

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KEFAL BALIĞI, *Mugil cephalus* L. 1758
(OSTEICHTHYES: MUGILIDAE)' NİN TOTAL
YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

Sultan ŞEN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
Konya, 2006

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KEFAL BALIĞI, *Mugil cephalus* L. 1758
(OSTEICHTHYES: MUGILIDAE)' NİN TOTAL
YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

SULTAN ŞEN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Bu tez 07.09.2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Z. Ulya NURULLAHOĞLU
(Danışman)

Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK

Yrd. Doç. Dr. Leyla KALYONCU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KEFAL BALIĞI, *Mugil cephalus* L. 1758
(OSTEICHTHYES: MUGILIDAE)' NİN TOTAL
YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

Sultan ŞEN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Z. Ulya NURULLAHOĞLU

2006, 34 Sayfa

Jüri: Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK
Yrd. Doç. Dr. Z. Ulya NURULLAHOĞLU
Yrd. Doç. Dr. Leyla KALYONCU

Bu çalışmada Mersin yöresinden alınan *Mugil cephalus* L.' un total yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişimi gaz kromatografi ile araştırılmıştır. *M. cephalus*' un bileşiminde 12 farklı yağ asidi belirlenmiştir. Yağ asitleri bileşimlerinin C 14 ile C 22 arasında olduğu görülmüştür. Dört mevsimde de doymamış ve aşırı doymamış yağ asitleri toplam yüzdeleri doymuş yağ asitleri yüzdelerinden daha yüksek oranda bulunmuştur. Her mevsim için palmitik asit en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi olarak bulunmuştur. Genel olarak ω6 yağ asitleri yüzdeleri, ω3 yağ asitleri yüzdelerinden daha yüksek belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Balık, *Mugil cephalus*, Yağ asidi bileşimi

ABSTRACT

MS Thesis

THE SEASONAL CHANGES OF TOTAL FATTY ACID COMPOSITION OF
STRIPED MULLET *Mugil cephalus* L. 1758
(OSTEICHTHYES: MUGILIDAE)

Sultan ŞEN

Selçuk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Z.Ulya NURULLAHOĞLU
2006, 34 Pages

Jury: Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK
Assist. Prof. Dr. Z. Ulya NURULLAHOĞLU
Assist. Prof. Dr. Leyla KALYONCU

In this study, total fatty acid composition and its seasonal variation of striped mullet, *Mugil cephalus* L. which taken from Mersin were investigated by gas chromatographic method. Twelve different fatty acids were determined in the compositions of *M. cephalus*. Fatty acid compositions were seen between C 14 and C 22. Total percentages of unsaturated and polyunsaturated fatty acids were higher than saturated fatty acids in four seasons. Palmitic acid was determined as fatty acid which has the highest percentage for every season. Generally percentages of $\omega 6$ fatty acids were determined higher than percentages of $\omega 3$ fatty acids.

Key Words: Fish, *Mugil cephalus*, Fatty acid composition

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında Mersin yöresinden alınan kefal balığı (*Mugil cephalus*) nın total yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişimi araştırılmıştır. Bana bu çalışma konusunu veren ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Z. Ulya NURULLAHOĞLU' na içtenlikle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	6
2.1. Kefal (<i>Mugil Cephalus</i>) 'in Biyolojisi.....	6
2.2. Balıklarda Yağ Asidi Bileşimi	6
2.3. Balık Yağlarının Mevsimsel Değişimi	9
3. MATERYAL VE METOT.....	11
3.1. Balıkların Temin Edilmesi.....	11
3.2. Total Lipid Miktarlarının ve Yağ Asidi Bileşimlerinin Tespit Edilmesi	11
3.3. Verilerin Değerlendirilmesi	12
4. SONUÇLAR.....	13
4.1. <i>Mugil cephalus</i> ' un Mevsimlere Göre Total Lipid Miktarlarının Değişimi.....	13
4.2. Sonbahar Mevsiminde <i>Mugil Cephalus</i> 'un Total Yağ Asidi Bileşimi	14
4.3. Kış Mevsiminde <i>Mugil Cephalus</i> 'un Total Yağ Asidi Bileşimi.....	16
4.4. İlkbahar Mevsiminde <i>Mugil Cephalus</i> 'un Total Yağ Asidi Bileşimi	16
4.5. Yaz Mevsiminde <i>Mugil cephalus</i> 'un Total Yağ Asidi Bileşimi.....	17
5. TARTIŞMA.....	19
6. KAYNAKLAR	24

1.GİRİŞ

Gelişmiş ülkelerde balık ve deniz ürünleri üzerinde büyük bir önemle durulmaktadır. Tatlı su ve deniz balıkları insanların beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Ülkemiz, coğrafi yapısı ve iklim koşulları dikkate alındığında, deniz ve iç sularımızda çeşitli su ürünlerin yetiştirilmesine ve geliştirilmesine olanak sağlayacak kaynaklara sahiptir. Ancak ülkemizde su ürünlerinin soğuk muhafaza ve depolanma işlemleri yeterli olmadığı için su ürünlerinin büyük bir bölümü üretim bölgelerinde tüketilmektedir (Keskin 1981).

Balık eti zengin besinsel bileşenlere sahip olan önemli bir besin kaynağıdır. Balık etinin insanların hayvansal protein ihtiyaçlarının karşılanmasında önemli bir yeri vardır. Ayrıca balık yağının da sağlıklı olması nedeniyle balık vazgeçilmez bir besin kaynağı hale gelmiştir (Justi ve ark. 2003).

Balığın canlı ağırlığının büyük bir bölümünü % 70-80 su, % 20-30 protein ve % 2-12'sini lipitler meydana getirir (Love 1970).

Balıklarda yağ miktarı aslında fazla yüksek değildir. Vücut ağırlığına göre genel olarak yüzde birkaç oranında bulunur. Bununla ilgili Afrika'da yapılan bir çalışmada *Oreochromis niloticus* adlı tatlı su balığı etinin bileşiminde yaklaşık % 79 su, % 17 protein ve % 1 civarında yağ bulunduğu belirlenmiştir (Justi ve ark. 2003).

Balık etinin lezzetli olması ve özellikle kalp damar hastalıklarında önemli farmakolojik etkileri, yapılarında bulunan yağlardan ve yağ asitlerinden kaynaklanmaktadır (Kinsella 1987). Bir balığın yağ asidi bileşiminde diğer hayvanlarınkine göre daha fazla sayıda yağ asidi çeşidi yer alır (Gunstone 1986).

Yağ asitleri içerdikleri karbon atomları sayısı, zincir uzunlukları, karbon atomlar arasındaki çift bağların sayısı ve doymamışlık derecelerine göre sınıflandırılırlar (Ackman 1988, Weatherley ve Gill 1989, Skorski 1990).

Deniz ürünlerindeki yağlar, bitki ve hayvan yağlarına göre daha kompleks yapıdadırlar. Karbon zinciri uzunluğu genel olarak C:14 ve C:24 arasındadır. Bazen C:12 ile C:26 arasında da bulunabilmektedir (Keskin 1981).

Bitkisel ve hayvansal yağlarda zincir uzunluğu genel olarak 18 karbonun üzerindedir. Bitkisel ve hayvansal yağlarda 18 karbonu geçen yağ asitleri miktarı % 1-5 arasında iken balık yağında bu oran genel olarak % 25-33'tür. Bazen bu oran

% 50'ye kadar çıkabilir (Göğüş 1988). Her ne kadar balığın yağ asidi bileşimi çok sayıda yağ asidinden meydana geliyor ise de bunlardan sadece birkaç tanesi total yağ asidi bileşiminin genellikle % 70-80 gibi önemli yüzdesini oluşturmaktadır. Doymuş yağ asitlerinden en yüksek yüzdelerde bulunanları C 16:0 palmitik asit, C 14:0 miristik asit ve C 18:0 stearik asitlerdir. Doymamış yağ asitlerinden C 16:1 palmitoleik asit ve C 18:1 oleik asitleri tekli doymamış yağ asitleri olarak adlandırılırlar. Bu yağ asitlerinin yüzdeleri o kadar fazla yüksektir ki neredeyse doymamış yağ asitlerinin toplam yüzdeleri bu iki yağ asidi tarafından oluşturulmaktadır (Gunstone 1986). Balık yağları 4, 5, 6 çift bağ içeren aşırı doymamış yağ asitlerini içerirler. Özellikle ω 3 serisinden C 20:5 eikosapentaenoik asit (EPA) ve C 22:6 dokosaheksaenoik asit (DHA) oldukça yüksek yüzdelerdir (Göğüş 1988). Balık yağının bileşiminde bulunan karbon sayısı ve doymamışlık derecesi yüksek olan bu aşırı doymamış yağ asitleri hücre zarlarının yapısında yer alarak hücre zarlarını akışkanlığı ve dolayısıyla geçirgenliğinde rol oynarlar. Ayrıca bu aşırı doymamış yağ asitlerinin kolesterol metabolizmasında ve taşınmasında önemli görevleri vardır (Steffens 1997).

Balıkların bileşiminde bulunan C 22:6 dokosaheksaenoik asit (DHA) hücre membranının fonksiyonel bütünlüğü ve temel yapısal özelliklerin devamı için gereklidir (Gunasekara ve ark. 1999).

Çoklu doymamış yağ asitleri de (PUFA) kendi aralarında ikiye ayrılırlar. Bunlar ω 3 (omega-3) ve ω 6 (omega-6) yağ asitleridir. ω 3 ve ω 6 'lar alışılmış olanın dışında karboksil (-COOH) grubunun tersine metil (-CH₃) grubundan sayıldığı zaman 3. ve 6. karbon atomunda çift bağ içeren yağ asitleridir. Balık yağları % 20-30 oranında doymuş yağ asitlerini, % 70-80 oranında ise doymamış yağ asitlerini içerir. Balık yağlarındaki çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) miktarı % 25-30 oranındadır. Su ürünlerinin yağlarında bulunan PUFA'lar genellikle ω 3 şeklindedir. ω 6 yağ asitleri ise toplam yağ asilerinin % 1 ile % 3 'ünü oluşturmaktadır (Ackman 1988, Weatherley ve Gill 1989, Skorski 1990). Bu özelliği ile balık yağı hayvansal ve bitkisel kaynaklı katı ve sıvı yağlardan farklı beslenme özelliklerine sahiptir (Göğüş 1988).

Kalorik fonksiyonlarının yanında yağlar vücut yapısının gelişmesi için gerekli ve dışarıdan alınması zorunlu olan yağ asitlerini de içerirler. Bazı yağlar vücutta

üretilemeyen linoleik, linolenik ve arakidonik gibi esansiyel yağ asitleri bulunan gliseritleri de içerdiğinden, beslenme açısından daha yüksektir. Bu yağ asitlerinin vücuda dışarıdan alınması zorunludur (Keskin 1981). Temel yağ asitleri adı verilen bu yağ asitleri vücut tarafından üretilemezler. Yani vücut fonksiyonları için esansiyel maddelerdir. Hücre membranının fleksibilitesi, akışkanlığı esansiyel yağ asitlerinin membrandaki oranına bağlıdır. Esansiyel yağ asitleri enerji sağlamanın yanı sıra vücut ısısının korunmasında da önemli bir yere sahiptir (Hawkins 1997).

Esansiyel yağ asitleri alınmadığı zaman vücut fonksiyonlarında bozukluklara hatta bazen ölüme bile sebep olabilecek aksaklıklara yol açabilirler. Belirli yağ asitlerinin vücut için esansiyel olduğu ilk olarak Evans ve Burr tarafından 1929 yılında ortaya atılmıştır (Evans ve Burr 1929). Esansiyel yağ asitleri ile ilgili olarak yağsız dietle beslenen fareler üzerinde yapılan bir araştırmada; büyümenin gecikmesi, böbrek fonksiyon bozuklukları, cilt sorunları, üreme bozuklukları gibi rahatsızlıklar ortaya çıkmıştır. Fakat yapılan bu çalışmada rahatsızlıkların yağ asidi eksikliğinden kaynaklanmadığı, linoleik asit ($\omega 6$) adlı yağ asidi eksikliğinden kaynaklandığını göstermiştir (Burr ve Fehily 1990).

Balık yağı insan sağlığı açısından son derece önemlidir (Connor ve Connor 1986). Balık yağının sağlık açısından önemli kılan özellik, balıkların yağ asidi bileşiminde karbon sayısı ve doymamışlığı yüksek yağ asitlerinin bulunmasıdır. Bu yağ asitlerinin başında kısaca EPA olarak bilinen C 20:5 eikosapentaenoik asit ve DHA olarak bilinen C 22:6 dokosaheksaenoik asit gelmektedir (Terano ve ark. 1983, Herold ve Kinsella 1986, Biermann ve ark.1987, Steffens ve ark. 1989, Wirth ve ark. 1990, Singer 1994). Fazla miktarda balık tüketen toplumlarda kardiovasküler sistem hastalıkları ve depresyon daha az oranda görülmektedir (Leaf ve Weber 1988). Dünyanın çeşitli yerlerinde besin ve kardiovasküler sistem hastalıkları konusunda yapılan araştırmalar sonucunda Japonya ve Girit Adasında yaşayanların kardiovasküler sistem hastalıkları açısından daha düşük ölüm oranına sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Girit adasında yaşayan toplumların dietindeki yüksek orandaki $\omega 3$ yağ asitleri; sardalya, ringa gibi balıkları ve yumurtalarını yemelerine bağlıdır (Tornaritis 1993). Amerika ve Avrupa toplumları arasında yapılan bir başka çalışmada ise Girit adasında yaşayanların en yüksek linolenik aside ve en düşük linoleik asidine sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Bu yapılan araştırma sonucunda da en

düşük kardiovasküler hastalık ve kanser oranına ve de en uzun yaşam süresine sahip olduğu ortaya çıkmıştır (Lands 1986).

Balık yağlarının ayrıca sedef ve egzama gibi çeşitli cilt hastalıklarını önlemesi (Ziboh 1990); meme, pankreas, bağırsak ve prostatik tümörlerin gelişmesini önlemesi gibi birçok faydası vardır (Kanders ve Kowalchuk 1990).

Balıklar lipitleri depo etme durumuna göre; yağlı balıklar (ringa, uskumru, tuna), yarı yağlı balıklar (lüfer, tekir, köpek balığı) ve yağsız balıklar (pisi, morina) olarak gruplara ayrılırlar (Huss 1988). Balıklar, lipitleri yağ dokusunda depo eden memelilerin aksine daha çok iskelet kası ve karaciğer dokusunda depo ederler (Neuhaus ve Halver 1969). Örneğin; yağlı balıklar lipitleri kas dokuda depo ederken yağsız balıklar ise lipitlerin çoğunu karaciğer veya karın bölgesinde depo ederler (Huss 1988). Hareketli balıklar üzerinde yapılan çalışmada ise lipitlerin daha çok kas dokusunda, hareketsiz ve suyun dip kısımlarında yaşayan balıklarda ise lipitlerin karaciğer dokusunda depo edildiği ortaya konmuştur (Neuhaus ve Halver 1969). Bu lipitlerin büyük bölümü değişik fizyolojik olaylarda kullanılmak üzere vücudun değişik yerlerine mobilize olurlar (Ackman 1967).

Balıkların yağ asidi bileşimleri balığın yaşadığı ortama, mevsime, balığın besinine, üreme durumuna, suyun sıcaklığı ve kirlilik durumuna göre değişiklikler göstermektedir. Bu konuyla ilgili Arjantin'de yapılan çalışmada aynı tür balığın ülkenin kuzeyindeki ve güneyindeki göllerde yaşayan bireylerinin yağ asidi bileşimlerinde farklı oranlar tespit edilmiştir (Logan ve ark. 2000).

Öztürk (2003), Beyşehir Gölü'nde yaşayan kadife balığı, *Tinca tinca* L.'nin yağ asidi bileşiminin mevsimlere bağlı olarak değişimini araştırmış ve mevsimler arasında farklılıklar ortaya çıkarmıştır. Mevsimlere göre doymuş yağ asitlerinin yüzdeleri toplamının % 33.04-48.32, doymamış yağ asidi yüzdeleri toplamının % 22.13-32.02, aşırı doymuş yağ asidi yüzdeleri toplamının % 24.53-39.44 arasında olduğunu tespit etmiştir. Bu çalışmada C16:0 palmitik asit, C 18:1 oleik asit, C 16:1 palmitoleik asit, C 24:0 lignoserik asit, C 18:2 linoleik asit, C 20:4 arakidonik asit, C 22:6 dokosahekzaenoik asit, C 18:3 linolenik asit, C 18:0 stearik asit ve yüzdelerinin balıkların total yağ asidi bileşiminde yüksek yüzdelerde bulunduğu görülmüştür. Bu dokuz yağ asidinin toplam yüzdeleri mevsimlere göre % 71.09-82.90 arasında değişiklik göstermiştir.

Sağlık (1994), denizlerimizde yaşayan ve besin olarak tüketlenen 13 balık türünün total lipit ve yağ asidi bileşimlerini araştırmış ve sonuç olarak türler arasında oldukça farklılık olduğunu tespit etmiştir. Bu çalışmada total lipit içeriği en fazla sardalya balığında (% 16.96), en az kılıç balığında (% 0,54) bulunmuştur. Sağlık'ın bulgularına göre en çok doymuş yağ asidi içeren tür kılıç balığıdır. Aşırı doymamış yağ asitleri ise en fazla hamsi türünde bulunmuştur.

Kıraç (2004), Konya'da tüketlenen bazı balıkların yağ asidi bileşimi yüzdelerini 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 göstermiştir. alışmasında en yüksek doymuş yağ asidi yüzdesi % 44.16 ile ınakop balığında, en yüksek tek çift bağlı yağ asitleri yüzdesi ise % 38.7 ile barbun türüne, en yüksek çok çift bağlı yağ asitleri ise % 38.64 ile sardalya türüne ait olduğu bulunmuştur.

Bu alışma, Mersin yöresinden yılın dört ayrı döneminde alınan has kefal (*Mugil cephalus*) L. 1758 (Osteichthyes: Mugilidae) 'nin total lipid ve yağ asidi bileşiminin belirlenmesi ve mevsimsel değişikliklerin incelenmesi amacıyla yapılmıştır.

2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Kefal (*Mugil cephalus*) 'in Biyolojisi

Sıcak bölge denizlerinde, tatlı ve acı sularda yaşarlar. Ortalama 35-50 cm, en çok 75 cm boyda olabilirler. Ağırlıkları 7 kg olabilir. Yan çizgileri yoktur. 9-10 kadar uzunlamasına açık renkli çizgi bulunur. Açık denizlerle sahil arasında gidip gelirler, fakat çok uzaklara göç etmezler (De Carli 1997). Bazen beslenmek için sürüler halinde acı sulara, lagünlere hatta nehirlere girerler (Lagler ve ark. 1962). Genel olarak fırtına ve gök gürültüsü olduğu zamanlarda denizlere kaçarlar. Ülkemiz sularında mevcut olan bir balık türüdür (Kuru 1987). Yavruları planktonlarla beslenirler. Erginleri omnivordur, deniz dibi bitkileri ve yumuşakçalarla beslenirler. Yaz aylarında üreyip 150.000-1.000.000 yumurta bırakırlar. Beyaz etinin lezzeti ve havyarı nedeniyle ekonomik değeri oldukça yüksektir (Lagler ve ark. 1962).

2.2. Balıklarda Yağ Asidi Bileşimi

Su ürünlerindeki yağların yağ asitlerindeki kompozisyonların farklı olması bazı faktörlere bağlıdır. Bu faktörler beslenme şekli, coğrafik şartlar, çevre sıcaklığı, mevsimlere göre avlanma, vücut uzunluğu, cinsiyet, tür ve yağ içerikleri olarak sayılabilir (Keskin 1981). Balık yağlarının yağ asidi bileşimleri hayvanların taşıdığı yağ asidi bileşimlerinden farklıdır. Genel olarak doymuş yağ asitlerinin yüzdelerinin yüksek olduğu ve bu yüzden çeşitli derecelerde katılığa sahip olan hayvansal yağların sağlıksız olmalarının aksine, sağlıklı balık yağlarının en önemli özelliği karbon sayısı ve doymamışlığı yüksek olan yağ asitlerini ihtiva etmeleridir (Justi ve ark. 2003).

Deniz balıkları ile tatlı su balıklarının yağ asidi bileşimleri bazı farklılıklar göstermektedir. Bu farklılık balıkların diet kompozisyonundan kaynaklanmaktadır (Henderson ve Tocher 1987). Tatlı su balıklarının yaşadıkları ortamda bulunan lipit oranı deniz balıklarının yaşadıkları lipit oranına göre daha düşüktür. Tatlı su balıkları linoleik asitten zincir uzatma ve doymamışlık derecesini arttırabilme yetenekleri

sayesinde düşük lipitli besinlerin bulunduğu ortamda yaşayabilmektedir (Bell ve ark. 1986, Henderson ve Tocher 1987, Linares ve Henderson 1991, Yang ve Dick 1994). Tatlı sularda yaşayan balıklar klorofil taşıyan yüksek yapılı bitkiler ve algler içindeki linoleik asit ve linolenik asit gibi yağ asitlerini arakidonik asit (C 20:4), eikosapentaenoik (EPA) asit ve dokosaheksaenoik (DHA) asit gibi yağ asitlerine uzatabilme yeteneğine sahiptirler (Gurr ve Jams 1980). Tatlı su balıklarının yağ asidi bileşimlerinde C 18:2 linoleik asit ve C 18:3 linolenik asit gibi 18 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinin yüzdeleri deniz balıklarının yağ asidi bileşimlerinininkinden daha yüksek orandadır. Ayrıca C 20:4 arakidonik asit (ω_6 , n-6) yüzdesi de tatlı su balıklarının yağ asidi bileşimlerinde daha yüksek oranda bulunmaktadır (Steffens 1997). Yağ asidi bileşiminde linoleik ve arakidonik asit oranının yüksek olmasından dolayı tatlı su balıklarında ω_6 yağ asitlerinin oranı yüksek olarak ortaya çıkar. Bunun sonucunda ω_3/ω_6 oranı tatlı su balıklarında deniz balıklarınıninkinden daha düşüktür (Henderson ve Tocher 1987, Steffens 1997).

Balıklar yeterli besin buldukları zaman üremelerini ve yağ depo etme periyodlarını kontrol edebilmektedir. Yağ depo etme evreleri ortamdaki besinin verimine bağlıdır. Besinin az bulunduğu yerlerde değişim yıl boyunca az, besinin çok bulunduğu yerlerde ise yıllık değişim daha çok belirgin oranda ortaya çıkmaktadır. Gonadların gelişim evresinde büyük ölçüde enerjiye ihtiyaç duyulduğu zaman bu periyotda bol besin bulunması gerekmektedir. Bu sebeple balıklar gonadların gelişim evresinde ve üreme periyotlarında ihtiyaç duydukları enerjiyi, depo ettikleri yağlardan sağlamaktadır (Hayashi ve Takagi 1977).

Balıkların dietinden etkilenen başlıca dokulardan biri kas dokusudur. Kas dokusu membranında da yüksek oranda lipit bulunmaktadır. Bunlar fosfolipit ve lipoproteinlerdir (Cowey ve Sargent 1972). Superior gölü balıklarının kas dokusunda da en çok bulunan yağ asidinin palmitik asit olduğu ve doymuş yağ asitlerinin % 68-79'unu bu yağ asidinin oluşturduğu bildirilmiştir (Wang ve ark. 1990). Balıklardaki yağ asidi bileşimleri ile ilgili birçok türde çalışmalar yapılmış ve farklı sonuçlar elde edilmiştir

Kozloava ve Khotimchenco (2000), bir tatlı su balığı olan ve Baykal gölünde yaşayan *Comephorus baicalensis*'un kaslarındaki yağ asidi bileşimini incelemiş ve sonuç olarak % 20-30 doymuş, % 68.2 doymamış, % 5.4 aşırı doymamış, % 1.4 ω_3

ve % 3.1 ω6 yağ asitleri bulunduğu görülmüştür. Bu balıkta ω3/ω6 oranı da 0.5 olarak bulunmuştur.

Sinclair (1982), Avusturalya'nın kuzeybatı sahillerindeki on balık türünün yağ asidi bileşimini incelemiş ve araşidonik asidin en çok bulunan ω6 yağ asidi olduğunu saptamıştır. Bu verilere dayanarak Güney Yarım Küre'deki denizsel besin zincirinin ω6 yağ asitlerince zengin olduğunu ileri sürmüştür.

Gibson (1983), yirmi dört türün yağ asidi bileşimini araştırmış ve bu araştırma sonucunda yapılan diğer araştırmalarda olduğu gibi ω3 yağ asitleri oranının ω6 yağ asitleri oranından daha fazla oranda bulunduğunu ortaya koymuştur. Araştırmacı yaptığı bu çalışmada bütün türlerde en çok bulunan ω6 yağ asidinin C 20:4 arakidonik asit olduğunu tespit etmiştir.

Alaska'da ringa balığı (*Ammodytes hexapterus*) ve Pasifik mızrak balığı (*Clupea palasi*) ile yapılan bir çalışmada da balığın yaş ve mevsim özellikleri göz önüne alınmayarak yağ asidi ölçülmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada sadece mayıs-ağustos ayları arasında Prince William Sound adasının altı ayrı noktasından alınan numunelerin 0-1 yaş arasında olanları seçilmiştir. Ringa balığı yağ asidi kompozisyonu % 8-% 10 arasında değişim gösterirken, Pasifik mızrak balığı ise % 9-% 16 arasında değişim göstermiştir. Bunun yanında güney batı sahillerinde bulunan mızrak balığı yağ asidi kompozisyonu merkezde bulunan Prince William Sound adası sahillerine göre birbirine daha fazla oranda benzerlik gösterdiği ortaya konulmuştur. Bu çalışmalar gösteriyor ki; coğrafi koşullar ve türsel özellikler balık yağ asidi kompozisyonunu etkilemektedir (Heintz ve Larsen 1998).

Nair ve ark. (1976), uskumru balıklarını 18 °C 'de dondurarak saklamışlar ve lipitlerdeki hidrolitik değişimleri incelemişlerdir. Bu çalışma sonucunda uskumru balığında başlangıçta % 1.49 olan ortalama lipit oranını 5 aylık depolama sonucunda % 1.43 olarak bulmuşlardır.

Kundakçı (1979), haskefal ve sazan balığını dondurarak depolamış ve 12 ay sonunda toplam lipit oranlarında önemli bir değişim olmadığını tespit etmiştir.

2.3. Balık Yağlarının Mevsimsel Değişimi

Balıklarda çevre sıcaklığını etkileyen en önemli etken mevsimsel değişimdir. Bu sebeple balığın yağ asidi bileşimi mevsimlere bağlı olarak da değişmektedir. Gökkuşluğu alabalıklarında (*Salmo trutta*) ve İngiliz dil balıklarında (*Paraphrys vetulus*) plazma lipit içeriğinin mevsimsel olarak değiştiği görülmüştür (Johnson ve Casillas 1991). Mevsimsel sıcaklık değişimleri balıkların hayat evrelerinde değişik etkilere sebep olmaktadır. Yumurtlama periyotlarında dişilerde önemli ve belli oranda C 22:6 seviyesinde düşüş olmaktadır. Mevsimlere göre fosfolipit ve kolesterol esterlerin yağ asidi içerikleri küçük farklılıklar göstermektedir. Kan plazmasındaki bu iki lipit sınıfında fazla oranda DHA bulunmasına rağmen trigliseritlerde esansiyel ω 3 oranı oldukça düşüktür. Bu lipit sınıflarındaki farklılıklar ve total lipitlerdeki yağ asidi içeriğinin farklılığı cinsiyet ve mevsimden kaynaklanmaktadır (Lund ve ark. 2000).

Balıklar poikloterm (soğukkanlı) canlılardır. Yani ortam şartlarına göre vücut ısısı değişen canlılardır. Yapılan araştırmalarda yağ asidi metabolizması üzerine doğrudan etkili olduğu ortaya konmuştur (Roy ve ark. 1999). Balığın yaşadığı suyun sıcaklığının düşmesi, yapısal lipitlerdeki yağ asitlerinin karbon sayılarının yükselmesini ve doymamışlığın artmasını beraberinde getirir (Williams ve Hazel 1992). 5-10 °C sıcaklıklara adapte olmuş balıkların yağ asidi bileşimindeki aşırı doymamış yağ asitlerinin yüzdesi, 25-27 °C gibi ılık sularda yaşayanlara göre daha fazladır (Dey ve ark. 1993). Su sıcaklığının düşmesi özellikle zarlarda biyofizyolojik düzenlemeyi gerektirir. Tüm soğukkanlı hayvanlarda zarların akışkanlığının sağlanabilmesi için zarların yapısında yer alan yağ asitlerinin karbon sayıları uzatılır ve doymamışlık dereceleri arttırılır. Böylece değişen çevre şartları altında membran viskozitelerini sabit tutmaya çalışırlar (Behan- Martin ve ark. 1993, Kitajka ve ark. 1996).

Balıkların total lipit ve total yağ asidi bileşiminin mevsimsel incelenmesi ile ilgili çeşitli türlerde araştırmalar yapılmıştır. Uysal (2000), Eğirdir gölünde yaşayan sudak balıklarının kas, karaciğer ve gonatlarının total lipit, total yağ asidi ve yağ asidi bileşiminin eşeye ve mevsime bağlı değişimlerini araştırmıştır. Üç dişi ve üç erkek balığın kas ve karaciğerleri temmuz 1998'den başlayarak mayıs 1999'a kadar

iki aylık aralıklarla; testis ve ovaryumları ise, gonat gelişimin hızlandığı kasım ve gelişiminin yaklaşık tamamlandığı mart aylarında çalışılmıştır. Araştırma sonucunda sudakların kas dokusu yağ oranının bir yıl içinde hiçbir zaman %1'i geçmediği veya yağsız balıklar sınıfına girdiği tespit edilmiştir. Her iki eşeyde de karaciğer yağ içeriğinin kas dokudan yaklaşık 8-10 kat daha fazla olduğu saptanmıştır. Total lipit içeriği yıl içinde dişilerin kas dokusundan % 0.39-0.77, erkeklerin kas dokusunda % 0.42-0.76, dişilerin karaciğerinde % 3.75-6.42, erkeklerin karaciğerinde ise % 3.95-7.97 arasında değişmiştir. Kas ve karaciğer total lipit içeriğinin üremeden sonra mayıs ayında minimum seviyeye düştüğü daha sonra artarak eylül ve kasım aylarında maksimumu seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir. Ovaryum total lipit içeriği testislerden önemli derecede yüksek bulunmuştur. Kasım ve mart aylarında testis total lipit içeriği değişmezken gonat total lipit içeriğinin önemli derecede arttığı görülmüştür.

Yılmaz ve ark. (1996), *C. capota umbla*'nın dişi bireylerinde, total lipit miktarının ekim ayında ve erkek bireylerde de kasım ayında diğer aylara göre belirgin düzeyde yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Bu farklılığın nedeninin beslenme ve üreme gibi bazı fizyolojik faaliyetlerden kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir. Newsome ve Leduc (1975), üreme dönemi boyunca balıkların gerekli olan enerji ihtiyaçlarını kas dokusundaki lipidlerden sağladıklarını ifade etmişlerdir.

Kandemir (1999), Derbent baraj gölünde kültürü yapılan gökkuşağı alabalığının kas dokusu ve karaciğerinde total lipit ve total yağ asidi miktarı ile yağ asitlerinin cins ve miktarlarının değişimi aylara ve mevsimlere göre incelemiştir ve her iki yapıdaki total lipit ve yağ asidi miktarları, sabit kalmayarak mevsimlere, mevsim aylarına ve organlara göre değişiklik gösterdiğini ortaya koymuştur. Total lipit miktarının kas dokusunda sonbahar, karaciğerde ise yaz aylarında maksimum seviyeye çıktığı görülürken total yağ asidi miktarının, kas dokusunda yaz, karaciğerde ise kış aylarında diğer aylardan daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Balıkların Temin Edilmesi

Araştırmada kullanılan has kefal (*Mugil cephalus*) numuneleri Mersin yöresinden 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 üçer balık alınmıştır. Eşeyssel olgunluğunu tamamlamış ortalama kabul edilen ağırlıkta bireyler toplanmıştır. Numuneler alınırken cinsiyet ayrımı yapılmamıştır.

3.2. Total Lipid Miktarlarının ve Yağ Asidi Bileşimlerinin Tespit Edilmesi

Balık örneklerinin her birinden sol pektoral yüzgeci ile dorsal yüzgeci arasındaki bölgeden alınan kas dokusu tartılmış ve analiz için Süleyman Demirel Üniversitesi Deneysel ve Gözlemsel Öğrenci Araştırma Merkezine analiz için gönderilmiştir. Dondurulan örnekler, buz kalıpları arasında, çözünmeden teslim edilmiştir. Total lipid miktarlarının tespiti ve yağ asidi bileşimlerinin analizlerinin tamamı bu araştırma merkezi tarafından yapılmıştır. Bu merkezde, total lipid miktarlarının tespit edilmesi için 5 g balık eti alınmış ve üzerine 30 ml kloroform-metanol (2:1) karışımı eklenerek homojenize edilmiş ve süzülmiştir. Çözücünün uçurulması ile sabit tartıma gelmesi beklenen örneğin total lipid miktarı bulunmuştur. Elde edilen yağlar % 0.5 'lik sodyum metilat içeren türevlendirici karışım içinde bir gece bekletilmiş ve türevlendirilmiştir. Türevlenen kısım hekzan içinde sisteme verilmiştir. Yağ asidi metil esterlerinin analizi için QP 5050 GC/MS (GC: Shimadzu 17 A, MS: Quadrapole Dedektör) kullanılmıştır. Çalışma şartları ise aşağıdaki gibi ayarlanmıştır;

Enjeksiyon bloğu : 250 °C

Dedektör : 250 °C

Akış Hızı (psi) : 10
Dedektör : 70 V
İyonlaştırma Türü : EI
Kullanılan Gaz : Helyum
Kullanılan Kolon : Cp WAX 52 CB 50 m 0.32 mm 1.2 µm
Sıcaklık Programı : 60 °C' den 220 °C' e dakikada 2°C' lik artışla ulaşıyor. 220 °C' de 20 dk. bekliyor.
Kütüphaneler :Wiley. Nist. Tutor

3.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Her mevsim için alınan üç ayrı tekrara ait verilerin istatistiksel analizi SPSS 10.0 programı kullanılarak One Way ANOVA ve Tukey Testi ile yapılmıştır. Üçten az veriye sahip yağ asitlerinin karşılaştırılmasında ise T Testi kullanılmıştır (SPSS 10.0).

4. SONUÇLAR

Mugil cephalus'un total lipid miktarlarının mevsimlere göre değişimi Tablo 1 de gösterilmiştir. En yüksek değer % 3,47 ile sonbahar mevsiminde bulunurken, en düşük değer % 2,02 ile kış mevsiminde bulunmuştur.

Mersin yöresinde yaşayan kefal balığı, *Mugil cephalus* L.'nin total yağ asidi bileşiminde mevcut olan yağ asitlerinin karbon sayılarının 14-22 arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 2). Toplam 12 değişik yağ asidi balığın total yağ asidi bileşimini oluşturmuştur.

Genel olarak C 16:0 palmitik asit, C 18:1 oleik asit, C 16:1 palmitoleik asit ve yüzdelerinin balıkların total yağ asidi bileşiminde yüksek yüzdelerde bulunduğu görülmüştür. Bu üç yağ asidinin toplam yüzdeleri mevsimlere göre % 44.32-65.17 arasında değişiklik göstermiştir.

Balıkların total yağ asidi bileşimlerindeki doymuş, doymamış ve aşırı doymamış yağ asitlerinin yüzdeleri toplamalarının mevsimlere bağlı olarak değişiklikler gösterdiği belirlenmiştir. Mevsimlere göre doymuş yağ asitlerinin yüzdeleri toplamının % 38.75-46.86, doymamış yağ asidi yüzdeleri toplamının % 23.70-36.35, aşırı doymamış yağ asidi yüzdeleri toplamının % 20.00-37.10 arasında olduğu görülmüştür.

4.1. *Mugil cephalus*' un Mevsimlere Göre Total Lipid Miktarlarının Değişimi

M. cephalus' un mevsimsel total lipid miktarındaki değişiklikler Tablo 1' de verilmiştir. Sonbahar mevsiminde *M. cephalus*' un total lipid miktarı % 3.47, kış mevsiminde % 2.02, ilkbahar mevsiminde % 2.52 ve yaz mevsiminde % 3.00 olarak bulunmuştur.

Tablo 1. *Mugil cephalus*' un mevsimlere göre total lipid miktarları

<u>Mevsim</u>	<u>Ort ± SH*</u>
Sonbahar	3.47±0.14a
Kış	2.02±0.06b
İlkbahar	2.52±0.18bc
Yaz	3.00±0.03ac

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler birbirinden farklı değildir (p>0.05).

4. 2. Sonbahar Mevsiminde *Mugil cephalus*'un Total Yağ Asidi Bileşimi

Sonbahar mevsiminde *M. cephalus*'un total yağ asidi bileşimindeki değişiklikler Tablo 2' de gösterilmiştir. Sonbahar mevsiminde *M. cephalus*'un total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asidinin % 29.17 gibi büyük bir yüzdeyle palmitik asit olduğu edilmiştir. Palmitik asidin yanı sıra oleik asidin ve palmitoleik asidin büyük yüzdelerde olduğu görülmüştür. Bu üç yağ asidine ilaveten C 14:0 miristik asit, C 18:3 (n-6) γ -linolenik asit, C 18:0 stearik asit, C 22:6 dokosahekzaenoik asit ve C 18:2 linoleik asit de yüksek oranda bulunan yağ asitleridir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin % 94.17' sini oluşturmuştur.

Palmitik asit, oleik asit, palmitoleik asit, miristik asit, γ -linolenik asit, stearik asit, dokosahekzaenoik asit ve linoleik asidin dışında kalan C 20:5 eikosapentaenoik asit, C 18:3 (n-3) linolenik asit, C 15:0 pentadesilik asit ve C 14:1 miristoleik asitlerinin yüzdeleri toplamı bileşimin ancak % 5.83' ünü oluşturmuşlardır.

Sağlık açısından varlığı en önemli yağ asitlerinden olan eikosapentaenoik asit (EPA) % 2.87, dokosahekzaenoik asit (DHA) ise % 4.60 olarak bulunmuştur.

Sonbahar mevsiminde *M. cephalus*'un total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamının % 43.65 olduğu görülmüştür. Bu yüzdenin oluşmasında palmitik asidin yüksek yüzdesinin önemli bir rolü vardır. Doymamış yağ asitlerinin toplamı oleik ve palmitoleik asitlerinin yüksek yüzdeleri sayesinde % 36.35' dir. Aşırı doymamış yağ asitlerinin toplamının ise % 20.00 olduğu görülmüştür.

Sonbahar mevsiminde $\omega 6$ yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı % 11.1 iken $\omega 3$ yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı % 8.9 olarak tespit edilmiştir. Sonbahar mevsiminde $\omega 3/\omega 6$ (veya n-3/n-6) oranının 0.80 olduğu görülmüştür.

Tablo 2. *Mugil cephalus*' un mevsimlere göre yağ asidi bileşimi.*

Yağ Asitleri	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
C14:0	7.10±0.38a	6.12±0.09b	7.09±0.05a	6.23±0.15ab
C14:1	0.35±0.03a	0.26±0.02b	-	-
C15:0	1.18±0.17a	0.51±0.03b	0.55±0.03b	0.62±0.06b
C16:0	29.17±0.44a	24.83±0.24b	20.62±0.28c	29.35±0.71a
C16:1	10.50±0.29a	12.30±0.18b	12.11±0.08b	9.75±0.38a
C18:0	6.20±0.25a	7.30±0.28a	10.93±0.05b	10.60±0.31b
C18:1	25.50±0.76a	22.66±0.10b	11.59±0.17c	20.47±0.29d
C18:2	4.13±0.19a	5.97±0.03b	4.23±0.16a	4.20±0.12a
C18:3 (n-6)	6.97±0.28a	10.83±0.15b	10.30±0.15b	8.09±0.26c
C18:3 (n-3)	1.43±0.12a	0.78±0.04b	0.80±0.10b	0.77±0.04b
C20:5	2.87±0.45ab	2.12±0.20a	5.42±0.14c	3.87±0.19b
C22:6	4.60±2.63a	6.32±0.17b	16.36±0.38c	6.05±0.30ab
ΣD.Y.A	43.65±0.56a	38.75±0.38b	39.20±0.26b	46.86±0.38c
ΣDym.Y.A	36.35±1.03a	35.23±0.11a	23.70±0.15b	30.22±0.64c
ΣA.Dym.Y.A	20.00±1.15a	26.02±0.38b	37.10±0.33c	22.92±0.33a
Σ ω6	11.1	16.80	14.53	12.29
Σ ω3	8.9	9.22	22.58	10.69
Σ ω3/ω6	0.80	0.55	1.55	0.87

*Aynı satırda aynı harfle gösterilen değerler birbirinden farklı değildir (p> 0.05).

Σ D.Y.A., Doymuş yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı.

Σ Dym.Y.A, Doymamış yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı.

Σ A.Dym.Y.A, Aşırı doymamış yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı.

4.3. Kış Mevsiminde *Mugil cephalus*'un Total Yağ Asidi Bileşimi

Kış mevsiminde *M. cephalus*'un total yağ asidi bileşimindeki değişiklikler Tablo 2' de gösterilmiştir. Kış mevsiminde *M. cephalus*'un total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asidinin % 24.83 gibi büyük bir yüzdeyle palmitik asit olduğu görülmüştür. Palmitik asidin yanı sıra oleik ve palmitoleik asidin büyük yüzdelerde olduğu tespit edilmiştir. Bu yağ asitlerine ilaveten γ -linolenik asit, stearik asit, dokosaheksaenoik asit, miristik asit, linoleik asit de yüksek oranda bulunan yağ asitleridir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin % 96.33' ünü oluşturmuştur.

Palmitik asit, oleik asit, palmitoleik asit, γ -linolenik asit, stearik asit, dokosaheksaenoik asit, miristik asit, linoleik asit dışında kalan eikosapentaenoik asit, linolenik asit, pentadesilik asit ve miristoleik asit yüzdeleri toplam bileşimin ancak % 3.67' sini oluşturmuşlardır.

Sağlık açısından varlığı en önemli yağ asitlerinden olan eikosapentaenoik asit (EPA) % 2.12, dokosaheksaenoik asit (DHA) ise % 6.32 olarak bulunmuştur.

Kış mevsiminde *M. cephalus*'un total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamının % 38.75 olduğu görülmüştür. Bu yüzdenin oluşmasında palmitik asidin yüksek yüzdesinin önemli bir rolü vardır. Doymamış yağ asitlerinin toplamı oleik ve palmitoleik asitlerinin yüksek yüzdeleri sayesinde % 35.23 dır. Aşırı doymamış yağ asitlerinin toplamının ise % 26.02 olduğu görülmüştür. Görüldüğü gibi total yağ asidi bileşiminde yer alan yağ asitlerinin içerisinde en çok bulunan yağ asidi grubu, doymuş yağ asitleridir.

Kış mevsiminde $\omega 6$ yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı % 16.80 iken $\omega 3$ yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı % 9.22 olarak tespit edilmiştir. Kış mevsiminde $\omega 3/\omega 6$ (veya n-3/n-6) oranının 0.55 olduğu görülmüştür.

4.4. İlkbahar Mevsiminde *Mugil cephalus*'un Total Yağ Asidi Bileşimi

İlkbahar mevsiminde *M. cephalus*'un total yağ asidi bileşimindeki değişiklikler Tablo 2' de gösterilmiştir. İlkbahar mevsiminde *M. cephalus*'un total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asidinin % 20.62 gibi büyük

bir yüzdeyle palmitik asit olduğu tespit edilmiştir. Palmitik asidin yanı sıra dokosahekzaenoik asit ile palmitoleik asit de büyük yüzdelerde görülmüştür. Bu yağ asitlerinin yanısıra oleik asit, stearik asit, γ -linolenik asit, miristik asit ve eikosapentaenoik asit de yüksek oranda bulunan yağ asitleridir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin % 94.42 oluşturmuştur.

Palmitik asit, dokosahekzaenoik asit, palmitoleik asit, oleik asit, stearik asit, γ -linolenik asit, miristik asit ve eikosapentaenoik asit dışında kalan linoleik asit, linolenik asit ve pentadesilik asit yüzdeleri toplam bileşimin ancak % 5.58' ini oluşturmuşlardır.

Sağlık açısından varlığı en önemli yağ asitlerinden olan eikosapentaenoik asit (EPA) % 5.42, dokosahekzaenoik asit (DHA) ise % 16.36 olarak bulunmuştur.

İlkbahar mevsiminde *M. cephalus*'un total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamının % 39.20 olduğu görülmüştür. Bu yüzdenin oluşmasında palmitik asidin yüksek yüzdesinin önemli bir rolü vardır. Doymamış yağ asitlerinin toplamı palmitoleik asit ve oleik asitlerinin yüksek yüzdeleri sayesinde % 23.70 dır. Aşırı doymamış yağ asitlerinin toplamının ise % 37.10 olduğu görülmüştür. Görüldüğü gibi total yağ asidi bileşiminde yer alan yağ asitlerinin içerisinde en çok bulunan yağ asidi grubu, doymuş yağ asitleridir.

İlkbahar mevsiminde $\omega 6$ yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı % 14.53 iken $\omega 3$ yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı % 22.58 olarak tespit edilmiştir. İlkbahar mevsiminde $\omega 3/\omega 6$ (veya $n-3/n-6$) oranının 1.55 olduğu görülmüştür.

4.5. Yaz Mevsiminde *Mugil cephalus*'un Total Yağ Asidi Bileşimi

Yaz mevsiminde *M. cephalus*'un total yağ asidi bileşimindeki değişiklikler Tablo 2' de gösterilmiştir. Yaz mevsiminde *M. cephalus*'un total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asidinin % 29.35 gibi büyük bir yüzdeyle palmitik asit olduğu görülmüştür. Palmitik asidin yanı sıra oleik asit ve stearik asit de büyük yüzdelerde tespit edilmiştir. Bu yağ asitlerine ilaveten palmitoleik, γ -linolenik asit, miristik asit, dokosahekzaenoik asit ve linoleik asit de

yüksek oranda bulunan yağ asitleridir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin % 94.74' ünü oluşturmuştur.

Palmitik asit, oleik asit, stearik asit, palmitoleik asit, γ -linolenik asit, miristik asit, dokosahekzaenoik asit ve linoleik asit dışında kalan eikosapentaenoik asit, linolenik asit ve pentadesilik asit yüzdeleri toplam bileşimin ancak % 5.26' sını oluşturmuşlardır.

Sağlık açısından varlığı en önemli yağ asitlerinden olan eikosapentaenoik asit (EPA) % 3.87, dokosahekzaenoik asit (DHA) ise % 6.05 olarak tespit edilmiştir.

Yaz mevsiminde *M. cephalus*'un total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamının % 46.86 olduğu görülmüştür. Bu yüzdenin oluşmasında palmitik asidin yüksek yüzdesinin önemli bir rolü vardır. Doymamış yağ asitlerinin toplamı oleik ve palmitoleik asitlerinin yüksek yüzdeleri sayesinde % 30.22' dir. Aşırı doymamış yağ asitlerinin toplamının ise % 22.92 olduğu görülmüştür. Görüldüğü gibi total yağ asidi bileşiminde yer alan yağ asitlerinin içerisinde en çok bulunan yağ asidi grubu, doymuş yağ asitleridir.

Yaz mevsiminde $\omega 6$ yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı % 12.29 iken $\omega 3$ yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı % 10.69 olarak tespit edilmiştir. Yaz mevsiminde $\omega 3/\omega 6$ (veya n-3/n-6) oranı 0.87 bulunmuştur.

5. TARTIŞMA

Balık etinin kalitesini yapısında bulunan yağ asitleri sağlamaktadır (Keskin 1981). Balık yağlarının kompozisyonunu oluşturan üç temel yağ asidi tipi vardır. Bunlar doymuş, doymamış ve aşırı doymamış yağ asitleridir. Balıklardaki doymuş yağ asitleri yem kökenli olabilir, bağırsaktaki bakteriler tarafından oluşturulur veya mevcut bakterilerden absorbe edilir. Balıklar doymamış yağ asitlerini besinlerden biyosentez yolu ile sağlarlar ve C 8:1' den C 22:1'e kadar doymamış yağ asitlerini uzatma yeteneğine sahiptirler (Halver 1989).

Mersin yöresinden elde edilen *Mugil cephalus* L.'nin mevsimlere göre total lipit ve yağ asidi bileşimi yüzdelerini incelediğimiz çalışmamızda, dört mevsim ortalamasının; % 42,12 doymuş yağ asidi, % 31,38 doymamış yağ asidi, % 26,51 aşırı doymamış yağ asidi içerdiği görülmüştür. Başlıca doymuş yağ asitleri miristik, palmitik ve stearik asitlerdir. Bu doymuş yağ asitleri içerisinde yer alan palmitik asit dört mevsimde en yüksek oranlarda bulunmuştur. Stearik asit ise kış, ilkbahar ve yaz döneminde miristik asitten yüksek oranda bulunurken sonbahar döneminde ise miristik asitten düşük oranda bulunmuştur. Başlıca doymamış yağ asitleri ise miristoleik, palmitoleik ve oleik asitlerdir. *M. cephalus* balığında bu doymamış yağ asitleri içerisinde yer alan oleik asit; sonbahar, kış ve yaz dönemlerinde yüksek oranlarda bulunurken palmitoleik asit ise ilkbahar döneminde yüksek oranda bulunmuştur. Yine doymamış yağ asitleri içinde yer alan miristoleik asit ise sonbahar ve kış döneminde çok az miktarda bulunurken ilkbahar ve yaz döneminde bulunmamıştır. Aşırı doymamış yağ asitleri içerisinde ise yaygın olarak bilinen eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA)'tir. EPA ve DHA yüzdeleri ilkbahar mevsiminde en yüksek oranda bulunmuştur.

Ünlüsayın (1999), gökkuşuğu alabalığı, yılan balığı ve sudak balıklarının yağ asidi bileşimini araştırmıştır. Yılan balıklarının yağlarının % 16.09 doymuş, % 67.30 doymamış ve % 16.61 aşırı doymamış yağ asitleri olduğu tespit edilmiştir. Gökkuşuğu alabalıklarının yağ asidi kompozisyonu, % 19.79 doymuş, % 57.77 doymamış, % 4.14 aşırı doymamış yağ asitlerinin meydana getirdiği saptanmıştır. Sudak balıklarının yağ asidi analizinde doymuş yağ asitlerinin oranı % 40.14, doymamış yağ asitleri oranı % 41.31 ve aşırı doymamış yağ asitleri oranı ise 17.97

olarak tespit edilmiştir. *M. cephalus*'da ise dört mevsimde de en yüksek yüzde oranı doymuş yağ asitlerinde bulunmuştur. Doymuş yağ asitleri yüzdelerini, doymamış ve aşırı doymamış yağ asitleri izlemiştir.

M. cephalus'un bileşiminde karbon sayısı ve doymuşlukları farklı olan 12 yağ asidi gözlenmiştir. Yağ asidi bileşimindeki yağ asitlerinin yüzdeleri mevsimlere göre değişiklik göstermelerine rağmen en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi olarak palmitik asit yaz döneminde % 29,35 oranında bulunmuştur. Palmitik asidin yanı sıra oleik asit, palmitoleik asit, γ -linolenik asit, stearik asit, dokosahekzaenoik asit ve miristik asit de yüksek oranlarda bulunmuştur. Bu yedi yağ asidinin yüzdeleri toplam yağ asidi bileşimi içerisinde mevsimlere göre değişiklik göstermesine rağmen % 89-90.54 gibi çok yüksek bir yüzdeye sahiptir. Bu yedi yağ asidinin yüzdeleri toplamı geriye kalan beş yağ asidinin yüzdeleri toplamının yaklaşık on katı kadardır (% 9.46-11).

Deniz balıklarının yağındaki yağ asidi bileşimini deniz planktonlarının yağ asidi bileşimi oluşturur (Kelly ve ark. 1959, Kayama ve ark. 1963, Sargent ve ark. 1989). Deniz balıkları performanslarını korumak içinde dietteki esansiyel aşırı doymamış yağ asitlerine ihtiyaç duyarlar (Sargent ve ark. 1989, 1995). Besin yoluyla alınan miristik asit, palmitik asit, palmitoleik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit ve linolenik asit gibi yağ asitleri balık dokularında doğrudan doğruya depo edilmektedir (Ackman ve ark. 1964).

Cyprinidae familya üyesi olan *Cyprinus carpio* yani bilinen adıyla adi sazan balığının yağ asidi bileşiminde de palmitik asit, oleik asit, palmitoleik asit, linolenik asit, stearik asit, dokosahekzaenoik asit ve miristik asit total bileşimin çok önemli bir bölümünü oluşturmuştur (Kim ve Lee 1986, Tocher ve Dick 1999). Akpınar (1987), *C. carpio*'nun yağ asidi bileşiminin aylara göre değişimlerini incelediği çalışmasında her ayda bu yağ asitlerinin yüzde oranlarının diğer yağ asitlerine göre daha yüksek oranda olduğunu göstermiştir.

Öztürk (2003), Beyşehir gölünde yaşayan *Tinca tinca*'nın mevsimsel total yağ asidi bileşimini incelediği çalışmasında *M. cephalus*'da olduğu gibi palmitik asit, oleik asit ve palmitoleik asidin yüksek yüzdelere sahip olduğunu göstermiştir.

Yunanistan tatlı sularında yaşayan; *Abramis brama*, *Cyprinus carpio*, *Leuciscus cephalus*, *Carassius carassius*, *Leuciscus idus*, *Chondrostoma nasus*,

Lucioperca lucioperca ve *Siluris glanis*'in yağ asitleri analiz edilmiş ve en çok bulunan yağ asitlerinin palmitik asit, palmitoleik asit, oleik asit, eikosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik asit olduğu tespit edilmiştir (Agglousis ve Lazos 1991). Çalışmamızda kullandığımız *M. cephalus*'da ise dört mevsim ortalamasına bakılarak, en yüksek yüzdenin palmitik aside ait olduğu gözlenmiştir. Palmitik asidi oleik asit ile palmitoleik asitin izlediği görülmüştür. Eikosapentaenoik asit ise dört mevsimde de düşük yüzdelerde bulunmuştur.

Gallagher ve ark. (1991), *Micropogonias undulatus*, *Mugil cephalus* ve *Paralichthys dentatus*'un kaslarındaki yağ asidi bileşimini bir yıl süre ile incelemişler ve sonuç olarak *M. undulatus* ve *P. dentatus*'un kas dokularındaki aşırı doymamış yağ asidi içeriğinin ağustos ayından ocak ayına doğru önemli düzeyde arttığı halde *M. cephalus*'un kas dokusunda önemli bir değişme olmadığını saptamışlardır. Bu yaptığımız çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Dört mevsimde de doymuş yağ asitleri yüzdesi yüksek bulunmuştur.

Farklı araştırmacılar balık dokusunda en çok bulunan yağ asidinin palmitik asit olduğunu tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada da dört mevsim en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asidinin palmitik asit olduğu görülmüştür. Balık yağ asidi bileşimi içinde bu yağ asidinin yüksek oranda bulunmasının nedeni; yağ asidi metabolizmasında rol oynadığından kaynaklanabileceği ileri sürülmüştür (Wang ve ark. 1990, Andrade 1995).

Kıraç (2004), Konya'da satılan bazı balık türlerinin yağ asidi bileşimini araştırdığı çalışmasında kefal (*M. cephalus*) türünde yağ asidi bileşimi yüzdeleri içinde en yüksek yüzdenin % 25.03 ile oleik aside ait olduğunu, oleik asidi % 21.27 ile palmitik asit ve % 15.46 ile linoleik asidin izlediğini gözlemlemiştir. Bizim çalışmamızda *M. cephalus*'un dört mevsim yağ asidi bileşimi ortalama yüzdeleri içinde en yüksek yüzdenin % 25.99 ile palmitik aside ait olduğu, palmitik asidi % 20.05 ile oleik asit ve % 11.16 ile palmitoleik asidin izlediği görülmüştür. Bu farklılığın oluşmasında yaşadığı suyun sıcaklık değişimi yanında ortamdaki besinin az veya çok oluşunun, balıkların olgunlaşma yaşı ve üreme periyodlarının etkili olduğu araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir (Kluytmans ve Zandee 1973).

Gibson (1983), yirmidört türün yağ asidi bileşimini araştırmış ve genel olarak ω3 yağ asitlerinin ω6 yağ asitlerinden daha çok bulunduğunu bildirmiştir. Bu

yaptığımız çalışmada ise ilkbahar örneklerinde ω3 yağ asitlerinin ω6 yağ asitlerinden daha çok bulunduğunu gözlenmiştir. Diğer mevsimlerde ise ω6 yağ asitleri ω3 yağ asitlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Balıkların yağ asidi bileşimlerinin karakteristik 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). Bir omnivor tür olan *M. cephalus*'un total yağ asidi bileşimi bu genel özelliğe uygunluk göstermiştir.

Yağ asidi bileşiminin türler arası ve türler içindeki değişimini incelemek için farklı göllerden yakalanan balıklar üzerinde araştırma yapılmış ve araştırma sonucunda hem türler arasında hem de türler içinde yağ asidi bileşiminin önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca aynı gölden yakalansa bile karnivor balıkların yağ asidi içeriğinin, omnivor balıklara benzemediği ifade edilmiştir (Ahlgren 1996).

Balık yağları başta kalp-damar hastalıkları olmak üzere ölüme sebebiyet verebilen birçok hastalığın iyileştirilmesinde rol oynamaktadır. Özellikle bazı gelişmiş ülkelerde ölümlerin yaklaşık % 40'ından sorumlu olan kardiovasküler hastalıkların önlenmesi ve iyileştirilmesinde balıkların besin olarak tüketimi büyük önem kazanmıştır (Steffens 1997). Kalp damar hastalığı olan 852 orta yaşlı erkek yirmi yıl süre ile incelenmiş ve haftalık yenen miktarı ile bu hastalıktan ölüm oranı arasında ters bir ilişki olduğu ortaya konmuştur. Her gün 30 g balık tüketimin kalp-damar hastalıklarından ölümü % 50 oranında azalttığı saptanmıştır (Leaf ve Weber 1988). Balıkların yağ asidi bileşiminde yüksek oranda bulunan aşırı doymamış yağ asitlerinin kalp-damar hastalıklarındaki koruyucu etkisi inuitler (eskimolar) ile yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. İnuitler üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda kalp-damar hastalıklarının ve iltihaplarının düşük oranda olduğu saptanmıştır (Andrade 1995, Archer ve ark. 1998, Peterson ve ark. 1998, Schacky 2000, Hunter ve Roberts 2000, Visentainer ve ark. 2000).

Balık yağı dolaşım sisteminin yanı sıra daha birçok sistemle ilgili rahatsızlıkların giderilmesinde büyük önem taşımaktadır. Balık yağının iyileşmede yardımcı oldukları durumların başlıcaları: Deri sistemi ile ilgili çeşitli hastalıklar (Rhodes 1984), deri tüberkülozu (Kelly ve ark. 1985), iltihapların iyileşmesi (Higgs

1986), astım (Lands 1986), nefrit gibi böbrek iltihaplarına bağı rahatsızlıklar (Thais ve Stahl 1987), inmeler (Hirai ve ark. 1987), kanser şeklinde sıralanmaktadır.

Tüm bu sonuçlar, hem deniz hem de tatlı su balıklarının insan sağığı için balık tüketiminin teşvik edilmesinin gerekliliğini göstermektedir (Puwastien ve ark. 1999).

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, *M. cephalus*'un dört farklı mevsimde, kas dokusundaki total lipid ve yağ asidi bileşimlerindeki değışimleri belirlemiştir. Her mevsimde doymamış ve aşırı doymamış yağ asitleri toplam yüzdeleri doymuş yağ asidi yüzdelerinden daha yüksek oranda bulunmuştur. Sonbahar balıklarında total lipid oranı yüksek, ilkbahar balıklarında ise $\omega 3$ oranı daha yüksek bulunmuştur. Bu değışiklikler; suyun sıcaklık derecesi, besin miktarı ve üreme periyodu gibi etkenle bağılı olarak meydana gelmiş olabilir.

Bu tez *M. cephalus* türünün total lipid ve yağ asidi bileşimine mevsimsel değışimin etkilerinin araştırıldığı ilk çalışma olması nedeni ile önemlidir.

6. KAYNAKLAR

- Ackman, R.G., Burgher, R.D., 1964. Cod Flesh: Component Fatty Acids as Determinated by Gas-Liquid Chromatography, J. Fish. Res. Bd. Can., 21, 2,367-371.
- Ackman, R.G., 1967. Characteristics of the Fatty Acid Composition and Biochemistry of Some Freshwater Fish Oils and Lipids in Comparison with Marine Oils and Lipids. Comp. Biochem. Physiol., 22, 907-992.
- Ackman, R.G., 1988. Concerns for utilization of marine lipids and oils, Food Technology; 151-160.
- Aggelousis, G., Lazos, E.S., 1991. Fatty Acid Composition of The Lipids From Eight Freshwater Fish Species From Greece. J. Food Comp. And Anal, 4: 68-76.
- Ahlgren, G., 1996. Fatty Acid Content of Some Freshwater Fish in Lakes of Different Trophic Levels. Ecol. Freshwater Fish, 5, 15-27.
- Akpınar, M.A., 1987. *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes, Cyprinidae)'nin Kas Dokusu Yağ Asitlerinin Mevsimsel Değişimi. Doğa Türk Biyoloji. 11(1).
- Andrade, A.D., 1995. Omega-3 Fatty Acids in Freshwater Fish From South Brazil. Jour. Of The American Oil Chemists, 72 (10), 1207-1210.
- Archer, S.L., Green, D., Chamberlain, M., Dyer, A.R., Lui, K., 1998. Association of dietary fish and n-3 fatty acid intake with hemostatic factors in the coronary artery risk development in young adults (CARDIA) study. American Heart Association, Inc., pp. 1119-1123.

- 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.*, 1251, 216-222.
- Bell, J. G., Henderson, R.J., Sargent, J.R., 1986. Minireview. The role of polyunsaturated fatty acids in fish. *Comp. Biochem. Physiol.*, 83B, 711-719.
- Bierman, J., Herman, W., Reuter W., 1987. Zur beeinflussung des lipoprotein profils durch eicosapen-taensaurereiche diat in kombination mit sporttheapie. *Ernahrungsforschung* 32, 44-46.
- Burr, M.L., Fehily, A.M., 1990. Fatty Fish and Heart Disease. *World Review of Nutrition and Dietetics.*, 256-257.
- Connor, W. E., Connor, S.L., 1986. Dietary cholesterol and fat the prevention of coronary heart disease: Risk and benefits of nutritional change. In diet and prevention of coronary heart disease and cancer (Hallgren, B., Leven, O., Rossner, S., Vessby, B. Eds.), pp. 113-147.
- Cowey, C.B., Sargent J.R., 1972. Fish nutrition. In: Yonge F, Yonge M, eds. *Advances in Marine Biology*, Vol.10. London, UK: Academic Press.
- De Carli, F., 1997. *The World of Fishes*. Sampson Low, Berkshire, 455.
- Dey, I., Buda, C., Wiik, T., Halver, J.E., Farkas, T., 1993. Molecular and structural composition of phospholipid membranes in livers of marine and freshwater fish in relation to temperature. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 90, 7498-7502.
- Evans, T.S., Burr, M.L., 1929. Human's Diets and Essentiality Fatty Acids, 321.

- Gallagher, M.L., Harrell, M.L. and Rulfson R.A., 1991. Variation in lipid and fatty acid contents of Atlantic croakers. Striped mullet and summer flounder. Trans Am. Fish. Soc. 120:614-619.
- Gibson, R.A., 1983. Australian Fish-an Excellent Source of Both Arachidonic Acid and Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids. Lipids, 18 (11), 743-750.
- Gögüş, A.K., 1988. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, K.T.U. Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu, Ders Kitabı No:19, Trabzon.
- Gunasekera, R.M., Silva, S.S.D. and 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*. Aqua Living Resour., 12(3), 219-227.
- Gunstone, F., 1986, The Lipid Handbook, Mc Graw and Hill.
- Gurr, M.I, James A.T., 1980. Lipid Biochemistry: An introduction. London: Chapman and Hall.
- Halver, J.E., 1989. Fish Nutrition, Academic Press Inc., Second Ed., New York, 789p.
- Hayashi, K., Takagi, T., 1977. The Seasonal Variation in Lipids and Fatty Acids of Sardine (*Sardinops melanosticta*). Bull. Fac. Fish. 28(2):83-94.
- Hawkins, P., 1997. Essential Fatty Acids in Fishes and Time Course of Changes in Fatty Acids Composition of Liver, Blood and Carcass Induced by a Diet Deficient in n-3 and n-6 fatty Acids, 75.
- Heintz, R.A., Larsen, M.L., 1998. Fatty Acids Profile and Lipid Class Analysis for Estimating Diet Composition and Quality and Quality at Different Trophic

Levels, Alaska Fisheries Science Center, National Marine Fisheries Service, 907, 789-6058.

Henderson, R.J., Tocher, D.R., 1987. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Prog. Lipid Research* 26, 281-347.

Herold, P.M., Kinsella, J.E., 1986. Fish oil consumption and decreased risk of cardiovascular disease: A comparison of findings from animal and human feeding trials. *Am. J. Clin. Nutr.*, 43, 566-598.

Higgs, G.A., 1986. The role of eicosanoids in inflammation. *Prog. Lipid Res.*, 25, 555-561.

Hirai, A., Terano, T., Saito, H., Tamura, Y., Yoshida, S., 1987. Clinical and epidemiological studies of eicosapentaenoic acid in Japan. In: W.E.M. Lands (Editor), *Proceedings of AOAC short course on polyunsaturated fatty acids and eicosanoids*. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, Illinois, pp. 9-24.

Hunter, B.J. and Roberts, D.C.K., 2000. Potential impact of the fat composition of farmed fish on human health. *Nutrition Research.*, 20(7), 1047-1058.

Huss, H., 1988. *Fresh Fish Quality and Quality Changes*. Ministry of Fisheries Technical University Press, Copenhagen, Denmark.

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.

Justi, K.C., Hayashi, C., Visentainer, J.V., Souza, N.E., Matsushita, M., 2003. The influence of feed supply time on the fatty acid profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed on a diet enriched with n-3 fatty acids. *Food Chemistry*, 80, 489-493.

- Kandemir, Ş., 1999. Derbent Baraj Gölünde Kültürü Yapılan Gökkuşluğu Alabalığında (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) Total Yağ ve Yağ Asidi Miktarı ile Yağ Asidi Cinslerinin Aylara ve Mevsimlere Göre Değişimi. On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens. Biyoloji A.B.D., Doktora Tezi, 150s, Samsun.
- Kanders, B., Kowalchuk, M., 1990. Omega-3 Fatty Acids and Cancer Metostasis in Humans. World Review of Nutrition and Dietetics, 66, 477-487.
- Kayama M., Tsuchiya Y., Mead J.F., 1963. A model experiment of aquatic Food Chain with Special Significance in fatty acid conversion. Bulletin of The Japanese Society of Scientific Fisheries, 29, 452-458.
- Kelly, P.B., Riser, R. And Hood, D.W., 1959. The origin of the marine polyunsaturated fatty acids. Compositions of marine plankton, J. Am. Oil Chem. Soc. 36, 104-106.
- Kelly, V.E., Ferritti, A., Izni, S., Strom, T.B., 1985. A fish Oil Diet Rich in Eicosapentaenoic acid reduces Cyclooxygenase metabolites and suppresses lupus in MRL-Ipr mice, J.Immunol, 134, 1914-1919.
- Keskin, H., 1981. Besin Kimyası, İst. Ün. Yayınlanan Cilt 1. 163-164s.
- Kinsella, J.E., 1987. Seafoods and Fish Oils in Human Health and Disease , Pub. Marcel Dekker, New York. Inc.p:234.
- Kıraç, E., 2004. Konya'da Satılan Bazı Balık Türlerinin Yağ Asidi Bileşimi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens. Biyoloji A.B.D., Yüksek Lisans Tezi, 47s, Konya.
- Kim, K.S., Lee, E.H. 1986. Food Components of Wild and Cultured Freshwater Fishes. Bull. Korean Fish. Soc. 19 (3): 195-211.

- Kitajka, K., Buda, C.S., 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, 1045-1049.
- Kluytmans, J.H.F.M., Zandee, D., 1973. Lipid Metabolism in The Northern Pike (*Esox lucius*), 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, 459-466.
- Kozlova, T.A. and Khotimchenko, S.V., 2000. Lipids and fatty acids of two pelagic cottoid fishes (*Comephorus spp.*) endemic to Lake Baikal. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*, 126, 477-485.
- Kundakçı, A., 1979. Haskefal ve Sazan Balıklarının Dondurularak Saklanması Sırasında Lipidlerdeki Değişmeler, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bornova-İzmir.
- Kuru, M., 1987. Omurgalı Hayvanlar. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 646. Atatürk Üniversitesi Basımevi, Erzurum, 676.
- Lagler K.F., J.E. Bardach, and Miller R.R., 1962. *Ichthyology. The Study of Fishes.* John Wiley and Sons, Inc. New York, London, 545-546.
- Lands, W.E.M. 1986. *Fish and Human Health.* Academic Press. New York, 23-25.
- Leaf, A., Weber, P.C., 1988. Cardiovascular Effects of n-3 Fatty Acids. *New England Journal of Medicine*, 318.
- Linares, F., and Henderson, R.J., 1991. Incorporation of ¹⁴C-labelled polyunsaturated fatty acids by juvenile turbot, *Scophthalmus maximus* (L.) in vivo. *J. Fish Biol.*, 38, 335-347.

- Logan, M.S., Inverson S.J., Ruzzante, D.E., Walde S.J., Macchi, P.J., Alonso, M.F. and Cussac, V.E., 2000. Long term diet differences between morphs in trophically polymorphic *Percichthys trucha* (Pisces: Percichthyidae) populations from the southern Andes, *Bio. J. Lin. Soc.*, 69, 599-616.
- Love, R.M., 1970. *The Chemical Biology of Fishes*. Vol.2. Academic Press. London and New York.
- Lund, E.D., Sullivan, C.V., Place, A.R., 2000. Annual cycle of plasma lipids in captive reared striped bass: effects of enviromental condition and reproductive cycle. *Fish Physiology and Biochemistry*, 22, 263-275.
- Nair, P.G.V., Gopakımar, K., Nair, N.R., 1976. Lipid hydrolysis in mackerel during frozen storage. *Fishery Technology*. 13(2): 111-114.
- Neuhaus, O.W. and Halwer, J.C., 1969. *Fish in Research*, s.135, Academic Press. New York.
- Newsome, E.G., Leduc, G., 1975. Seasonal Changes of Fat Content in The Yellow Perch (*Perca flavens*) of Two Laurentin Lakes. *J. Fish Res Bd. Can.* 32 (11). 2214-2221.
- Öztürk, A.K., 2003. Beyşehir Gölü'ndeki Kadife Balığı, *Tinca tinca* L.(Osteichthyes: Cyprinidae)'nın Total Yağ Asidi Bileşiminin Mevsimsel Değişimi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 43s, Konya.
- Peterson, L.D., Jeferry, N.M., Thies, F., Sanderson, P., Newsholme, E.A., Calder, P.C., 1998. Eicosapentaenoic acid and dokosahexaenoic acids alter rat spleen leukocyte fatty acid composition and prostaglandin production but have different effects on lymphocyte functions and cell-mediated immunity. *Lipids*, 33, 172-179.

- Puwastien, P., Judprasong, K., Ketwann, E., Vasanachitt, K., Nakngamanong, Y., Bhattacharjee, L., 1999. Proximate Composition of raw and Cooked Thai Freshwater and Marine Fish. *Journal of Food Composition and Analysis*, 12, 9-16.
- Rhodes, E.L., 1984. Maxepa in the treatment of eczema. *Br. J. Clin. Pract.*, 38, 115-116.
- Roy, R., Fodor, E., Kitajka, K., Farkas, T., 1999. Fatty acid composition of the ingested food only slightly affects physicochemical properties of liver total phospholipids and plasma membranes in cold-adapted freshwater fish. *Fish Physiology and Biochemistry*, 20, 1-110.
- Sağlık, S., 1994. Bazı Balık, Midye ve Karides Türlerinin Yağ Asidi Kompozisyonları ve Kolesterol İçeriklerinin Gaz Kromatografik İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Ens. Analitik Kimya A.B.D., Doktora Tezi, 60s, İstanbul.
- Sargent, J. R., Henderson, R. J., Tocher, D. R., 1989. *The Lipids in Fish Nutrition*. Pp 1554-218. Edited by J.E.Halver. Academic Press, New York.
- Sargent, J. R., Bell, J. G., Bell, M. V., Henderson, R. J., Tocher, D. R., 1995. Requirement criteria for Essential Fatty Acids. *Journal of Applied Ichthyology*, 11, 183-198.
- Schacky, V.C., 2000. n-3 Fatty acids and the prevention of coronary atherosclerosis. *American Journal for Clinical Nutrition*, 71, 224-237.
- Sinclair, A.J., 1982. Elevated Levels of Arachidonic Acid in Fish From Northern Australian Coastal Waters. *Lipids*, 18 (12), 877-881.

- Singer, P., 1994. Was sind, wie wirken omega-3-fettsauren? Umschau Zeitschriftenverlag. Frankfurt am Main, 197 pp.
- Skorski, Z., 1990. Sea Food, Resources, Nutritional Composition and Preservation. Crc. Press. Inc. Boca Rota, Florida, 41-44p.
- SPSS, 1999. SPSS 10,0 Statistics. SPSS, Chicago, IL.
- Steffens, W., Lieder, U., Mieth, G., Friedrich, M., Wirth, M. 1989. Zum ernahrungs physiologischen aspect von silber und marmorkarpfen unter besonderer berücksichtigung ihres fettgehaltes. Ernährungs-forschung, 34, 41-44.
- Steffens, W., 1997. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. Aquaculture, 151: 97-119.
- Terano, T., Hirai, A., Hamazaki, T., Kobayashi, S., Fujita, T., Tamura, Y., Kumagai, A., 1983. Effect of oral administration highly purified eicosapentaenoic acid on platelet function, blood viscosity and red cell deformability in healthy human subjects. Atherosclerosis, 46, 321-331.
- Thais, F., Stahl, R.A.K., 1987. Effect of dietary fish oil on renal function in immune mediated glomerular injury. In: W.E.M Lands (Editor), Proceedings of AOAC short course on polyunsaturated fatty acids and eicosanoids. Am. Oil Chem. Soc. Champaign, Illinois, pp. 123-126.
- Tocher, D.R., Dick, J.R., 1999. Polyunsaturated Fatty Acid Metabolism in a Cell Culture Model of Essential Fatty Acid Deficiency in a Freshwater Fish, Carp (*Cyprinus carpio*). Fish Physiology and Biochemistry, 21, 257-267.

- Tornaritis, M., 1993. Department of Social Medicine, Preventative Medicine and Nutrition Clinic, University of Crete, Heraklio, Crete, Greece, Academic Press, 43-45.
- Uysal, K., 2000. Eğirdir Gölü Sudak (*Stizostedion luciperca* L. 1758) Balıklarının Total Lipid, Total Yağ Asidi ve Yağ Asidi Bileşiminin Mevsimsel İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 66s, Isparta.
- Ünlüsayın, M., 1999. Yılan Balığı (*Anguilla anguilla* L. 1766), Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W. 1792) ve Sudak Balığı (*Stizostedion luciperca* L. 1758)'nın Sıcak Dumanlama Sonrası Lipid ve Protein Bileşimleri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 57s, Isparta.
- Visentainer, J.V, Carvalho, P.O., Ikegaki, M., Park, Y.K., 2000. Concentração de ácido eicosapentaenoico (EPA) e ácido docosahexaenoico (DHA) em peixes marinhos da costa brasileira. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 20(1), 90-93.
- Wang, Y.J., Miller, L.A., Perren, M., Addis, P.B., 1990. Omega-3 Fatty Acids in Lake Superior Fish. *Jour of Food Science*, 55, 72-73.
- Weatherley, A.H., Gill, H.S., 1989. *The Biology of Fish Growth*, Academic Press, London, 442p.
- 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.

- Wirth, M., Wagenknect, C. Kretschmer, H., Wagenknect, W., Steffens, W., Miet, G., 1990. Omega-3-fettsaure-haltige nahrungsquellen für die pravektion von herz-kreislaufferkankungen. J. Clin. Chem. Clin Biochem., 28, 803.
- Yang, X., Dick, T.A., 1994. Arctic char (*Salvenilus alpinus*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) differ in their growth and lipid metabolism in response to dietary polyunsaturated fatty acids, Canadian J. Fisheries and Aquatic Sciences, 51, 1392-1400.
- Yılmaz, Ö., Konar, V., Çelik, S., 1996. Elazığ Hazar Gölünde Yaşayan *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.
- Ziboh, V.A., 1990. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acid Constituends of Fish Oil and the Management of Skin Inflammatory and Scaly Disorders. World Review of Nutrition and Dietetics, 66, 425-435.