ asitlerinin mevsimsel değişimini incelemişlerdir. Araştırmalarının sonuçlarında buldukları başlıca doymuş yağ asitleri miristik, palmitik ve stearik asittir. Sonbahar, ilkbahar ve yaz aylarında inceledikleri yağ asitleri oranları sırasıyla şu şekildedir. Miristik asit (% 0,77 - % 0,63 - % 0,41), palmitik asit (% 5,11 - % 6,26 - % 3,90), stearik asit (% 0,98 - % 1,42 - 0,73)'tür. Miristik ve palmitik asidin en yüksek oranı ilkbaharda bulunurken, miristik asidin en yüksek oranı sonbahar mevsiminde bulunmuştur. Farklı doymuş yağ asitleri farklı dönemlerde farklı oranlarda bulunabilmektedir. Bu da balığın besininde bulunduğu orana göre değişebilmektedir.

Sonuçlarımızı yukarıda yapılan çalışmalarla kıyaslandığında benzer oranların olabildiği gibi farklı oranlarında çıkabildiği gözlenmiştir. Farklılıkların gözlenmesinde ise balığın

yaşadığı ortamın ekolojik özellikleri ve ekolojik özelliklere bağlı olarak balığın göstermiş olduğu fizyolojik durum önem arz etmektedir.

Çalışmamızda toplam doymuş yağ asidi oranı en yüksek sonbahar mevsiminde olmasına rağmen mevsimler arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar gözlenmemiştir. Sonbahar mevsiminde ise bu oranın biraz daha fazla bulunması o andaki ortamda bulunan besinin bolluğuna bağlı olarak balıkların daha iyi beslenebilmesinden kaynaklanabilir.

5.3.2 Tekli Doymamış Yağ Asitleri

C. carpio'nun ovaryum dokusunda bulunan başlıca tekli doymamış yağ asitleri miristoleik, pentadekenoik, palmitoleik, heptadekenoik, ve oleik asittir. Toplam MUFA yüzdesi, yaz ve sonbahar mevsimlerinde en yüksek bulunmuş bu oranlar sırasıyla % 41,90 ve % 41,22'dir. Bu oran kış mevsiminde % 36,41'e düşmüş, ilkbahar mevsiminde ise % 38,43'e yükselmiştir (Tablo 4.6, Çizelge 4.15, 4.16). Sonbahar ile kış, sonbahar ile ilkbahar, kış ile ilkbahar, kış ile yaz ve yaz ile ilkbahar mevsimleri arasında yağ asidi değişiminde istatistiksel açıdan önemli farklılıklar bulunmuştur.

Palmitoleik ve oleik asit tekli doymamış yağ asitlerinin büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Oleik asit yaz mevsiminde en yüksek oranda bulunurken (% 30,47), palmitoleik asit ilkbaharda (% 13,48) en yüksek oranda bulunmuştur.

Shirai et al. (2001), araştırmalarında *Silurus asotus*'un ovaryum dokularında buldukları başlıca palmitoleik asit, oleik asit oranları üreme döneminde ve sonrasında sırasıyla (% 7,00 - % 3,3), (% 14,9 - % 10,8)'dur. Toplam MUFA oranı ise üreme dönemi ve sonrasında (% 33,40 ve % 22,10)'dır. Kültür formlarında ise yaz ve kış mevsimlerinde MUFA oranları şöyledir. Palmitoleik asit (% 4,30 - % 5,00), oleik asit (% 12,30 - % 17,30)'dur. Toplam MUFA oranı ise yaz ve kış mevsiminde sırasıyla (% 26,00 - % 31,90)'dır.

Huynh et al. (2006), araştırmalarında *Clupea harengus*'un üreme döneminde ovaryumlarında buldukları başlıca MUFA'lar ve oranları şöyledir: Palmitoleik asit % 4,00, heptadekenoik asit, oleik asit % 12,28'dir. Total MUFA oranı ise % 26,82 olarak bulunmuştur.

Mukhopadhyay and Ghosh (2003) araştırmalarında *C. carpio*'nun ovaryumlarındaki triağılglicerol ve fosfoliptlerde buldukları başlıca MUFA'lar palmitoleik asit (% 12,80 - % 4,10), oleik asit (% 38,80 - % 18,90) olarak bulunmuştur. Toplam MUFA oranı ise triağılglicerol'de % 52,10 fosfoliptlerde ise % 23,30 oranındadır.

Sushchik et al. (2007) araştırmalarında sonbahar, ilkbahar ve yaz aylarında *Thymallus arcticus*'un ovaryumlarında buldukları başlıca MUFA'lar palmitoleik (% 1,42 - % 1,63 - 0,85), oleik (% 2,52 - 3,98 - 1,87), ve eikosenoik asittir (% 0,15 - % 0,21 - % 0,11).

Balıklar yeterli besin bulduklarında üremelerini ve yağ depo etme periyotlarını kontrol edebilmektedirler. Yağ depo etme evreleri ortamdaki besinin verimine bağılıdır. Besinin az olduğı yerlerde değışim yıl boyunca az, bol olduğı yerlerde ise yıllık değışim daha belirgindir (Ackman 1967, Farkas and Csengeri 1976). Besinin bolluğına, gün uzunluğına bağılı olarak yaz ve sonbahar mevsimlerinde toplam MUFA oranı daha fazla çıkmış olabilir. Ovaryumda toplam yağ asidi oranı bakımdan en yüksek olan yağ asidi çeşidi MUFA'lardır.

5.3.3 Çoklu Doymamış Yağ Asitleri

C. carpio'nun ovaryum dokusunda bulunan başlıca çoklu doymamış ω3 yağ asitleri linolenik, eikosatrienoik, eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik asit'tir. ω6 yağ asitleri ise linoleik, eikosadienoik, γ-linolenik ve araşidonik asittir.

DHA çoklu doymamış yağ asitleri içerisinde en fazla oranda bulunan yağ asididir. Kışın DHA en fazla (% 17,27), yazın ise en az oranda (% 10,39) bulunmuştur. Bu yağ asitlerini eikosatrienoik asit, araşidonik asit, linoleik ve EPA izlemiştir. Toplam çoklu doymamış yağ asidi oranı ise kış mevsiminde en yüksek oranda bulunmuştur (% 36,38).

Sonbahar ile kış, sonbahar ile ilkbahar, kış ile ve ilkbahar ile yaz mevsimleri arasındaki varyasyon istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Shirai et al. (2001), araştırmalarında *Silurus asotus*'un ovaryum dokularında buldukları başlıca PUFA'lar linoleik asit, α -linolenik asit, araşidonik asit, EPA ve DHA'dır. Üreme döneminde ve sonrasında bu oranlar sırasıyla yabancı formda (% 2,50 - % 3,40), (% 0,70 - % 0,70), (% 5,40 - 11,90), (% 3,30 - 2,90), (% 4,30 - 4,00) ve (% 12,30 - 3,00)'dur. Toplam PUFA oranı ise üreme dönemi ve sonrasında sırasıyla (% 32,60 - % 43,50)'dir. EPA ve DHA üreme döneminde daha yüksek bulunurken, linoleik asit ve araşidonik asit üreme döneminde daha yüksek oranda bulunmuştur. α -linolenik asit oranı ise değişmemiştir. Kültür formlarında ise yaz ve kış mevsimlerinde PUFA oranları şöyledir: Linoleik (% 3,50 - % 3,59), α -linolenik (% 0,60 - % 0,30), araşidonik (% 10,40 - % 3,10), EPA (% 2,60 - % 2,7) ve DHA (% 12,80 - % 20,1)'dir. α -linolenik, araşidonik ve DHA oranları kışa göre yazın daha yüksek oranda bulunmuştur. Linoleik ve EPA ise kış mevsiminde daha yüksek oranda bulunmuştur. Toplam PUFA oranı yaz mevsiminde % 41,20 kış mevsiminde ise % 39,00'dır.

Sushchik et al. (2007) araştırmalarında sonbahar, ilkbahar ve yaz aylarında *Thymallus arcticus*'un ovaryumlarında buldukları başlıca çoklu doymamış yağ asitleri linoleik (% 0,23 - % 0,71 - % 0,30), α -linolenik (% 0,31 - % 1,03 - % 0,46), araşidonik (% 0,75 - % 1,36 - % 0,71), EPA (% 3,07 - % 4,54 - % 1,78) ve DHA (% 5,73 - % 11,84 - % 5,70)'dur. Tüm yağ asitleri ilkbaharda daha fazla oranlarda bulunmuştur.

Ovaryum üreme faaliyetlerinin düzenli bir şekilde gerçekleşmesi için enerji ihtiyaçlarını kas ve karaciğer aracılığı ile sağlamaktadır. Yumurtaların gelişmesi ve olgunlaşması için gerekli enerji kaynağı olarak karaciğerdeki yağları kullanmaktadır. Ancak üreme dönemindeki faaliyetler için ise kas dokudaki yağları daha fazla tercih etmektedirler. Kış ve ilkbahar dönemlerinde ovaryumdaki toplam PUFA oranının yüksek oranda bulunması gonadların gelişimi için kas ve karaciğerde bulunan çoklu doymamış yağ asitlerinin gonadlara taşındığını ve bu yüzden PUFA oranının gonadlarda bu mevsimlerde daha yüksek oranda bulunduğunu düşünebiliriz.

Üreme mevsimi esnasında kas dokusundaki lipit metabolizmasının arttığını ve belli bir dönem için yağ asitlerinin depolandığını ve bunun üzerine üreme faaliyetlerinin artışıyla vücudun değişik bölgelerine mobilize edildiği araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Ackman 1967, Farkas and Csengeri 1976, Akpınar 1986). Yaptığımız çalışmada dokular arasındaki toplam SFA, MUFA ve PUFA arasındaki mevsimsel farklılıklar istatistiksel olarak incelenmiş ve dokular arasında mevsimlere göre önemli farklılıklar bulunmuştur. Bulduğumuz bu sonuçlar araştırmacıların görüşlerini destekler niteliktedir.

Baraj suları fiziksel ve kimyasal özellikleriyle bünyesinde barındırdığı organizmalara doğal ortam sağlamaktadır. Su organizmanın biyolojik olaylarında canlı yaşamı için hayati bir önem taşıdığı gibi deniz ve göllerde biyolojik sistemleri oluştururlar. Fiziksel ve kimyasal faktörler göl ekosistemlerinde yaşayan organizmaların dağılışı ve yayılışlarını etkiler (Cirik ve Cirik 1995).

Su sıcaklığının çok yüksek ya da çok düşük olması sudaki sertliğin, pH'ın, elektriksel iletkenliğin, anyon ve katyonların optimum değerlerde olmaması suda yaşayan canlıları strese sokarak metabolizmalarının değişimine neden olabilmektedir. Örneğin çok soğuk ve çok sıcak sularda balıklar metabolizmalarını düşürerek yeteri kadar beslenememektedirler. Suyun sertliği toprak ve kayalardaki toprak alkalisinin minerallerin (en önemlileri kalsiyum ve magnezyum) parçalanması veya direk bulaşma yoluyla ortaya çıkabilir. Burada yağış miktarı ve sel suları önemli etkidir. Zengin produktif sular 7,5-17,5 °Fr sertlikte olmaktadır (Yılmaz vd. 2007). Yağışlar sonucunda karbondioksit toprağa ve çeşitli yollarla sulara karışmaktadır. Bunun sonucunda ise karbonik asit oluşmaktadır. Karbonat ve bikarbonat iyonlarının suda pH düzenlenmesinde önemli rol oynadığı ve orta alkalinedeki suyun 100-250 mg/l bikarbonat içerdiği böylece çok produktif olduğu belirtilmiştir (Yılmaz vd. 2007). Toprak yapısı başlıca klorür iyonu kaynağıdır. Özellikle klorit minerali içeren kayalar, killer gibi tozlu mineraller ile temasta olan sularda 100 mg/l'yi aşabilmektedir. Doğal sularda klorür iyonu değerleri 10-20 mg/l arasında değişim göstermesi normaldir. Su ürünleri standartları açısından klorür iyonu tolere değerleri 170-250 mg/l arasındadır. Su içerisinde çözülmüş mineral maddelere bağlı olarak elektrik iletkenliği değişmektedir. Suyun yoğunluğu ve tuzluluk arttıkça iletkenlik de artar. Su ürünleri açısından

elektriksel iletkenlik değerleri ortalama 150-500 (maksimum 1000-2000 $\mu\text{mho/cm}$ 'dir (Cirik ve Cirik 1995).

Örenler Baraj Gölü suyunun analizleri incelendiğinde bulunan değerler genellikle normal kabul edilen aralıkta yer almasına rağmen yaz mevsiminde sıcaklık üst sınıra yakın çıkmıştır. Ayrıca toplam su miktarı da yazın oldukça azalmıştır. Bu durum balıklar için olumsuz bir faktör olarak görülebilir.

Sonuçlarımızı özetleyecek olursak *C. carpo*'nun kas, karaciğer ve ovaryumlarındaki yağ asidi oranları mevsimler arasında önemli derecede farklılıklar göstermiştir. Dokular arasında da toplam doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asidi oranları önemli farklılıklar göstermiştir. Bu oranların farklılık göstermesinde ise ekolojik ve fizyolojik faktörlerin etki edebileceği sonucuna varılmıştır. Örenler Barajı Gölü'nde yaşayan *C. carpio*'nun kas, karaciğer ve ovaryum dokularında tekli doymamış yağ asitleri en yüksek oranı oluştururken doymuş ve çoklu doymamış yağ asidi oranları kas dokuda farklılık oluşturabilmektedir. Ovaryum dokusunda ise tekli doymamış yağ asitlerinden sonra en yüksek oranda bulunan yağ asidi grubunu çoklu doymamış yağ asitleri oluşturmakta bunu da doymuş yağ asitleri izlemektedir.

KAYNAKLAR

- Ackman, R.G., 1967, "Characteristic of the fatty composition and biochemistry of some fresh-water fish oils and lipids in comparison with marine oils and lipids", *Comp. Biochem. Physiol.* 22, 907-922.
- Aduybim, 2006, "1/100.000 ölçekli Afyonkarahisar ili çevre düzeni planı", Afyonkarahisar.
- Agren, J., Muje, P., Hanninen, O., Herranen, J., Penttila, I., 1987, "Seasonal Variation of Lipit Fatty Acids of Boreal Freshwater Fish Species", *Biochem. Physiol.*, 88, 905-909.
- Akpınar, M., A., 1986, "*Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)'nın Karaciğer ve kasındaki total lipit ve total yağ asidinin mevsimsel değişimi", C.Ü., Fen. Ed. Fak., *Fen Bil. Derg.*, 4:33-42.
- Akpınar, M., A., 1987, "*Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)'nın kas dokusu yağ asitlerinin mevsimsel değişimi", *Doğa Türk Biyoloji*, 11 (1):1-9.
- Akpınar, M., A., 1987, "Ergin olmayan ve ergin sazanların *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)'nın Gonadlarında Total Lipid Değişimi", C.Ü. Fen-Ede. Fak. *Fen Bil. Derg.* 5, 173-184.
- Akpınar, M., A., Aksoylar, M., Y., 1988, "Garro rufa Heckel, 1949'nın yağ asidi bileşimine sıcaklığın, besinsel yağ asitlerinin ve açlığın etkileri", *Doğa Türk Biyoloji*, 12, (1), 1-8.
- Akpınar, M., A., 1999, "Besinsel yağ asitlerinin ve açlığın *Cyprinion macrostomus* Heckel 1843'un kas dokusu yağ asidi bileşimine etkisi", *Tr. J. of Biology*, 23, 309-317.

- AOCS, 1972, "Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society", 2nd edn., American Oil Chemists Society, Champaign.
- Aras, M., N., Haliloğlu, İ., H., Bayır, A., Atamanalp, M., Sirkecioğlu, N., A., 2003, "Karasu Havzası, Yeşildere Çayı Olgun Dere Alabalıkları (*Salmo trutta macrostigma*, Dumeril 1858)'nda farklı dokuların yağ asidi kompozisyonlarının karşılaştırılması", Turk. J. Vet. Anim. Sci., 27, 887-892.
- Arnold, L. G., 2001, "Alternative treatments for adult with ADHD annalys", The New York Academy of Science, vol. 931, pp 310-341.
- Atay, D., Çelikkale, M.S., 1983, "Sazan Üretim Tekniği". San Matbaası, 185 s.
- Bandarra, N. M., Batista, I., Nunes, M. L., & Empis, J. M., 2001, "Seasonal variation in the chemical composition of horse-mackerel (*Tachurus tachurus*)", European Food Research and Technology, 212, 535-539.
- Bourre, J.M., Dumont, O., Piciotti, M., Clement, M., Chaudiere, J., Bonneil, M., Nalbone, G., Lafont, H., Pascal, G., Durand, G., 1991, "Essentiality of omega 3 fatty acids for brain structure and function", World Rev Nutr Diet, 66, 103-117.
- Buchtova, H., Smutna, M., Vorlova, L., Svobodova, Z, Flajshans, M., 2004, "Fatty Acid Composition of Diploid and Triploid Populations of Tench (*Tinca tinca* L.)", Acta Vet. Brno, 73: 235-245.
- Cejas, R., J., Almansa, E., Jérez, S., Bolaños, 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, Part B 138, 91-102.
- Cengiz, E., Ünlü, E., Başhan, M., 2003, "The effects of dietary fatty acids on the fatty acid composition in the phospholipid fraction of *Gambusia affinis*", Turk. J. Biol. 27, 145-148.

- Cirik, S., Cirik, Ş., 1995, “Limnoloji (Ders Kitabı)”, Ege Üniv. Su Ür. Fak. Yayınları, No:21, 166 s., İzmir.
- Cordier, M., Brichon, G., Weber, M., J., Zwingelstein, G., 2002, “Changes in the fatty acid composition of phospholipids in tissues of farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax*) during an annual cycle. Roles of environmental temperature and salinity”, *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B* 133, 281-288.
- Cossins, A.R., 1994, “Homeoviscous adaptation of biological membranes and its functional significance”, In: Cossins, A.R. (Ed), *Temperature Adaptation of Biological Membranes*. Portland Pres, London, pp.63-76.
- Crombie, H.J., Bell, M.V., Tytler, P., 1996, “Inhibition of sodium-plus-potassium-stimulated adenosine triphosphatase ($\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$ by protein kinase C activators in the gills of Atlantic cod (*Godus morhua*)”, *Comp. Biochem. Physiol.* 113B, 765-772.
- Cunquer, J.A., 2000, “Fatty acid analysis of blood plazma of patient with Alzheimer’s disease, other type of dementia, and cognitive impairment”, *Lipids*, vol. 35, pp. 1305-1311.
- Çelik, M., 2000, “Su sirkülasyonunun gökkuşağı alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarında omega-3 yağ asitleri miktarına etkisi”, *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 24, 605-607.
- 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* 92, 637-641.
- Çelik, S., Demirel, M., 2004, “İnsan ve hayvan sağlığı bakımından omega yağ asitleri ve konjuge linoleik asidin önemi”, *Y.Y.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9 (1), 25-35.

- Daikoku, T., Yano, I., Masui, M., 1982, "Lipid and fatty acid compositions and their changes in the different organs and tissues of guppy, *Poecilia reticulata* on sea water adaptation", *Comp. Biochem. Physiol.* 73A, 167-174.
- Deng, J.C., Orthoefer, F.T., Dennison, M., 1976, "Lipids and fatty acids in mullet (*Mugil cephalus*): Seasonal and locational variations. *J. Food Sci.* 41:1479-1483.
- Demirel, G., Özpınar, H., 2003, "Yosunlar ve hayvan beslemede kullanımları", *Uludağ Univ. J. Fac. Vet. Med.*, 22, 103-108.
- Farkas, T., Csengeri, 1976, "Biosynthesis of fatty acids by the carp, *Cyprinus carpio* L., in relation to environmental temperature", *Lipids*, 11(5), 401-407.
- Farkas, T., 1984, "Adaptation of Fatty Acid Composition to Temperature-A Study on Carp (*Cyprinus carpio* L.) Liver Slices", *Comp. Biochem. Physiol.*, 79 B, 4, 531-535.
- Folch, J., Lees, M., Stanley, A., 1957, "Simple Method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226:497-509.
- Geldiay, R., Balık, S., 1996, "Türkiye Tatlı Su Balıkları", Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fak., Yayınları, Ders Kitabı, Dizi No: 16.
- Giovanni, M., Vittorio, M., Tiziana, M., Elena, O., Franco, V., 2006, "Effects of dietary lipid source on fillet chemical composition, flavour volatile compounds and sensory characteristics in the freshwater fish tench (*Tinca tinca* L.)", *Food Chemistry*.
- Gökçe, A., M., Taşbozan, O., Çelik, M., Tabakoğlu, S.,Ş., 2004, "Seasonal variations in proximate and fatty acid compositions of female common sole (*Solea solea*)", *Food Chemistry* 88, 419-423.
- Güler, G., O., Aktumsek, A., Cıtil, B., O. Arslan, A., Torlak, E., 2006, "Seasonal variations on total fatty acid composition of fillets of zander (*Sander lucioperca*) in Beyşehir Lake (Turkey)", *Food Chemistry*.

- Hayashi, K., Takagi, T., 1978, "Seasonal variations in lipids and , fatty acids of Japanese anchovy, *Engraulis japonica*", Full. Fac. Fish, Eokkoido Univ., 29 (1), 38-47.
- Hazel, J.,R., 1979, "Influence of thermal acclimation on membrane lipid composition of rainbow trout liver, Am. J. Physiol. 236:R91-101.
- Henderson, R. J., & Tocher, D. R., 1987, "The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. Progress in Lipid Research", 26(4), 281–347.
- Heron, D.S., Shinitzky, M., Hershkowitz, M., Samuel, D., 1980, "Lipid fluidity markedly modulates the binding of serotonin to mouse brain membranes", Proc Natl Acad Sci USA, 77, 7463-7467.
- Hışıl, Y., 2002, "Enstrümental Gıda Analizleri-II", Ege Üniversitesi Basımevi, 189s., İzmir.
- Hisar, O., Hisar, A., Ş., 2003, "Farklı Su Sıcaklıklarında Tutulan Aynalı Sazanlarda (*Cyprinus carpio*) Eritrosit Hücrelerinin Ozmotik Kırılganlıkları ile Yağ Asidi Kompozisyonları", Turk. J. Vet. Anim. Sci., 27, 1277-1281.
- Huynh, D., M., Kitts, D., D., Hu, C., Trites, W. A., 2006, "Comparison of fatty acid profiles of spawning and non-spawning pacific herring, *Clupea harengus pallasi*", Comparative Biochemistry and Physiology.
- Jangaard, P., M., Ackman, R.G., Sipos, J., C., 1967, "Seasonal Changes in Fatty Acids Composition of Cod Liver, Flesh, Roe and Milt", Lipids, J. Fish. Res. Bd. Can., 24, (3), 613-627.
- Kaya, Y., Duyar, A., H., Erdem, E., M., 2004, "Balık yağ asitlerinin insan sağlığı için önemi", E.Ü., Su Ürünleri Dergisi, Cilt 21, Sayı (3-4), 365-370.
- Kiessling, A., Pickova, J., Johansson, L., Asgård, T., Storebakken, T., Kiessling, H., K., 2001, "Changes in fatty acid composition in muscle and adipose tissue of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age", Food Chemistry 73, 271-284.

- Kolanowski, W., F. Swiderski, S. Berger, 1999, "Possibilities of fish oil application for food products enrichment with omega-3 PUFA", *Int. J. Food Sci. Nut.* 50,39-49.
- Konar, V., Köprücü, K., 2002, "Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum 1792) etindeki yağ asidi miktarlarının araştırılması, *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14 (1), 73-78.
- Kozlova, A., T., Khotimchenko, V., S., 2000, Lipids and fatty acids of two pelagic cottoid fishes (*Comephorus spp.*) endemic to Lake Baikal, *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B* 126, 477-485.
- Lin, Y., Kobs, G.H. and De Vries, A. L., 1974, "Oxygen Consumption and Lipid Content in Red and White Muscle of Antarctic Fishes", *J. Exp. Zool.* 189, 379-385.
- Locke, C.A., Stoll, A.L., 2001, "Omega-3 fatty acids in major depression", *World Rev. Nutr Diet*, 89, 173-185.
- Magali, C., Francoise, C., Henri, P., Anne, P., Marine, P., 1990, "Effects of salmon oil and corn oil on plasma lipid level and hepato-biliary cholesterol metabolism in rats, *Biochimica et Biophysica Acta* 1046:40-45.
- Mahmoud, M., S., B., Kawai, Y., Yamazaki, K., Miyashita, K., Suzuki, T., 2007, "Effect of treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds on the proximate composition, amino acid and fatty acid composition of carp fillets", *Food Chemistry*, 101, 1492–1498.
- Mamalakis, G., Kiriakakis, M., Tsibinos, G., Kafatos, A., 2004, "Depression and adipose polyunsaturated fatty acids in the survivors of the seven countries study population of Crete. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*, 70, 495-501.
- Metin, K., Akpınar, A., M., 2000, "*Cyprinion macrostomus* (HECKEL, 1843)'un gonatlarında total lipid ve yağ asidi miktarının mevsimsel değişimi", *Turk. J. Biol.* 24, 627-634.

- Mnari, A., Bouhlel, I., Chraief, I., Hammami, M., Romdhane, S., M., Cafsi, El, M., Chaouch, A., 2006, Fatty acids in muscles and liver of Tunisian wild and farmed gilthead sea bream, *Sparus aurata*, Food Chemistry.
- Mukhopadhyay, T., Ghosh, S., 2003, “Lipid profile and fatty acid composition in eggs of Common carp (*Cyprinus carpio*)”, Journal of Oleo Science, Vol. 52, No:8, 439-442.
- Mukhopadhyay, T., Nandi, S., Ghosh, S., 2004, “Lipid profile and fatty acid composition in eggs of Indian featherback fish pholui (*Notopterus notepterus* Pallas) in comparison with body tissue lipid,” Journal of Oleo Science, Vol. 53, No:7, 323-328.
- Mute, P., Agren, J., Lindovist, O, Hanninen, O., 1989, “Fatty acid composition of vendace (*Coregonus albula* L.) muscle and its plankton feed”, Comp. Biochem. Physiol. 92B:75-79.
- Newsome, E., G., Leduc, G., 1975, “Seasonal changes of fat content in the Yellow Perch (*Perca flovescens*) of two Laurention Lakes”, J. Fish, Red Bd. Can. 32 (11), 2214-2221.
- Njinkoué, M., J., Barnathan, G., Miralles, J., Gaydou, M., E., Samb, A., 2002, Lipids and fatty acids in muscle, liver and skin of three edible fish from the Senegalese coast: *Sardinella maderensis*, *Sardinella aurita* and *Cephalopholis taeniops*, Comparative Biochemistry and Physiology, Part B 131, 395-402.
- Norrish, A., E., 2000, “Prostate cancer risc and consumption of fish oil, a dietary biomarker based case-control study”, British Journal of Canser, vol. 81, no.7, pp. 1238-1240.
- Özogul, Y., Özogul, F., 2007, “Fatty acid profiles of commercially important fish species from the Mediterranean, Aegean and Black Seas”, Food Chemistry. Food Chemistry 100, 1634–1638.

- Özogul, Y., Özogul, 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*, 103, 217–223.
- Özyurt, G., Duysak, Ö., Akamca, E., Tureli, C., 2006, “Seasonal changes of fatty acids of cuttlefish *Sepia officinalis* L. (Mollusca: Cephalopoda) in the north eastern Mediterranean sea”, *Food Chemistry* 95, 382-385.
- Rady, A.A., 1993, “Environmental temperature shift induced adaptative changes of carp (*Cyprinus carpio* L.) erythrocyte plasma membrane in vivo”, *Comp. Biochem. Physiol.*, 105A, 513-518.
- Rasoarahona, E., R., J., Barnathan, G., Bianchini, P., J., Gaydou, M., E., 2005, “Influence of season on the lipid content and fatty acid profiles of three tilapia species (*Oreochromis niloticus*, *O. macrochir* and *Tilapia rendalli*) from Madagascar”, *Food Chemistry*, 683-694.
- Rudin, D.O., 1981, “The major psychoses and neuroses as omega-3 essential fatty acid deficiency syndrome: substrate pellegra, *Biol Psychiatry*, 16, 837-50.
- Sautin, Yu., 1989, “Regulation of Adaptation Changes in Lipogenesis, Lipolysis and Lipid Transport in Fish”, *USP. Sovrem. Biol.* ; 107 (1), 131-149.
- Schacky, C., 2000, “n-3 fatty acids and the prevention of coronary atherosclerosis”, *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 71, pp. 224-227.
- Shirai, N., Suzuki, H., Toukairin, S., Wadaa, 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* , Part B, 129,185-195.
- Shirai, N., Tereyama, M., Takeda, H., 2002, “Effect of season on the fatty acid composition and free amino acid content of the sardine *Sardinops melanostictus*”, *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part B 131, 387-393.

- Simopoulos, A. P., 1991, "Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development, a review", *American Journal of Clinical Nutrition*, 54, 438–463.
- Stone, J., 1996, "Fish consumption, fish oil, lipids and coronary heart disease", *American Heart Association*, 94:2337-2340.
- Su, K., P., Huang, S.Y., Chiu, C., C., Shen, W., W., 2003, "Omega-3 fatty acids in major depressive disorder. A preliminary double-blind, placebo-controlled trial", *Eur. Neuropsychopharmacol.*, 13, 267-271.
- Suarez, E.C., Krishnan, R.R., Lewis, J.G., 2003, "The relation of severity of depressive symptoms to monocyte-associated proinflammatory cytokines and chemokines in apparently healthy men", *Psychosom Med*, 65, 362-368.
- Sun, T., Xu, Z., Prinyawiwatkul, W., 2006, "FA Composition of the Oil Extracted from Farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) Viscera", *JAACS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 83, 7, ProQuest Science Journals pp. 615.
- Sushchik, N., N., a, Gladyshev, I., M., Kalachova, S., G., 2007 "Seasonal dynamics of fatty acid content of a common food fish from the Yenisei river, Siberian grayling, *Thymallus arcticus*, *Food Chemistry*, (In Pres).
- Şengör, F., G., Özden, Ö., Nuray E., Tüter, M., Aksoy, A., H., 2003, "Fatty Acid Compositions of Flathead Grey Mullet (*Mugil cephalus* L., 1758) Fillet, Raw and Beeswaxed Caviar Oils", *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sci.*, 3: 93-96.
- Takeuchi, T., Kang, S., J., Watanabe, T., 1989, "Effects of environmental salinity on lipid classes in and fatty acid composition in gills of Atlantic salmon", *Nippon Suisan Gakkaishi* 55, 1395-1405.
- Tanscanen, A., 2001, "Fish consumption, depression, and suicidality in a general population", *Archives of General Psychiatry*, vol.58, pp. 512-513.

- Tocher, D.R., Harvie, D., G., 1988, "Fatty acid compositions of the major phosphoglycerides from fish neural tissues; (ω 3) and (ω 6) polyunsaturated fatty acid in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and cod (*Gadus morhua*) brains and retinas., Fish Physiology and Biochemistry, 5, 229-239.
- Tocher, D.R., Sargent, J.R., 1984, "Analyses of lipids and fatty acids in ripe roes of some Notwest European marine fish", Lipids. 19(7), 492-499.
- Wodtke, E., 1981, "Temperature adaptation of biologijal membranes. The effects of acclimation temperature on the unsaturation of the main neutral and charged phospholipids in mitochondrial membranes of the carp (*Cyprinus carpio* L. 1758)", Biochim. Biophys. Acta., 698-709.
- Yehuda, S., Rabinovitz, S., Mostofsky, D.I., 1998, "Modulation of learning and neuronal membrane composition in the rat by essential fatty acid preparation: time course analysis", Neurochem Res, 23:627-634.
- Yılmaz, Ö., Konar, V., Çelik, S., 1996, "Elazığ Hazar Gölü'nde yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın (Siraz) total lipit ve yağ asidi miktarının aylara ve mevsimlere göre değişimi", Tr. J. of Biology, 20, 245-257.
- Yılmaz, M., Gül, A., Saylar, Ö., 2007, "Hirfanlı Baraj Gölü (Kırşehir)'nde yaşayan *Cyprinus carpio* L., 1758'nun büyüme özellikleri", GÜ., Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 27, (1), 37-57.
- Zlatanov, S., Laskaridis, K., 2007, Seasonal variation in the fatty acid composition of three Mediterranean fish—sardine (*Sardina pilchardus*), anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and picarel (*Spicara smaris*)", Food Chemistry, 103 , 725–728.

İnternet Kaynakları

Erişim Tarihi

1- <http://www.aymira.net>

25.02.2007

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	Mehmet KARAÇALI
Doğum Yeri	Çanakkale
Doğum Tarihi	11.02.1982
Medeni Hali	Bekâr
Yabancı Dili	İngilizce
Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)	
Lise	Çanakkale Lisesi (Yabancı Dil Ağırlıklı Lise), 2004
Lisans	Afyon Kocatepe Üniversitesi, 2004
Yüksek Lisans	Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (2004-?).
Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl aralığı	
26.07.2002-01.09.2002	Çanakkale Devlet Hastanesi (Biyokimya-Mikrobiyoloji Laboratuvarı) staj.
Yayınları	
Karamık Gölü'nde Yaşayan <i>Cyprinus carpio</i> (L.1758)'nin Kas Dokusu Yağ Asidi Kompozisyonunun Mevsimsel Değişimi, Adnan Menderes Üniversitesi 18. Ulusal Biyoloji Kongresi, 2006 (Poster).	
Eber Gölü'nde Yaşayan <i>Esox lucius</i> (L. 1758)'un Kas Dokusu Yağ Asidi Kompozisyonunun Mevsimsel Değişimi, Adnan Menderes Üniversitesi 18. Ulusal Biyoloji Kongresi, 2006 (Bildiri).	

EKLER

EK-1: Kas Dokudaki toplam SFA, MUFA ve PUFA'ların Mevsimler Arasındaki Varyasyonların İstatistiksel Hesaplamaları

Toplam SFA oranının mevsimler arasındaki varyasyonu Anova testi ile test edildi ve sonuçlar anlamlı bulundu ($p < 0,05$). Varyanslar homojen olduğundan (Levene testi : $p > 0,05$) ikili karşılaştırmalar için Tukey HSD testi kullanıldı.

	Mevsim	Mevsim	Sig.
Tukey HSD	Sonbahar	Kış	,636
		İlkbahar	,013*
		Yaz	,129
	Kış	Sonbahar	,636
		İlkbahar	,302
		Yaz	,014*
	İlkbahar	Sonbahar	,013*
		Kış	,302
		Yaz	,000*
	Yaz	Sonbahar	,129
		Kış	,014*
		İlkbahar	,000*

* %5 önem seviyesinde anlamlı

Toplam MUFA oranının mevsimler arasındaki varyasyonu Anova testi ile test edilmiş ve sonuçlar anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Varyanslar homojen olmadığından (Levene testi: $p < 0,05$) ikili karşılaştırmalar için Tamhane testi kullanıldı.

	Mevsim	Mevsim	Sig.
Tamhane	Sonbahar	Kış	,000*
		İlkbahar	,995
		Yaz	,001*
	Kış	Sonbahar	,000*
		İlkbahar	,000*
		Yaz	,994
	İlkbahar	Sonbahar	,995
		Kış	,000*
		Yaz	,001*
	Yaz	Sonbahar	,001*
		Kış	,994
		İlkbahar	,001*

Toplam PUFA oranının mevsimler arasındaki varyasyonu Anova testi ile test edildi ve sonuçlar anlamlı bulundu ($p < 0,05$). Varyanslar homojen olduğundan (Levenen testi : $p > 0,05$) ikili karşılaştırmalar için Tukey HSD testi kullanıldı.

	Mevsim	Mevsim	Sig.
Tukey HSD	Sonbahar	Kış	,101
		İlkbahar	,002*
		Yaz	,000*
	Kış	Sonbahar	,101
		İlkbahar	,000*
		Yaz	,000*
	İlkbahar	Sonbahar	,002*
		Kış	,000*
		Yaz	,000*
	Yaz	Sonbahar	,000*
		Kış	,000*
		İlkbahar	,000*

EK-2: Karaciğerdeki Toplam SFA, MUFA ve PUFA'ların Mevsimler Arasındaki Varyasyonların İstatistiksel Hesaplamaları

Toplam SFA oranının mevsimler arasındaki varyasyonu Anova testi ile test edildi ve sonuçlar anlamlı bulundu ($p < 0,05$). Varyanslar homojen olmadığından (Levene testi: $p < 0,05$) ikili karşılaştırmalar için Tamhane testi kullanıldı.

	Mevsim	Mevsim	Sig.
Tukey HSD	Sonbahar	Kış	,001*
		İlkbahar	,471
		Yaz	,181
	Kış	Sonbahar	,001*
		İlkbahar	,000*
		Yaz	,000*
	İlkbahar	Sonbahar	,471
		Kış	,000*
		Yaz	,001*
	Yaz	Sonbahar	,181
		Kış	,000*
		İlkbahar	,001*

Toplam MUFA oranının mevsimler arasındaki varyasyonu Anova testi ile test edildi ve sonuçlar anlamlı bulundu ($p < 0,05$). Varyanslar homojen olduğundan (Levene testi: $p > 0,05$) ikili karşılaştırmalar için Tukey HSD testi kullanıldı.

	Mevsim	Mevsim	Sig.
Tukey HSD	Sonbahar	Kış	,000*
		İlkbahar	,000*
		Yaz	,798
	Kış	Sonbahar	,000*
		İlkbahar	,029*
		Yaz	,000*
	İlkbahar	Sonbahar	,000*
		Kış	,029*
		Yaz	,000*
	Yaz	Sonbahar	,798
		Kış	,000*
		İlkbahar	,000*

Toplam PUFA oranının mevsimler arasındaki varyasyonu Anova testi ile test edildi ve sonuçlar anlamlı bulundu ($p<0,05$). Varyanslar homojen olmadığından (Levene testi: $p<0,05$) ikili karşılaştırmalar için Tamhane testi kullanıldı.

	Mevsim	Mevsim	Sig.
Tamhane	Sonbahar	Kış	,000*
		İlkbahar	,000*
		Yaz	1,000
	Kış	Sonbahar	,000*
		İlkbahar	,040*
		Yaz	,000*
	İlkbahar	Sonbahar	,000*
		Kış	,040*
		Yaz	,000*
	Yaz	Sonbahar	1,000
		Kış	,000*
		İlkbahar	,000*

EK-3: Ovaryumdaki toplam SFA, MUFA ve PUFA'ların Arasındaki Mevsimsel Varyasyonların İstatistiksel Hesaplamaları

Toplam SFA oranının mevsimler arasındaki varyasyonu Anova testi ile test edildi ve sonuçlar anlamlı bulunamadı ($p>0,05$). Varyanslar homojen olduğundan (Levene testi: $p>0,05$) ikili karşılaştırmalar için Tukey HSD testi kullanıldı.

	Mevsim	Mevsim	Sig.
Tukey HSD	Sonbahar	Kış	,230
		İlkbahar	1,000
		Yaz	,162
	Kış	Sonbahar	,230
		İlkbahar	,134
		Yaz	,987
	İlkbahar	Sonbahar	1,000
		Kış	,134
		Yaz	,092
	Yaz	Sonbahar	,162
		Kış	,987
		İlkbahar	,092

Toplam MUFA oranının mevsimler arasındaki varyasyonu Anova testi ile test edildi ve sonuçlar anlamlı bulundu ($p < 0,05$). Varyanslar homojen olduğundan (Levene testi: $p > 0,05$) ikili karşılaştırmalar için Tukey HSD testi kullanıldı.

	Mevsim	Mevsim	Sig.
Tukey HSD	Sonbahar	Kış	,000*
		İlkbahar	,004*
		Yaz	,860
	Kış	Sonbahar	,000*
		İlkbahar	,020*
		Yaz	,000*
	İlkbahar	Sonbahar	,004*
		Kış	,020*
		Yaz	,001*
	Yaz	Sonbahar	,860
		Kış	,000*
		İlkbahar	,001*

Toplam PUFA oranının mevsimler arasındaki varyasyonu Anova testi ile test edildi ve sonuçlar anlamlı bulundu ($p>0,05$). Varyanslar homojen olduğundan (Levene testi: $p>0,05$) ikili karşılaştırmalar için Tukey HSD testi kullanıldı.

	Mevsim	Mevsim	Sig.
Tukey HSD	Sonbahar	Kış	,000*
		İlkbahar	,001*
		Yaz	1,000
	Kış	Sonbahar	,000*
		İlkbahar	,064
		Yaz	,000*
	İlkbahar	Sonbahar	,001*
		Kış	,064
		Yaz	,001*
	Yaz	Sonbahar	1,000
		Kış	,000*
		İlkbahar	,001*

EK-4: Dokular Arasındaki SFA Oranlarının Mevsimsel Varyasyonunun İstatistiksel Olarak Hesaplanması

Dokular arasındaki SFA oranının mevsimsel varyasyonu Anova testi ile test edildi ve sonuçlar anlamlı bulundu ($p < 0,05$). Kış, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde varyanslar homojen olduğundan (Levene testi: $p > 0,05$) ikili karşılaştırmalar için Tukey HSD testi kullanıldı. Yaz mevsiminde ise varyanslar homojen olmadığından (Levene testi: $p < 0,05$) ikili karşılaştırmalar için Tamhane testi kullanıldı.

Mevsim	Asit		Dokular	Dokular	Sig.
Sonbahar	SFA	Tukey HSD	Kas	Karaciğer	,001*
				Ovaryum	,949
			Karaciğer	Kas	,001*
				Ovaryum	,013*
			Ovaryum	Kas	,949
				Karaciğer	,013*

Mevsim	Asit		Dokular	Dokular	Sig.
Kış	SFA	Tukey HSD	Kas	Karaciğer	,000*
				Ovaryum	,363*
			Karaciğer	Kas	,000*
				Ovaryum	,000*
			Ovaryum	Kas	,363
				Karaciğer	,000*

Mevsim	Asit		Dokular	Dokular	Sig.
İlkbahar	SFA	Tukey HSD	Kas	Karaciğer	,000*
				Ovaryum	,010*
			Karaciğer	Kas	,000*
				Ovaryum	,000*
			Ovaryum	Kas	,010*
				Karaciğer	,000*

Mevsim	Asit		Dokular	Dokular	Sig.
Kış	SFA	Tukey HSD	Kas	Karaciğer	,001*
				Ovaryum	,002*
			Karaciğer	Kas	,001*
				Ovaryum	,967
			Ovaryum	Kas	,002*
				Karaciğer	,967

Dokular arasındaki MUFA oranının mevsimsel varyasyonu Anova testi ile test edildi ve sonuçlar anlamlı bulundu ($p < 0,05$). Kış, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde varyanslar homojen olduğundan (Levene testi: $p > 0,05$) ikili karşılaştırmalar için Tukey HSD testi kullanıldı. Yaz mevsiminde ise varyanslar homojen olmadığından (Levene testi: $p < 0,05$) ikili karşılaştırmalar için Tamhane testi kullanıldı.

Mevsim	Asit		Dokular	Dokular	Sig.
Sonbahar	MUFA	Tukey HSD	Kas	Karaciğer	,000*
				Ovaryum	,363
			Karaciğer	Kas	,000*
				Ovaryum	,000*
			Ovaryum	Kas	,363
				Karaciğer	,000*

Mevsim	Asit		Dokular	Dokular	Sig.
Kış	MUFA	Tukey HSD	Kas	Karaciğer	,000*
				Ovaryum	,000*
			Karaciğer	Kas	,000*
				Ovaryum	,000*
			Ovaryum	Kas	,000*
				Karaciğer	,000*

Mevsim	Asit		Dokular	Dokular	Sig.
İlkbahar	MUFA	Tukey HSD	Kas	Karaciğer	,006*
				Ovaryum	,000*
			Karaciğer	Kas	,006*
				Ovaryum	,000*
			Ovaryum	Kas	,000*
				Karaciğer	,000*

Mevsim	Asit		Dokular	Dokular	Sig.
Yaz	MUFA	Tamhane	Kas	Karaciðer	,000*
				Ovaryum	,000*
			Karaciðer	Kas	,000*
				Ovaryum	,063
			Ovaryum	Kas	,000*
				Karaciðer	,063

Dokular arasındaki PUFA oranının mevsimsel varyasyonu Anova testi ile test edildi ve sonuçlar anlamlı bulundu ($p < 0,05$). Kış, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde varyanslar homojen olduğundan (Levene testi: $p > 0,05$) ikili karşılaştırmalar için Tukey HSD testi kullanıldı. Yaz mevsiminde ise varyanslar homojen olmadığından (Levene testi: $p < 0,05$) ikili karşılaştırmalar için Tamhane testi kullanıldı.

Mevsim	Asit		Dokular	Dokular	Sig.
Sonbahar	PUFA	Tukey HSD	Kas	Karaciðer	,000*
				Ovaryum	,000*
			Karaciðer	Kas	,000*
				Ovaryum	,000*
			Ovaryum	Kas	,000*
				Karaciðer	,000*

Mevsim	Asit		Dokular	Dokular	Sig.
Kış	PUFA	Tukey HSD	Kas	Karaciðer	,000*
				Ovaryum	,000*
			Karaciðer	Kas	,000*
				Ovaryum	,061
			Ovaryum	Kas	,000*
				Karaciðer	,061

Mevsim	Asit		Dokular	Dokular	Sig.
İlkbahar	PUFA	Tukey HSD	Kas	Karaciðer	,002*
				Ovaryum	,000*
			Karaciðer	Kas	,002*
				Ovaryum	,000*
			Ovaryum	Kas	,000*
				Karaciðer	,000*

Mevsim	Asit		Dokular	Dokular	Sig.
Yaz	PUFA	Tamhane	Kas	Karaciðer	,367
				Ovaryum	,001*
			Karaciðer	Kas	,367
				Ovaryum	,000*
			Ovaryum	Kas	,001*
				Karaciðer	,000*