T.C
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LEVREK BALIĞI, *Dicentrarchus labrax* L. 1758 (OSTEICHTHYES:MORONIDAE)'NIN TOTAL YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

Arzu BELİKUŞAKLI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
Konya, 2006

T.C

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LEVREK BALIĞI, *Dicentrarchus labrax* L. 1758 (OSTEICHTHYES:MORONIDAE)'NIN TOTAL YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

ARZU BELİKUŞAKLI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Bu tez 07 / 09 / 2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Zahide Ülya NURULLAHOĞLU

(Danışman)

Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK Yrd. Doç. Dr. Sadettin ÜNSAL

T.C

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

LEVREK BALIĞI, *Dicentrarchus labrax* L. 1758 (OSTEICHTHYES:MORONIDAE)'NIN TOTAL YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

Arzu BELİKUŞAKLI

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Zahide Ülya NURULLAHOĞLU

2006, 28 Sayfa

Jüri : Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK

Yrd. Doç. Dr. Zahide Ülya NURULLAHOĞLU

Yrd. Doç. Dr. Sadettin ÜNSAL

Bu çalışmada Mersin yöresinden alınan levrek balığı, *Dicentrarchus labrax* L.'ın total yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişimi gaz kromatografi ile araştırılmıştır. *D. labrax'*ın 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. İlkbahar ve sonbahar mevsimlerinde en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi olarak C 18:1 oleik aside, kış ve yaz mevsimlerinde ise C 16:0 palmitik aside rastlanmıştır. Sonbahar ve kış mevsiminde omega-3 yağ asitleri yüzdeleri, ilkbahar ve yaz mevsiminde ise omega-6 yağ asitleri yüzdeleri yüksek olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Dicentrarchus labrax,* levrek, yağ asidi bileşimi

ABSTRACT

MS Thesis

THE SEASONAL CHANGES OF TOTAL FATTY ACID COMPOSITION OF SEA BASS, *Dicentrarchus labrax* L. 1758 (OSTEICHTHYES:MORONIDAE)

Arzu BELİKUŞAKLI

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Zahide Ülya NURULLAHOĞLU

2006, 28 Pages

Jury : Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK

Assist. Prof. Dr. Zahide Ülya NURULLAHOĞLU

Assist. Prof. Dr. Sadettin ÜNSAL

In this study, total fatty acid composition and its seasonal variotion of sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. which taken from Mersin were investigated by gas chromatographic method. 12 different fatty acids were determined in the compositions of *D. labrax.* Fatty acids 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.Oleic acid was determined as fatty acid which has the highest percentage for spring and autumn seasons. Palmitic acid was determined as fatty acid which has the highest percentage for winter and summer seasons. Percentages of omega-3 fatty acids were found high in autumn and winter, whereas percentages of omega-6 fatty acids were high in spring and summer.

Key Words: *Dicentrarchus labrax*, sea bass, fatty acid composition.

ÖNSÖZ

Bu çalışmada Mersin yöresinden alınan levrek balığı, *Dicentrarchus labrax* L.'ın total yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişimi gaz kromatografi ile araştırılmıştır.

Bana bu çalışma konusunu veren ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Z. Ülya Nurullahoğlu'na teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

1.GİRİŞ 1
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI 5
2.1. Balıklarda Yağ Asidi Bileşimi 5
2.2.Balıklarda Mevsimsel Değişimin Yağ Asitlerine Etkileri 8
3. MATERYAL VE METOT 10
3.1. Balıkların Temin Edilmesi 10
3.2. Total Lipid Miktarlarının ve Yağ Asidi Bileşimlerinin Tespit Edilmesi 10
3.3.Verilerin Değerlendirilmesi 11
4. SONUÇLAR 12
4.1. *D. labrax'*ın Mevsimlere Göre Total Lipid Miktarlarının Değişimi 12
4.2. Sonbahar Mevsiminde *Dicentrarchus labrax'*ın Total Yağ Asidi Bileşimi 12
4.3. Kış Mevsiminde *Dicentrarchus labrax'*ın Total Yağ Asidi Bileşimi 15
4.4. İlkbahar Mevsiminde *Dicentrarchus labrax*'ın Total Yağ Asidi Bileşimi 16
4.5.Yaz Mevsiminde *Dicentrarchus labrax*'ın Total Yağ Asidi Bileşimi 17
5. TARTIŞMA 18
6. KAYNAKLAR 22

1. GİRİŞ

Su ürünlerinin büyük bir kısmını meydana getiren tatlısu ve deniz balıkları insanların beslenmesinde büyük önem taşımaktadır (Weatherley ve Gill 1989).

Balık etinin kalitesini belirleyen esas bileşenler proteinler ve lipitlerdir. Balık etinin lezzetli olması ve özellikle kalp-damar hastalıklarında önemli farmakolojik etkileri, yapılarındaki yağlardan ve yağ asitlerinden kaynaklanmaktadır (Kinsella 1987). Balık yağlarının kompozisyonunu oluşturan üç temel yağ asidi tipi vardır. Bunlar doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleridir. Halver (1989), balıklardaki doymuş yağ asitlerinin yem kökenli olabileceğini veya bağırsaktaki bakteriler tarafından oluşturabileceğini ya da mevcut bakterilerden absorbe edilebileceğini belirtmiştir (Konar ve Köprücü 2002). Başlıca doymuş yağ asitleri miristik (14:0), palmitik (16:0) ve stearik (18:0) asitlerdir. Tekli doymamış yağ asitlerini ise besinlerden biyosentez yoluyla sağlarlar ve C 18:1'den C 22:1'e kadar tekli doymamış yağ asitlerini uzatma yeteneğine sahiptirler. Çoklu doymamış yağ asitleri kendi aralarında ikiye ayrılırlar bunlar omega-3 (n-3) ve omega-6 (n-6) yağ asitleridir. Çoklu doymamış yağ asitleri içerisinde yaygın olarak bilinen en yüksek doymamışlık derecesi C 22:6 (dokosahekzaenoik asit)'dır. Omega-3 ve omega-6'lar, alışılmışın dışında karboksil (-COOH) grubunun tersine metil ($-CH_3$) grubundan sayıldığı zaman 3. ve 6. karbon atomunda çift bağ içeren yağ asitleridir. Balık yağları % 20-30 oranında doymuş yağ asitlerini % 70-80 oranında da doymamış yağ asitlerini içerir. Balık yağlarındaki çoklu doymamış yağ asitlerinin (Polyunsaturated fatty acids=PUFA) miktarı % 25-30'dur. Su ürünlerinin yağlarındaki PUFA'lar genellikle omega-3 şeklindedir. Omega-6 yağ asitleri ise toplam yağ asitleri oranının % 1-3'ünü oluşturmaktadır (Skorski 1990, Weatherley ve Gill 1989, Ackman 1988).

Balık yağlarının en karakteristik özelliği uzun zincirli çok çift bağlı yağ asitlerine sahip olmalarıdır. Balık yağlarındaki aşırı doymamış yağ asitlerinin zincir uzunlukları genelde 18 karbonun üzerindedir. Bitkisel ve hayvansal yağlarda zincir uzunluğu 18 karbonu geçen yağ asitleri miktarı % 1-5 arasında iken balık yağında % 25-33'tür ve bu oran % 50'ye kadar varabilir. Balık yağları 4, 5, 6 çift bağ içeren aşırı doymamış yağ asitlerini çoğunlukla içerir. Özellikle omega-3 serisinden eikosapentaenoik asit (EPA) (C 20:5) ve dokosahekzaenoik asit (DHA) (C 22:6)

balık yağına özgüdür. Balık yağları omega-6'dan ziyade omega-3 yağ asitlerini içerir. Bu özelliği ile balık yağı hayvansal ve bitkisel kaynaklı katı ve sıvı yağlardan farklı beslenme özelliklerine sahiptir (Göğüş 1988).

Balıklar yağlarını kas ve karaciğer dokularında depo ederler. Depo edilen bu lipitlerin bu organlardan gonadlar gibi vücudun diğer ihtiyaç olan yerlerine taşındığı bildirilmiştir (Uysal ve Aksoylar 2003).

Lipitlerin balıklar tarafından kolaylıkla sindirildiği ve enerji kaynağı olarak karbohidratlara tercih edildiği ifade edilmiştir. Bu türlerin başta kas dokuları olmak üzere bütün organlarındaki yağ asidi bileşimi içinde omega-3 (n-3) olarak bilinen yağ asitlerinin miktarları yüksektir. Bu yağ asitlerinin başlıca kaynakları sudaki besin zincirinin ilk halkasını oluşturan planktonik organizmalardır (Canpolat ve ark.1999). Deniz ürünlerindeki yağlar bitki ve hayvan yağlarına göre daha kompleks yapıdadırlar. Karbon zincir uzunluğu C:14 ve C:24 arasındadır, hatta C:12 ile C:26 bile bulunabilmektedir. C:14 ile C:16 tekli doymamış bağ içerirken C:20 ile C:22 yağ asitleri 4, 5, hatta 6 çift bağ içerirler (Keskin 1981).

Belirli yağ asitlerinin vücut için esansiyel olduğu fikri, ilk olarak Evans ve Burr (1929) tarafından ortaya atılmıştır.

Yağsız dietle beslenen fareler üzerinde yapılan araştırmada; büyümenin gecikmesi, böbrek fonksiyon bozuklukları, cilt sorunları, üreme fonksiyon bozuklukları gibi rahatsızlıklar bulunmuştur. Ancak söz konusu araştırma, sorunun yağ asidi eksikliğinden değil, linoleik asit (omega-6) adlı yağ asidi eksikliğinden kaynaklandığını göstermiştir. Vücudun üretemediği ve mutlaka besinler yoluyla alınması gereken bu yağ asidi çeşidi o yıllarda esansiyel yağ asidi olarak adlandırılmıştır. Araştırmalar devam ettikçe, linolenik asidin (omega-3) de vücut için esansiyel olduğu saptanmıştır ve bugün yapılan birçok araştırma, omega-3 ve omega-6 yağ asitlerinin dengeli alınmasının sayısız faydalar getirdiğini göstermektedir (Burr ve Fehily 1990). Esansiyel yağ asitleri vücut tarafından üretilemezler ve dışarıdan besinlerle alınmaları gereklidir, yani vitaminler ve aminoasitler gibi vücut fonksiyonları için esansiyel maddelerdir. Hücre membranının fleksibilitesi, akışkanlığı esansiyel yağ asitlerinin membrandaki miktarına bağlıdır. Esansiyel yağ

asitleri enerji sağlar, vücut ısısının korunmasına yardımcı olur (Hawkins 1997). Omega-3 yağ asitlerince zengin balık tüketen toplumlarda kardiovasküler hastalıklar ve depresyon daha az oranda görülmektedir (Leaf ve Weber 1988).

Dünyanın çeşitli yerlerinde diet ve kardiovasküler sistem hastalıkları hakkında yapılan çalışmalar Japonya ve Girit adasında yaşayan toplumların kardiovasküler sistem hastalıkları açısından daha düşük ölüm riskine sahip olduklarını göstermiştir. Balık yağlarının sedef ve egzama gibi çeşitli cilt hastalıklarını (Ziboh 1990); meme, pankreas, bağırsak ve prostatik tümörlerin gelişmesini önleyici etkisinin olduğu ile ilgili (Kanders ve Kowalchuk 1990) birçok araştırma yapılmış ve bu konu günümüzde en çok konuşulan konular arasına girmiştir (Burr ve Fehily 1990). Balık yağının bileşiminde yer alan karbon sayısı ve doymamışlığı yüksek olan aşırı doymamış yağ asitleri hücre zarlarının yapısında yer alarak hücre zarlarının akışkanlığı ve dolayısıyla geçirgenliğinde rol oynarlar. Eikosanoidler, özellikle EPA gibi yirmi karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinden türerler. Bunlara ilaveten bu aşırı doymamış yağ asitlerinin derideki geçirgenlik bariyerinin devamında, kolesterol metabolizmasında ve taşınmasında önemli görevleri vardır (Steffens 1997). Balıkların bileşiminde bulunan DHA (C 22:6), hücre membranının fonksiyonel bütünlüğü ve temel yapısal özelliklerin devamı için gereklidir (Gunasekara ve ark. 1999). Ayrıca membranlarda yer alan bu aşırı doymamış yağ asitleri membrandaki enzim aktivitesini de etkiler (Duddley ve ark. 1994).

Balıklarda lipid ve yağ asidi bileşimi esas olarak türlere, mevsim ve aylara özellikle üreme mevsimine, beslenme ortamına ve besin yapısına, su sıcaklığı ve kirliliğine, türün kültür yada yabani form olup olmadığına ve vücut kısımlarına göre değişiklik göstermektedir (Ackman 1967, Deng ve ark. 1976, Agren ve ark. 1987, Cai ve Curtis 1989).

Dünyanın birçok bölgesinde olduğu gibi ülkemizin de üç tarafı denizlerle çevrilidir. Ayrıca zengin iç sularıyla, balıkçılık bakımından önemli bir potansiyele sahiptir. Ülkemizin deniz, akarsu ve göllerinde birçok balık türü doğal olarak bulunmaktadır.

Araştırmamızda Levrek (*Dicentrarchus labrax*) balığı kullanılmıştır. Karnivor olan bu balıklar nehir ağzı körfez ve limanlarda yaşar, ülkemiz sularında bulunur, eti lezzetlidir (Kuru 1987). Ülkemizde bol miktarda tüketilir ve kültüre de alınmıştır. Bu çalışmada türün total lipid ve total yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişimi incelenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Balıklarda Yağ Asidi Bileşimi

Deniz ve tatlısu balıklarının yağ asidi bileşimi belirgin farklılıklar gösterir. Tatlısu balıklarında 16-18 karbonlu, deniz balıklarında ise 20-22 karbonlu yağ asitleri daha çoktur. Tatlısu balıkları omega-6, deniz balıkları ise omega-3 yağ asitleri bakımından zengindir (Ackman 1967).

Capoeta trutta (Heckel 1843) (Lekeli Siraz Balığı, Kara Balık) ve *Barbus rajanorum mystaceus* (Heckel 1843) (Sirink, Bıyıklı Balık)' un kas dokularındaki total lipit ve yağ asidi miktar ve bileşimlerinin üreme periyodu süresince değişimi incelenmiştir. Bu çalışmada, Elazığ Keban Baraj gölünde yaşayan *Capoeta trutta* ve *Barbus rajanorum mystaceus*'un dişi ve erkek bireylerinin kas dokularında total lipit ve yağ asidi bileşiminin değişimi üreme periyodu boyunca incelenmiştir. Total lipit miktarının, *C. trutta* ve *B. rajanorum mystaceus*'un dişi ve erkek bireylerinin kas dokularında haziran ayında yükseldiği belirlenmiş. Ağustos ayında ise total lipit ve yağ asidi miktarlarının azaldığı saptanmıştır. Gaz kromotografisi ile yapılan analiz sonuçları, her iki türün kas dokusu yağ asidi bileşiminin zengin bir yağ asidi çeşitliliğinden oluştuğunu göstermiş. *C. trutta*'nın dişi bireylerinin kas dokusundaki doymamış yağ asitleri, üreme mevsimi sonunda, düzenli bir şekilde azaldığı halde, erkek bireylerdeki değişimin daha düzensiz olduğu belirlenmiş. Deney sonuçları, total lipit, yağ asidi miktarı ve bireysel yağ asidi oranlarının değişiminde, üreme periyodundaki faaliyetlerin etkili olduğunu göstermektedir (Canpolat ve ark. 1999).

Levrek (*Dicentrarchus labrax* L. 1758*)* ve Çipura (*Sparus aurata* L. 1758) yumurtalarının biyokimyasal kompozisyonu araştırılmıştır. Bu araştırmada levrek (*D. labrax)* ve çipura (*S. aurata)*, balıkları döllenmiş yumurtalarının biyokimyasal kompozisyonunu, % protein, nem, kül, yağ ve yağ asitleri analizleri yapılarak belirlenmiştir. Levrek yumurtasında yapılan analizlerde; nem % 74.25, protein % 11.57, kül % 2.57 ve yağ % 4.97 olarak saptanmıştır. Araştırma sonucunda levrekte doymuş yağ asitleri % 28.74, PUFA % 31.36 olarak belirlenmiştir. Çipura yumurtasında yapılan analizlerde; nem % 79.851±04, protein % 9.83, kül % 2.85 ve yağ % 2.29 olarak saptanmıştır. Çipurada doymuş yağ asitleri % 40.45, PUFA % 24.68 olarak belirlenmiştir (Bulut 2004).

Yağ asidi bileşimi farklı iki yemle beslenen ve aç bırakılan *Oncorhynchus mykiss* (Gökkuşağı alabalığı)'in kas dokusu yağ asit bileşimi araştırılmıştır. Yağ asidi bileşenleri, yağ asit metil esterleri oluşturularak gaz kromatografisi ile analizlenmiştir. Beslenen ve aç bırakılan balıkların yağ asidi bileşiminde kalitatif olarak bir değişiklik meydana gelmemiştir. Tek çift bağlı ve aşırı doymamış yağ asit yüzdelerinin, uzun süreli açlık periyodunda (28. gün) azaldığı belirlenmiştir. Beslenmede kullanılan hazırlanmış besinin ticari besine göre farklı bir etki yapmadığı saptanmıştır. Bu besinin yağ asit bileşimi yönünden balık beslenmesinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Akpınar ve Konar 2002).

Sağlık (1994), denizlerimizde yaşayan ve besin olarak tüketilen 13 balık türünün total lipid ve yağ asidi bileşimlerini araştırmış ve türler arasında oldukça farklılık olduğunu tespit etmiştir. Bu araştırmada total lipid içeriği en fazla sardalya balığında (% 16.96), en az kılıç balığında (% 0.54) bulunmuştur. Görüldüğü gibi sardalya balığı kılıç balığından yaklaşık 30 kat daha yağlıdır. Balık dokusundaki hiçbir kimyasal madde türler arasında bu kadar değişim göstermemektedir. Sağlık'ın bulgularına göre kılıç balığı en çok doymuş yağ asidi içeren türdür. Aşırı doymamış yağ asitlerinin en fazla bulunduğu tür ise hamsidir (% 36.4).

Alaska'da ringa balığı (*Ammodytes hexapterus*) ve Pasifik mızrak balığı (*Clupea pallasi*) ile yapılan bir araştırmada mayıs-ağustos ayları arasında Prince William Sound Adasının altı ayrı noktasından alınan numunelerin 0-1 yaş arası olanları seçilerek yağ asidi bileşimleri incelenmiş ve Ringa balığının yağ asidi kompozisyonunun % 8-10 arasında, Pasifik mızrak balığında ise % 9-16 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Güney-batı sahillerindeki mızrak balığı yağ asidi miktarı merkezdeki PWS adası sahillerindekilere göre birbirine daha fazla benzerlik göstermiştir. Bu çalışma coğrafik koşullar ve türe ait özelliklerin yağ asidi miktarını etkilediğini göstermektedir (Heintz ve Larsen 1998).

Balıkların yağ asidi bileşimine etki eden en önemli faktör besinde bulunan canlıların ihtiva ettiği yağ asidi bileşimidir (Brenner 1989, Steffens 1997). Balıklar için tek hücreliler ve kolonial fitoplanktonik algler ve zooplanktonik organizmalar temel besin kaynaklarıdır (Hale ve Carlson 1972, Seifert 1972).

Tatlısu algleri, Krustase'ler ve sucul böcek larvaları, genellikle linoleik asit (C 18:2), 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'lerde bulunmuştur. Bu nedenle tatlısu balıklarının yağ asidi bileşiminde linoleik asit ve araşidonik asit (C 20:4) yüzdeleri yüksektir. (Henderson ve Tocher 1987, Steffens 1997). Üreme durumları ve cinsiyet nitelikleri de balıklardaki yağ asidi içeriğinde değişikliklere sebep olmaktadır (Fermont ve Marion 1982, Johnson 1991, MacFarlane ve ark. 1993). Dişiler erkeklerden daha az oranda C 18:2, C 18:0, C 20:5 ve C 20:1 içerirken, erkeklerde nispeten yüksek oranda C 16:0 ve C 18:1 bulunur (Lund ve ark. 2000).

Balıklar yeterli besin bulduklarında üremelerini ve yağ depo etme periyodlarını kontrol edebilmektedirler. Yağ depo etme evreleri ortamdaki besin verimine bağlıdır. Besinin az bulunduğu yerlerde değişim yıl boyunca az, besinin bol olduğu yerlerde ise yıllık değişim daha belirgindir. Gonadların gelişim evresinde büyük ölçüde enerjiye gereksinim duyduğunda bu periyotta bol besin bulması gerekmektedir. Bu nedenle balıklar gonadların gelişim evresinde ve üreme periyodunda gereksim duydukları enerjiyi, depo ettikleri yağlardan sağlamaktadırlar (Hayashi ve Takagi 1977). Balıklar memelilerin aksine yağlarını adipoz dokuda değil kas ve karaciğer dokularında depo ederler. Bu organların önemi balık türleri arasında farklılık göstermektedir. Hareketli balıklarda, lipitlerin daha çok kas dokusunda, hareketsiz ve suyun dibinde yaşayan balıklarda ise karaciğer dokusunda depo edildiği bildirilmiştir (Neuhaus ve Halver 1969). Depo edilen lipitlerin, bu organlardan vücudun diğer kısımlarına taşındığı belirtilmiştir (Ackman 1967).

Brezilya'nın güney bölgesinde 17 balık türünün yenilebilir kısımlarının yağ asidi bileşimi araştırılmış ve bütün türlerde palmitik asidin en çok bulunan doymuş yağ asidi olduğu bildirilmiştir. Bu araştırmada total doymuş yağ asitlerinin % 50-70'ini palmitik asidin oluşturduğu tespit edilmiştir (Andrade 1995). 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). Gibson (1983), yirmi dört türün yağ asidi bileşimini araştırmış ve genel olarak omega-3 yağ asitlerinin omega-6 yağ asitlerinden daha çok bulunduğunu bildirmiştir. Araştırıcı bütün türlerde en çok bulunan omega-6 yağ asidinin ise araşidonik asit olduğunu tespit etmiştir.

Kangal Balıklı Kaplıcasında (Sivas) 35±0.5 °C sıcaklıkta doğal olarak yaşayan *Cyprinion macrostomus* (Heckel 1843)'un 35 °C ve 24 °C sıcaklıkta beslenmesi ve aç bırakılması suretiyle kas dokusu yağ asidi bileşiminde meydana gelen değişimler araştırılmıştır. 35 °C sıcaklıkta beslenen ve aç bırakılan balıkların yağ asidi bileşiminde kalitatif olarak bir değişiklik meydana gelmemiştir. 24 °C sıcaklıkta beslenen ve aç bırakılan balıklarda ise besinde bulunmayan dokosapentaenoik asit (C 22:5) ve dokosahekzaenoik (C 22:6) asidin sentezlenebildiği ve linoleik asit (C 18:2) yüzdesinin çok azaldığı saptanmıştır. 35 °C ve 24 °C sıcaklıkta beslenen ve aç bırakılan balıklardan fazla değişime uğrayan yağ asitlerinin uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitleri olduğu sonucu ortaya çıkmıştır (C 18:2, C 18:3, C 20:3, C 22:4, C 22:5, C 22:6). Kangal Balıklı Kaplıcasında 35 °C'de yaşayan *C. macrostomus*'ların üremelerinin verimli olmadığı bilinmektedir. Bu balıkların 24°C'de yaşamaları aşırı doymamış yağ asitlerini sentezleyebildiklerini göstermiştir. Bu sıcaklıkta bu yağ asitlerini sentezleyebilmeleri üremelerini de verimli hale getirilebileceğinin bir göstergesi olabilir (Akpınar 1999).

2.2. Balıklarda Mevsimsel Değişimin Yağ Asitlerine Etkileri

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 Casillas 1991). Sudak *Sander lucioperca* L. (1758) balıklarının kas ve karaciğer total lipid ve total yağ asidi içeriğinin mevsimsel değişimi araştırılmıştır. Bu çalışmada Eğirdir Gölü'nde yaşayan sudakların kas ve karaciğerlerinde total lipit ve total yağ asidi oranlarının eşeye ve mevsime bağlı değişimleri araştırılmıştır. Eşeysel olgunluğa erişmiş üç dişi ve üç erkek balığın kas ve karaciğerleri Temmuz 1998'den başlayarak Mayıs 1999'a kadar iki aylık aralıklarla çalışılmıştır. Total lipit ve total yağ asidi miktarları tespit edilmiştir. Sudakların kas dokusu yağ oranının yıl içinde hiçbir zaman % 1'i geçmediği ve 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 oranı yıl içinde dişilerin kas dokusunda % 0.39-0.77; erkeklerin kas dokusunda % 0.42-0.76; dişilerin karaciğerinde % 3.75-6.42; erkeklerin karaciğerinde % 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 maksimum seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir. Aylar

arasında değişmekle birlikte total lipitlerin yarısından fazlasını total yağ asitlerinin oluşturduğu saptanmıştır. Total lipide göre total yağ asidi oranı yıl içinde dişilerin kas dokusunda % 38.96-64.24; erkeklerin kas dokusunda % 36.94-64.08; dişilerin karaciğerinde % 41.26-64.34; erkeklerin karaciğerinde % 41.48-65.06 arasında değişim göstermiştir. Genelde total lipit içeriğinin arttığı aylarda total lipide göre total yağ asidi oranının da arttığı tespit edilmiştir (Uysal ve Aksoylar 2003).

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 besindeki 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).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Balıkların Temin Edilmesi

Araştırmada kullanılan levrek (*Dicentrarchus labrax*) 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. Eşeysel 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 süzülmüştür. 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 ºC

Dedektör : 250 ºC

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 ºC'den 220 ºC'e dakikada 2 ºC'lik artışla ulaşıyor.
220 ºC' de 20 dk. bekliyor.

Kütüphaneler : Wiley. Nist. Tutor

3.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Her mevsim için alınan üç ayrı tekrara ait verilerin istatiksel 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

4.1. *D. labrax'*ın Mevsimlere Göre Total Lipid Miktarlarının Değişimi

*D. labrax'*ın mevsimsel total lipid miktarındaki değişiklikler Tablo 1'de verilmiştir. Sonbahar mevsiminde *D. labrax'*ın total lipid miktarı % 3.45, kış mevsiminde % 1.19, ilkbahar mevsiminde % 2.82 ve yaz mevsiminde % 3.05 olarak bulunmuştur.

Tablo 1. *D. labrax'*ın mevsimlere göre total lipid miktarları

Mevsim	Ort ± SH*
Sonbahar	3.45±0.18a
Kış	1.19±0.05b
İlkbahar	2.82±0.16c
Yaz	3.05±0.05ac

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

4.2. Sonbahar Mevsiminde *Dicentrarchus labrax'*ın Total Yağ Asidi Bileşimi

Sonbahar mevsiminde *D. labrax'*ın total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asidinin % 30.03 gibi büyük bir yüzde ile oleik asit olduğu görülmüştür. Oleik asidin yanı sıra palmitik asidin ve palmitoleik asidin büyük yüzdelerde olduğu tespit edilmiştir. Bu üç yağ asidine ilaveten C 22:6 dokosahekzaenoik asit, C 18:3 (n-6) γ-linolenik asit, C 20:5 eikosapentaenoik asit, C 18:0 stearik asit ve C 18:2 linoleik asit de yüksek oranda bulunan yağ asitleridir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin % 94.27'sini oluşturmuştur.

Oleik asit, palmitik asit, palmitoleik asit, dokosahekzaenoik asit, γ-linolenik asit, eikosapentaenoik asit (EPA), stearik asit ve linoleik asidin dışında kalan, C 14:0 miristik asit, C 18:3 (n-3) linolenik asit, C 15:0 pentadesilik asit ve C 14:1 miristoleik asitlerinin yüzdeleri toplamı bileşimin ancak % 5.73'ünü oluşturmuşlardır. Sağlık açısından varlığı en önemli yağ asitlerinden olan

eikosapentaenoik asit (EPA) % 5.57, dokosahekzaenoik asit (DHA) ise % 9.97 olarak bulunmuştur.

Sonbahar mevsiminde *D. labrax'*ın total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamının % 30.43 olduğu görülmüştür. Bu yüzdenin oluşmasında palmitik asidin yüksek yüzdesinin önemli bir rolü vardır. Doymamış yağ asitlerinin toplamı oleik ve palmitoleik asitlerinin yüksek yüzdeleri sayesinde % 42.13'tür. Aşırı doymamış yağ asitlerinin toplamının ise % 27.44 olduğu görülmüştür. Görüldüğü gibi total yağ asidi bileşiminde yer alan yağ asitlerinin içerisinde en çok bulunan yağ asidi grubu, doymamış yağ asitleridir.

Sonbahar mevsiminde omega-6 yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı % 10.67 iken omega-3 yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı % 16.75 olarak tespit edilmiştir. Sonbahar mevsiminde omega-3 / omega-6 (veya n-3/n-6) oranının 1.57 olduğu görülmüştür.

Mersin yöresinde yaşayan levrek balığı, *Dicentrarchus labrax* L.'ın 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 18:1 oleik asit, C 16:0 palmitik 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 % 63.26-66.74 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 % 30.43-43.80, doymamış yağ asidi yüzdeleri toplamının % 35.48-42.13, aşırı doymamış yağ asidi yüzdeleri toplamının % 20.72-27.44 arasında olduğu görülmüştür.

Tablo.2. *D. labrax'*ın mevsimlere göre total yağ asidi bileşimleri*

Yağ asitleri	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
C 14:0	3.15 ± 0.18a	3.50 ± 0.29ab	6.03 ± 0.12c	4.17 ± 0.17b
C 14:1	0.52 ± 0.04a	0.33 ± 0.08ab	0.25 ± 0.13b	–
C 15:0	0.83 ± 0.06a	1.18 ± 0.04 b	0.80 ± 0.03a	0.53 ± 0.03c
C 16:0	21.88 ± 0.48a	28.12 ± 0.66b	25.03 ± 0.15c	30.74 ± 0.62d
C 16:1	11.58 ± 0.74a	11.34 ± 0.73a	10.26 ± 0.14a	7.50 ± 0.29b
C 18:0	4.57 ± 0.47a	11.00 ± 0.29c	5.82 ± 0.29ab	7.00 ± 0.29b
C 18:1	30.03 ± 1.07a	23.80 ± 0.63b	28.32 ± 0.41a	28.50 ± 0.29a
C 18:2	4.10 ± 0.32a	3.28 ± 0.12a	3.93 ± 0.18a	7.50 ± 0.50b
C 18:3(n6)	6.57 ± 0.35a	1.77 ± 0.34b	8.53 ± 0.26c	5.33 ± 0.33a
C 18:3(n3)	1.23 ± 0.15a	1.16 ± 0.17a	0.82 ± 0.04a	1.00 ± 0.06a
C 20:5	5.57 ± 0.23a	6.10 ± 0.32a	2.63 ± 0.09b	3.50 ± 0.29b
C 22:6	9.97 ± 0.35a	8.42 ± 0.14b	7.58 ± 0.19b	4.23 ± 0.15c
ΣD.Y.A.	30.43 ± 0.25a	43.80 ± 0.79b	37.68 ± 0.29c	42.43 ± 0.56b
ΣDm.Y.A.	42.13 ± 0.58a	35.48 ± 0.88b	38.82 ± 0.31c	36.00 ± 0.00b
ΣA.Dm.Y.A.	27.44 ± 0.70a	20.72 ± 0.51b	23.50 ± 0.29c	21.57 ± 0.56bc
Σω6	10,67	5,05	12,47	12,83
Σω3	16.75	15.67	11,05	8,73
Σω3/ω6	1,57	3,10	0,89	0,68

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

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

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

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

4.3. Kış Mevsiminde *Dicentrarchus labrax*'ın Total Yağ Asidi Bileşimi

Kış mevsiminde *D. labrax*'ın total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asidinin % 28.12 gibi büyük bir yüzde ile palmitik asit olduğu görülmüştür. Palmitik asidin yanı sıra oleik ve palmitoleik asidin büyük yüzdelerde olduğu tespit edilmiştir. Bu yağ asitlerine ilaveten stearik asit, dokosahekzaenoik asit, eikosapentaenoik asit de yüksek oranda bulunan yağ asitleridir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin % 88.78'ini oluşturmuştur.

Oleik asit, palmitik asit, palmitoleik asit, stearik asit, dokosahekzaenoik asit, eikosapentaenoik asit yüzdeleri dışında kalan, miristik asit, linoleik asit, γ-linolenik asit, pentadesilik asit, linolenik asit ve miristoleik asit toplam bileşimin ancak % 11.22'sini oluşturmuşlardır.

Sağlık açısından varlığı en önemli yağ asitlerinden olan eikosapentaenoik asit (EPA) % 6.10, dokosahekzaenoik asit (DHA) ise % 8.42 olarak bulunmuştur.

Kış mevsiminde *D. labrax*'ın total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamının % 43.80 olduğu görülmüştür. Bu yüzdenin oluşmasında palmitik asidin yüksek yüzdesinin önemli bir rolü vardır. Doymamış yağ asitlerinin toplamı oleik ve palmitoleik asitlerinin yüksek yüzdeleri sayesinde % 35.48'dir. Aşırı doymamış yağ asitlerinin toplamının ise % 20.72 olduğu görülmüştür. 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 % 5.05 iken omega-3 yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı % 15.67 olarak tespit edilmiştir. Kış mevsiminde omega-3 / omega-6 oranının 3.10 olduğu görülmüştür.

4.4. İlkbahar Mevsiminde *Dicentrarchus labrax*'ın Total Yağ Asidi Bileşimi

İlkbahar mevsiminde *D. labrax*'ın total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asidinin % 28.32 gibi büyük bir yüzde ile oleik asit olduğu görülmüştür. Oleik asidin yanı sıra palmitik asit ile palmitoleik asit de büyük yüzdelerde tespit edilmiştir. Bu yağ asitlerine ilaveten γ-linolenik asit, dokosahekzaenoik asit, miristik asit ve stearik asit de yüksek oranda bulunan yağ asitleridir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin % 91.57 oluşturmuştur.

Oleik asit, palmitik asit, palmitoleik asit, γ-linolenik asit, dokosahekzaenoik asit, miristik asit, stearik asit dışında kalan linoleik asit, eikosapentaenoik asit, linolenik asit, pentadesilik asit ve miristoleik asit yüzdeleri toplam bileşimin ancak % 8.43'ünü oluşturmuşlardır.

Sağlık açısından varlığı en önemli yağ asitlerinden olan eikosapentaenoik asit (EPA) % 2.63, dokosahekzaenoik asit (DHA) ise % 7.58 olarak bulunmuştur.

İlkbahar mevsiminde *D. labrax*'ın total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamının % 37.68 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 % 38.82'dir. Aşırı doymamış yağ asitlerinin toplamının ise % 23.50 olduğu görülmüştür. Total yağ asidi bileşiminde yer alan yağ asitlerinin içerisinde en çok bulunan yağ asidi grubu, doymamış yağ asitleridir.

İlkbahar mevsiminde omega-6 yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı % 12.47 iken omega-3 yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı % 11.05 olarak tespit edilmiştir. İlkbahar mevsiminde omega-3 / omega-6 (veya n-3/n-6) oranının 0.89 olduğu görülmüştür.

4.5. Yaz Mevsiminde *Dicentrarchus labrax*'ın Total Yağ Asidi Bileşimi

Yaz mevsiminde *D. labrax*'ın total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asidinin % 30.74 gibi büyük bir yüzde ile palmitik asit olduğu görülmüştür. Palmitik asidin yanı sıra oleik asit ve palmitoleik asit de büyük yüzdelerde tespit edilmiştir. Bu yağ asitlerine ilaveten linoleik asit, stearik asit, γ-linolenik asit, dokosahekzaenoik asit, miristik asit de yüksek oranda bulunan yağ asitleridir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin % 94.97'sini oluşturmuştur.

Palmitik asit, oleik asit, palmitoleik asit, linoleik asit, stearik asit, γ-linolenik asit, dokosahekzaenoik asit, miristik asit dışında kalan eikosapentaenoik asit, linolenik asit ve pentadesilik asit yüzdeleri toplam bileşimin ancak % 5.03'ünü oluşturmuşlardır.

Sağlık açısından varlığı en önemli yağ asitlerinden olan eikosapentaenoik asit (EPA) % 3.50, dokosahekzaenoik asit (DHA) ise % 4.23 olarak bulunmuştur.

Yaz mevsiminde *D. labrax'*ın total yağ asidi bileşiminde doymuş yağ asitlerinin toplamının % 42.43 olduğu görülmüştür. Bu yüzdenin oluşmasında palmitik asidin yüksek yüzdesinin önemli bir rolü vardır. Doymamış yağ asitlerinin toplamı oleik ve palmitoleik asitlerinin yüksek yüzdeleri sayesinde % 36.00'dır. Aşırı doymamış yağ asitlerinin toplamının ise % 21.57 olduğu görülmüştür. 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 % 12.83 iken omega-3 yağ asitlerinin yüzdeleri toplamı % 8.73 olarak tespit edilmiştir. Yaz mevsiminde omega-3 / omega-6 (veya n-3/n-6) oranının 0.68 olduğu görülmüştür.

5. TARTIŞMA

Dicentrarchus labrax L.'ın total lipid miktarları sonbaharda % 3.45 olarak en yüksek, kış mevsiminde ise % 1.19 olarak en düşük bulunmuştur (Tablo 1). *D. labrax*'ın total lipid miktarları sonbaharda sıcaklıkların düşmeye başlamasıyla artmış, kış mevsiminde ise enerji ihtiyacı nedeni ile kullanılmasından dolayı düşük bulunmuştur.

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. Başlıca doymuş yağ asitleri C 14:0 miristik, C 16:0 palmitik ve C 18:0 stearik asitlerdir. Başlıca doymamış yağ asitleri ise C 14:1 miristoleik, C 16:1 palmitoleik ve C 18:1 oleik asitlerdir. Bu doymamış yağ asitlerini besinlerden biyosentez yolu ile sağlarlar. Aşırı doymamış yağ asitleri içerisinde ise yaygın olarak bilinen C 20:5 eikosapentaenoik asit (EPA) ve C 22:6 dokosahekzaenoik asit (DHA)'tir (Halver 1989).

*D. labrax'*ın bileşiminde karbon sayısı ve doymuşlukları farklı olan 12 yağ asidi gözlenmiştir. Yağ asidi bileşimlerindeki yağ asitlerinin yüzdeleri mevsimlere göre değişiklik göstermelerine rağmen ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi olarak C 18:1 oleik aside, kış ve yaz mevsimlerinde ise C 16:0 palmitik aside rastlanmıştır.

Sonbahar mevsiminde *D. labrax'*ın total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asidinin % 30.03 gibi büyük bir yüzde ile oleik asit olduğu görülmüştür. Oleik asidin yanı sıra palmitik asidin ve palmitoleik asidin büyük yüzdelerde olduğu tespit edilmiştir. Bu üç yağ asidine ilaveten C 22:6 dokosahekzaenoik asit, C 18:3 (n6) γ-linolenik asit, C 20:5 eikosapentaenoik asit, C 18:0 stearik asit ve C 18:2 linoleik asit de yüksek oranda bulunan yağ asitleridir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin % 94.27'sini oluşturmuştur.

Kış mevsiminde *D. labrax*'ın total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asidinin % 28.12 gibi büyük bir yüzde ile palmitik asit olduğu görülmüştür. Palmitik asidin yanı sıra oleik ve palmitoleik asidin büyük yüzdelerde

olduğu tespit edilmiştir. Bu yağ asitlerine ilaveten stearik asit, dokosahekzaenoik asit, eikosapentaenoik asit de yüksek oranda bulunan yağ asitleridir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin % 88.78'ini oluşturmuştur.

İlkbahar mevsiminde *D. labrax*'ın total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asidinin % 28.32 gibi büyük bir yüzde ile oleik asit olduğu görülmüştür. Oleik asidin yanı sıra palmitik asit ile palmitoleik asit de büyük yüzdelerde tespit edilmiştir. Bu yağ asitlerine ilaveten γ-linolenik asit, dokosahekzaenoik asit, miristik asit ve stearik asit de yüksek oranda bulunan yağ asitleridir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin % 91.57'sini oluşturmuştur.

Yaz mevsiminde *D. labrax*'ın total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asidinin % 30.74 gibi büyük bir yüzde ile palmitik asit olduğu görülmüştür. Palmitik asidin yanı sıra oleik asit ve palmitoleik asit de büyük yüzdelerde tespit edilmiştir. Bu yağ asitlerine ilaveten linoleik asit, stearik asit, γ-linolenik asit, dokosahekzaenoik asit, miristik asit de yüksek oranda bulunan yağ asitleridir. Yüksek oranlarda bulunan bu yağ asitlerinin toplam yüzdeleri yağ asidi bileşiminin % 94.97'sini oluşturmuştur.

Tinca tinca L.'nın total yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişimi gaz kromatografi ile araştırılmıştır. *T. tinca*'nın bileşiminde 25 farklı yağ asidi belirlenmiştir. *T. tinca*'nın total yağ asidi bileşimleri mevsimsel sıcaklık değişimlerinden etkilenmiştir. Doymamış ve aşırı doymamış yağ asitlerinin total yüzdeleri kışın düşük sıcaklıklara bağlı olarak doymuş yağ asitlerinden daha yüksek bulunmuştur (Öztürk 2003).

*T. tinca'*da sonbahar mevsiminde total yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdeye sahip olan yağ asidi % 18.39'luk yüzde ile C 16:0 palmitik asit iken, *D. labrax*'ta ise % 30.03 gibi büyük bir yüzde ile oleik asit, kış mevsiminde *T. tinca*'da % 16.35'lik yüzde ile C 18:1 oleik asit iken, *D. labrax*'ta % 28.12 gibi büyük bir yüzde ile palmitik asit, ilkbahar mevsiminde *T. tinca*'da % 19.96'lık yüzde ile C 18:1 oleik asit, *D. labrax'* ta ise % 28.32 gibi büyük bir yüzde ile oleik asit, yaz mevsiminde *T. tinca'*da % 21.78 ile C 16:0 palmitik asit, *D. labrax'*ta ise % 30.74 gibi büyük bir yüzde ile palmitik asit olarak görülmüştür.

T. tinca'da aşırı doymamış yağ asidi yüzdeleri en yüksek kış mevsiminde ve en düşük yaz mevsiminde görülürken, *D. labrax*'ta ise en yüksek sonbaharda ve en düşük kış mevsiminde görülmüştür. Doymamış yağ asidi yüzdeleri ise *T. tinca*'da en yüksek yaz, en düşük kış mevsiminde, *D. labrax*'ta ise en yüksek sonbahar, en düşük kış mevsiminde görülmüştür.

Balıkların total yağ asidi bileşimi birçok faktörden etkilenmektedir. Bunların başında dietinin ihtiva ettiği yağ asidi bileşimi gelir (Brenner 1989). Balığın yaşadığı ortam balığın yağ asidi bileşiminde değişikliklere yol açar. Balığın deniz veya tatlısuda yaşamasına bağlı olarak da yağ asidi bileşimi değişiklikler göstermektedir. Deniz balıklarının yağlarında EPA ve DHA gibi omega-3 (veya n-3) aşırı doymamış yağ asitlerinin toplam yüzdeleri tatlısu balıklarınınkilerden daha yüksek olarak bulunur (Czesny ve ark. 1999). Oysa omega-6 aşırı doymamış yağ asitlerinin toplam yüzdeleri tatlısu balıklarında daha yüksektir (Henderson ve Tocher 1987). Ayrıca C 22:1 yağ asidi deniz balıklarının yağ asidi bileşimlerinde mevcutken tatlısu balıklarının bileşimlerinde nadiren görülmektedir (Ackman 1999).

Çevre koşulları özellikle su sıcaklığı balık lipid bileşimlerini etkilemektedir (Kayama ve ark. 1963). 5-10 ºC sıcaklıklara adapte olmuş balıkların yağ asidi bileşimlerindeki aşırı doymamış yağ asitlerinin yüzdesi, 25-27 ºC gibi ılık sularda yaşayanlara göre daha fazladır (Dey ve ark. 1993).

Balıkların yağ asidi bileşimleri, balıkların yaşadığı ortama göre de değişiklikler göstermektedir. Arjantin'de yapılan bir çalışmada aynı tür balığın ülkenin kuzeyindeki ve güneyindeki göllerde yaşayan bireylerinin yağ asidi bileşimlerinde farklılıklar tespit edilmiştir (Logan ve ark. 2000).

Balığın değişik hayat evrelerinde farklı yağ asidi bileşimi söz konusudur. Gelişme evresinde yapısal lipid ve aşırı doymamış yağ asidi miktarında azalma olur. Bu lipid depoları embriyonik gelişim sırasında kullanılmaktadır. Yapısal lipid ve doymamış yağ asitleri yumurta ve embriyo için gereklidir ve gelişen embriyo için önemli bir faktör olduğu tespit edilmiştir (Eldrige ve ark. 1983, Fraser ve ark. 1987).

Turna balığı ile yapılan bir çalışmada erken larva gelişimi ve embriyo esnasında yağ asidi ve lipid bileşiminin önemli oranda değiştiği görülmüştür (Desvilletes ve ark. 1997).

Larvaların yüzerken enerji ihtiyaçlarının karşılanması için triaçilgliserolleri kullandıkları belirlenmiştir (Tocher ve ark. 1985, Fraser ve ark. 1988).

Bu çalışmada, *D. labrax'*ın bileşimlerindeki mevsime bağlı değişiklikler olmuştur. Bunların su sıcaklığının değişmesi besin kalitesinin değişmesi ve üreme dönemi gibi faktörlerin etkisiyle meydana geldiği düşünülebilir.

Balık yağı insan sağlığı açısından son derece önemlidir (Connor 1986). Balık yağları başta kalp ve 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).

Balıkların yağ asidi bileşiminde yüksek oranda bulunan aşırı doymamış yağ asitlerinin kalp-damar hastalıklarındaki koruyucu etkisi inuitler (eskimolar) ile yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. İnuitlerle yapılan çalışmalardan kalp-damar hastalıklarının ve iltihapların düşük oranda görüldüğü belirlenmiştir (Andrade 1995, Archer ve ark. 1998, Peterson ve ark. 1998, Schacky 2000, Hunter ve Roberts 2000, Visetainer ve ark. 2000).

Sağlığın korunmasında özellikle soğuk sularda yaşayan balıkların tüketiminin yüksek olduğu Grönlend tipi beslenme şekli önerilmekte ve kardiovasküler sistem bozukluklarından ölümlerin engellenmesi için ister deniz balığı ister tatlısu balığı olsun balık tüketiminin artırılması teşvik edilmektedir (Bang ve Dyerberg 1972, Dyerberg ve ark. 1975-1978, Puwastien 1999, Jonkers ve ark. 2000).

Balık yağı tüketiminin kardiovasküler sistem bozukluklarından ölümleri azaltacağı ortaya konmuştur (Jonkers ve ark. 2000).

Tüm bu sonuçlar, hem deniz hem de tatlısu balıklarının insan sağlığı için balık tüketiminin teşvik edilmesinin gerekliliğini göstermektedir (Puwastien 1999).

Bu tez, *D. labrax* türünün total lipid ve total yağ asidi bileşimine mevsimsel değişimin etkilerinin araştırıldığı ilk çalışma olması nedeni ile önemlidir.

6. KAYNAKLAR

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, 907-922.

Ackman, R.G., Concerns for Utilization of Marine Lipids and Oils. Food Tech. 1988; May: 151-155.

Ackman, R.G., 1999. Comparison of Lipids in Marine and Freshwater Organisms. In Lipids in Freshwater Ecosystems (Arts, M.T. & Wainman, B.C., eds), pp. 263-298. New York: Springer-Verlag.

Agren, J., Mute, P., Hanninen, O., Herranen, J., Pentila I., 1987. Seasonal Variations of Lipid Fatty Acids of Boreal Freshwater Fish Species. Comp. Biochem. Physiol. 88B: 905-909.

Akpınar, M.A., 1999. Besinsel Yağ Asitlerinin ve Açlığın *Cyprinion macrostomus* (Heckel 1843)'un Kas Dokusu Yağ Asidi Bileşimine Etkisi. Tr. J. of Biology 23, 309–317.

Akpınar, M.A., Konar, V., 2002. Aç Bırakılan ve Beslenen *Oncorhynchus mykiss*'in Kas Dokusu Yağ Asidi Bileşimi. F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14(1), 11-18.

Andrade, A. D., Rubira, A. F., Matsushita, M., Souza, N. E. 1995. n-3 Fatty Acids in Freshwater Fish from South Brazial. Journal of The American Oil Chemists Society, 72, 1207-1210.

Archer,S.L., Green, D., Chamberlain, M., Dyer, A.R., Lui, K., 1998. Association of Diatery 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.

Bang, H. O., Dyerberg, J., 1972. Plasma Lipids and Lipoproteins in Greenlandic West Coast Eskimos. Acta Med. Scand., 192, 85-94

Brenner, R.R., 1989. Factors Influencing 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.

Bulut, 2004. Levrek (*Dicentrarchus labrax* L. 1758*)* ve Çipura (*Sparus aurata* L. 1758) Yumurtalarının Biyokimyasal Kompozisyonu. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi Cilt 21 Sayı (1-2): 129-132

Burr, M.L., Fehily, A.M., 1990. Fatty Fish and Heart Disease. World Review of Nutrition and Dietetics., 256-257.

Cai, Z., Curtis, L.R., 1989. Effects of Diet on Consumption, Growth and Fatty Acid Composition in Young Grass Carp. Aquaculture, 81, 47-60.

Canpolat, A., Konar, V., Yılmaz, Ö., 1999. *Capoeta trutta* ve *Barbus rajanorum mystaceus*'un Kas Dokularındaki Total Lipit ve Yağ Asidi Miktar ve Bileşimlerinin Üreme Periyodu Süresince Değişimi. Tr. J. of Biology 23, 319-330.

Connor, W.E., Connor S. L., 1986. Dietary Cholestorol and Fat and The Prevention 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.

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

Dyerberg, J., Bang, H. O., Hjqrne, N., 1975. Fatty Acid Composition of The Plasma Lipids in Greenland Eskimos. Am.J. Clin. Nutr., 28, 958-966.

Dyerberg, J., Bang, H. O., Stoffersen, E., Moncada, S. and Vane, J. R., 1978. Eikosapentaenoic Acid Prevention and Thromboris and Atheroselerosis. Lancet, 2,117-119.

Deng, J.C., Orthefer, F.T., Dennison, R.L., Watson, M., 1976. Lipids and Fatty Acids in Mullet (*Mugil cephalus*): Seasonal and Locational Variations. Jour of Food Science, 4, 1479-1483.

Desviletes, C., Bourdier, G., Breton, J.C., 1997. Changes in Lipid Class and Fatty Acid Composition during Development in Pike (*Esox lucius* L.) Eggs and Larvae. Fish Physiology and Biochemistry, 16, 381-393.

Dey, I., Buda, C. Wiik, T., Halver, J. E., Farkas, T., 1993. Moleculer and Structural Composition of Phospholipid Membran 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.

Duddley, M.A., Wang, H., Hachey, D.L., Shuıman R.J., Perkinson, J.S., Rosenberger, J., Mersmann, H.J., 1994. Jejunal Brush Border Hyrolase Activitiy is Higher in Tallow-fed Pigs Than in Corn Oil-fed Pigs. J. Nutr., 124, 1996-2005.

Eldrige, N.B., Joseph, J.D., Tabersky, K.M., Seaborn, G.T., 1983. Lipid and Fatty Acid Composition of The Endogenous Energy Sources of Striped Bass (*Morone saxatilis*). Lipids, 18, 150-513.

Evans, T.S., Burr, M.L, 1929. Human's Diets and Essentiality Fatty Acids, 321.

Fraser, A.J., Sargent, J.R., Gamble, J.C., McLachlan, P., 1987. Lipid Class and Fatty Acid Composition as Indicators of The Nutritional Condition of Larval Atlantic Herring. Am. Fish. Symp., 2, 129-143.

Fraser, A. J., Sargent,j. R., Gample, J. C., 1988. Changes in Lipid Claas Composition and Fatty Acid Composition of Developing Eggs and Unfed Larvae of Cod (Gadus morhua), Mar. Biol., 99, 307-313.

Fremont, L., Marion, D., 1982. A Comparison of The Lipoprotein Profiles in Male Trout (*Salmo gairdneri*) before Maturitiy and During Spermiation. Comp. Biochem. Physiol. B., 73, 849-855.

Gibson, R.A., 1983. Australian Fish – an Excellent Source of Both Arachidonic Acid and Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids. Lipids, 18 (11), 743-750.

Göğüş, A.K., 1988. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, K.T.Ü. Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu, Ders Kitabı No:19, Trabzon.

Gunasekera, R.M., Silva, S.S.D., Ingram, B.A., 1999. Early Ontogeny-Related Changes of The Fatty Acid Composition in The Percicthyid Fishes Trout Cod, *Maccullochella macquariensis* and *Murray* cod, *M. peelii peeli*. Aqua Living Resour., 12 (3), 219-227.

Hayashi, K. and Takagi, T., 1977. Bull. Fac. Fish. Hokkaaido Univ., 28, 83-94.

Hale, J.G., Carlson, A.R., 1972. Culture of The Yellow Perch in The Laboratory. Prog. Fish-Cult. 34, 195-198.

Halver, J.E., 1989. Fish Nutrition, Academic Press Inc., Second Ed., New York.

Hawkins, P., 1997. Essential Fatty Acids in Fishes and Time Course of Changes in Fatty Acid 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 Acid Profile and Lipid Class Analysis for Estimating Diet Composition and Quality at Different Trophic Levels, Alaska Fisheries Science Center, National Marine Fisheries Sevice, 907, 789-6058.

Henderson, R.J., Tocher, D.R., 1987. The Lipid Composition and Biochemistry of Freshwater Fish. Prog. Lipid Research, 26, 281-347.

Hunter, B.J. and Roberts, D. C. K., 2000. Pontential Impact of The Fat Composition of Farmed Fish on Human Health. Nutrition Resrarch., 20 (7), 1047-1058.

Johnson, L.L., Casillas, E., 1991. The Use of Plasma Parameters to Predict Ovarian Maturation Stage in English Sole *Parophyrs vetulus* Girard., J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 151, 257-270.

Jonkers, I.J.A.M., Ledepber, M. D. M., Steens, M.D.J., Smelt, A.H.M., Masclee, A.A.M., 2000. Effects of Very Long Chain Versus Long Chain Trigliserides on Gastrointestinal Motility and Hormone Release in Humans. Digestive Diseases and Sciences, 45, 1719-1726.

Kanders, B., Kowalchuk, M., 1990. Omega-3 Fatty Acids and Cancer Metostasis in Humans. World Review of Nutrition and Dietetics, 66, 477-487.

Keskin, H., 1981. Besin Kimyası, İst. Ün. Yayınları 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

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.

Kuru, M., 1987. Omurgalı Hayvanlar. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 646. Atatürk Üniversitesi Basımevi, Erzurum, 676.

Leaf, A., Weber, P.C., 1988. Cardiovasculer Effects of n-3 Fatty Acids. New England Journal of Medicine, 318.

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.

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 Reprotuctive Cycle. Fish Physiologyand Biochemistry, 22, 263-275.

Mac Farlane, R.B., Norton, F.C., Bowers, M.J., 1993. Lipid Dynamics in Relation to The Annual Reprotuctive Cycle in Yellowtail Rockfish (*Sebastes flavitus*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 50, 391-400.

Neuhaus, O.W., Halver, J.C., 1969. Fish in Research, s. 135, Academic Pres. New York.

Öztürk, A.K., 2003. Beyşehir Gölü'ndeki Kadife Balığı (*Tinca tinca L.*)'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 İmmonity. Lipids, 33, 172-179.

Puwastien, P., Judprasong, K., Ketwann,E., Vasanachitt, K., Nakngamanong, Y., Bhattaccharjee, L., 1999. Proximate Composition of Raw and Cooked Thai Freshwater an Marine Fish. Journal of Food Composition and Analysis, 12, 9-16.

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 Freswater Fish. Fish Physology 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.

Schacky, V. C., 2000. n-3 Fatty Acids and The Prevention of Coronary Atherosclerosis. American Journal for Clinical Nutrition, 71, 224-237.

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.

Skorski, Z., 1990. Sea Food, Resources, Nutritional Composition and Preservation. Crc. Press. Inc. Boca Rota, Florida, 41-44 p.

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.

Tocher, D.R., Fraser, A.J., Sargent, J.R., Gamble, J.C., 1985. Lipid Class Composition during Embriyonic and Early Larval Development in Atlantic Herring (*Clupea harengus)*, Lipids, 20, 69-74.

Uysal, K., Aksoylar, M.Y., 2003. Sudak *Sander lucioperca* (L., 1758) Balıklarının Kas ve Karaciğer Total Lipid ve Total Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 7-3, 25-29.

Visentainer, J. V., Carvalho, P.O., Ikegaki, M., Park, Y. K, 2000. Consentracao de Acido Eicosapentaenoico (EPA) e Acido Docosahexaenoici (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, New York., pp. 442.

Williams, 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, Campaign, Illinois.

Ziboh, V.A., 1990. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acid Constituents of Fish Oil and The Management of Skin Inflammatory and Scaly Disorders. World Review of Nutrition and Dietetics, 66, 425-435.