

## EĞİRDİR GÖLÜ'NDE YAŞAYAN SUDAK (*Stizostedion lucioperca*) BALIKLARININ n-3 YAĞ ASİTLERİ ORANI VE SAĞLIK ÜZERİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

The Ratio of n-3 Fatty Acids of Pikeperch lived in Lake Eğirdir and evaluation of its Health Effects

Kazım UYSAL\*  
M. Yaşar AKSOYLAR\*\*

### ÖZET

Eğirdir Gölü'nde yaşatan sudak balıklarının kas ve karaciğer lipitlerinin yıllık ortalama total lipit, total yağ asidi ve yağ asidi oranları tespit edilmiştir. n-3 yağ asitleri oranı ile ilgili olarak da kas ve karaciğer lipit kalitesi değerlendirilmiştir. Total lipit içeriği erkeklerin kas dokusunda % 0.61, dişilerin kas dokusunda %0.56, erkeklerin karaciğerinde %5.71, dişilerin karaciğerinde %5.14 bulunmuştur. Her iki eşeyde de total lipit içeriğinin yarısından fazlasını total yağ asitleri oluşturmuştur. Doymuş yağ asitlerinden(SFA) palmitik asit, tek çift bağlı doymamış yağ asitlerinden(MUFA) oleik asit, çok doymamış yağ asitlerinden (PUFA) dokosaheksaenoik (22:6n-3), ökosapentaenoik (20:5n-3) ve araşidonik (20:4n-6) asitler en çok bulunan yağ asitleridir. n-3 yağ asitleri oranı erkeklerin kas dokusunda %15.52, karaciğerinde %12.02, dişilerin kas dokusunda %16.71, karaciğerinde %11.26 bulunmuştur. Total lipit içeriği çok düşük olmasına rağmen n-3/n-6 oranı nisbeten yüksek olduğundan sudak balıkları sürekli tüketim alışkanlığı olanlar için bir n-3 yağ asidi kaynağı olabilir.

### ABSTRACT

The annual averages of total lipid, total fatty acid and the ratios of fatty acids in muscle and liver lipids of pikeperch from Lake Eğirdir were determined. The quality of muscle and liver lipids with respect to the ratio of n-3 fatty acids was evaluated. Total lipid content was found 0.61% in male muscle, 0.56% in female muscle, 5.71% in male liver and 5.14% in female liver. Total fatty acids composed of more than half of total lipid in muscle and liver in both sexes. Palmitic acid (16:0) in saturated fatty acids (SFA), oleic acid(18:1) in monounsaturated fatty acids(MUFA),docosaheksaenoic(22:6n-3), eicosapentaenoic(20:5n-3) and arachidonic(20:4n-6) acids in polyunsaturated fatty acids(PUFA) were predominant. The n-3 fatty acids ratios were found 15.52% in male muscle, 16.71% in female muscle, 12.02% in male liver and 11.26% in female liver. Although total lipid content is very low, pikeperch may be a source of n-3 fatty acids for the people who have constantly consumption habits because the ratio of n-3/n-6 is relatively high.

**Anahtar kelimeler:** Sudak, Yağ Asidi Bileşimi, n-3 yağ asitleri, Kas, Karaciğer  
**Key words:** Pikeperch, fatty Acid Composition, n-3 fatty acids, Muscle, Liver

\*Yrd.Doç.Dr. , DPÜ Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Kütahya

\*\*Prof. Dr. , Süleyman Demirel Üniversitesi Rektörlüğü, Isparta

## 1.GİRİŞ

Balık eti kimyasal yapısı bakımından mükemmel bir gıdadır. Özellikle esansiyel amino asitlerini dengeli şekilde bulundurması, vitamin ve mineral bakımından zengin olması balık etinin beslenme açısından önemini arttırmaktadır. Bununla birlikte balık etinin kıymetini arttıran en önemli özellik ihtiva ettiği yağın yağ asidi kompozisyonuyla ilgilidir. Balık yağlarının karasal memeli yağlarından en önemli farklılığı uzun zincirli çok doymamış yağ asitlerinden olan n-3 yağ asitlerini çoklukla bulundurmasıdır(Huss, 1988). Bu adlandırma(n-3) yağ asidinin biyokimyasal yapısıyla ilgilidir. Eğer ilk çift bağ, yağ asidi molekülünün metil ucundan itibaren üçüncü karbon atomundaysa n-3, altıncı karbon atomundaysa n-6 olarak atlandırılır. Eikosapentaenoic (20:5n-3) ve docosaheksaenoic (22:6n-3) yağ asitleri balığa özgü iki temel n-3 yağ asitidir. 1970'lerde Dyerbeg ve Bang Grönland Eskimo'larının kalp enfarktüsünden ölüm oranının Danimarka ve Kuzey Amerika'lılardan 1/10 daha az olduğunu, bunun da Eskimo'ların besinlerinin esasını oluşturan deniz ayıları ve balinalar gibi n-3 yağ asitlerince zengin besinlerden kaynaklandığını bildirmişlerdir (Dyerbeg, 1990; Sinclair ve Odea, 1990). n-3 yağ asitlerinin eikosanoid metabolizması ve fonksiyonunu etkilediği, platelet kümeleşmesine mani olarak damarları açtığı ve hemostatik dengeyi değiştirdiği bildirilmiştir(Vanhoutte ve Shimokawa, 1990). Günde 5-30 g n-3 grubu yağ asitlerinden olan eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik asitlerinin bir-üç ay süre ile alınması trigliserid ve VLDL seviyelerini önemli derecede düşürdüğü, normal trigliseridli hastalarda daha az miktarların etkili olabileceği tespit edilmiştir. n-3 grubu yağ asitlerinden olan eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik asitler platelet yapışkanlığını azaltıp birikimine mani olarak, kan viskozitesini, trigliserit ve kollesterol seviyesini azaltarak damar lümeninin zarar görmesini ve tıkanmasını önlemektedir (Weber ve Leaf, 1990; Li ve Steiner, 1990). Kalp-damar hastalığı olan 852 orta yaşlı erkek yirmi yıl süre ile takip edilmiş ve haftalık yenen balık miktarı ile bu hastalıktan ölüm oranı arasında ters bir ilişki olduğu saptanmıştır. Her gün 30 g balık tüketiminin kalp-damar hastalıklarından ölümü %50 azalttığı bildirilmiştir(Harris, 1985). Köpekler üzerinde yapılan başka bir araştırmada da morina karaciğer yağının, kalp-damar hastalıklarında en yaygın olarak kullanılan, aspirin ve dipirydamole karışımından daha etkili şekilde damar tıkanıklığını önlediği tespit edilmiştir (Leaf ve Weber, 1988). Bu etkileri sağlayan en güçlü mekanizma n-3 yağ asitlerinin kan viskozitesini azaltmasıdır. n-3 yağ asitleri hücre zarını çok akıcı ve değişken yapmaktadır. Böylelikle, kan hücrelerinin büzölmüş veya daralmış damarlardan çok daha kolay geçebilmesine imkan sağlayarak dokuya oksijen temin edebilmektedir. Deney hayvanları üzerine yapılan çalışmalarda balık yağının meme, pankreas, barsak ve prostatik tümörlerin gelişimini önlediği bildirilmiştir. Balık yağının bu etkilerinin prostaglandinler veya benzer bileşiklerin üretimindeki değişimlerin bir sonucu olarak meydana geldiği ileri sürölmüştür (Kanders ve Kowalchuk, 1990; Galli ve Butrum, 1990). Besinlerdeki  $\omega$ 3 yağ asitlerinin astım hastalığının meydana gelme derecesini azaltabileceği, sedef hastalığının gelişimini önleyebileceği ileri sürölmüştür (Ziboh, 1990). Bu iki yağ asidinin sinir sistemi, göz retinası ve beyin gelişiminde de önemli rol oynadıkları saptanmıştır. Ayrıca anne sütünde de çoklukla bulunduğu tespit edilerek, çocukların sağlıklı büyümesi ve zeka gelişiminde gerekli olduğu belirtilmiştir (Carlson ve Salem, 1990; Rudman ve Cohan, 1990). Balık yağının en zengin n-3 yağ asitleri kaynağı olduğu bildirilmiş ve çeşitli balıkların farklı dokularında bulunan miktarları tespit edilmiştir. Bu araştırmada Eğirdir Gölü'nde yaşayan sudak (*Sitizostedion lucioperca*) balıklarının kas ve karaciğer yağ asidi oranlarının yıllık ortalama değerleri verilmiş ve n-3 yağ asitleri açısından sağlık üzerine etkileri değerlendirilmiştir.

## 2. MALZEME VE YÖNTEM

Bu çalışmada Eğirdir Gölü'nde yaşayan 2+ yaşını dolduran sudak (*Stizostedion lucioperca* Lin., 1758) balıklarının kas ve karaciğer yağ asidi oranlarının yıllık ortalama değerleri incelenmiştir. Numuneler, Eğirdir ve Barla açıklarından çok nadiren oltaıyla, ekseriyetle de fanyalı ağlarla yakalanmıştır. Analizler için; karaciğerin tamamı ve 15 g kas numunesi kullanılmıştır. Alınan örneklerde total lipid ve total yağ asitlerinin özütleme ve saflaştırılmaları için Folch ve ark. (1956), Blight ve Dyer (1959)'in geliştirdikleri yöntemler kullanılmıştır. Lipid ekstraksiyonunda Kloroform: Metanol (2:1 v/v) karışımı, homojenleştirici olarak da yüksek devirli waring blender kullanılmıştır. Yağ asitleri Moss ve ark. (1974)'nin geliştirdikleri yöntemle metilleştirilmiştir. Reaktif olarak %14'lük Boron Trifluoride - Metanol (BF<sub>3</sub>-Metanol) kullanılmıştır. Yağ asidi metil esterlerinin cins ve miktarlarının analizleri, Kahraman Maraş Sütcü İmam Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nde bulunan Shimadzu GC 14 B model gaz kromatografisi ile yapılmıştır. Alev iyonlaştırıcı dedektör (FID) ve Shimadzu CRGA Chromatopac marka kaydedici kullanılmıştır. Ayırma işlemi; %10 DEGS (diyetilen glukol süksinat) sıvı fazı ile kaplanan 60-80 mesh chromasorb W üzerinde %10 DMCS (dimetil diklorosilan) destek maddesi ile doldurulan 2.1m uzunluğunda ve 3mm iç çapında olan paslanmaz çelik kolonla yapılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak azot (N<sub>2</sub>) kullanılmıştır. Gaz akışları; azot=30 ml/dk, hidrojen=38 ml/dk, kuru hava = 200 ml/dk olarak ayarlanmıştır. Kolon sıcaklığı 135 °C-185 °C (3 °C/dk), enjektör bloğu sıcaklığı 225 °C, dedektör sıcaklığı 225 °C olarak ayarlanmıştır. Kağıt hızı 5mm/dk , hassasiyet ise 16x10<sup>-11</sup> olarak belirlenmiştir. Çözücü sıvı olarak kloroform-hekzan (1:4,v/v) kullanılmış olup, her defasında 1µl örnek enjekte edilmiştir. Yağ asidi metil ester standartları Sigma (USA) firmasından temin edilmiştir.

Makalede sunulan veriler temmuz 1998 ve mayıs 1999 arası iki aylık aralıklarla (temmuz, eylül, kasım, ocak, mart ve mayıs) elde edilen 6 değerlin ortalamasıdır. Aylık veriler, yağ asidi bileşiminin mevsimsel olarak (sıcaklık, beslenme, gonad gelişimi ve üreme ile ilgili) değişiminin incelendiği başka bir makalede verildiğinden buraya alınmamıştır. Burada sadece sudakların ortalama yağ içeriği, n-3 yağ asitleriyle ilgili yağ kalitesi ve sağlık üzerine etkisi bakımından değerlendirme yapıldığından tespit edilen yağ asidi ve sınıflarının yıllık ortalama değerleri verilmiştir.

## 3. BULGULAR

Erkek ve dişi sudak balıklarının kas ve karaciğerlerinde tespit edilen yağ ağırlığa göre total lipid ve total lipide göre total yağ asidi oranları tablo 1'de verilmiştir. Her iki dokuda da total lipid içeriğinin yarısından fazlasını total yağ asitlerinin oluşturduğu görülmüştür. Karaciğerin kas dokudan 8-10 kat daha yağlı olduğu tespit edilmiştir. Her iki dokuda da eşeyler arasında önemli bir farklılık(P>0.05) bulunmamıştır.

Tablo 2. Sudakların kas ve karaciğer yıllık ortalama total lipid ve total yağ asidi oranları

	Erkek		Dişi	
	Kas	Karaciğer	Kas	Karaciğer
Yaş ağırlığa göre total lipid (%)	0.61 ± 0.04	5.71 ± 0.30	0.56 ± 0.02	5.14 ± 0.30
Total lipide göre total yağ asidi(%)	52.16 ± 3.09	53.70 ± 2.30	52.10 ± 3.90	52.47 ± 2.71

Sudak balıklarının kas ve karaciğerinde bulunan yağ asitleri ve sınıflarının total yağ asidi içindeki yüzde oranları tablo 2'de verilmiştir. n-3 yağ asitlerinin sağlık üzerine etkisi bakımından önemli olan n-3/n-6 (Toplam n-3 grubu yağ asitleri/toplam n-6 grubu yağ asitleri) oranları da hesaplanarak tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Sudak balıklarının kas ve karaciğer yağ asidi bileşimi ve total yağ asidi içindeki oranları(%)

Yağ asitleri	Erkek		Dişi	
	Kas	Karaciğer	Kas	Karaciğer
C12:0	0.34 ± 0.20	0.30 ± 0.10	0.15 ± 0.10	0.36 ± 0.09
C14:0	1.53 ± 0.50	2.44 ± 0.50	2.81 ± 0.60	2.08 ± 0.20
C15:0	0.99 ± 0.30	1.23 ± 0.30	1.88 ± 0.20	1.05 ± 0.10
C16:0	28.04 ± 3.20	32.95 ± 3.80	23.11 ± 1.30	31.01 ± 1.40
C18:0	3.70 ± 0.70	3.57 ± 0.40	3.96 ± 0.20	3.69 ± 0.10
ΣSFA	34.71 ± 3.70	40.51 ± 3.80	34.05 ± 2.50	38.19 ± 1.70
C16:1	2.85 ± 0.70	3.87 ± 0.60	3.07 ± 0.30	2.43 ± 0.30
C18:1	22.62 ± 2.70	25.27 ± 3.30	20.67 ± 0.60	26.21 ± 1.00
C20:1	2.42 ± 0.60	3.28 ± 0.80	2.83 ± 0.10	1.45 ± 0.10
C24:1	2.55 ± 0.50	1.98 ± 0.90	3.03 ± 0.50	1.27 ± 0.20
ΣMUFA	30.45 ± 2.60	34.81 ± 3.40	29.58 ± 3.20	31.37 ± 0.90
C18:2n-6	2.09 ± 8.00	1.51 ± 0.70	1.88 ± 0.20	2.21 ± 0.10
C20:2n-6	1.58 ± 0.40	1.38 ± 0.50	1.42 ± 0.30	1.54 ± 0.10
C20:4n-6	5.56 ± 1.10	5.15 ± 1.30	6.49 ± 2.10	5.78 ± 0.30
Σn-6 PUFA	9.70 ± 1.50	8.05 ± 1.80	9.81 ± 9.60	9.54 ± 0.40
C18:3n-3	2.04 ± 0.70	1.65 ± 0.70	2.55 ± 0.02	2.18 ± 0.20
C20:5n-3	6.14 ± 1.60	4.45 ± 1.50	6.08 ± 0.50	5.19 ± 0.40
C22:6n-3	7.27 ± 2.90	4.24 ± 2.40	8.07 ± 1.40	3.79 ± 0.10
Σn-3 PUFA	15.52 ± 4.50	12.02 ± 5.20	16.71 ± 1.90	11.26 ± 1.40
ΣUFA	55.48 ± 3.50	53.86 ± 4.30	56.20 ± 9.40	52.06 ± 1.10
ΣPUFA	25.02 ± 5.90	20.02 ± 6.60	26.62 ± 10.0	20.39 ± 1.80
ΣTanımlanamayan	9.79 ± 2.30	5.61 ± 1.90	8.87 ± 1.00	8.10 ± 2.20
n-3/n-6	1.60	1.49	1.70	1.18

Tablo 2'de görüldüğü gibi kas ve karaciğerde en çok bulunan yağ asidi doymuş yağ asitlerinden palmitik asittir. Bunu sırasıyla tek çift bağ içeren yağ asitlerinden oleik asit, n-3 sınıfı çok doymamış yağ asitlerinden dokosaheksaenoik ve ökosapentaenoik asitler, n-6 sınıfı çok doymamış yağ asitlerinden araşidonok asit izlemektedir. Doymamış yağ asitleri(UFA) oranı her iki eşeyin kas ve karaciğerlerinde doymuş yağ asitleri oranından fazla bulunmuştur. Çok doymamış yağ asitlerinden balık yağına özgü ve sağlık üzerine birçok olumlu etkisi olan n-3 grubu yağ asitleri oranı bu grubun olumlu etkilerini azaltan n-6 grubu yağ asitleri oranından yüksek bulunmuştur. Tablo 2'de görüldüğü gibi tanımlanamayan yağ asitleri total yağ asitlerinin %10'undan daha azdır.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Balıklarda lipid miktarının sıcaklığa, mevsime, değişik coğrafik bölgeler ve türlere, türlerin eşeylerine, aynı türün değişik organlarına ve beslendiği organizma türüne göre değişebileceği belirtilmiştir (Ackman, 1967; Deng ve ark. 1976). Huss (1988), değişik araştırmacıların farklı balıkların yağ içeriği ile ilgili bulgularını değerlendirmiş ve balıkların minimum %0.1, max %67 yağ içeriğine sahip olduklarını bildirmiştir. Araştırmacı, balıkları; yağlı, yarı yağlı ve yağsız balıklar olarak sınıflandırmıştır. Bulgularımız, sudakların kas dokusunda yağ oranının çok az olduğunu ve yağsız balıklar sınıfına girdiğini göstermiştir. Kas dokusu yağ oranı, yıllık ortalama olarak erkeklerde %0.61, dişilerde ise %0.56 olarak tespit edilmiştir. Bulgularımız, sudakların (*Stizostedion lucioperca*) yağ oranının *Perca fluviatilis*, *Coregonus albula* (Agren ve ark. 1987), *Esox lucius* (Medford ve Mackay, 1978), *Pshyroena jella*, *Epinephelus lauvina*, *Dasyatus zugel* (Gibson ve ark., 1984), *Gadus morhua*, *Lopatus piscatorius* (Jhaveri ve ark., 1984), *Gadus sirenus*, *Gadus pollahius*, *Gadus aeglefinus*, *Molva molva*, *Brosmius brosme* (Fraster ve ark., 1961) gibi yağsız balıkların yağ oranına yakın olduğunu göstermiştir.

Karaciğerin total lipid içeriği, yıllık ortalama olarak, erkeklerde %5.71, dişilerde ise %5.14 bulunmuş ve kas dokudan 8-10 kat daha yağlı olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte karaciğer yağ içeriği ile ilgili bulgularımız, yağlı balıkların karaciğer yağ oranına daha yakındır. Oysa literatür bilgilerine göre kas dokusu yağsız olan balıklar depo yağlarını karaciğer ve karın bölgelerinde biriktirmektedir (Huss, 1988). Bulgularımız, *Esox lucius* balıklarında olduğu gibi sudaklarda da karaciğerin gonat gelişimi ve üreme faaliyetlerinde kullanılması için gerekli yağın depolanması açısından önemli olmadığını göstermiştir (Medford ve Mackay, 1978). Her iki eşeyde de kas ve karaciğer total lipid içeriğinin yarısından fazlasını total yağ asitlerinin oluşturduğu tespit edilmiştir. Yağ asitlerinin beslenme açısından önemli zincir uzunlukları ve doymamışlık derecelerine göre değişmektedir. Bundan dolayı yağ asitleri doymuş yağ asitleri(SFA), tek çift bağlı doymamış yağ asitleri(MUFA), n-3 çok doymamış yağ asitleri(n-3 PUFA) ve n-6 çok doymamış yağ asitleri(n-6 PUFA) olarak dört grup içinde ele alınacaktır. Diyetlerdeki yüksek SFA oranının plazma kolesterol seviyelerini artırarak kronik kalp hastalıklarına sebep olduğu bildirilmiştir. Bu sebepten sağlıklı beslenme için diyetlerdeki SFA'lerden alınan kalori miktarının toplam alınan kalori miktarının %10'undan daha az olması gerektiği bildirilmiştir (Namara, 1992). SFA oranı sudakların kas dokusunda total yağ asitlerinin yaklaşık %35'ini, karaciğerde de %40'ını oluşturmaktadır. Bu oranlar tatlı su balıklarından elde edilen verilere uygundur. Sudakların kas dokusundan elde ettiğimiz SFA oranının *Lota lota* (wang ve ark., 1990), *Epinephelus lauvina*, *Dasyatus zugel*, *Penadeus spp.* (Gibson ve ark., 1984), *Oncorhynchus mykiss* (Suzuki, 1986), balıklarının kas dokusu SFA oranına yakın olduğu görülmüştür. Farklı araştırmacılar balık dokusunda en çok bulunan yağ asitinin palmitik asit olduğunu tespit etmişlerdir (Andrade, 1995; Wang ve ark. 1990). Sudak balıklarından elde ettiğimiz veriler literatür verilerine uygundur. Bulgularımıza göre sudak balıklarının bütün dokularında palmitik asit oranı diğer yağ asitlerinden önemli derecede yüksek bulunmuştur. Yaklaşık doymuş yağ asitlerinin %60-75'ini palmitik asidin oluşturduğu tespit edilmiştir. Palmitik asidin plazma total ve düşük yoğunluklu lipoprotein(LDL) seviyelerini arttırdığı bildirilerek diyetlerle fazla alınmaması gerektiği tavsiye edilmiştir (Namara, 1992).

Sudakların kas ve karaciğer doymamış yağ asitleri oranı(UFA) total yağ asidi bileşiminin %50'den fazlasını oluşturmaktadır. Diyetle UFA oranının SFA'dan fazla olması istenen bir özelliktir. UFA oranının çoğunluğunu MUFA'lerin, MUFA'lerin

de önemli bir kısmını oleik asidin oluşturduğu tespit edilmiştir. İncelenen bütün dokularda oleik asidin palmitik asitten sonra en çok bulunan yağ asidi olduğu görülmüştür.

Sudakların kas ve karaciğer total yağ asidi bileşiminin %20-25'ini PUFA'ların oluşturduğu tespit edilmiştir. Ahlgren (1996), yağ asidi bileşiminin türler arası ve türler içindeki değişimini incelemek için farklı göllerden yakalanan balıklar üzerinde çalışmış ve hem türler arasında hem de türler içinde yağ asidi bileşiminin önemli derecede farklı olduğunu tespit etmiştir. Aynı gölden yakalansa bile karnivor balıkların yağ asidi içeriğinin omnivor balıklara benzemediği ifade edilmiştir. Araştırmacı oligotrofik ve eutrofik göllerden yakalanan aynı türlerin yağ asidi bileşiminin farklı olduğunu, bunun da besin zincirindeki farklılıktan kaynaklandığını belirtmiştir. Oligotrofik göllerde otoburlar için yüksek kaliteli besin olarak nitelendirilen ve n-3 yağ asitlerince zengin olan flagellata ve diatoma gibi türlerin, nitrofit göllerde ise zayıf besin olarak nitelendirilen ve n-3 yağ asitlerini daha az bulunduran mavi-yeşil alglerin algal flora içinde dominant olduğu bildirilmiştir. Besin zincirindeki bu farklılığın da balık dokusuna yansıdığı, dolayısıyla oligotrofik göllerden yakalanan aynı tür balıkların eutrofik göllerden yakalananlara göre n-3 yağ asitlerince daha zengin olduğu tespit edilmiştir. Ackman (1967), deniz ve tatlısu balıklarının yağ asidi bileşimi açısından çok farklı olduğunu ve deniz balıklarının PUFA ve n-3 yağ asitlerince daha zengin olduğunu bildirmiştir. Ayrıca linoleik ve linolenik asitlerin tatlısu balıklarında daha az olduğu, bunun da diyetel farklılıklardan kaynaklandığı ifade edilmiştir. Sudaklarda tespit edilen n-3 yağ asidi oranları genelde tatlı su balıklarından elde edilen oranlara uygundur (Acman, 1967; Ahlgren, 1996). Ayrıca PUFA'lerin iki temel grubu olan n-3 ve n-6 grubu yağ asitleri vücutta aynı enzimler için mücadele ederler ve sağlıklı ilgili biyokimyasal etkileri birbirine zıttır. Bundan dolayı diyetlerle alınan yağın n-3/n-6 oranının yüksek olması arzulanır. Bulgularımıza göre; sudakların incelenen bütün dokularında n-3 yağ asitlerinin n-6 yağ asitlerinden daha çok bulunduğu görülmüştür. Ayrıca n-3 yağ asitleri içerisinde dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitlerin, n-6 yağ asitleri içerisinde de araşidonik asidin daha çok bulunduğu tespit edilmiştir. Hem n-3 hem de n-6 yağ asitlerinin öncüsü olan linolenik ve linoleik asitlerin yaklaşık aynı oranlarda temsil edildiği saptanmıştır.

Sudakların kas ve karaciğerlerinde tespit ettiğimiz yağ asitleri ve sınıflarının (SFA, UFA, MUFA, PUFA, n-3 ve n-6) total yağ asidi bileşimi içindeki oranlarının eşeyler arası nisbi farklılıkları vardır. Ancak önemli olabilecek farklılıklar varyans analizine tabi tutulmuş ve eşeyler arasında istatistiki açıdan kayda değer bir farklılık olmadığı görülmüştür.

Balık yağına özgü olan n-3 yağ asitlerinden eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik asitlerin kalp-damar hastalıkları, hipertansiyon, kanser ve çeşitli cilt hastalıkları, astım, damar sertliği gibi önemli hastalıkların gelişimini önlediği hatta tedavi edici olduğu, beyin ve göz retinası gelişiminde ve hücre yenilenmesinde önemli olduğu bildirilmiştir. Balık yağının bu yararlı etkileri nedeniyle çeşitli balıkların yağ asidi bileşimleri belirlenmiş ve koruyucu etki gösterebilecek besinsel miktarları tespit edilmiştir (Young, 1990; Leaf ve Weber, 1988; Harris, 1985). Henninger ve Ulberth (1997), 120 balığın yenilebilir kısımlarının yağ asidi kompozisyonunu tayin ederek piyasada satılan balık yağı kapsülleri ile kıyaslamışlardır. Araştırmacılar tuna ve salmon gibi yağlı balıkların çok zengin n-3 kaynağı (1g/100 g kasta daha yüksek) olduğunu; yağsız balıklarda ise, n-3/n-6 oranının yüksek olmasına rağmen, kas dokunun yağ oranının çok az olmasından n-3 miktarının çok düşük (200-300 mg/100 g kas) olduğunu belirtmişlerdir. Yüksek trigliseridli hastalara 3-6 haftalık

periyotlarda 40, 25 ve 15 ml/gün dozlarında yedirilen balık yağının plazma kolesterolünde önemli bir düşüş meydana getirdiği trigliserid seviyesinde ise %50 den fazla azalma olduğu bildirilmiştir(Harris, 1985). Koruyucu diyet çalışmalarında genelde kısa zaman ve yüksek doz uygulamaları denenmiştir. Leaf ve Weber (1988) uzun zaman az miktarda n-3 yağ asitlerinin alınması da kısa zamanda alınan yüksek dozlar gibi olumlu etkiler gösterebileceğini bildirmişlerdir. Kromhout ve ark. (1985) kronik kalp hastalıklarından yirmi yıllık ölüm oranını araştırmışlar ve günlük en az 30 g (0.3 g n-3 yağ asidinden daha az) düşük yağlı balık tüketenlerde bile bu hastalıktan ölüm oranının %50 azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca balık yağı kullanımıyla ilgili olarak zamanla faydalı etkisi arasında pozitif ilişki olduğunu, balık eti tüketim alışkanlığının kazanılmasıyla düşük yağlı balık da olsa önemli faydalı etkilerin görülebileceğini bildirmişlerdir. Sudakların kas dokusu yağ asidi bileşimi içinde gerek PUFA gerekse n-3 yağ asitleri oranları kısmen yüksek bulunmuştur. Ayrıca sağlık üzerine etkisi bakımından alınan diyetle n-6 yağ asitleri oranının az olması istenir. Çünkü diyetle n-6 yağ asitlerinin fazla olması linolenik asitten ökosapentaenoik asit sentezine mani olmaktadır. Sudaklarda n-3/n-6 oranı deniz balıkları kadar yüksek olmasa da tatlı su balıklarında bildirilen(Wang ve ark., 1990) sınırlar içindedir. Kas dokununun yağ oranı çok düşük olmasına rağmen n-3/n-6 oranı nispeten yüksek olduğundan sudaklar sürekli tüketim alışkanlığı olan bölge insanları için bir n-3 yağ asidi kaynağı olabilir ve literatürde belirtilen faydalı etkileri gösterebilir.

## 5. 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.
- Agren, J., Muje, P., Hanninen, O., Herranen, J., Penttila, I., 1987. "Seasonal Variations of Lipid Fatty Acids of Boreal Freshwater Fish Species" *Comp. Biochem. Physiol.*, 88, 905-909.
- Ahlgren, G., 1996. "Fatty Acid Content of Some Freshwater Fish in Lakes of Different Trophic Levels" *Ecol. Freshwater Fish*, 5 (1), 15-27.
- Andrade, A.P., 1995. "Omega3 Fatty Acids in Freshwater Fish From South Brazil" *Jour. of the American Oil Chemists*, 72 (10), 1207-1210.
- Blight, E.G., and Dyer, J.M., 1959. "A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification" *Can. Jour. Biochem. and Physiol.*, 37, 911-917.
- Carlson, S.E., Salem, N., 1990. "Essentiality of Omega3 Fatty Acids in Growth and Development of Infants" *World Review of Nutrition and Dietetics*, 66, 74-86.
- 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.
- Dyerberg, J., 1990. "Conference Summary and Future Directions" *World Review of Nutrition and Dietetics*, 66, 16-19.
- Folch, J., Lees, M., Stanley, G.H., 1956. "A Simple Method for the Isolation and Purification of Total Lipids From Animal Tissues" *The Jour. Biol. Chem.*, 226, 497-509.
- Fraser, D.I., Monnan, A., Dyer, W.J., 1961. "Proximate Composition of Canadian Atlantic Fish. III. Sectional Differences in the Flesh of a Species of Chondrostei, one of Chimaerae and of some Miscellaneous Teleosts" *Jour. Fisheries Research Board of Canada*, 18 (6), 893-905.

- Galli, C., Butrum, R. 1990. "Dietary Omega3 Fatty Acids and Cancer" World Review of Nutrition and Dietetics., 66, 446-461.
- Gibson, R.A., Kneebone, R., and Kneebone, G.M., 1984. "Comparative Levels of Arachidonic Acid and Eicosapentaenoic Acid in Malaysian Fish" Comp. Biochem. Physiol., 78, 325-328.
- Harris, W.S., 1985. "Healthy Effects of Omega3 Fatty Acids" Contemporary Nutrition, 10, 155-161.
- Henninger, M., Ulberth, F., 1997. "Fatty Acid Composition of Domestic Freshwater Fish, Marine Fish and Fish Oil Capsules" Deutsche-Lebensmittel- Rundschau, 93 (6), 178-183.
- Huss, H., 1988. "Fresh Fish Quality and Quality Changes" Ministry of Fisheries Technical University Press, Copenhagen, Denmark.
- Jhaveri, S.N., Karakoltsidis, P.A., Constantinos, S.M., 1984. "Chemical Composition and Protein Quality of Some Southern New England Marine Species" Jour. of Food Science, 49, 110-113.
- Kanders, B., Kowalchuk, M., 1990. "Omega3 Fatty Acids and Cancer Metastasis in Humans" World Review of Nutrition and Dietetics, 66, 477-487.
- Leaf, A., Weber, P.C., 1988. "Cardiovascular Effects of n-3 Fatty Acids" Journal of Medicine, 318, 549-557.
- Li, X., Steiner, M., 1990. "Fish Oil, a Potent Inhibitor of Platelet Adhesiveness" World Review of Nutrition and Dietetics, 66, 562-563.
- Medford, B.A., Mackay, W.C., 1978. "Protein and Lipid Content of Gonads, Liver And Muscle of Northern Pike (*Esox lucius*) in Relation to Gonad Growth" Jour. Fisheries Research Board of Canada, 35, 213-219.
- Moss, C.W., Lambert, M.A. Merwin, W.H., 1974. "Comparison of Rapid Methods for Analysis of Bacterial Fatty Acids" Applied Microbiology, 28, 80-85.
- Namara, D.J., 1992. "Dietary Fatty Acid, Lipoproteins and Cardiovascular Disease" Advances in Food and Nutrition Research, 36, 254-334.
- Rudman, D., Cohan, M.E., 1990. "Polyunsaturated Fatty Acids and The Health of The Elderly" World Review of Nutrition and Dietetics, 66, 161-165.
- Sinclair, A.J., O'dea, K.O., 1990. "History of Fat in The Human Diet" World Review of Nutrition and Dietetics, 66, 511-512.
- Suzuki, H., 1986. "Influence of Commercial Dietary Fatty Acids on Polyunsaturated Fatty Acids of Cultured Freshwater Fish and Comparison With Those of Wild Fish of the Same Species" Jour. Agric. Food Chem., 34, 58-60.
- Vanhoutte, P.M., Shimokawa, H., 1990. "Fish Oil and The Platelet-Blood Vessel Wall Interaction" World Review of Nutrition and Dietetics, 66, 233-244.
- Wang, Y.J., Miller, L.A., Perren, M., Addis, P.B., 1990. "Omega3 Fatty Acids in Lake Superior Fish" Jour. of Food Science, 55, 72-73.
- Weber, P.C., Leaf, A., 1990. "Cardiovascular Effects of n-3 Fatty Acids" World Review of Nutrition and Dietetics, 66, 218-232.
- Young, V., 1990. "The Usage of Fish Oils in Food" Lipid Technology, 2, 7-10.
- Ziboh, V.A., 1990. "ω3 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.