T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BEYŞEHİR GÖLÜ'NDEKİ *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)'NUN TOTAL YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİNİN BELİRLENMESİ

BÜNYAMİN KIZTANIR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Konya, 2006

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BEYŞEHİR GÖLÜ'NDEKİ *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)' NUN TOTAL YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİNİN BELİRLENMESİ

BÜNYAMİN KIZTANIR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Bu tez 30.03.2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile kabul edilmiştir.

.....

Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK
(Danışman)

.....
Yrd.Doç.Dr. M.Ali KAYA
(Üye)

.....
Yrd.Doç.Dr. Leyla KALYONCU
(Üye)

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BEYŞEHİR GÖLÜ'NDEKİ, *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)'NUN TOTAL YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİNİN BELİRLENMESİ

BÜNYAMİN KIZTANIR

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK

2006, 52 Sayfa

Jüri: Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK

Yrd.Doç.Dr. M.Ali KAYA

Yrd Doç.Dr. Leyla KALYONCU

Bu çalışmada, Türkiye'nin en büyük tatlı su gölü olan Beyşehir Gölü'nde bulunan, *Cyprinus carpio* L.'nun total yağ asidi bileşimi ve onun mevsimsel değişimi gaz kromatografik metotla araştırılmıştır. *Cyprinus carpio* L.'nun bileşiminde toplam 35 farklı yağ asidi belirlenmiştir *Cyprinus carpio* L.'nun total yağ asidi bileşimi mevsimsel sıcaklık değişimlerinden etkilenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Cyprinus carpio* L., yağ asidi bileşimi, tatlı su balığı

ABSTRACT

MS Thesis

DETERMINATION OF THE SEASONAL CHANGES ON TOTAL FATTY ACID COMPOSITION OF *Cyprinus carpio* L.'(Osteichthyes: Cyprinidae**) IN BEYSEHIR LAKE**

BÜNYAMİN KIZTANIR

Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Prof.Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK

2006, 52 Pages

Jury: Prof.Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK
Asist. Prof.Dr. M.Ali KAYA
Asist. Prof.Dr. Leyla KALYONCU

In this study, total fatty acid compositions and its seasonal variations of *Cyprinus carpio* L in Beysehir Lake which is the biggest freshwater lake in Turkey, were investigated by gas chromatographic method. Total 35 different fatty acids were determinated in the compositions of *Cyprinus carpio* L.Total fatty acid compositions of *Cyprinus carpio* L were effected by variations of seasonal temperature.

Key Words: *Cyprinus carpio* L, fatty acid composition, freshwater fish

ÖNSÖZ

Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü araştırma laboratuarlarında yürütülmüş olan bu tez çalışmasında, Türkiye'nin en büyük tatlı su gölü olan Beyşehir Gölü'nde yetişen ve ekonomik değeri yüksek bir balık olan sazan (*Cyprinus carpio* L.)' nın yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişimi araştırılmıştır.

Bana bu çalışma konusunu veren ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK'e, numunelerin homojenizasyon ve ekstraksiyonunda yardımcı olan Arş. Gör. Gökalp Özmen GÜLER'e ve Yavuz Selim ÇAKMAK'a ve numunelerin metilleştirilmesinde katkıları bulunan Arş. Gör. Özcan Barış ÇİTİL'e içtenlikle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ……...1

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI…….....4

2.1. *Cyprinus carpio* L. (Sazan)'nun Biyolojisi…….……...…….4

2.2. Balıkların Yağ Asidi Bileşimi…….....6

2.3. Balıkların Yağ Asidi Bileşimine Etki Eden Faktörler…….9

2.4. Balık Yağının İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri……..14

3. MATERYAL METOT……..…18

3. 1. Numunelerin Elde Edilmesi…….18

3. 2. Numunelerin Ekstraksiyonu ve Metilleştirilmesi....……..18

3. 3. Numunelerin Gaz Kromatografi Cihazına Enjekte Edilmesi……..…..20

4. SONUÇLAR……...…21

4.1. İlkbahar Mevsiminde *Cyprinus carpio*'nun Total Yağ Asidi Bileşimi……..24

4.2. Yaz Mevsiminde *Cyprinus carpio*'nun Total Yağ Asidi Bileşimi……...27

4.3. Sonbahar Mevsiminde *Cyprinus carpio*'nun Total Yağ Asidi Bileşimi…….30

4.4. Kış Mevsiminde *Cyprinus carpio'nun* Total Yağ Asidi Bileşimi……...…33

5. TARTIŞMA……...……36

6. KAYNAKLAR……..…40

1. GİRİŞ

Doymuş yağ asitlerinin fazlalığı ile karakterize hayvansal yağların aksine, balık yağı sağlıklı bir yağdır. Hatta sağlığı koruma ve iyileştirmedeki rolü, diğer sağlıklı yağlara göre daha üst seviyelerdedir. Balık yağının bu özelliği, doymamış ve aşırı doymamış yağ asitlerini yüksek oranda ihtiva etmesinden kaynaklanır. Özellikle C 20:5, EPA (Eikosapentaenoik asit) ve C 22:6 DHA (Dokosahekzaenoik asit) gibi hem karbon zinciri uzun, hem de doymamışlığı yüksek olan yağ asitlerini ihtiva etmesi balık yağının sağlıklı yağ özelliği kazanmasında önemli rol oynar. Balık yağının bileşiminde yer alan karbon sayısı ve doymamışlığı yüksek olan bu aşırı doymamış yağ asitleri hücre zarlarının yapısında yer alarak hücre zarlarının akışkanlığı ve dolayısı ile geçirgenliğinde rol oynarlar (Steffens, 1997). Yine balıkların bileşiminde bulunan C 22:6 DHA, hücre membranının fonksiyonel bütünlüğü ve temel yapısal özelliklerin devamı için gereklidir (Gunasekera ve ark., 1999). Bunlara ilaveten membranlarda yer alan bu aşırı doymamış yağ asitleri membrandaki enzim aktivitesini de etkiler (Duddley ve ark., 1994).

Hayvan yağları katı olma eğiliminde iken ve yüksek oranda doymuş yağ asidi içerirken, balık yağları sıvı yağ olma eğiliminde ve doymamış yağ asit esterleri bakımından zengin oldukları için balık eti yağ asitlerinin insan sağlığı için çok değerli oldukları bilinmektedir. Balık yağları uzun zincirli n-3 PUFA özellikle EPA ve DHA bakımından zengindir. Bu yağ asitleri insan beslenmesinde, hastalıkların önlenmesinde ve sağlığın korunmasında önemli bir rol oynamaktadır. Uzun zincirli n-3 PUFA insanlar tarafından sentezlenemez ve mutlaka diet ile beraber alınması gereklidir. n-3 PUFA içeren balık yağı tüketimi koroner kalp hastalıkları riskini azaltmakta, hipertansiyonu düşürmekte, kardiak aritmi ve ani ölümleri engellemekte, diabet insidansını düşürmekte, romatoid artrit semptomlarını azaltmaktadır. Bunların yanı sıra n-3 PUFA'nın gelişim ve sinir sistemi (beyin) ve üreme sistemi fonksiyonlarındaki önemli rolü de bilinmektedir (Dyerberg, 1986; Alasalvar, ve ark., 2002; Skonberg ve Perkins, 2002; Tapiero ve ark., 2002; Sidhu, 2003).

Balık vücudunun en önemli biyokimyasal bileşikleri lipidlerdir (El Sayed ve ark., 1984). Diet ile alınan yüksek lipid seviyesi balığın gelişim faliyetini engelleyebilirsede balıklar etkili bir enerji kaynağı olarak lipidleri kullanabilirler (Chou ve ark., 1996). Memeliler lipidleri adipoz dokuda depo ederken, balıklar lipidleri, daha çok iskelet kası ve karaciğer dokusunda depo ederler. Balıklar lipidleri

depo etmelerine göre yağlı veya yağsız balıklar olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Depolanan lipidler açlık, soğuk, hareket, üreme, büyüme ve uyku hali gibi çeşitli fizyolojik olaylarda kullanılmak üzere vücudun değişik yerlerine nakledilirler (Ackman, 1967). Balıklardaki lipit ve yağ asidi bileşimi, türlere, eşeye, yaşa, yılın mevsim ve aylarına, beslenme ortamına, su sıcaklığına ve kirliliğine ve besine göre değişiklik göstermektedir (Farkas ve Csengeri, 1976; Dutta ve ark., 1985; Linko ve ark., 1985; Nakanishi ve ark., 1987; Ringo ve Nilsen, 1987; Christiansen ve ark., 1989).

Yağlar kalorik fonksiyonlarının yanında, vücut yapısının gelişmesi için gerekli ve dışarıdan alınması zorunlu olan yağ asitlerini de içerirler. Bazı yağlar vücutta sentezlenemeyen linoleik, linolenik ve arakidonik gibi esansiyel yağ asitleri bulunan gliseritleri de içerdiğinden, beslenme açısından değerleri daha yüksektir. Bu yağ asitlerinin vücuda dışarıdan alınması zorunludur ve memelilerin beslenmesi için esansiyel olduğu bilinen yağ asitleridir (Chapman ve ark., 2000; Murray ve ark., 1996). Bu nedenle besinlerle sağlanmaları gerekmektedir. Aksi halde vücut fonksiyonlarında bozukluklara hatta ölüme bile sebep olabilen aksaklıklara yol açabilirler (Dönmez ve Tatar, 2001). Linolenik asidin sentez edilememesi nedeni ile mutlaka diyetle hazır şekilde alınması zorunlu ise de birçok memelide arakidonik asit linoleik asitten yapılabilir. Bu yüzden genellikle linoleik ve linolenik asitler için esansiyel yağ asitleri terimi kullanılmaktadır (Murray ve ark., 1996).

Aşırı doymamış yağ asitleri insanlarda da olduğu gibi balıklar tarafındanda sentezlenemezler. Ancak balık türlerinin en önemli özelliği C 18:3n-3 ve C 18:2n-6 gibi yağ asitlerini fizyolojik öneme sahip daha uzun ve daha doymamış yağ asitleri olan eikosapentaeonik asit (20:5n-3 EPA), dokosahekzaenoik asit (22:6n-3 DHA), ve arakidonik asit (20:4n-6)'e çevirebilmeleridir (Henderson ve Tocher, 1987) ki bunlar hücre zarlarının fosfolipid yapısının önemli bileşenleridir (Bell ve ark., 1997b). Yani, balıklar biyosentez yoluyla veya besinsel kaynaklardan elde ettikleri yağ asitlerini tamamen doymuş veya uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitlerine dönüştürebilmektedirler (Kluytmans ve Zandee, 1973a; Kluytmans ve Zandee, 1973b; Farkas ve Csengeri, 1976; Hayashi ve Takagi, 1976, 1977; Farkas ve ark., 1977; Farkas ve ark., 1978). Bu yağ asitleri de fosfolipid veya trigliserid olarak depo edilirler ve balıkların bu dönüşüm olaylarını yapabilme yetenekleri, anabolik kapasitelerine ve günlük besinlerinden fizyolojik ihtiyaçlarına göre doymamış yağ asitlerini sentezleme yetenekleri ile yakından ilgilidir (Sinnhuber, 1969).

Bu çalışmada, Türkiye'nin en büyük tatlı su gölü olan Beyşehir Gölü'nde yaşayan, ekonomik değeri olan ve yöre halkının bol olarak tükettiği *Cyprinus carpio* L. (sazan)'nun total yağ asidi bileşimi ve yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişimi incelenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. *Cyprinus carpio* L. (Sazan)'nun Biyolojisi

Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758), sazangiller (*Cyprinidae*) familyasına adını veren ve dünyada bilinen en yaygın tatlı su balık türlerinden biridir (Erdem, 1982). Türkiye iç sularında da geniş bir yayılış alanına sahip olan sazan (Geldiay ve Balık., 1988), sevilerek tüketilen bir balık olması nedeniyle Türkiye iç su balık üretiminde ilk sırayı almaktadır.

Sazan balığı kemikli bir balıktır. Asıl memleketi güney-doğu Asya ve Çin'dir (Atay, 1990). Buradan tüm Asya ve Avrupa'ya yayılmıştır. Ülkemizde geniş bir yayılım gösterir. Göller bölgesi, Marmara, Akdeniz, Doğu Anadolu ve Karadeniz bölgesinin göllerinde doğal olarak bulunur.

Vücut uzun ve yanlardan biraz basıktır, genellikle büyük pullarla örtülüdür. Ağız vücuda nisbetle küçüktür, vücudun alt tarafında, körüklüdür ve uç durumdadır. Dişleri yoktur, diş yerine alt çenede pürüzlü bir şerit vardır. Dudakları kalın etli ve dışa doğru çıkıntılıdır, hortum şeklini almıştır. Ağızda ikisi uzun 4 adet bıyık bulunur. Sırt yüzgeci gayet uzundur, kuyruk yüzgecine çok yaklaşır, anüs yüzgeci kısadır. Yüzgeçler yumşak, ön tarafında kuvvetli dikenler bulunur. Göğüs yüzgeçleri karın altına doğrudur. Yüzme kesesi bir kanalla yemek borusuna bağlıdır. Bir bölümü kemikleşmiş olan ilk omurlar, kulakları yüzme kesesine bağlayan "Weber aygıtı" meydana getirirler. Bu tip aygıta sahip balıklar arasında (kemik destekli keseliler) çene dişi bulunmayıp, yutak dişi bulunan balıklar sadece bunlardır. Kuyruk yüzgeci iki çatallı olup loplarının ucu hafif yuvarlaktır. Yutak dişileri gayet iyi gelişmiş olup üç sıralıdır. Yüzgeç formülleri DIII-IV, 17-21, A III 5 dir. Yan çizgi 35-38 pulludur.

Renk kahverengi-sarıdan, kahverengi yeşile kadar değişir. Yan tarafları açık sarı, karın gri-kirli beyazdır. Yüzgeçleri gri kırmızımtırak renktedir. Büyüklükleri yaşadıkları suya göre değişir, ortalama 40 cm, 1m uzunluk ve 25 kg ağırlık kazanabilirler.

Sazan kendi cinsinin tek türüdür (*Cyprinus carpio*). Bazı sazan çeşitleri pulludur, bazıları tüm pulsuzdur (deri sazanı) bazılarında ise az sayıda büyük pullar bulunur (aynalı sazan).Üst çenede duyu organı görevi yapan iki bıyık vardır. Bu bıyıklarla dipleri araştırır, bulduğu bitki köklerini solucanları, tohum ve larvaları

yerler. 3-4 yaşlarında eşeysel olgunluğa erişirler. Nisandan hazirana kadar yumurtalarını bitkilerin olduğu yerlere bırakırlar (Grzimek, 1973).

Sazan bir ılık su balığıdır, o nedenle ılık suları sever. Kış döneminde derin yerlerde dinlenmeye çekilir, pek az veya hiç besin almaz. Bilhassa zemini çamurlu ve vejatasyonu bol yerleri tercih ederler. Sazan dipten beslenen omnivor bir balıktır. Besinlerini bentik su hayvanları, planktonlar ve bitkisel artıklarla bitki parçaları oluşturur. Kültürü yapılan sazanlara bitkisel orjinli ve karma yemler verilir. Sazan zeminde bulunan küçük su canlılarını çamurla birlikte alır sonra çamuru geri atar, bu nedenle zeminde çamur içinde karakteristik oyuklar açtığı gözlenir. Çok büyük sazanların bazı küçük balıklarıda yedikleri görülmüştür. Beslenme kalite ve miktarı bakımından sazan toleranslı bir balıktır.

Üreme zamanı su sıcaklığına bağlı olarak Mayıs-Temmuz arasındadır. Yumurta bırakımı sakin, sığ, bol vejetasyonlu kıyı bölgelerinde sıcaklığın 18-20˚C'ye ulaşması ile başlar. Üreme için bu sıcaklık derecesine ihtiyaç olduğu için kuzey bölgelerinde sazanlar nadiren ürerler veya hiç üremezler, bu nedenle sazanın yayılmasında en önemli faktör su sıcaklığdır. Yumurta bir hafta içinde bırakılır. Yumurta sayısı beher kg vücut ağırlığı için 200.000- 300.000 arasındadır. Yumurta şeffaf ve yapışkandır. Çapları 1mm olup su alıp şişerek 1,6mm ye ulaşırlar. Bırakılan yumurtalar su içerisindeki bitkilerin üzerine yapışır. Yumurtalar 3-5 günde açılır. Yumurtadan çıkan larvalar 5 mm kadardır, 1-3 gün çıkış sonrası sakin dönemde tutunma organları ile su bitkilerine tutunurlar. Bu süreyi takiben larvalar su yüzeyine çıkarak yüzme keselerini hava ile doldururlar ve yüzme kabiliyeti kazanırlar, besin aramaya başlarlar. Sazan yavruları ilk olarak bitkisel veya hayvansal planktonlar ile beslenirler (Algler, rodofitler, küçük crustacea'lar) 18 mm ye ulaştıklarında küçük bentik hayvanlarla beslenmeye başlarlar. Büyümeleri bulundukları suyun karakteri (Sıcaklık vs.) ile besin arzına sıkı sıkıya bağlıdır. Doğadaki sazanlar genellikle yavaş büyür, havuzlarda kültürü yapılan sazanlar üçüncü yaz sonunda 25-35 cm uzunluk ve su sıcaklığına bağlı olarak 1,5-2 kg ağırlık kazanırlar. Erkekler genellikle 3. yaşın sonunda dişiler 3-4. yaşlarında cinsi olgunluğa erişirler (Atay, 1990).

Eşeysel olgunluğa erişimiş balıkların, üreme peryodunda lipidlere olan gereksinimleri fazladır (Medford, ve ark, 1978, Akpınar., 1985). Bu peryotta kullanılan enerjiyi daha çok kas dokusundaki lipidlerden sağlamaktadır (Vlaming ve ark, 1978). Cyprinus carpio L. Protein değeri düşük besinlerle beslendiğinden kalori oranı yüksek olan lipidleri depo etme eğilimi gösterirler (Viola, ve Amidan, 1978).

Türkiye de *Cyprinus carpio'*nun biyolojisi ile ilgili pek çok araştırma yapılmıştır (Tanyolaç,1979; Erdem, 1980; Atalay, 1985; İkiz, 1986; Cengizler ve Erdem, 1988; Demirkalp, 1992; Yılmaz, 1994; Yılmaz, 1997; Elmas, 1999).

2.2. Balıkların Yağ Asidi Bileşimi

Balıkların yağ asidi bileşiminin araştırılması ile ilgili ülkemizde pek çok çalışma yapılmıştır (Kara, 2001; Akpınar ve Konar, 2002; Konar ve Köprücü 2002; Aras ve ark., 2003; Uysal ve Aksoylar, 2003; Uysal ve Aksoylar, 2005).

Değişik ülkelerde ve değişik balık türleri ile yapılan çalışmalarda yağ asidi bileşimlerinde en yüksek yüzdeye doymamış yağ asitlerinin sahip olduğu (%17-53), bunu doymuş (%15-43) ve aşırı doymamış yağ asitlerinin (%12-25) izlediği belirlenmiştir (Lima ve ark., 1994; Rahman ve ark., 1995).

Capoeta capoeta umbla üzerinde yapılan bir çalışmada yağ asidi miktarının sonbahar ve kış mevsiminde diğer mevsimlere göre yüksek bulunduğunu belirtilmiştir. (Yılmaz ve ark. 1996).

Yağ asitleri ile ilgili olarak Akpınar (1987), *Cyprinus carpio* L.'nun dişi ve erkek bireylerinin mevsimsel değişimini incelediği çalışmasında, üreme peryodunda uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitlerinin hem dişi hem de erkek sazanlarda önemli ölçüde azaldıklarını ve üreme peryodundan sonra kış aylarına doğru arttıklarını belirtmiştir. Aynı araştırıcı *C. carpio*'nun kas dokusundaki temel yağ asitlerinin önemli bir değişime uğramadıkları fakat üreme peryodunda önemsiz de olsa azaldıklarını bildirmiştir.

Kara (2001), yaptığı araştırmada *Chondrostoma regium*'un erkek ve dişi bireylerinin incelenen kas dokusunda C 16:0, palmitik asit, C 18:1, oleik asit, C 20:2, eikosadienoik asit ve C 22:6, dokosahekzaenoik asitin en fazla bulunan yağ asitleri olduğunu bildirmiştir. Gerek üreme dönemi öncesinde gerekse üreme dönemi sonrasında C 16:0, palmitik asit miktarı doymuş yağ asitleri içerisinde en fazla olarak bulunmuştur. C 16:0, palmitik asidin balık yağları içerisinde en fazla olarak bulunmasının sebebi balıkların metabolizmasında anahtar rol oynamasından kaynaklanmaktadır (Ackman ve Eaton, 1976).

Akpınar (1981), sazan (*Cyprinus carpio*) balıklarının kas ve karaciğer total lipid ve total yağ asidi oranının mevsimsel değişiminin eşeyler arası farklı olmadığını ve

birbirine uygun olarak değişim gösterdiğini bildirmiştir. Kas dokusunda total lipide göre total yağ asidi oranının erkeklerde %34.93-63.23; dişilerde %39.82-58.45 arasında değişim gösterdiği ve her iki eşeyde de ağustos ayında en yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir. Karaciğerde ise total lipide göre total yağ asidi oranının erkeklerde %18.4-35.69; dişilerde %39.82-58.45 arasında değişim gösterdiği ve her iki eşeyde de ağustos ayında en yüksek değere ulaştığı bildirilmiştir. Yılmaz ve ark (1996), Hazar gölünde yaşayan *Capoeta capoeta umbla*'nın total lipid ve yağ asidi miktarının aylara ve mevsimlere göre değişimini incelemiş ve total lipid ve yağ asidi miktarının, aylar arasında değişik varyasyonlar gösterdiğini tespit etmiştir.

Biçer (2004), Konya'da satılan kefal (*Mugil cephalus*), alabalık (*Salmo trutto*), sazan (*Cyprinus carpio*), levrek (*Morone Labrax*), çipura (*Saparus auratus*), hamsi (*Engraulis encrasicholus*), uskumru (*Scomber scomber*), barbunya (*Mullus barbatus*), tekir (*Mullus barbatus*), dil (*Solea solea*), zargana (*Belone euxini*), istavrit (*Trachurus trachurus*), sardalya (*Sardina pilchardus*), mezgit (*Gadus euxinus*), çinakop (*Pomatomus saltatrix*) balıkların yağ asidi bileşimlerini incelediği çalışmasında; balıkların, %37.93 doymuş yağ asidi, %33.07 tek çift bağlı doymamış yağ asidi, %29.00 çok çift bağlı doymamış yağ asidi içerdiklerini belirtmiştir. Ayrıca sazan (*Cyprinus carpio*) türünde yağ asidi bileşimde en yüksek yüzdenin %23.73 ile (C 18:1) oleik asit, bunu %16.96 ile (16:0) palmitik asit ve %16.86 ile (C 18:2) linoleik asit izlemekte olduğunu tespit etmiştir.

Balık, kabuklu deniz ürünü ve yumuşakça üzerinde yapılan çalışma neticesinde en fazla bulunan yağ asitlerini; C 14:0, miristik asit, C 14:1, miristoleik asit, C15:0, pentadekanoik asit, C16:0, palmitik asit, C16:1n-7, palmitoleik asit, C18:0, stearik asit, C18:1n-9, oleik asit, C18:2n-6, linoleik asit, C18:3n-3, linolenik asit, C20:0, arakidik asit, C20:1n-9, eikosanoik asit, C20:4n-6, arakidonik asit, C22:5n-3, dokosapentadekanoik asit ve C22:6n-3 DHA olarak bulmuştur. Yapılan bu çalışmada türler arasında n-3 PUFA varyasyonuna dikkat çekilmiş ve en yüksek mezgitte (%47.6) ve pisibalığında (%44.00) en düşük ise kılıçbalığı (%16.28) ve yılan balığında (%8.88) bulunmuştur. Soriguer ve ark. (1997)'nın çalışmasında, doymuş yağ asitleri ve n-6 yağ asitleri farklı mevsimlerde ve türler arasında çok az değişiklik göstermiştir. n-3 ve n-9 ise önemli derecede değişmiştir. Örneğin, *Diplodus sargus*'un n-3 oranı kışın %15.6 iken yazın %36 ve n-9 oranı da ilkbaharda %15.21 iken kışın %35 bulunmuştur. Aynı çalışmada çalışılan 35 türden 11'inde aşırı doymamış/doymuş yağ asidi oranı 1'den küçük çıkmıştır (Soriguer ve ark. 1997).

Serot ve ark. (1998), kalkan balıkları ile yapmış oldukları çalışmada kas dokusundaki ana yağ asitlerinin palmitik asit, oleik asit ve DHA olduğunu bulmuşlardır. Bu üç yağ asidi total yağ asitlerinin %63-65, nötral lipidlerin %44-55 ve fosfolipidlerin de %64-68'ini oluşturmaktadır.

Tocher ve ark. (2002), *Danio rerio* (zebra balığı) ile yaptıkları çalışmada, balık yağı ile beslenen balıkta, triaçilgliserol ve total nötral lipidlerin, bitkisel yağ ile beslenen balıktan önemli ölçüde daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. Balık yağı ile beslenen *Danio rerio*'nun bütün vücudunda C 20:5 n-3 ve C 22:6 n-3 oranlarının artması yüzünden total n-3 PUFA oranı ve total PUFA oranı yüksek çıkarken, bitkisel yağ ile beslenenlerde C 18:3 n-3, C 20:4 n-6 ve total n-6 PUFA oranları yüksek bulunmuştur. Balık yağı ve bitkisel yağ ile beslenen balıklarda doymuş yağ asitleri bakımından önemli bir fark bulunamamıştır. Yine balık yağı ile beslenen *Danio rerio*'larda C 20:1 ve C 22:1 oranı bitkisel yağ ile beslenenlerden yüksek iken C 18:1 n-9 oranının düşüklüğü yüzünden total MUFA'ların oranı daha düşük çıkmıştır. Balıkların yağ asidi bileşimlerinin karakterisitik EPA ve DHA gibi aşırı doymamış yağ asitlerinin yüzdeleri özellikle karnivor beslenen türler ve alg ile yüksek bitkilerle beslenen herbivor türler için daha yüksek iken, omnivor türlerde nispeten daha ılımlı seviyelerdedir (Roy ve ark., 1999).

Xu ve ark. (2001), Avrasya tatlı su levreği (*Perca fluviatilis*)'nin iç organlar ve karaciğerdeki MUFA'ların oranının diet ile alınan lipiddeki orandan önemli derecede yüksek çıktığını belirtmiş ve bunun da bu balığın kendi metabolik yolu veya kendi dieti yoluyla de novo olarak bu yağ asitlerini değiştirebileceğine işaret etmiştir. MUFA'lar ve C 18:2 n-6 içeriği DHA konsantrasyonunun artması ile kasta önemli derecede düşük çıkmıştır. MUFA'lar ve n-6 yağ asitleri enerji amaçlı olarak kullanılırken, DHA büyüme peryodu boyunca daha önemli fonksiyonlar için vücutta tutulur. Ancak, DHA'nın çok fazla olması zararlı olabilmektedir. PUFA serbest radikal üretimini artırmaya yol açabilen oksidasyona duyarlıdır. (Ahlgren ve ark., 1999). Çalışmalar göstermektedir ki, EPA ve DHA seviyesindeki artış Atlantik alabalığında antikor sekresyonunu azaltmıştır (Fracalossi ve Lovel, 1994).

Ackman (1967)'a göre lipidler balık vücudunda en fazla değişikliğe uğrayan biyokimyasal bileşiklerdir. Balıklarda yağ oranı %1'i geçtiğinde bir enerji deposu olarak görev yapar. Depolanan lipidlerin bir kısmı açlık, soğuk, hareket, üreme, büyüme, ve uyku hali gibi değişik ihtiyaçlara göre gereken yerlere nakledilir.

Bautista ve Cruz (1988), yaptıkları çalışmada, linoleik ve linolenik asitle beslenen balıklardaki büyüme ile hiç lipid içermeyen besinlerle beslenen balıklardaki büyümenin farklı olduğunu ve ilkinde daha fazla büyüme olduğunu göstermişlerdir. En iyi büyümenin ise linolenik asitle beslenen balık gruplarında olduğunu görmüşlerdir. Yine aynı çalışmada lipidsiz besinin ve sadece laurik asidin bulunduğu besinin balıklarda tek çift bağlı (monoik) yağ asitlerinin seviyesini artırdığı fakat linoleik ve linolenik asitlerin ilavesinin ise bunlardan biri veya her ikisinin bu monoiklerin (MUFA) düzeyini sınırladığı ve uzun zincirli doymamış yağ asitlerinin (PUFA) ise düzeyinin arttığını görmüşlerdir.

2.3. Balıkların Yağ Asidi Bileşimine Etki Eden Faktörler

Balıklar poikloterm canlılardır yani ortam şartlarına göre vücut ısısı değişen canlılardır. Yapılan çalışmalara göre sıcaklığın yağ asidi metabolizması üzerine doğrudan etkili olduğu saptanmıştır. Balıkların membranlarının biyokimyasında çevre sıcaklığı ve dietteki yağ asidi bileşiminin etkisi çok önemlidir (Roy ve ark., 1999). Balığın yaşadığı ortamın yani suyun sıcaklığının düşmesi, yapısal lipidlerindeki yağ asitlerinin karbon sayılarının yükselmesini ve doymamışlığın artmasını beraberinde getirir (Willams ve Hazel, 1992)

Balıkların yağ asidi bileşimleri türlere, sıcaklığa, besin zincirindeki farklılığa ve beslenmeye, değişik vücut kısımlarına ve balığın yıl içindeki gonat gelişimi ve üreme gibi fizyolojik durumlarına göre de değişebilmektedir (Ackman, 1967; Agren ve ark. 1987). Balıkların yağ asidi bileşimleri mevsimsel olarak değişebildiği gibi yaşa ve eşeye bağlı olarak da değişiklik göstermektedir (Wills ve Hopkirk, 1976; Hayashi ve Takagi, 1978).

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

Balık doku yağlarının yağ asidi kompozisyonu dietsel lipidleri yansıtmaktadır (Henderson ve Tocher, 1987, Huang ve ark., 2001).

35 balık, kabuklu deniz ürünü, ve yumuşakça üzerinde yapılan çalışma neticesinde farklı tür balıklardaki yağ asidi kompozisyonunun değişebileceği gibi aynı tür balıklarda da mevsime bağlı olarak yağ asidi kompozisyonunun değişebileceğini belirtmişlerdir. Aynı araştırıcı kılıçbalığı ve yılanbalığı gibi bazı balıklarda tekli doymamış yağ asitlerinin total yağ asidi içerisinde önemli bir yer kapladığını belirtmiştir. Aynı araştırıcı n-3 ile n-9 arasında negatif bir bağıntı olduğunu belirtmiştir. Endojen kökenli oldukları için tür içi ve türler arasında doymuş yağ asitleri daha az varyasyon gösterir ve dietteki yağ asidi tipinden çok az etkilenirler. PUFA'nın doymuş yağ asitlerine oranı yaygın olarak kullanılan bir indekstir. (Soriguer ve ark. 1997).

Balıkların yağ asidi bileşimini etkileyen en önemli faktörlerden bir diğeri, balığın yaşadığı ortamın sıcaklığıdır. Balıkların membranlarının biyokimyasında çevre sıcaklığının ve dietteki yağ asidi bileşiminin etkisi çok önemlidir (Roy ve ark., 1999). Balığın yaşadığı ortamın yani suyun sıcaklığının düşmesi, yapısal lipitlerindeki yağ asitlerinin karbon sayılarının yükselmesini ve doymamışlığın artmasını beraberinde getirir (Williams ve Hazel, 1992). Su sıcaklığının düşmesi özellikle zarlarda biyofizyolojik düzenlenmeyi gerektirir. Balıkların da dahil olduğu tüm poikilotermik hayvanlarda zarların akışkanlığının sağlanabilmesi için zarların yapısında yer alan yağ asitlerinin karbon sayıları uzatılır ve doymamışlıkları arttırılır. Çünkü bu değişen sıcaklık koşulları altında membran viskositelerini sabit tutmaya çalışırlar (Behan-Martin ark., 1993; Kitajka ve ark., 1996). Aşırı doymamış yağ asitlerinin soğuğa karşı direnç oluşturma rollerinden dolayı soğuk suda yaşayan balıklarda bu yağ asitlerinin en önemli temsilcileri olan C 20:5 eikosapentaenoik asit ve C 22:6 dokosahekzaenoik asit yüzdelerinde önemli artışlar olmaktadır (Dey ve ark., 1993; Buda ve ark., 1994; Biderre ve ark., 2000).

Balıklarda çevre sıcaklığını etkileyen en önemli etken mevsimsel değişimdir. Dolayısıyla balığın yağ asidi bileşimi mevsimlere bağlı olarak da değişmektedir. Gökkuşağı alabalıklarında *(Salmo trutto)* ve İngiliz dil balıklarında *(Paraphrys vetilus)* plazma lipid içeriğinin mevsimsel olarak değiştiği görülmüştür (Johnson ve Casilloas, 1991). Mevsimsel sıcaklık değişimleri balıkların hayat evrelerinde farklı etkilere sebep olur. Yumurtlama periyotlarında dişilerde önemli ve belli bir oranda C 22:6 seviyesinde düşüş olmaktadır. Mevsime göre fosfolipid ve kolesterol esterlerin yağ asidi içerikleri küçük farklılıklar göstermektedir. Kan plazmasındaki bu iki lipid

sınıfında fazlaca DHA bulunmasına rağmen trigliseritlerde esansiyel ω3 oranı oldukca düşüktür. Bu lipid sınıflarındaki farklılıklar ve total lipitlerdeki yağ asidi içeriğinin farklılığı cinsiyet ve mevsimden kaynaklanmaktadır. Trigliserid yağ asidi içeriğindeki değişimler çok fazla değilken fosfolipid ve kolesterol esterleri arasındaki farklılık daha fazladır (Lund ve ark., 2000).

Balık türlerinin sahip oldukları lipid ve yağ asidi kompozisyonu yapı olarak farklılık gösterdiği gibi, aynı tür balığın değişik coğrafik alanlarda ve belli fizyolojik faaliyetlerine bağlı olarak da değişiklikler gösterir. Ayrıca kas dokularının lipid bileşimi arasında da kimyasal yapı bakımından farklılıklar bulunmuştur (Kinsella ve ark., 1978).

Balıkların yağ asidi bileşimine etki eden en önemli faktörlerden biri de dietinde bulunan canlıların ihtiva ettiği yağ asidi bileşimidir (Brenner 1989, Crawford ve Marsh 1989, Steffenes 1997). Balıklar için önemli yaşam yiyecekleri; tek hücreliler ve kolonial fitoplanktonik algler ve zooplanktonik organizmalardır (Hale ve Carlson 1972, Seifert 1972). Tatlı su algleri, Krustase'ler ve sucul böcek larvaları, genellikle linoleik asit (C18:2), linolenik asit (C 18:3) ve eikosapentaenoik asit (C 20:5) bakımından zengindir. Bunlardan C 22:5 ve C 22:6 yağ asitleri akuatik böceklerden daha çok Krustase'ler de bulunmuştur. Bu nedenle tatlı su balıklarının yağ asidi bileşimi yüksek içerikli omega-6 aşırı doymamış yağ asitlerinden olan, linoleik asitleri ve arakidonik asit (C 20:4) tarafından karakterize edilmektedir (Henderson ve Tocher 1987, Steffens 1997). Tatlı su ve deniz balıkları arasındaki temel fark besin kompozisyonlarındaki farklılıklardan kaynaklanmaktadır (Henderson ve Tocher, 1987). Deniz balıklarının yağlarında EPA ve DHA gibi ω3 aşırı doymamış yağ asitlerinin toplam yüzdeleri tatlı su balıklarındakinden daha yüksek olarak bulunur (Czesny ve ark. 1999).

Balıkların, uzun zincirli doymamış yağ asitlerini biriktirerek soğuğa uyum sağlamalarında, yağ asitlerinin doymamışlıkları yanında bazı membran enzimlerinin aktivitelerindeki artış da büyük önem taşımaktadır (Farkas ve Csengeri, 1976; Cossins ve ark., 1978). Sıcaklık arttığında doymamış yağ asitleri miktarında azalma, doymuş yağ asitleri miktarında ise artma olur (Farkas, 1984). Ancak balıklarda hiçbir zaman toplam doymuş yağ asitleri yüzdesi, toplam doymamış yağ asitleri yüzdesini geçemez. Bu durum balıkların poikloterm oluşları ile açıklanmaktadır (Akpınar, 1987). Sıcaklığa bağlı olarak lipid miktarındaki mevsimsel varyasyonlar yanında balığın sıcaklık değişimine bağlı olarak elde edebileceği besinlerde de değişimlerin

olabileceği görülmüştür. Balıklar genellikle ısının yükselmesiyle besin tüketiminde de artış gösterirler. Nitekim su sıcaklığının 18 ºC'den 34 ºC'ye yükselmesiyle doymuş yağ asitlerinde %23.8'den %43.6'ya kadar yükselmiştir (Henderson ve Tocher, 1987).

Tatlı su balıklarında ısı değişim süresince lipidlerin yağ asidi kompozisyonunda önemli değişmeler meydana geldiği görülmüştür. Gerek laboratuar şartlarında gerekse tabii ortamlardaki mevsimsel değişmelere bağlı olarak ortaya çıkan ısı değişimine karşı, balıklar yağ asidi kompozisyonunu değiştirerek adaptasyon sağlarlar. Su sıcaklığının 22 ºC olduğu yaz sonlarına doğru, tabii ortamlarından toplanan sazanların (*Cyprinus carpio*) karaciğer fosfolipidlerindeki uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitlerinin seviyesi, su ısısının 5 ºC olduğu kış süresince toplanan balıkların aşırı doymamış yağ asitleri seviyesinden daha düşük olduğu bulunmuştur (Farkas ve Csengeri, 1976).

Akpınar ve Aksoylar (1988), Kangal Balıklı Kaplıcasında (Sivas), aşağı yukarı 35 ºC sıcaklıkta yaşayan *Gara rufa* (Heckel, 1843)'nın kas dokusundaki yağ asidi bileşimine sıcaklığın, besinsel yağ asitlerinin ve açlığın etkilerini araştırmışlardır. 35 ºC sıcaklıkta 20 ve 22 C'lu doymamış yağ asitlerinin azaldığı, 24 ºC sıcaklıkta ise bu yağ asitlerinin arttığı gözlenmiştir. Besinsel yağ asitlerinin (miristik asit, palmitik asit, palmitoleik asit, oleik asit, linoleik asit ve linolenik asit) doğrudan depo edildiği belirlenmiştir. Açlık sırasında palmitoleik, stearik, linoleik, linolenik ve arakidonik asitlerin yüzdelerinde önemli bir azalış, oleik asit yüzdesinde ise artış saptanmıştır.

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

Balığın kültür edilmiş olmasına veya doğal ortamda yetişmiş oluşuna göre yağ asidi içeriği değişmektedir. Atlantik salmon balıklarının kültüre edilmişlerinde aşırı doymamış yağ asidi miktarı, doğal ortamda yetişmiş olanlara göre daha yüksektir. Kültüre edilmişlerde aşırı doymamış yağ asidi miktarı yaklaşık %28 iken; doğal olanlarında bu oran yaklaşık %18'dir. ω3 /ω6 oranı ise kültür balıklarında

doğal olanların yaklaşık iki katıdır. Kültüre edilmişlerde bu oran 9.8, doğal olanlarda ise 4.7'dir (Ahlgren ve ark., 1999).

Balık yağları için karakteristik olan aşırı doymamış yağ asitlerinin yüksekliği deniz balıklarında daha da artar (Sargent 1997; Kakela ve Hyvarien., 1998; Biderre ve ark., 2000).

Deniz ve tatlı su balıklarının yağ asidi bileşimi belirgin farklılıklar gösterir. Tatlı su balıklarında 16-18 karbonlu, deniz balıklarında ise 20-22 karbonlu yağ asitleri daha çoktur. Tatlı su balıkları ω6, deniz balıkları ise ω3 yağ asitleri bakımından daha zengindir (Ackman, 1967).

Piggott ve Tucker (1990)'e göre, farklı tür balık yağlarının besinsel değerinin karşılaştırılmasında en iyi indeks ω-3/ ω-6 oranıdır. Araştırmalar göstermektedir ki genel olarak tatlı su balıkları deniz balıklarından daha düşük n-3 PUFA içerirler. Balıklar düşük su sıcaklıklarındaki adaptasyon için PUFA'ya gereksinim duyarlar (Rahman ve ark., 1995).

Deniz balıklarındaki EPA ve DHA seviyesi tatlı su balıklarınkinden daha yüksektir (Steffens, 1997). Buna benzer şekilde Haliloğlu ve ark. (2004)'a göre, balıktaki bütün dokularda en bol bulunan eşsiz yağ asidi EPA ve DHA'dır. n-3 PUFA özellikle de DHA balık hücrelerinin yapısal ve fonksiyonel bütünlüğünün korunmasında önemli bir role sahiptir (Sargent, 1996). Bunlara ek olarak DHA, nöral hücre zarlarında örneğin göz ve beyinde önemli bir rol alır (Sargent, 1996).

Tatlı su balıklarında yüksek oranda n-6 yağ asitleri bulunur (Henderson ve Tocher, 1987). Yağ asidi bileşiminde linoleik ve arakidonik asit yüksekliğinden dolayı tatlı su balıklarında ω6 (veya n-6) yağ asitleri yüksek olarak ortaya çıkar. Bunun neticesinde ω3/ω6 oranı tatlı su balıklarında deniz balıklarınınkinden daha düşüktür (Henderson ve Tocher, 1987; Steffens, 1997). Deniz balıkları ile tatlı su balıklarının yağ asidi bileşimleri nispeten farklılık göstermektedir. Tatlı su balıklarının yağ asidi bileşimlerinde C 18:2 linoleik asit (LA) ve C 18:3 linolenik asit (ALA, alfa linolenik asit) gibi 18 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinin yüzdeleri deniz balıklarının yağ asidi bileşimindekilerden daha yüksektir. Bunların yanı sıra C 20:4 arakidonik asit yüzdesi de tatlı su balıklarının yağ asidi bileşimlerinde daha yüksek yüzdelerdedir (Steffens, 1997).

Balıklar besinsel kaynaklardan veya biyosentez yoluyla elde ettikleri yağ asitlerini doymuş veya uzun zincirli doymamış yağ asitlerine dönüştürebilmektedirler (Halver, 1972). Bununla beraber, kemikli balıklarda uzun zincirli doymamış yağ

asitleri yüzdesinin alınan besine bağlı olduğunu ve bu yağ asitleri sentezinin besin yoluyla yeterli oranlarda alınması durumunda düşük olduğunu saptamışlardır (Reiser ve ark., 1963).

2.4. Balık Yağının İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Yapılan araştırmalar, insanların karşılaştıkları bir çok hastalığa besin maddelerinin ve beslenme alışkanlıklarının neden olduğunun ortaya koymaktadır. Bundan dolayı insanlar beslenmelerine dikkat etmek zorundadırlar. 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 (Kaya ve ark., 2004).

Tüketilen gıdalardaki yağların, doymamış yağlarca zengin olması çok önemlidir. Çünkü n-3 yağ asitlerinin vücutta, biyokimyasal ve fizyolojik aktivitelerde önemli görevler üstlendiği artık kesin olarak bilinmektedir. Yağ asitleri, insan vücudunda göz, beyin, testis ve plesentada toplanır. Gözlerin uygun şekilde çalışmasına ve beynin fonksiyonlarını eksiksiz olarak yerine getirmesine yardımcı olur. Kandaki yağ konsantrasyonunu düzenler (Gordon ve Ratliff., 1992).

Balık önemli bir C 20:5 EPA ve C 20:4 arakidonik asit kaynağıdır ki bu yağ asitleri insan vücudunun enerji ihtiyacının karşılanmasında ve ayrıca prostoglandinler (PG), lökotrienler (LT), tromboksanlar (TX) ve lipoksinler (LX) gibi eikosanoidlerin yapımı için gerekli yağ asidi kaynağını sağlar (Ascherio ve ark., 1995; Archer ve ark., 1998; Peterson ve ark., 1998; Hunter ve Roberts, 2000; Schacky, 2000).

Bang ve ark. (1971)'nın Gröndland Eskimoları üzerinde yapmış oldukları araştırmalarda deniz yiyecekleri tüketilmesi ve kalp hastalıkları vakalarının düşüklüğü arasındaki ilişkiyi bulduklarından beri insan sağlığı ve hastalıklarında n-3 PUFA'nın rolü ile ilgili sayısız araştırma yapılmıştır.

Dyeberg (1986)'e göre göre, PUFA'ların en önemlileri n-3 yağ asitleridir ve bunlar özellikle soğuk sulardaki balıklarda ve derin deniz balıklarında bulunmaktadır.

Epidemiyolojik çalışmalar ve diyetsel çalışmalar göstermektedir ki esansiyel yağ asitleri kan ve dokudaki düşük konsantrasyona rağmen, koroner kalp hastalıklarının önlenmesinde önemli bir rol oynar. n-3 yağ asitleri ani kalp ölümlerini ve kardiak aritmilerini önleyebilmektedir. Optimal α- linolenik alımı günde yaklaşık 2 gram veya alınan toplam enerjinin %0.6-1'i olmalıdır. Diet ile alınan linoleik ve α- linolenik esansiyel yağ asitlerinin optimal oranı yaklaşık 4:1 olmalıdır. ALA eksikliğinde özellikle C 22:6n-3 yeterince üretilemez. Dietle vücuda alındıktan sonra ALA uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitlerine dönüştürülür. Bu dönüşüm C 20:5n-3 EPA'ya kolaylıkla olurken C 22:6n-6 DHA'ya yavaş olmaktadır. Linoleik asit ise C 20:4n-6 arakidonik aside dönüştürülmektedir. Arakidonik asit, kardiovasküler hastalıklarda ve prostoglandinler ve eikosanoidlerin sentezi için başlama noktasıdır. Özetle C 20:5n-3 EPA'dan elde edilen prostoglandinler, tromboksanlar ve lökotrienlerin C 20:4n-6 arakidonik asitten elde edilenlerden farklı biyolojik özellikleri vardır ki bunlar kan damarlarının büzülmesini, trombosit toplanmasını ve lökosit toksisitesine sebep olmaktadırlar. ALA eksikliğinin en önemli sonucu olarak ALA'nın son ürünleri özelliklede C 22:6n-3 yeterince üretilemez. C 22:6n-3 retina ve beynin fosfolipid membranlarının ana öğesidir ve eksikliği bu organlarda anormalliklere sebep olur. Batı diyetlerinde LA'nın kandaki değerinin ALA'nın kandaki değerine oranı yaklaşık 100:1'dir. Diette n-6'nın n-3'e göre yüksek olması ALA'daki eksikliği vurgular. Diet ile LA fazla alındığı zaman n-3 yağ asidi eksikliği yükselir çünkü desaturasyon ve elangasyon yollarında ALA ve LA arasında aşırı doymamış yağ asitleri ve eikosanoidleri oluşturmada bir rekabet söz konusudur (Lorgeril ve ark., 2001).

Balık yağları iki n-3 aşırı doymamış yağ asitleri bakımından zengindir ki bunlar EPA ve DHA'dır. n-3 yağ asitlerinin faydalı olduğu ilk olarak Eskimolar üzerinde yapılan araştırmalar sonucu bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda Greenland Eskimolarının tükettikleri yağlı balıklardan dolayı kalp krizi riskinin çok düşük olduğu gözlenmiş, bunun üzerine EPA ve DHA'nın faydaları üzerine yapılan çalışmalara ağırlık verilmiştir. Sonuçta bu yağ asitlerinin kalp krizi, kalp damar hastalıkları, depresyon, migren türü baş ağrıları, eklem romatizmaları, şeker hastalığı, yüksek kolesterol ve tansiyon, bazı alerji türleri ile kanser gibi bir çok hastalıktan korumada önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir (Gorga, 1998; Nettleton, 2000).

n-3 aşırı doymamış yağ asitleri, serum trigliserid ve kolesterol seviyesini düşürmede oldukça etkilidir (Kinsella, 1987). Ayrıca balık yağı ihtiva eden besinler,

kanın pıhtılaşmasında bir inhibitör etkiye sahiptir (Bunting ve ark., 1983). Balık yağlarındaki ω3 aşırı doymamış yağ asitleri, bu inhibitör etkilerinden dolayı kalbin ani olarak felç durumu geçirmesi ve kalp krizinin başlıca sebebi olan tromboz riskini azaltmaktadır (Kinsella, 1987).

Kalp hastalıları; balık tüketimi ile kalp hastalıkları arasındaki ilişkilerin araştırıldığı ilk çalışmalar, Greenland Eskimoları ile Danimarkalılar üzerinde yapılmış ve kroner kalp hastalığından ölümlerin çok düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. PUFA yönünden zengin balina yağı ile diğer deniz ürünlerini tüketen Eskimoların kanlarında kolesterol, trigliserid, LDL, VDL kolesterol düzeylerinin düşük, HDL kolesterolün ise yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmalara ilaveten epidimiyolojik olarak yapılan incelemelerde, deniz ürünlerinin fazlaca tüketildiği Hollanda, Norveç, Japonya ve ABD gibi ülkelerde balık yağı tüketen erkeklerin hiç balık tüketmeyenlere göre koroner kalp hastalığı riskinin çok düşük olduğu belirlenmiştir (Stone, 1996)

EPA ve DHA gibi yüksek n-3 PUFA içeriğine sahip yağ asitlerinin memeli kalp fonksiyonlarını etkilediği ve kardiak ve serebral iskemiye dayanıklılığı geliştirdiği bilinmektedir (Charnock ve ark., 1992; Paulson ve ark., 1992). Diet ile alınan bu yağ asitlerinin seviyelerinin balıklarda kalp-solunum fizyolojilerini de etkilediği bilinmektedir (Bell ve ark., 1991). McKenzie ve ark. (1998), Atlantik alabalıkları ile yaptığı çalışmada, diet ile alınan yağ asitlerinin balığın eksersiz performansını etkilediğini bildirmiştir.

Balık yağı ile zengin bir diyet uygulanması sonucunda kalp krizinden ölüm riski azalabilir. Çünkü kalp krizi ölümlerinde görülen en büyük etki trombositlerinin etkisinin azalması veya damar tıkanıklığı ile kalp ritminin bozulması sonucunda meydana gelmektedir (Stone, 1996)

Ani kalp krizinden ölme riski batı ülkelerinde gün geçtikçe artmakta ve kalp hastalarının %50 si bu sebepten ölmektedir. Balık yağı tüketiminin fazla olması ile ani kalp krizi riskinde %50 ye varan azalmalar görülebilir. Danimarkalı araştırmacılar, balık yağlarının kalp atış hızını ayarladığını ve kalbi koruduğunu bulmuşlardır. Amerika kalp birliği (AHA), balık yağlarının kalp hastalıklarından korunmada önemli olduğunu kanıtlamıştır. AHA 'nın sonuçlarına göre balık yağlarının temel içeriği olan EPA ve DHA nın faydaları şunlardır: Kalp ritmi bozukluğunun düzenler, ani kalp krizi riskini azaltır, plazma trigliserid seviyesini düşürür, kan yoğunluğunun ayarlar. Yine AHA tarafından yapılan açıklamalarda,

günde 850 mg/gün DHA ve EPA tüketen kroner kalp hastalarının kalp krizi riski %45 azalmaktadır (Hagsturp, 2001).

Depresyon ve zihinsel hastalıklar; ω-3 yağ asitlerinden olan DHA, insan beynindeki hücrelerin yenilenmesine yardım eder ve beyin ile retina hücrelerinin çoğalmasını sağlar. Bu hücrelerde DHA seviyesinin düşmesi, depresyon, hafıza kaybı, şizofreni ve görme bozuklukları gibi problemlerin ortaya çıkmasına yol açar. Yetişkin bir insan beyninde 20 g DHA bulunması gerekir. Düşük DHA seviyesi beyin seratonin seviyesinin düşmesine sebep olur ki bu intihar, depresyon ve şiddet eğilimini arttır. Yüksek oranda DHA içeren balıkları tüketen insanlarda zihinsel gelişimin arttığı gözlenmiştir. Araştırmalar , depresyon ve EPA seviyesinin düşük olması arasında da açık bir ilişkinin olduğunu göstermektedir, beynin birçok fonksiyonunda etkilidir (Kaya ve ark., 2004)

Balık yağlarının önemli bileşeni olan DHA retina ve beyin için çok önemlidir ve buradaki sinirlerde bulunan yapısal yağarın % 30'dan fazlasını oluşturur. Bunun için DHA disleksia ve alzaymer gibi hastalıkların tedavisinde faydalıdır (Conquer, 2000).

Anne hamilelik döneminde bebek sağlığı için doymamış yağ asitlerini tüketmek zorundadır. DHA, cenin ve bebeğin normal gelişimi için beyin zarının %15-20, retinanın da %30-60' ının oluşmasına yardım eder. ω-3 yağ asitlerinin tüketilmesi ile erken doğum, düşük ve zayıf bebek doğma riski önemli ölçüde azaltılabilir (Kaya ve ark., 2004).

3. MATERYAL VE METOT

3. 1. Numunelerin Elde Edilmesi

Araştırmada kullanılan *Cyprinus carpio L.* numuneleri 651 m^2 yüzölçümü ile Türkiye'nin en büyük tatlı su gölü olan Beyşehir Gölü'nden elde edilmiştir. Balığın yağ asidi bileşimine yaşadığı ortamın yani su sıcaklığının etkisinin olup olmadığını araştırmak için numuneler dört mevsim ayrı ayrı toplanmıştır. Numunelerin alınması her mevsimin ortasına denk gelen aylarda; kış için Ocak ayında, bahar için Nisan ayında, yaz için Temmuz ayında, sonbahar için Ekim ayında gerçekleştirilmiştir. Her mevsimde küçük, orta ve büyük boy balıklardan üçer tane alınmıştır. Numuneleri alırken cinsiyet ayrımı yapılmamıştır.

3. 2. Numunelerin Ekstraksiyonu ve Metilleştirilmesi

Numunelerin her birinden sol pektoral yüzgeci ile dorsal yüzgeci arasındaki bölgeden 10 g. et alınarak balığın yağ asidi bileşimi araştırılmıştır. Alınan bu et parçaları kloroform:metanol karışımında (2:1, v:v) ve deep-freeze'de homojenizasyonun ve ekstraksiyonun gerçekleştirileceği zamana kadar saklanmıştır. Numunelerin yağ asidi ekstraksiyonlarında Folch ve ark. (1957)'nın metotlarından yararlanılmıştır.

Balıkların yağlarındaki yağ asitlerinin gaz kromatografik analizler için metilleştirilmeleri Moss (1974) metodundan yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Yağ asitlerinin metilleştirilmesinde BF_3-metanol (bortriflorür-metanol) kompleksi kullanılmıştır. Metilleştirme işleminde kullanılan malzemeler ve yapılan işlemler aşağıda verilmiştir:

Kimyasal Maddeler

- NaOH (Merck)
- Metanol (Merck)
- % 2'lik metanolik NaOH: 2 gr NaOH, metanol ile 100 ml'ye tamamlandı.
- % 20' lük BF3-Metanol Kompleksi
- n-heptan (Merck)
- NaCl (Merck)
- Doymuş NaCl: Bir litrelik laboratuar şişelerinde distile su ile karıştırılarak hazırlandı.

Cam Malzemeler

- Geri Soğutucu, 45 cm, düz
- Yağ Balonu, 250 ml, dibi düz, 29*32 şilifli
- Ayırma Hunisi, 100 ml'lik
- Numune saklama şişeleri,

İşlem

Analizi yapılacak yağlardan 0.16-0.20 gr. yağ örneği yağ balonlarına konuldu. Üzerine 4 cc % 2'lik metanolik NaOH çözeltisi ilave edildi ve su banyosu üzerinde sabunlaşma sağlanıncaya kadar kaynatıldı. Sabunlaşma sonunda yağ balonu içine 5 cc % 20'lük BF_3-metanol kompleksi eklendi ve 5 dakika daha kaynamaya tabi tutuldu. Kaynama sırasında el yardımıyla balon sürekli yavaş bir şekilde çalkalandı. Daha sonra üzerine 2 cc n-heptan ilave edildi, bir dakika kadar kaynatıldıktan sonra üzerine doymuş NaCl çözeltisinden 4 cc eklendi. İyice karıştırıldıktan sonra ayırma hunisine alındı. 5- 10 dakika kadar fazların ayrılması beklendi. Üstteki açık sarı renkli faz mili vial'lere alındı (Moss, 1974) ve analizin gerçekleştirildiği ana kadar deep-freeze'de saklandı.

3. 3. Numunelerin Gaz Kromatografi Cihazına Enjekte Edilmesi

Gaz kromatografik analizler HP (Hewlett Packard) Agilent marka, 6890 N model, FID (Flame Ionization Detector, alev iyonlaştırıcı dedektör) dedektörlü otomatik injektörlü gaz kromatografi cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Analizlerde DB 23, 60 m x 0,32 mm x 0,25 μm kapiler yağ asidi kolonu kullanılmıştır.

Gaz kromatografi cihazının injektör bloğu sıcaklığı 270 °C, dedektör bloğu sıcaklığı 280 °C fırın sıcaklığı ise 190 °C olarak ayarlanmıştır. Kolona sıcaklık proğramı uygulanmıştır. Kolon fırın sıcaklığı 190 °C'den başlayıp 35 dakika devam ederek, dakikada 30 °C artarak 220 °C'ye ulaşıp bu sıcaklıkta 5 dakika daha bekletilmiştir. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmış, akış hızı dakikada 2 mililitre olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu akış hızında basınç 47,51 psi basıncı göstermektedir. Dedektör için hidrojen akış hızı, dakikada 30 mililitre ve hava akış hızı dakikada 300 mililitre olarak ayarlanmıştır. Split oranı ise 30:1 olarak ayarlanmıştır.

Analiz için metilleştirilmiş yağ asidi numunelerinden bir mikrolitre gaz kromatografi cihazına injekte edilmiştir. Gaz kromatografi cihazında Beyşehir Gölü'nden her mevsim için alınan balık numunelerinden küçük, orta ve büyük boy numuneler 3 tekrarlı olarak analizlenmiştir.

Analizler üç tekrarlı yapıldığı için elde edilen veriler varyans analizi ile karşılaştırılmıştır. Verilerin istatiksel değerlendirilmesi "F testi" ile gerçekleştirilmiştir. Verilerin istatiksel olarak ortaya çıkarılmasında SPSS 14.0 paket proğramı kullanılmıştır. Paket proğramının kullanılmasında Özdamar (2002) ve Gürsakal (2002)' dan yararlanılmıştır.

Kromatogramlardaki piklerin hangi yağ asidine ait olduğu standartların bağıl alıkonma zamanları (relative retantion time) ile karşılaştırılarak belirlenmiştir. Kromatogramlardaki piklerin % alan miktarlarının aritmetik ortalaması ve standart sapmaları hesaplanarak tablo halinde verilmiştir

4. SONUÇLAR

Beyşehir Gölü'nde yaşayan, *Cyprinus carpio L.*'nun total yağ asidi bileşiminde bulunan yağ asitlerinin karbon sayılarının 6-24 arasında değiştiği görülmüştür. Toplam 35 değişik yağ asidi balığın total yağ asidi bileşimini oluşturmuştur (Tablo 2).

Genel olarak C 18:1 n-9, oleik asit, C 16:0, palmitik asit, C 16:1, palmitoleik asit, C 18:2, linoleik asit, C 20:4, arakidonik asit, C 20:5, eikosapentaenoik asit (EPA), C 18:0, stearik asit, C 22:6, dokosahekzaenoik asit (DHA), ve yüzdelerinin balıkların total yağ asidi bileşiminde yüksek yüzdelerde bulunduğu görülmüştür. Bu sekiz yağ asidinin toplam yüzdeleri mevsimlere göre %72,86-%75,70 arasında değişiklik göstermiştir.

Balıkların total yağ asidi bileşimlerindeki doymuş, doymamış ve aşırı doymamış yağ asitlerinin yüzdeleri toplamlarının mevsimlere bağlı olarak değişiklikler gösterdiği belirlenmiştir. Mevsimlere göre doymuş yağ asitlerinin yüzdeleri toplamının %26,58-29,26, doymamış yağ asitleri yüzdelerinin toplamının %28,26-40,79, aşırı doymamış yağ asitleri yüzdelerinin toplamının %29,64-42,81 arasında olduğu görülmüştür.

Bunun yanı sıra balıkların yağ asidi bileşimlerinde boya bağlı olarak da değişiklikler olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1. *Cyprinus carpio*'L.nun yağ asidi bileşiminde bulunan yağ asitleri

Karbon Sayısı	**Yaygın ve Sistematik Adı**
C 8:0	Kaprilik asit (Oktanoik asit)
C 10:0	Kaprik asit (Dekanoik asit)
C 12:0	Laurik asit (Dodekanoik asit)
C 13:0	Tridesilik asit (Tridekanoik asit)
C 14:0	Miristik asit (Tetradekanoik asit)
C 14:1 n-5	Miristoleik asit (cis-9- Tetradekanoik asit)
C 15:0	Pentadesilik asit (Pentadekanoik asit)
C 15:1 n-6	Pentadekenoik asit (cis-9- Pentadekenoik asit)
C 16:0	Palmitik asit (Hekzadekanoik asit)
C 16:1 n-7	Palmitoleik asit (cis-9- Hekzadekenoik asit)
C 16:2 n-4	Hekzadekadienoik asit (cis-9,12- Hekzadekadienoik asit)
C 17:0	Margarik asit (Heptadekanoik asit)
C 17:1 n-8	cis 10- Heptadekanoik asit (Margaroleik asit)
C 18:0	Stearik asit (Oktadekanoik asit)
C 18:1 n-9	Oleik asit (cis-9- Oktadekenoik asit)
C 18:2 Trans	Linoelaidik asit(trans 9-12-Oktadekaienoik asit)
C 18 2 n-6	Linoleik asit (LA) (cis-9,12- Oktadekenoik asit)
C 18:3 n-6	Linolenik asit (α-linoleik asit,ALA)(cis-9,12,15- Oktadekenoik)
C 18:3 n-3	γ Linolenik asit
C 19:0	Nondesilik asit (Nonadekanoik asit)
C 20:0	Arakidik asit (Eikosanoik asit)
C 20:1 n-9	cis -11 Eikosenoik asit (Gadoleik asit)
C 20:2 n-6	Eikosadienoik asit (cis-11,14- Eikosadienoik asit)
C 20:3 n-6	Eikosatrienoik asit (cis-11,14,17- Eikosatrienoik asit)
C 20:4 n-6	Arakidonik asit (cis-5,8,11,14- Eikosatetraenoik asit)
C 20:3 n-3	cis-8-11-14 Eikosatrienoik asit
C 20:5 n-3	Eikosapentaenoik asit (EPA) (cis-5,8,11,14,17- Eikosapentaenoik asit)
C 21:0	Heneikosanoik asit
C 22:1 n-9	Erusik asit (cis-13 Dokosanoik asit)
C 22:3 n-3	13, 16, 19 Dokosatrienoik asit
C 22:4 n-6	Dokosatetraenoik asit (cis-7,10,13,16- Dokosatetraenoik asit)
C 22:5 n-6	Dokosapentaenoik asit
C 22:5 n-3	Dokosapentaenoik asit
C 22:6 n-3	Dokosahekzaenoik asit (DHA) (cis-4,7,10,13,16,19-Dokosahekzaenoik asit)
C 24:0	Lignoserik asit (Tetrakosanoik asit)
C 24:1 n-9	Nervonik asit (cis- 15- Tetrakosenoik)

Tablo 2. Mevsimlere göre *Cyprinus carpio* L'nun yağ asidi bileşimi yüzdeleri.

YAĞ ASİDİ	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR	KIŞ
C 6:0	0,17±0,37a	1,28±1,93a	0,32±0,31a	--
C 8:0	0,06±0,14b	0,02±0,03b	0,12±0,1b	0,58±0,52a
C 10:0	0,06±0,12a	0,13±0,2a	0,1±0,17a	0,09±0,14a
C 12:0	0,05±0,1a	0,06±0,09a	0,1±0,12a	--
C 13:0	--	0,27±0,4a	0,11±0,13a	0,04±0,09a
C 14:0	2,24±0,59a	1,5±0,09b	1,75±0,17a	2,09±0,3a
C 14:1 n-5	1,22±0,35a	0,59±0,06b	0,65±0,14b	0,67±0,28b
C 15:0	0,76±0,17a	1,05±0,38a	0,93±0,28a	1,09±0,44a
C 15:1 n-6	1,19±0,5b	1,83±0,83a	0,86±0,15b	1,08±0,54b
C 16:0	14,64±0,28b	16,6±1,04a	15,71±0,54a	15,8±0,85a
C 16:1 n-7	11,2±3,4a	5,11±0,84c	8,54±1,7b	13,19±1,6a
C 16:2 n-4	2,77±0,98a	3,16±1a	1,64±0,2b	1,77±0,4b
C 17:0	1,4±0,21a	1,99±1,18a	1,77±0,51a	1,41±0,38a
C 17:1 n-8	1,36±0,48a	1,72±0,51a	1,61±0,59a	1,53±0,97a
C 18:0	4±1,31b	5,2±0,77a	4,17±0,58b	4,29±0,38b
C 18:1 n-9	19,18±3,55b	17,13±0,96b	21,62±2,34ab	22,84±3,14a
C 18:2 T	0,32±0,16a	--	0,82±1,24a	0,32±0,15a
C 18:2 n-6	7,83±2,44a	8,32±5,2a	10,53±0,49a	3,64±0,99b
C 19:0	0,54±0,27a	--	0,49±0,44a	0,09±0,13b
C 18:3 n-6	4,38±1,93a	2,66±0,39b	3,52±1,41ab	1,57±0,37ab
C 18:3 n-3	1,09±0,72a	0,38±0,07b	0,66±0,29ab	0,68±0,36a
C 20:0	1,58±0,43a	--	0,16±0,23b	2,4±1,21a
C 20:1 n-9	1,01±0,81b	1,88±0,36b	3,09±0,2a	1,48±1,09b
C 20:2 n-6	--	--	0,23±0,3a	0,15±0,23b
C 20:3 n-6	0,92±0,41ab	0,71±0,66b	1,31±0,28a	1,15±0,3ab
C 21:0	0,72±0,5a	0,52±0,43a	0,83±0,15a	0,42±0,18a
C 22:0	0,36±0,27a	0,3±1,36a	0,09±0,14b	--
C 20:4 n-6	5,38±2,15a	6,99±0,28ab	5,57±1,84ab	4,72±0,32b
C 20:3 n-3	0,7±0,24a	0,39±0,31a	0,51±0,23a	0,57±0,34a
C 20:5 n-3	5,69±0,56a	4,72±1,14b	4,10±0,61b	4,82±1,06b
C 22:1n-9	0,19±0,19a	--	0,10±0,10b	--
C 22:3 n-3	--	--	--	0,13±0,19a
C 22:4 n-6	0,71±0,41b	0,33±0,25ab	0,72±0,55ab	0,95±0,51a
C 22:5 n-6	0,46±0,15b	1,79±0,97a	0,55±0,17b	0,98±0,26b
C 22:5 n-3	2,89±1,05a	2,33±0,32ab	2,23±0,35ab	2,11±0,09b
C 24:0	--	--	0,15±0,15a	0,96±0,66b
C 22:6 n-3	4,94±0,58b	11,03±3,07a	4,32±0,58b	6,4±1,74b
C 24:1 n-9	--	--	0,02±0,06a	--
∑ Doymuş Y.A.	26,58	28,92	26,8	29,26
∑ Doymamış Y.A.	35,35	28,26	36,49	40,79
∑ A.Doymamış Y.A.	37,76	42,81	35,89	29,64
ω 3	15,31	18,85	11,82	14,71
ω 6	20,87	22,63	23,29	14,24
ω 3/ ω 6	0,73	0,83	0,50	1,03

4.1. İlkbahar Mevsiminde *Cyprinus carpio* L.'nun Total Yağ Asidi Bileşimi

Tablo 3. İlkbahar mevsiminde *Cyprinus carpio* L.'nun yağ asidi bileşiminde bulunan yağ asitleri (%).

YAĞ ASİDİ	KÜÇÜK BOY	ORTA BOY	BÜYÜK BOY
C 6:0	--	0,52±0,52a	--
C 8:0	--	0,19±0,19a	--
C 10:0	--	0,17±0,17a	--
C 12:0	--	--	0,14±0,14a
C 14:0	3,01±0,19a	1,81±0,05b	1,89±0,01b
C 14:1	1,65±0,21a	1,1±0,03b	0,91±0,01c
C 15:0	0,82±0,01a	0,53±0,25b	0,92±0,01c
C 15:1	0,84±0,01a	1,85±0,11b	0,88±0,00c
C 16:0	14,94±0,02a	14,34±0,18b	14,63±0,04c
C 16:1	12,71±0,41a	6,76±0,48b	14,12±0,11c
C 16:2	1,87±0,13a	4,03±0,13b	2,4±0,02c
C 17:0	1,55±0,33a	1,34±0,11a	1,32±0,01a
C 17:1	1,91±0,01a	0,83±0,17b	1,35±0,16c
C 18:0	2,91±0,01a	5,71±0,28b	3,38±0,26c
C 18:1n-9	20,43±0,08a	14,6±0,22b	22,51±0,05c
C 18:2 T	0,39±0,00a	0,14±0,14b	0,44±0,02c
C 18:2	5,34±0,07a	10,88±0,27b	7,28±0,04c
C 19:0	0,50±0,1a	0,32±0,32a	0,81±0,01b
C 18:3 n-6	6,64±0,04a	4,32±0,08b	2,19±0,01c
C 18:3 n-3	2,02±0,01a	0,79±0,12b	0,46±0,1c
C 20:0	2±0,35a	1,18±0,32b	1,56±0,02c
C 20:1	0,62±0,62a	0,46±0,46a	1,95±0,00b
C 20:3 n-6	0,47±0,02a	1,41±0,04b	0,87±0,01c
C 21:0	0,22±0,22a	1,33±0,00b	0,62±0,01c
C 22:0	0,59±0,02a	0,49±0,02b	--
C 20:4	3,70±0,01a	8,23±0,2b	4,22±0,02c
C 20:3 n-3	0,98±0,01a	0,7±0,02b	0,42±0,01c
C 20:5	5,76±0,01a	5,02±0,17b	6,3±0,03c
C 22:1	0,19±0,19a	--	0,37±0,00a
C 22:4	0,20±0,2a	1,08±0,02b	0,85±0,01c
C 22:5 n-6	0,43±0,04a	0,64±0,07b	0,31±0,02c
C 22:5 n-3	1,87±0,01a	4,1±0,78b	2,7±0,03c
C 22:6	5,49±0,01a	5,13±0,13b	4,2±0,03c

*Aynı satırfa aynı harfle gösterilen değerler birbirlerinden farklı değildir ($p>0,05$)

İlkbahar mevsiminde *Cyprinus carpio* L'nun total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asidinin %19,18'lik gibi büyük bir yüzde ile C 18:1 n-9, oleik asit olduğu görülmüştür (Tablo 2). Oleik asidin yanı sıra C 16:0, palmitik asit ve C 16:1, palmitoleik asit de oldukça büyük yüzdelerde tespit edilmiştir. Bu üç yağ asidine ilaveten C 18:2, linoleik asit, C 20:5, eikosapentaenoik asit (EPA), C 20:4, arakidonik C 22:6, dokosahekzaenoik asit (DHA) asit ve C 18:3 n-6, linolenik asit de yüksek oranda bulunan yağ asitleridir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin %72,86'unu oluşturmuştur.

C 16:0, palmitik asit, C 16:1, palmitoleik asit, C 18:1 n-9, oleik asit, C 18:2, linoleik asit, C 18:3 n-6, linolenik asit C 20:4, arakidonik asit, C 20:5, eikosapentaenoik asit (EPA), C 22:6, Dokosahekzaenoik asit (DHA) ve dışında kalan C 8:0, kaprilik asit, C 10:0, Kaprik asit, C 12:0, laurik asit, C 14:0, miristik asit, C 14:1, miristoleik asit, C 15:0, pentadesilik asit, C 15:1 pentadekenoik asit, C 16:2, hekzadekadienoik asit, C 17:0, margarik asit, C 17:1, margaroleik asit, C 18:0, stearik asit, C 18:2, linoleik asit (trans), C 18:3 n-3, linolenik asit C 19:0, nondesilik asit, C 20:0, arakidik asit, C 20:1, eikosenoik asit, C 20:3 n-6, eikosatrienoik asit, C 21:0, heneikosanoik asit, C 22:1, erusik asit, C 22:4, dokosatetraenoik asit, C 22:5n-3, dokosapentaenoik asit, C 22:5n-6, dokosapentaenoik asit,ve C 24:0, lignoserik asit gibi yağ asitlerinin yüzdeleri, toplam bileşimin ancak % 27,14'sini oluşturmuşlardır.

Sağlık açısından varlığı önemli yağ asitlerinden olan EPA %5,69, DHA ise %4,94 olarak bulunmuştur.

İlkbahar mevsiminde *Cyprinus carpio* L'nin total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamının % 26,58, doymamış yağ asitlerinin toplamının %35,35 ve aşırı doymamış yağ asitlerinin toplamının %37,76 olduğu görülmüştür. İlkbahar mevsiminde ω6 yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı % 20,87 iken, ω3 yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı % 15,31 olarak tespit edilmiştir. İlkbahar mevsiminde ω3/ ω6 oranının 0,73 olduğu görülmüştür.

İlkbahar mevsiminde C 17:0, margarik asit ve C 22:1 erusik, asitlerinde boylar arası fark görülmemiştir (Tablo 3).

İlkbahar mevsiminde küçük boy balıklar arasında C 14:0, miristik asit, C 14:1, miristoleik asit, C 16:0, palmitik asit, C 17:0, margarik asit, C 17:1, margaroleik asit, C 18:3 n-6, linolenik asit, C 18:3 n-3, γ linolenik asit, C 20:0, arakidik asit, C 20:3 n-3, eikosatrienoik asit, C 22:6, dokosahekzaenoik asit, diğer boy balıklardan daha yüksek yüzdede bulunmuştur.

İlkbahar mevsiminde orta boy balıklar arasında C 15:1, pentadekenoik asit, C 16:2, hekzadekadienoik asit, C 18:0, stearik asit, C 18:2, linoleik asit, C 20:3 n-6, eikosatrienoik asit, C 21:0, heneikosanoik asit, C 20:4, arakidonik asit, C 22:4, dokosatetraenoik asit, C 22:5 n-3, dokosapentaenoik asit, diğer boy balıklardan daha yüksek yüzdede bulunmuştur.

İlkbahar mevsiminde büyük boy balıklar arasında C 15:0, pentadesilik asit, C 16:1, palmitoleik asit, C 18:1 n-9, oleik asit, C 18:2, linoelaidik asit (Trans), C 19:0, nondesilik asit, C 20:1, eikosenoik asit, C 20:5, eikosapentaenoik asit, diğer boy balıklardan daha yüksek yüzdede bulunmuştur.

4.2. Yaz Mevsiminde *Cyprinus carpio* L.'nun Total Yağ Asidi Bileşimi

Tablo 4. Yaz mevsiminde *Cyprinus carpio* L'nun yağ asidi bileşiminde bulunan yağ asitleri (%).

YAĞ ASİDİ	KÜÇÜK BOY	ORTA BOY	BÜYÜK BOY
C 6:0	--	3,84±0,44a	--
C 8:0	--	--	0,06±0,00a
C 10:0	--	--	0,4±0,00a
C 12:0	--	--	0,18±0,00a
C 13:0	--	--	0,8±0,00a
C 14:0	1,49±0,01a	1,41±0,07b	1,6±0,00c
C 14:1	0,51±0,02a	0,6±0,01b	0,66±0,00c
C 15:0	0,58±0,02a	1,11±0,02b	1,45±0,00c
C 15:1	0,87±0,04a	1,83±0,03b	2,8±0,00c
C 16:0	15,35±0,16a	16,79±0,48b	17,67±0,00c
C 16:1	4,16±0,01a	6,1±0,04b	5,06±0,00c
C 16:2	1,99±0,11a	3,2±0,04b	4,3±0,00c
C 17:0	0,85±0,06a	3,51±0,02b	1,61±0,00c
C 17:1	1,10±0,18a	1,81±0,06b	2,25±0,00c
C 18:0	4,27±0,17a	5,29±0,04b	6,04±0,00c
C 18:1n-9	18,27±0,15a	16,07±0,06b	17,05±0,00c
C 18:2	15,25±0,15a	5,05±0,03b	4,66±0,00c
C 18:3 n-6	3,09±0,1a	2,69±0,15b	2,21±0,00c
C 18:3 n-3	0,45±0,01a	0,29±0,02b	0,4±0,00c
C 20:1	1,51±0,03a	2,33±0,06b	1,79±0,00c
C 20:3 n-6	1,52±0,02a	0,6±0,02b	--
C 21:0	0,99±0,01a	0,56±0,01b	--
C 20:4	8,29±0,12a	7,44±0,06b	5,25±0,00c
C 22:0	0,64±0,04a	0,27±0,00b	--
C 20:3 n-3	0,69±0,09a	0,49±0,09b	--
C 20:5	5,25±0,07a	3,23±0,1b	5,68±0,00c
C 22:4	0,44±0,01a	0,55±0,06b	--
C 22:5 n-6	1,24±0,19a	3,08±0,00b	1,06±0,00a
C 22:5 n-3	2,63±0,03a	2,45±0,01b	1,92±0,00c
C 22:6	8,59±0,14a	9,4±0,05b	15,09±0,00c

*Aynı satırfa aynı harfle gösterilen değerler birbirlerinden farklı değildir ($p>0,05$)

Yaz mevsiminde *Cyprinus carpio* L'nun total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asidinin %17,13'lik gibi büyük bir yüzde ile C 18:1 n-9, oleik asit olduğu görülmüştür (Tablo 2). Oleik asidin yanı sıra C 16:0, palmitik asit ve C 16:1, palmitoleik asit de oldukça büyük yüzdelerde tespit edilmiştir. Bu üç yağ asidine ilaveten, C 18:0, stearik asit, C 18:2, linoleik asit 18:3 n-6, linolenik asit, C 20:4, arakidonik asit, C 20:5, eikosapentaenoik asit (EPA) ve C 22:6, dokosahekzaenoik asit (DHA) de yüksek oranda bulunan yağ asitleridir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin %75,10'ini oluşturmuştur.

C 16:0, palmitik asit, C 16:1, palmitoleik asit, C 18:0, stearik asit, C 18:1 n-9, oleik asit, C 18:2, linoleik asit, 18:3 n-6, linolenik asit, C 20:4, arakidonik asit, C 20:5, eikosapentaenoik asit (EPA), ve 22:6, dokosahekzaenoik asit (DHA) dışında kalan C 8:0, kaprilik asit, C 10:0, kaprik asit, C 12:0, laurik asit, C 13:0, tridesilik asit, C 14:0, miristik asit, C 14:1, miristoleik asit, C 15:0, pentadesilik asit, C 15:1, pentadekenoik asit, C 16:2, hekzadekadienoik asit, C 17:0, margarik asit, C 17:1, margaroleik asit, C 18:3 n-3, linolenik asit, C 20:1, eikosenoik asit, C 20:3 n-3, eikosatrienoik asit, C 20:3 n-6, eikosatrienoik asit, C 21:0, Heneikosanoik asit, C 22:4, dokosatetraenoik asit ve C 22:5, dokosapentaenoik asit gibi yağ asitlerinin yüzdeleri, toplam bileşimin ancak %24,90'ünü oluşturmuşlardır.

Sağlık açısından varlığı önemli yağ asitlerinden olan EPA %4,72, DHA ise %11,03 olarak bulunmuştur.

Yaz mevsiminde *Cyprinus carpio* L'nun total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamının % 28,92, doymamış yağ asitlerinin toplamının %28,26 ve aşırı doymamış yağ asitlerinin toplamının %42,81 olduğu görülmüştür.

Yaz mevsiminde ω6 yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı % 22,63 iken, ω3 yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı % 18,85 olarak tespit edilmiştir. Yaz mevsiminde ω3/ ω6 oranının 0,83 olduğu görülmüştür.

Yaz mevsiminde tesbit edilen yağ asitlerinin tamamında boylar arasında farklılık tesbit edilmiştir (Tablo 4).

Yaz mevsiminde küçük boy balıklar arasında C 18:1, oleik asit, C 18:2, linoleik asit, C 18:3 n-6, linolenik asit, C 18:3 n-3, γ linolenik asit, C 20:4, arakidonik asit, C 22:5 n-3, dokosapentaenoik asit, diğer boy balıklardan daha yüksek yüzdede bulunmuştur.

Yaz mevsiminde orta boy balıklar arasında C 16:1, palmitoleik asit, C 17:0, margarik asit, C 20:1, eikosenoik asit, C 22:5 n-6, dokosapentaenoik asit, diğer boy balıklardan daha yüksek yüzdede bulunmuştur.

Yaz mevsiminde büyük boy balıklar arasında C 14:0, miristik asit, C 14:1, miristoleik asit, C 15:0 , pentadesilik asit, C 15:1, pentadekenoik asit, C 16:0, palmitik asit, C 16:2, hekzadekadienoik asit, C 17:1, heptadekanoik asit, C 18:0, stearik asit, C 20:5, eikosapentaenoik asit, C 22:6, dokosahekzaenoik asit, diğer boy balıklardan daha yüksek yüzdede bulunmuştur.

4.3. Sonbahar Mevsiminde *Cyprinus carpio* L.'nun Total Yağ Asidi Bileşimi

Tablo 5. Sonbahar mevsiminde *Cyprinus carpio* L.'nun yağ asidi bileşiminde bulunan yağ asitleri (%).

YAĞ ASİDİ	KÜÇÜK BOY	ORTA BOY	BÜYÜK BOY
C 6:0	--	0,7±0,14a	0,25±0,00b
C 8:0	--	0,22±0,07a	0,15±0,01a
C 10:0	--	0,31±0,15a	--
C 12:0*	--	0,25±0,04a	0,06±0,07b
C 13:0	--	0,06±0,09a	0,27±0,01b
C 14:0	1,71±0,01a	1,58±0,00b	1,97±0,01c
C 14:1	0,48±0,00a	0,67±0,05b	0,8±0,00c
C 15:0	0,88±0,00a	0,66±0,02b	1,25±0,03c
C 15:1	0,68±0,01a	0,86±0,03b	1,03±0,00c
C 16:0	16,07±0,03a	16,04±0,29a	15,01±0,01b
C 16:1	8,10±0,06a	6,82±0,07b	10,7±0,06c
C 16:2	1,42±0,01a	1,69±0,17b	1,82±0,01b
C 17:0	1,25±0,00a	2,42±0,02b	1,65±0,02c
C 17:1	2,01±0,01a	0,96±0,64b	1,86±0,01c
C 18:0	3,42±0,13a	4,65±0,17b	4,43±0,07b
C 18:1n-9	18,97±0,09a	24,32±0,61b	21,56±0,00c
C 18:2 T	2,47±0,13a	--	--
C 18:2	10,92±0,02a	10,76±0,24a	9,91±0,1b
C 19:0	0,92±0,02a	--	0,56±0,03b
C 18:3 n-6	2,56±0,02a	2,69±0,03b	5,32±0,14c
C 18:3 n-3	0,53±0,00a	0,4±0,02b	1,04±0,04c
C 20:0	--	--	0,47±0,03a
C 20:1	3,06±0,01a	2,88±0,08b	3,32±0,06c
C 20:2	0,23±0,00a	0,2±0,01b	0,27±0,01c
C 20:3 n-6	1,64±0,00a	1,3±0,1b	1±0,00c
C 21:0	0,9±0,02a	0,94±0,05a	0,64±0,00b
C 20:4	6,64±0,00a	6,94±0,01b	3,13±0,01c
C 22:0	--	0,28±0,03a	--
C 20:3 n-3	0,40±0,01a	0,33±0,03b	0,81±0,06c
C 20:5	4,83±0,01a	3,43±0,03b	4,03±0,02c
C 22:1	0,18±0,01a	0,13±0,13a	--
C 24:0	0,29±0,01a	0,16±0,17a	--
C 22:4	1,20±0,07a	0,95±0,05b	--
C 22:5 n-6	0,75±0,00a	0,52±0,00b	0,37±0,09c
C 22:5 n-3	2,38±0,04a	1,78±0,03b	2,5±0,15a
C 22:6	5,07±006a	4,10±0,03b	3,79±0,02c
C 24:1	0,07±0,09a	--	--

*Aynı satırfa aynı harfle gösterilen değerler birbirlerinden farklı değildir ($p>0,05$)

Sonbahar mevsiminde *Cyprinus carpio* L'nun total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asidinin %21,56'lik gibi büyük bir yüzde ile C 18:1 n-9, oleik asit olduğu görülmüştür (Tablo 2). Oleik asitin yanı sıra C 16:0, palmitik asit, C 18:2, linoleik asit de oldukça büyük yüzdelerde tespit edilmiştir. Bu üç yağ asidine ilaveten C 16:1, palmitoleik asit, C 18:0, stearik asit, C 20:4, arakidonik asit, C 20:5, eikosapentaenoik asit (EPA) ve C 22:6, dokosahekzaenoik asit (DHA) de yüksek oranda bulunan yağ asitleridir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin %74,56'unu oluşturmuştur.

C 16:0, palmitik asit, C 16:1, palmitoleik asit, C 18:0, stearik asit, C 18:1 n-9, oleik asit, C 18:2, linoleik asit, C 20:4, arakidonik asit, C 20:5, eikosapentaenoik asit (EPA), C 22:6, dokosahekzaenoik asit (DHA), dışında kalan, C 8:0, kaprilik asit, C 10:0, kaprik asit, C 12:0, laurik asit, C 13:0, tridesilik asit, C 14:0, miristik asit, C 14:1, miristoleik asit, C 15:0, pentadesilik asit, C 15:1, pentadekenoik asit, C 16:2, hekzadekadienoik asit, C 17:0, margarik asit, C 17:1, margaroleik asit, C 18:2, linoleik asit (trans), C 18:3n-6, linolenik asit, C 18:3 n-3, linolenik asit, C 19:0, nondesilik asit, C 20:0, arakidik asit, C 20:1, eikosenoik asit, C 20:2, eikosadienoik asit, C 20:3 n-3, eikosatrienoik asit, C 20:3 n-6, eikosatrienoik asit, C 21:0, heneikosanoik asit, C 22:1, erusik asit, C 22:5 n-3, dokosapentaenoik asit, C 22:5 n-6, dokosapentaenoik asit C 24:0, lignoserik asit ve C 24:1, nervonik asit yüzdeleri, toplam bileşimin ancak %25,54'sini oluşturmuşlardır.

Sağlık açısından varlığı önemli yağ asitlerinden olan EPA %4,10, DHA ise %4,32 olarak bulunmuştur.

Sonbahar mevsiminde *Cyprinus carpio* L'nin total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamının %26,8 doymamış yağ asitlerinin toplamının %36,49 ve aşırı doymamış yağ asitlerinin toplamının %35,89 olduğu görülmüştür.

Sonbahar mevsiminde ω6 yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı % 23,29 iken, ω3 yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı % 11,82 olarak tespit edilmiştir. Sonbahar mevsiminde ω3/ ω6 oranının 0,5 olduğu görülmüştür.

Sonbahar mevsiminde C 14:1, miristoleik asit, C 20:3 n-6, eikosatrienoik asit, C 20:4, arakidonik asit, C 22:5 n-3, dokosapentaenoik asit, asitlerinde boylar arası fark görülmemiştir (Tablo 5).

Sonbahar mevsiminde küçük boy balıklar arasında C 16:0, palmitik asit , C 17:1, heptadekanoik asit, C 18:2, linoleik asit, C 20:3 n-6, eikosatrienoik, C 20:5,

eikosapentaenoik asit, C 22:5 n-6, dokosapentaenoik asit, C 22:6, dokosahekzaenoik asit, diğer boy balıklardan daha yüksek yüzdede bulunmuştur.

Sonbahar mevsiminde orta boy balıklar arasında C 17:0, margarik asit, 18:0, stearik asit, C 18:1, oleik asit, C 21:0, heneikosanoik asit, C 20:4, arakidonik asit, diğer boy balıklardan daha yüksek yüzdede bulunmuştur.

Sonbahar mevsiminde büyük boy balıklar arasında C 14:0, miristik asit, C 14:1, miristoleik asit, C 15:0 , pentadesilik asit, C 15:1, pentadekenoik asit, C 16:1, palmitoleik asit, C 16:2, hekzadekadienoik asit, C 18:3 n-6 linolenik asit, C 18:3 n-3, γ linolenik asit, C 20:1, eikosenoik asit, C 20:2, eikosadienoik asit, C 20:3 n-3, eikosatrienoik asit, C 22:5 n-3, dokosapentaenoik asit, diğer boy balıklardan daha yüksek yüzdede bulunmuştur.

4.4. Kış Mevsiminde *Cyprinus carpio* L.'nun Total Yağ Asidi Bileşimi

Tablo 6. Kış mevsiminde *Cyprinus carpio* L.'nunyağ asidi bileşiminde bulunan yağ asitleri (%).

YAĞ ASİDİ	KÜÇÜK BOY	ORTA BOY	BÜYÜK BOY
C 8:0	0,67±0,01a	1,06±0,49a	--
C 10:0	0,27±0,05a	--	--
C 13:0	--	--	0.12±0,14a
C 14:0	1,75±0,06a	2,09±0,06b	2,43±0,06c
C 14:1	0,41±0,09a	0,84±0,36a	0,77±0,14a
C 15:0	0,58±0,03a	1,1±0,00b	1,58±0,01c
C 15:1	0,65±0,13a	0,81±0,21a	1,78±0,01b
C 16:0	16,63±0,45a	14,79±0,21b	15,98±0,2a
C 16:1	11,13±0,35a	14,6±0,4b	13,85±0,05c
C 16:2	1,55±0,06a	1,6±0,5a	2,16±0,18a
C 17:0	0,96±0,05a	1,65±0,35b	1,61±0,06b
C 17:1	1,22±0,02a	2,3±1,5a	1,07±0,37a
C 18:0	3,96±0,15a	4,23±0,39a	4,67±0,14a
C 18:1n-9	25,33±0,73a	18,73±0,65b	24,47±0,03c
C 18:2 T	0,29±0,07a	0,26±0,26a	0,42±0,01a
C 18:2	4,79±0,05a	3,63±0,01b	2,5±0,00c
C 19:0	--	--	0,27±0,04a
C 18:3 n-6	1,53±0,07a	2,01±0,07b	1,17±0,03c
C 18:3 n-3	0,36±0,01a	0,96±0,06b	0,71±0,49b
C 20:0	3,57±1,53a	1,66±0,03a	1,98±0,63a
C 20:1	2,60±1,11a	1,29±0,07b	0,55±0,55c
C 20:2	0,46±0,02a	--	--
C 20:3 n-6	1,01±0,06a	1,53±0,12b	0,9±0,02c
C 21:0	0,46±0,03a	0,25±0,25a	0,54±0,01b
C 20:4	5,02±0,09a	4,32±0,02b	4,81±0,18a
C 20:3 n-3	0,26±0,01a	1,01±0,00b	0,44±0,00c
C 20:5	3,44±0,13a	5,68±0,20b	5,34±0,14c
C 22:3	0,39±0,03a	--	--
C 22:4	1,63±0,1a	0,66±0,02b	0,55±0,01c
C 22:5 n-6	1,07±0,07a	1,23±0,05b	0,65±0,02c
C 22:5 n-3	2,07±0,07a	2,16±0,06a	2,1±0,13a
C 24:0	1,6±0,09a	1,16±0,05b	0,12±0,12c
C 22:6	4,36±0,16a	8,38±0,06b	6,46±0,05c

*Aynı satırfa aynı harfle gösterilen değerler birbirlerinden farklı değildir ($p>0,05$)

Kış mevsiminde *Cyprinus carpio* L'nun total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asidinin %22,84'lik gibi büyük bir yüzde ile C 18:1 n-9, oleik asit olduğu görülmüştür (Tablo 2). Oleik asitin yanı sıra C 16:0, palmitik asit ve C 16:1, palmitoleik asit de oldukça büyük yüzdelerde tespit edilmiştir. Bu üç yağ asidine ilaveten, C 18:0, stearik asit, C 18:2, linoleik asit, C 20:4, arakidonik asit ve C 20:5, eikosapentaenoik asit (EPA), C 22:6, dokosahekzaenoik asit (DHA) de yüksek oranda bulunan yağ asitleridir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin %75,46'sını oluşturmuştur.

C 16:0, palmitik asit, C 16:1, palmitoleik asit, C 18:0, stearik asit, C 18:1 n-9, oleik asit, C 18:2, linoleik asit, C 20:4, arakidonik asit, C 20:5, eikosapentaenoik asit (EPA) ve C 22:6, dokosahekzaenoik asit (DHA) dışında kalan C 8:0, kaprilik asit, C 10:0, kaprik asit, C 13:0, tridesilik asit, C 14:0, miristik asit, C 14:1, miristoleik asit, C 15:0, pentadesilik asit, C 15:1, pentadekenoik asit, C 16:2, hekzadekadienoik asit, C 17:0, margarik asit, C 17:1, margaroleik asit, C 18:2, linoleik asit (trans), C 18:3 n-3, linolenik asit, C 18:3 n-6, linolenik asit, C 19:0, nondesilik asit, C 20:0, arakidik asit, C 20:3 n-3, eikosatrienoik asit, C 20:3 n-6, eikosatrienoik asit C 20:1, eikosenoik asit, C 20:2, eikosadienoik asit, C 21:0, heneikosanoik asit, C 22:3n-3, dokosatrienoik asit, C 22:4, dokosatetraenoik asit, C 22:5 n-3, dokosapentaenoik asit, C 22:5 n-6, dokosapentaenoik asit, C 24:0, lignoserik asitin yüzdeleri, toplam bileşimin ancak %24,30'ünü oluşturmuşlardır.

Sağlık açısından varlığı önemli yağ asitlerinden olan EPA %4,82, DHA ise %6,4 olarak bulunmuştur.

Kış mevsiminde *Cyprinus carpio* L'nin total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamının %29,26 doymamış yağ asitlerinin toplamının %40,79 ve aşırı doymamış yağ asitlerinin toplamının %29,64 olduğu görülmüştür.

Kış mevsiminde ω6 yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı % 14,24 iken, ω3 yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı % 14,71 olarak tespit edilmiştir. Kış mevsiminde ω3/ ω6 oranının 1,03 olduğu görülmüştür.

Kış mevsiminde C 14:1, miristoleik asit, C 16:2, hekzadekadienoik asit, C 17:0, margarik asit, C 17:1, heptadekanoik asit, 18:0, stearik asit, C 18:2, linoelaidik asit (Trans), C 20:0, arakidik asit, C 22:5 n-3, dokosapentaenoik asitlerinde boylar arası fark görülmemiştir (Tablo 6).

Kış mevsiminde küçük boy balıklar arasında C 16:0, palmitik asit , C 18:1, oleik asit, C 18:2, linoleik asit, C 20:0, arakidik asit, C 20:1, eikosenoik asit, C 20:4,

arakidonik asit, C 22:4, dokosatetraenoik asit, C 24:0, lignoserik asit, diğer boy balıklardan daha yüksek yüzdede bulunmuştur.

Kış mevsiminde orta boy balıklar arasında C 14:1, miristoleik asit, C 16:1, palmitoleik asit, C 17:0, margarik asit, C 17:1, heptadekanoik asit, C 18:3 n-6 linolenik asit, C 18:3 n-3, γ linolenik asit, C 20:3 n-6, eikosatrienoik asit, C 20:3 n-3, eikosatrienoik asit, C 22:5 n-6, dokosapentaenoik asit, C 22:5 n-3, dokosapentaenoik asit, C 22:6, dokosahekzaenoik asit, diğer boy balıklardan daha yüksek yüzdede bulunmuştur.

Kış mevsiminde büyük boy balıklar arasında C 14:0, miristik asit, C 15:0 , pentadesilik asit, C 15:1, pentadekenoik asit, C 16:2, hekzadekadienoik asit, C 18:0, stearik asit, C 21:0, heneikosanoik asit, C 20:5, eikosapentaenoik asit, diğer boy balıklardan daha yüksek yüzdede bulunmuştur.

5. TARTIŞMA

Cyprinus carpio L.'nun yağ asidi bileşiminde karbon sayıları ve doymuşlukları farklı olan 35 yağ asidi gözlenmiştir. C 18:3, linolenik asitin ω6 ve ω3, C 20:3 eikosatrienoik asitin ω6 ve ω3 ve C 22:5 dokosapentaenoik asitin ω6 ve ω3 olmak üzere ikişer farklı izomeri tesbit edilmiştir. Ayrıca C 18:2, linolenik asitin trans yağ asitleri de belirlenmiştir.

Cyprinus carpio L.'nun yağ asidi bileşimindeki yağ asitlerinin yüzdeleri mevsimlere göre değişiklik göstermekle birlikte yüksek yüzdeye sahip yağ asidi olarak C18:1, oleik asit, kış mevsiminde %22,84 oranında bulunmuştur. C 18:1, oleik asitten sonra gelen diğer majör yağ asitleri C 16:0, palmitik asit, C 16:1, palmitoleik asit, C 18:2, linoleik asit, C 20:4, arakidonik asit, C 20:5, eikosapentaenoik asit (EPA), C 18:0, stearik asit, C 22:6, dokosahekzaenoik asit (DHA) olmuştur. Bu sekiz yağ asidinin yüzdeleri mevsimlere göre değişiklik göstermekle birlikte % 72,86-75,70 gibi çok önemli bir yüzdeye sahip olmuşlardır. Bu sekiz yağ asidinin yüzdeleri toplamı geriye kalan yağ asitlerinin yüzdeleri toplamının yaklaşık üç katıdır. Bulut (2002)'a göre Apa ve Seleri baraj gölündeki *Cyprinus carpio* L.'nin dişi ve erkek bireylerinin yağ asitleri bileşiminde en fazla bulunan yağ asitleri bu çalışmada bulunan yağ asitlerine benzer şekilde 16:0, palmitik asit, C 16:1, palmitoleik asit, C 18:2, linoleik asit, C 20:5, eikosapentaenoik asit (EPA), C 18:0, stearik asit, C 18:3 n-3, linolenik asit, C 22:6, dokosahekzaenoik asit (DHA) olmuştur.

Bulut (2002), Apa baraj gölünden yakalanan erkek (% 16,58- %20,25) ve dişi (%16,62- % 23,70) *Cyprinus carpio*'nun yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitleri arasında C 16:0 palmitik asidi aylara göre değişmekle birlikte en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi olarak bulmuştur. Bu çalışmada da doymuş yağ asitleri arasında mevsimlere göre değişmekle birlikte C 16:0 palmitik asit doymuş yağ asitleri arasında en yüksek yüzdeye sahip yağ asididir (%14,64- %16,6). Bulut (2002), aylara göre değişmekle birlikte MUFA'lar arasında C 18:1 n-9 oleik asit ve C 16:1 palmitoleik asidi erkek (%18,64- %23,68; %12,80- %17,68)) ve dişi (%19,35- % 21,19; %11,65, %16,63) *Cyprinus carpio*'nun bileşimindeki en yüksek yüzdedeki yağ asidi olarak tespit etmiştir. Bu çalışmada da mevsimlere göre değişmekle birlikte C 18:1 n-9 oleik asit ve C 16:1 palmitoleik asit MUFA'lar arasında en yüksek yüzdeye (% 17,13- %22,84; %5,11- %13,19) sahip yağ asidi olarak bulunmuştur.

Çelik ve ark. (2005), Seyhan Baraj Gölü'ndeki *Sander lucioperca*'nın yağ asidi bileşiminde C 16:0 palmitik asit, C 18:1n-9 oleik asit, C 18:0 stearik asit, C 22:6 dokosahekzaenoik asit, C 16:1 palmitoleik asit, C 22:2 dokosadienoik asit, C 18:2 linoleik asit ve C 20:5 eikosapentaenoik asit yüzdelerini en yüksek yüzdeye sahip yağ asitleri olarak tespit etmiştir. Bu çalışmada da mevsimlere göre değişiklik göstermekle beraber en yüksek yüzdeye sahip yağ asitleri C 18:1 n-9, oleik asit, C 16:0, palmitik asit, C 16:1, palmitoleik asit, C 18:2, linoleik asit, C 20:4, arakidonik asit, C 20:5, eikosapentaenoik asit (EPA), C 18:0, stearik asit, C 22:6, dokosahekzaenoik asit (DHA) olarak tespit edilmiştir.

Güler (2005), Beyşehir Gölü'ndeki *Stizostedion lucioperca* L. ile ilgili çalışmasında mevsimlere göre değişiklik göstermekle birlikte 8 majör yağ asidi olarak, bu çalışmada çıkan sonuçlara benzer şekilde C 22:6, dokosahekzaenoik asit (DHA), C 16:0, palmitik asit, C 18:1 n-9, oleik asit, C 20:4, arakidonik asit, C 18:2, linoleik asit, C 20:5, eikosapentaenoik asit (EPA), C 18:0, stearik asit, C 16:1, palmitoleik asiti tespit etmiştir.

Akpınar (1986), Mogan Gölü'nde *Cyprinus carpio* L'nun kas dokusu yağ asitlerinin eşeye ve mevsime bağlı değişimlerini araştırdığı çalışmasında, C 22:6, dokosahekzaenoik asit (DHA), C 16:0, palmitik asit, C 18:1 n-9, oleik asit, C 20:4, arakidonik asit, C 18:2, linoleik asit, C 20:5, eikosapentaenoik asit (EPA), C 18:0, stearik asit, C 16:1, palmitoleik asiti majör yağ asitleri olarak tespit etmiştir. Biçer (2004), Konya ilindeki *Cyprinus carpio* L'nun kas dokusu yağ asitlerini araştırdığı çalışmasında, C 22:6, dokosahekzaenoik asit (DHA), C 16:0, palmitik asit, C 18:1 n-9, oleik asit, C 20:4, arakidonik asit, C 18:2, linoleik asit, C 18:0, stearik asit, C 16:1, palmitoleik asiti bu çalışmadakine benzer şekilde majör yağ asitleri olarak tespit etmiştir.

Farkas ve ark.(1978), Csengeri ve ark. (1978), Watanable ve ark. (1981), Runge ve ark. (1987) ve Schwarz ve ark. (1988) yaptıkları çalışmalarda doğal sularda yaşayan ve marketlerde satılan sazan balıklarının C 18:2 linoleik asit, C 20:5 eikosapentaenoik asit (EPA) ve C 22:6 dekosahekzaenoik asit (DHA) konsantrasyonu bakımından zengin olduğunu bildirmişlerdir. Bu yüksek lisans tez çalışmasında da C 18:2 linoleik asit, C 20:5 eikosapentaenoik asit (EPA) ve C 22:6 dekosahekzaenoik asit (DHA) konsantrasyonları *C. Carpio*'da en yüksek yüzdeye sahip yağ asitleri arasında yer almaktadır.

Bu yüksek Lisans tez çalışmasında *Cyprinus carpio*'nun yağ asidi bileşiminde 35 farklı yağ asidi tespit edilmiş olup bu yağ asitlerinin bazılarının mevsimler arasında değişiklik gösterdiği gibi aynı mevsim içerisindeki balığın farklı boylarında da yağ asidi bileşiminde değişiklikler olduğu gözlenmiştir. Güler (2005)'e göre, *Stizostedion lucioperca* L.'nın yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişimini incelediği çalışmasında da aynı mevsim içerisinde balığın boy farklılığına bağlı olarak yağ asidi bileşiminin değişebileceğini bildirmiştir. Ueda (1976a, 1976b)'nın bildirdiğine göre balıkların yağ asidi kompozisyonları türe, besine, olgunlaşmaya ve çevre sıcaklığın abağlı olarak değişebildiği gibi, mevsim ve vücut boyuna göre de değişiklikler olabilmektedir.

n-3 ve n-6 aşırı doymamış yağ asitlerinin kanser ve kardiovasküler hastalıklar üzerindeki positif etkileri yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Conner, 1997). Piggot ve Tucker (1990)' e göre, balık yağlarının karşılaştırılmasında en iyi indeks n-3/ n-6 oranıdır. Beyşehir gölündeki *Cyprinus carpio* L'nun n-3/n-6 oranı kış mevsiminde 1'den yüksek çıkmıştır. EPA ve DHA'nın faydaları üzerine yapılan çalışmalarda bu yağ asitlerinin kalp krizi, kalp damar hastalıkları, depresyon, migren türü baş ağrıları, eklem romatizmaları, şeker hastalığı, yüksek kolesterol ve tansiyon, bazı alerji türleri ile kanser gibi bir çok hastalıktan korumada önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir (Gorga, 1998; Nettleton, 2000). Bu bakımdan *Cyprinus carpio* L'nun özellikle kış mevsiminde tüketilmesinin insan sağlığı açısından önemli etkileri olacağı düşünülebilir.

Mevsimlere bağlı olarak değişmekle birlikte n-3/n-6 oranı ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde sırasıyla; 0.73, 0.83, 0.5 ve 1.03 olarak bulunmuştur. Fajmonova ve ark. (2003)'e göre sazan balıklarında yapmış oldukları çalışmada n-3: n-6 oranı 0,5 olarak tespit edilmiştir.

İlkbahar (%5,38), yaz (%6,99), sonbahar (%5,57) ve kış (%4,72) mevsimlerinde C 20:4 arakidonik asit en yüksek yüzdeye sahip yağ asitleri arasında yer almaktadır ki bu yağ asidinin tromboxan ve prostaglandinler için prokursör olduğu bilinmektedir (Ponpeia ve ark., 2002).

C 22:6 dokosahekzaenoik asit (DHA) ve C 20:5 ekosapentaenoik asit (EPA)'nın kroner arter hastalıklarındaki engelleyici etkisi yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Leaf ve Webber, 1988). Bu yüzden balık etinin insanlarda sağlıklı bir diet için önemli rol oynadığı düşünülmektedir (Abd Rahman ve ark., 1995). Bu Yüksek Lisans tez çalışmasında da DHA ve EPA en yüksek yüzdeye sahip yağ

asitleri arasında yer aldığından *Cyprinus carpio*'nun tüketiminin insan sağlığına olumlu etkilerinin olacağı düşünülebilir.

Mevsimlere göre değişmekle birlikte *Cyprinus carpio*'nun yağ asidi bileşimindeki doymamış (%28,26- %40,79) ve aşırı doymamış yağ asitleri (%29,64- %42,81) toplamı dört mevsimde de doymuş (%26,58- %29,26) yağ asitleri yüzdelerinden yüksek bulunmuştur. Balıklarda, tüm doymamış yağ asitleri yüzdesinin doymuş yağ asitleri yüzdelerinden fazla olması poikloterm olmalarıyla ilgilidir (Akpınar, 1986).

6. KAYNAKLAR

Abd Rahman, S., The, S. H., Osman, H., & Daud, N. M. 1995. Fatty acid composition of some Malaysian fresh water fish. FoodChemistry, 54, 45–49.

Ackman, R.G., 1967. Characteristics of the fatty acid composition and biochemistry of some fresh-water fish oils and lipids in comparison with marine oils and lipids, Comparative Biochemistry and Physiology, 22(3), 907–922.

Ackman, R.G., Eaton, C.A., 1976. Fatty acid composition of the decapod shrimp, *Pandulus borealis*. In relation to that of the Euphasiid, Meganyctiphanes nuruegica, J. Fish. Res. Bd. Can., 33, 1634-1638.

Agren, J., Muje, P., Hanninen, O., Herranen, J., Penttila, I., 1987. Seasonal variations of lipid fatty acids of boreal freshwater fish species, Comparative Biochemistry and Physiology part B: Biochm. and Mol. Biol., 88(3), 905–909.

Ahlgren, G., Carlstein, M. Gustafsson, I.B., 1999. Effects of natural and commercial diets on the fatty acid content of European grayling, Journal of Fish Biology, 55, 1142-1155.

Akpınar, M.A., 1981. *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)'nın karaciğer ve etindeki total lipid ve yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişimi, Yüksek Lisans Tezi, 54s, Ankara

Akpınar, M.A., 1985. *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)'nın ergin olmayanve erin bireylerde gonadların total lipid ve yağ asidi bileşimleri, C.Ü. Fen-Ed. Fak. Sivas (Doktora Tezi).

Akpınar, M.A., 1986. *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)'nın kas dokusu yağ asitlerinin mevsimsel değişimi, Doğa TU Biyol., D11 (1), 1-18.

Akpınar, M.A., 1987. *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)'nın kas dokusu yağ asitlerinin mevsimsel değişimi, Doğa TU Biyol., D11 (1), 1-18.

Akpınar, M.A., Aksoylar, M.Y., 1988. *Gara rufa* (Heckel, 1843)'nın yağ asidi bileşimine sıcaklığın, besinsel yağ asitlerinin ve açlığın etkileri, Doğa Tu. Biol., 12, 1-8.

Akpınar, M.A., Konar, V., 2002. Aç bırakılan ve beslenen *Oncorhynchus mykiss*'in kas dokusu yağ asit bileşimi, F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14(1), 11-18

Alasalvar, C., Taylor, K.D.A., Zubcov, E., Shahidi, F., Alexis, M., 2002. Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*) total lipid content, fatty acid and trace mineral composition, Food Chemistry, 79, 145-150.

Aras, N.M., Haliloğlu, H.İ., Bayır, A., Atamanalp, M., Sirkecioğlu, A.N., 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.

Archer, S.L., Green, D., Chamberlain, M., Dyer, A.R., Liu, K. 1998. Association of dietary fish and n-3 fatty acid intrake with homeostatic factors in the coronary artery risk development in young adults (CARDIA) study, Arteriosclerosis Thromb. Vasc. Biol., 18(7), 1119-1123.

Ascherio, A., Rimm, E.B., Stampfer, M.J., Giovannucci, E.L., Willett, W.C.,1995. Dietary intake of marina n-3 fatty acids, fish intake, and the risk of coronary disease among men, N. Engl. Jour. of Med., 332(15), 977-982.

Atalay, F.G., 1985, Beytepe Göleti'ndeki sazan (*Cyprinus carpio* L.,1758)'ın büyüme organlarının incelenmesi, Doğa, Az, 9,3 484-492.

Atay, D., 1990. Balık Üretimi, T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü yay.no.2. Eğirdir.

Bang, H.O., Dyerberg, J., Nielsen, A.B., 1971. Plasma lipid and lipoprotein pattern in Greenlandic west-coast Eskimos, The Lancet, 297, 1143-1146.

Bautista, M.N., Cruz, M.C., 1988. Linoleic (ω6) and linolenic (ω3) acids in the diet of fingerling milkfish (*Chanos chanos* Forsskal), Aquaculture, 71(4), 347-358.

Behan-Martin, M. K., Jones, G. R., Bowler, K., Cossins, A, R., 1993. A near perfect temperature adaptation of bilayer order in vertebrate brain membranes, Biochem. Biophys. Acta., 1151(2), 216-222.

Bell ,J.G., McVicar, A.H., Park, M.T., Sargent, J.R., 1991. High dietary linoleic acid affects fatty acid composition of individual phospholipids from tissues of Atlantic salmon (Salmo salar): association with stres susceptibility and cardiac lesion, J. Nutr., 121(8),1163-1172.

Bell, J.G., Tocher, D.R., Farndale, B.M., Cox, D.I., McKinney, R.W., Sargent, J.R., 1997b. The effect of dietary lipid on polyunsaturated fatty acid metabolism in

Atlantic salmon (*Salmo salar*) undergoing parr-smolt transformation, Lipids, 32(5), 515–525.

Biçer, E., 2004. Konya da satılan bazı balık türlerinin yağ asidi bileşimleri, Yüksek lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya

Biderre, C., Babin, F., Vivares, C.P., 2000. Fatty acid composition of four microsporidian species compared to that of their host fishes, J. Eukaryot. Microbiol., 47(1), 7-10.

Brenner, R.R., 1989. Factors ınfluencing fatty acid chain elongation and desaturation. In The Role of Fats in Human Nutrition (Vergroesen. A. J., Crawford, M., eds), pp. 45-79. London: Academic Press.

Buda, C., Dey, I., Balogh, N., Horvath, L.I., Maderspach, K., Juhasz, M., Yeo, Y.K., Farkas, T., 1994. Structural order of membranes and composition of phospholipids in fish brain cells during thermal acclimatization, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 91(17), 8234-8238

Bulut, S., 2002. farklı alanlarda (Apa ve Selevir Baraj Gölü) yaşayan *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes, Cyprinidae)'nun kas dokusu yağ asitleri ve kolesterol seviyelerinin incelenmesi. Gazi Üniv. Fen Bil. Enst. Doktora tezi, Ankara.

Bunting, S., Moncada, S., Vane, J.R., 1983. The prostacyclin-- thromboxane A2 balance: Pathophysiological and therapeutic implications, Br. Med. Bull., 39(3), 271-276.

Cejas, J.R., Almansa, E., Villamandos, J.E., Badía, P., Bolanos, A., Lorenzo, A., 2003. Lipid and fatty acid composition of ovaries from wild fish and ovaries and eggs from captive fish of white sea bream (*Diplodus sargus*), Aquaculture, 216, 299–313.

Cengizler, İ. ve Erdem, Ü., 1988, Hafik gölü'ndeki sazan (*Cyprinus carpio* L.,1758)'ın bazı biyolojik özelliklerinin incelenmesi, IX. Ulusal Biyoloji Kongresi, Bildiri Özetleri, C.Ü. Fen-Ed. Fak., 106, Sivas

Chapman, C., Morgan, L.M., Murphy, M.C., 2000. Maternal and early dietary fatty acid intake: changes in lipid metabolism and liver enzymes in adult rats, Journal of Nutrition, 130,146-151.

Charnock, J.S., McLennan, P.L., Abeywardena, M.Y., 1992. Dietary modulation of lipid metabolism and mechanical performance of the heart, Mol. Cell. Biochem., 116(1-2), 19-25.

Chou, B.S., Shiau, S.Y., 1996. Optimal dietary lipid level for growth of juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* X *Oreochromis aureus*, Aquaculture, 143(2), 185-195.

Christiansen, J.S., Ringo, E., Jobling, M., 1989. Effects of sustained exercise on growth and body composition of first-feeding fry of arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), Aquaculture, 79, 329-335.

Conquer, J.A., 2000. Fatty acid analysis of blood plazma of patient with Alzheimer's diseae, other type of dementia, and cognitive impairment, lipids, vol. 35, pp 1305-1311.

Conner, W. E., 1997. The beneficial effects of omega-3 fatty acids: cardiovascular diseases and neurodevelopment. Current Opinion in Lipidology, 8, 1–3.

Cossins, A.R., Christiansen, J., Prosser, C.L., 1978. Adaption of biological membranes to temperature, the lack of homeoviscous adaptation in the sarcoplasmic reticulum, Biochim. Biophys. Acta, 511(3), 442-452.

Crawford, M., Marsh, D., 1989. The drivinng force. London:Heineman.

Csengeri I., Farkas T., Majoros F., Oláh J., Szalay M. (1978). Effect of feeds on the fatty acid composition of carp (*Cyprinus carpio* L.). Aquacult. Hung., *1*, 24–34.

Czesny, S., Kokovski, S., Dabrowski, K., Culver, D., 1999. Growth, survival and quality of juvenile walleye *Stizostedion vitreum* as influenced by n-3 HUFA enriched *Artemia nauplii*, Aquaculture, 178, 103-115.

Çelik, M., Diler, A., Küçükgülmez, A., 2004. A comparison of the proximate compositions and fatty acid profiles of zander (Sander lucioperca) from two different regions and climatic conditions. Food Chemistry 92 (2005) 637–641.

Demirkalp (Aksun), F.Y., 1992, Bafra Balık Gölleri (Balık gölü - Uzungöl)'nde yaşayan sazan (*Cyprinus carpio* L.,1758) balığının büyüme özellikleri, Doğa Türk Zooloji Derg., 16, 161-175.

Dey, I., Buda, C., Viik, T., Halver, J.E., Farkas, T., 1993. Molecular and structural composition of phospholipid membranes in livers of marin and freshwater

fish in relation to temperature, Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 90(16), 7498-7502.

Dönmez, M., Tatar, O., 2001. Fleto ve bütün olarak dondurulmuş gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* W.) muhafazası süresince yağ asitleri bileşimlerindeki değişimlerin araştırılması, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 18, 125-134.

Duddley, M. A., Wang, H., Hachey, D. L., Shuiman, R. J, Perkinson, J. S., Rosenberger, J., Mersmann, H. J., 1994. Jejunal brush border hydrolase activity is higher in tallow-fed pigs than in corn oil-fed pigs, J. Nutr.,124(10), 1996-2005.

Dutta, H., Das, A., Das, A.B., Farkas, T., 1985. Role of environmental temperature in seasonal changes of fatty acid composition of hepatic lipid in an air-breathing Indian Teleost, *Channa punctatus* (Bloch), Comparative Biochemistry and Physiology, 81, 341–347.

Dyerberg, J., 1986. Linolenate derived polyunsaturated fatty acids and prevention of atherosclerosis, Nutrition Rev., 44(8), 125-134.

Elmas (Kuşçu), A., 1999, Hirfanlı Baraj Gölü'nde yaşayan (*Cyprinus carpio* L.,1758)'nun büyüme özellikleri ve sindirim kanalı muhteviyatının araştırılması, Gazi Ünv. Fen Bil Ens. Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

El-Sayed, M.M., Ezzat, K., Kandeel, M., Shaban, F.A., 1984. Biochemical studies on the lipid content of *Tilapia nilotica* and *Sparatus auratus,* Comp. Biochem. Physiol., 4, 589-594.

Erdem, Ü., 1980, Akşehir Gölü'ndeki sazan (*Cyprinus carpio* L.,1758)'ın büyüme oranı, TÜBİTAK, VII. Bilim Kongresi Tebliğleri, TBAG, 261-274.

Erdem, Ü., 1982, Eğirdir, Beyşehir ve Çavuşçu Gölleri Sazan (*Cyprinus carpio* L.,1758) populasyonları üzerinde gelişme, üreme ve bazı vücut özellikleri bakımından karşılaştırmalı bir araştırma, Doktora Tezi, Selçuk Üniv., Fen Fak., Konya.

Fajmonova, E., Zelenka, J., Komprda, T., Kladroba, D., Sarmonova., I., 2003. Effect of sex, growth intensity and heat treatment on fatty acid composition of common carp (*Cyprinus carpio*) fillets. *Czech J. Anim. Sci., 48, 2003 (2): 85–92*

Farkas, T., 1984. Adaptation of fatty acid composition to temperature -a study on carp. (*C. Carpio* L.) liver slices, Comp. Biochem. Physiol. B., 79(4), 531-535.

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., Csengeri, I., Majoros, F., Olah, J., 1978. Metabolism of fatty acids in fish, II. Biosynthesis of fatty acid in relation to diet in the carp, *Cyprinus carpio* L., Aquaculture, 14, 57-65.

Farkas, T., Csengeri, I., Majoros, F.,Olah, J., 1977. Metabolism of fatty acids in fish, I. Development of essential fatty acid deficiency in the carp, *Cyprinus carpio* L., Aquaculture, 11(2), 147-157.

Folch, J., Less, M., Sloane Stanley, G.H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues, J. Biol. Chem., 226, 497-509.

Fracalossi, D.M., Lovel, R.T., 1994. Dietary lipid sources influence responses of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to challenge with the pathogen *Edwardsiella ictaluri,* Aquaculture, 119, 287-298.

Geldiay, R. Balık, S., 1988, Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar serisi No:97, Ege Üniv,. Basımevi, Bornova- İzmir.

Gordon, D. T., V. Ratlif, 1992. The implications of omega-3 fatty acid in humman healty, Advances in Seafood Biochemistry Composition and Quality, Ed. By George L. Flick, 406 pp.

Gorga, C., 1998. A new selected comments on lipids, Quality Assurance of Seafood Appendix 1, 245 sh.

Grzimek. B., 1973. Grizmek's animal life encyclopedia. Cilt 4, Fishes I., Van Nostrand Rinhold company. New York, Cincinnati, Toronto, london, Melbourne,531.

Gunasekera, R. M., Silva, S .S. D., Ingram, B. A,. 1999. Early ontogeny-related changes of the fatty acid composition in the Percichthyid fishes trout cod, *Maccullochella macquariensis* and Murray cod, *M. peelii peelii.,* Aquat. Living Resour., 12(3), 219-227.

Güler, G. Ö., 2005. Beyşehir Gölü'ndeki *Stizostedion lucioperca* L. (Osteichthyes: Percidae)'nın total yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişiminin belirlenmesi. Selçuk Üniv. Fen Bil Enst. Yüksek lisans tezi, Konya.

Gürsakal, N. 2002. Bilgisayar Uygulamalı İstatistik, Marmara Kitabevi Yayınları, Bursa.

Hagsturp, I. P., 2001. Marine n-3 fatty acids, wine intake, and heart rate variability in patients referred for coronary angiography, Curcilation, vol, 103, pp 651-657.

Hale, J.G., Carlson, A.R., 1972. Culture of the yellow perch in thelaboratory. Prog.Fish-Cult.34, 195-198.

Haliloğlu, H.İ., Bayır, A., Sirkecioğlu, A.N., Aras, N.M., Atamanalp, M., 2004. Comparison of fatty acid composition in some tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater, Food Chemistry, 86, 55-59.

Halver, J.E., 1972, Fish Nutrition. Academic Pres. New York and London, 146-159.

Hayashi, K., Takagi, T., 1976. Lipids metabolism in fish, I. Comparison of fatty acid composition in gilled fish and impounded fish, Bull. Fac. Fish, Hokkoido Univ., 27, 172-180,

Hayashi, K., Takagi, T., 1977. Seasonal variations in lipids and fatty acids of sardine, *Sardinops melanostica,* Bull. Fac. Fish, Hokkoido Univ., 28, 83-94.

Hayashi, K., Takagi, T., 1978. Seasonal variations in lipids and fatty acids of Japanese Anchovy, *Engraulis japanica,* Bull. Fac. Fish, Hokkoido Univ., 29, 38-47.

Henderson, R.J., Tocher,D.R., 1987. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish, Prog. Lipid Res., 26(4), 281-347.

Huang, C.H., Shyong, W.J., Lin, W.Y., 2001. Dietary lipid supplementation affects the body fatty acid composition but not the growth of juvenile river chub, *Zacco barbata* (Regan), Aquaculture Research, 32, 1005-1010

Hunter, B. J. Roberts, D. C. K., 2000. Pontential impact of the fat composition of farmed fish on human health, Nutrition Research,. 20, 1047-1058.

İkiz, R., 1986, Mamasın Baraj Gölü'ndeki Sudak (Stizostedion lucioperca L., 1758) ve sazan (*Cyprinus carpio* L.,1758) populasyonlarında gelişme ve küçük av büyüklüğünün saptanması üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, C.Ü.Fen Bil. Ens., 102s. Sivas

Johnson, L. L., Casillas, E., 1991. The use of plasma parameters to predict ovarian maturation stage in English sole *Parophrys vetulus* Girard., J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 151, 257-270.

Kakela, R., Hyvarien, H., 1998. Composition of polyunsaturated fatty acids in the liver of freshwater and marine ringed seals (*Phoca hispida ssp*.) differs largely due to the diet of the seals, Comp. Biochem. Physiol. B. Biochem. Mol. Biol., 120(2), 231-237.

Kara, C., 2001 Sır baraj gölü (Kahramanmaraş)'nde yaşayan *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'un dişi ve erkek bireylerinin kas dokusu yağ asitlerinin değişimi, Fen ve Mühendislik Dergisi, 1, 74-78.

Kaya, Y., Duyar, H.A., Erdem, M.E., 2004. Balık yağ asitlerinin insan sağlığı için önemi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 21, 3-4, 365-370.

Kinsella, J. E., Shimp, J.L., Mai, J., 1978. The proximate and lipid composition of several species of fresh water fishes, Food Sci., 1-20.

Kinsella, J.E., 1987. Summary of needs, in "Seafoods and fish oils in human health an disease", Pub. Marcel Dekker, Inc. New York, 234pp.

Kitajka, K., Buda, C., Fodor, E., Halver, J. E., Farkas, T., 1996. Involvement of phospholipid molecular species in controlling structural order of vertebrate brain synaptic membranes during thermal evolution, Lipids, 31(10), 1045-1050.

Kluytmans, J.H.F.M., Zandee, D.I., 1973a. Lipid metabolism in the northern pike (*Esox lucius* L.), I. The fatty composition of the northern pike, Comp. Biochem. Physiol., 44(2), 451-458.

Kluytmans, J.H.F.M., Zandee, D.I., 1973b. Lipids metabolism in the northern pike (*Esox lucius* L.), II. The composition of total lipids and of the fatty acids isolated from lipid classes and some tissues of the northern pike, Comp. Biochem. Physiol., 44(2), 459-466.

Konar, V., Köprücü, K., 2002. Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Etindeki Yağ Asidi Miktarlarının Araştırılması, F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14(1), 73-78.

Leaf, A., & Webber, P. C. 1988. Cardiovascular effects of n-3 fatty acids. New England Journal of Medicine, 318, 549–555.

Lima, M.E., Rodriguez-Amaya, D.B., Regina, B.F.M., 1994. Fatty acids of total, neutral and phospholipids of Brazilian freshwater fish, *Prochilodus scrofa.* J. Food Comp. Anal., 7(4), 240-251.

Linko, R.R., Kaitaranta, J.K., Vuorela, R., 1985. Comrarison of fatty acids in baltic herring and available plankton feed, Comp. Biochemical Physiol., 82(4), 699-705.

Lorgeril, M., Salen, P., Laporte, F., Leiris, J., 2001. Alpha-linolenic acid in the prevention and treatment of coronary heart disease, European Heart Journal Supplements ,3, (Supplement D), D26–D32.

Lund, E. D., Sullivan, C. V., Place, A. R., 2000. Annual cycle of plasma lipids in captive reared striped bass: effects of enviromental conditions and reprotuctive cycle, Fish Physiology and Biochemistry, 22, 263-275.

McKenzie, D.J., Higgs, D.A., Dosanjh, B.S., Deacon, G., Randall, D.J., 1998. Dietary fatty acid composition influences swimming performance in Atlantic salmon (*Salmo salar*) in seawater, Fish Physiology and Biochemistry, 19, 111-122.

Medford, B.A., Mackay, W.C, 1978. Protein and lipid content of gonads, liver and muscle of northern pike (*Exos lucius* L.) in relation to gonad growth, J. Fish. Res. Bd. Can., 35, 213-219,

Moss, C.W, Lambert, M,A., Mervin, W.H., 1974. comparsion of rapid methods for analysis of bacterial fatty acids. Appl. Microbil. 28, 80-85.

Murray, R.K., Mayes, P.A., Granner, D.K., Rodwell, V.W., Çevirenler: Dikmen, N., Özgünen, T., 1996. Harper'ın Biyokimyası, Barış Kitabevi, 937s,.

Nakanishi, H., Tsuda, T., Fukui, S., Hirayama, T., 1987. Correlative studies on changes in lipid composition of gills and uptake of chemicals of willow shiner fish (*Gnathopogon caerulescens*) by exposure to detergent, Comp. Biochem. Physiol., 86(2), 339-341.

Nettleton, J. A., 2000. Seafood nutrition in the 1990's issue for the consumer, seafood Secienc and Technology, chepter 4, Ed. By Graham Bligh Canadian. Inst. Of Fish Tech., 32-39 pp.

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.

Özdamar, K. 2002. Paket Proğramları ile İstatistiksel Veri Analizi. SPSS- Minitab. Atam A.Ş. Matbaa Tesisleri, Eskişehir.

Paulson, D.J., Smith, J.M., Zhao, J., Bowman, J., 1992. Effect of dietary fish oil on myocardial ischemic/ reperfusion injury of Wistar Kyoto and stroke-prone spontaneously hypertensive rats, Metabolism, 41(5), 533-539.

Peterson, L. D., Jefferry, N. M., Thies, F., Sanderson, P., Newsholme, E. A., Calder, P.C., 1998. Eicosapentaenoik and docosahexaenoik acids alter rat spleen leukocyte fatty acid composition and prostaglandin E_2 production but have different effects on lymphocyte functions and cell-mediated immunity, Lipids, 33(2), 172-180.

Piggott, G. M., Tucker, B. W. 1990. Effects of technology on nutrition. New york:Marcel Dekker.

Pompeia, C., Freitas, J. S., Kim, J. S., Zyngier, S. B., & Curi, R. 2002. Arachidonic acid cytotoxicity in leukocytes: implications of oxidative stress and eicosanoid synthesis. Biology of the Cell, 94(4–5), 251–265.

Rahman, S.A., Sing, H.T., Nassan, O., Daud, N.M., 1995. Fatty acid composition of some Maleysian freshwater fishes, Food Chemistry, 54(1), 45-49.

Reiser, E., Stevenson, B., Kayama, M., et all. 1963. The influence of dietary fatty acids and environmental temperature on the fatty acid composition of teleost fish. J. Ame. Oil Chem. Soc., 40, 507-513.

Ringo, E., Nilsen, B., 1987. Hatchery-reared landlocked arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.) from lake Takvatn, reared in fresh and sea water. I. Biochemical composition of food and lipid composition of fish reared in fish water, Aquaculture, 67, 343-351.

Roy, R., Fodor, E., Kitajka, K., Farkas, T., 1999. Fatty asid composition of the ingested food only slightly affects physicochemical properties of liver total phospholipids and plasma membranes in cold-adapted freshwater fish, Fish Physiology and Biochemistry, 20, 1-11.

Runge G., Steinhart H., Schwarz F.J., Kirchgessner M. (1987): Influence of different fats with varying addition of α-tocopheryl acetate on the fatty acid composition of carp (*Cyprinus carpio* L.). Fat Sci. Technol., *89*, 389–393.

Sargent, J. R., 1996. Origins and functions of egg lipid. In N. R. Bromage & R. J. Roberts(Eds), Broodstock management and egg and larval quality (pp. 353-372). Oxford: Blackwell.

Sargent, J.R., 1997. Fish oils and human diet, Br. J. Nutr., 78(1), 5-13.

Schacky, C.V., 2000. n-3 Fatty acids and the prevention of coronary atherosclerosis, The American Journal of Clinical Nutrition, 71, 224-237.

Schwarz F.J., Kirchgessner M., Steinhart H., Runge D. 1988): Influence of different fats with varying additions of α-tocopheryl acetate on growth and body composition of carp (*Cyprinus carpio* L.). Aquaculture, 69, 57–67.

Seifert, R.E., 1972. First food of larval yellow perch, white sucher, blugill, emerald shiner and rainbow smelt. Trans. Am. Fish. Soc., 101, 219-225.

Serot, T., Gandemer, G., Demaimay. M., 1998. Lipid and fatty acid compositions of muscle from farmed and wild adult turbot**,** Aquaculture International, 6, 331–343.

Sidhu, K.S., 2003. Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil, Regulatory Toxicology and Pharmacology, 38, 336-344.

Sinnhuber, R.O., 1969. The role of fats. In fish in research. 245-261 pp. Academic Pres, New York.

Skonberg, D.I., Perkins, B.L., 2002. Nutrient composition of gren crab (*Carcinus maenus*) leg meat and claw meat, Food chemistry, 77, 401-404.

Soriguer, F., Serna, S., Valverde, E., Hernando, J., Martin-Reyes, A., Soriguer, M., Pareja, A., Tinahones, F., Esteva, I. 1997. Lipid, protein and calorie content of different Atlantic and Mediterranean fish, sellfish and molluscs commenly eaten in the South of Spain, European Journal of Epidemiology, 13, 451-463.

Steffens, W., 1997. Effeceks of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans, Aquaculture, 151, 97-119.

Stone, J. N., 1996. Fish consumption, fish oil, lipids and coronery hearty disease, America Heart Association, 94:2337-2340.

Tanyolaç, J., 1979, Age and growth of carp (*Cyprinus carpio* L.,1758) in lake eymir, Comminications de la Faculte des Science de L' University D', Zoologie, C3, 19,1-12, Ankara.

Tapiero, H., Ba, G.N., Couvreur, P., Tew, K.D., 2002. Polyunsaturated fatty acids and eikosanoids in human health and pathologies, Biomedicine Pharmacotheraphy, 56(5), 215-222.

Tocher, D.R., Agaba, M., Hastings, N., Bell, J.G., Dick, J.R., Teale, A.J., 2002. Nutritional regulation of hepatocyte fatty acid desaturation and polyunsaturated fatty acid composition in zebrafish (*Danio rerio*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*), Fish Physiology and Biochemistry, 24, 309-320.

Ueda, T., 1976a. Changes in fatty acid comopsition of mackerel lipid and probably related factors. 1. Influence the season, body length and lipid content, Bull. Jap. Soc.Sci. Fish, 42, 479-484.

Ueda, T., 1976b,1976. Ditto II. Influence of lipd content on the fatty acid composition. Ibid., 42, 485-489

Uysal, K., Aksoylar, M.Y., 2003. Sudak *Sander lucioperca* (L., 1758) Balıklarının kas ve karaciğer total lipid ve total yağ asidi içeriğinin mevsimsel değişimi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Dergisi ,7-3, 25-29.

Uysal, K., Aksoylar, M.Y., 2005. Seasonal variations in fatty acid composition and the n-6/n-3 fatty acid ratio of pikeperch (*Sander lucioperca*) muscle lipids, Ecology of Food and Nutrition, 44, 23–35.

Viola, S., Amidan, G., The effects of different dietary oil supplementson the composition of carp's body fat, Bamidgeh, 30,4, 104-109.

Vlaming, V.L.D., Kuris, A., Parker, F.B., 1978. Seasonal variations of reproduction and lipid reserves in some subtropical Cyprinodontids, Trans Ame. Fish. Soc., 107, 3, 464-472.

Watanabe T., Takeuchi T., Wada M. 1981.Dietary lipid levels and α-tocopherol requirement of carp. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., *47*, 1585–1590.

Williams, E. E. Hazel, J. R., 1992. The role of docosahexaenoic acid-containing molecular species of phospholipids in the thermal adaptation of biological membranes. In essential fatty acids and eicosanoids, pp. 128-133. Edited by A. Sinclair and R. Gibson. Am. Oil Chemists' Society, Champaign, Illinois.

Wills, R.B.H., Hopkirk, G., 1976. Distribution and fatty acid composition of lipids of eels (*Anguilla australis*), Comp. Biochem. Physiol., 53(4), 525-527.

Xu, X.L., Fontaine, P., Melard, C., Kestemont, P., 2001. Effects of dietary fat levels on growth, feed efficiency and biochemical compositions of Eurasion perch *Perca fluviatilis*, Aquaculture International, 9, 437-449.

Yılmaz, F., 1997, Porsuk Barj Gölü'nde yaşayan *Cyprinus carpio*e ve *Tinca tinca* 'nın biyo-ekolojik özellikleri üzerine bir araştırma, Gazi Üniv. Fen Bil. Ens. Doktora Tezi, Ankara

Yılmaz, M., 1994, Kapulukaya Baraj Gölü'nde yaşayan sazan (*Cyprinus carpio* L.,1758) ve İn Balığı (*Caoeta tinca* (Heckel, 1843))'nın Biyo-Ekolojik özellikleri, Gazi Üniv. Fen Bil. Ens. Doktora Tezi, 290, Ankara.

Yılmaz, Ö., Konar V., Çelik, S., 1996. Elazığ Hazar Gölü'ndeki *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın (Siraz) Total Lipid ve Yağ Asidi Miktarlarının Aylara ve Mevsimlere Göre Değişimi, Tr. J. of Biology, 20, 245-257.