

GONAD OLGUNLAŞMASI ESNASINDA SUDAK (*Sander lucioperca*) BALIĞININ OVARYUM VE TESTİSLERİNİN YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNDEKİ DEĞİŞİMLER

K. UYSAL*

Özet

Bu çalışmanın amacı; Eğirdir Gölü'nde yaşayan sudakların gonad gelişimi ile ilgili olarak ovaryum ve testislerinin toplam lipid, toplam yağ asidi ve yağ asidi bileşimlerindeki değişimlerin incelenmesidir. Gonadlar, gelişimin başladığı Kasım ve gelişimin tamamlandığı Mart aylarında çalışılmıştır. Kasım ve Mart aylarında toplam lipid içeriğindeki artış testisler için önemsiz ($P>0.05$), ovaryumlar için önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Hem ovaryum hem de testislerde toplam lipid içeriğinin yarısından fazlasını toplam yağ asitleri oluşturmuştur. Gonadlarda palmitik (16:0), oleik (18:1), dokosaheksaenoik (22:6n-3), ökosapentaenoik (20:5n-3) ve araşidonik (20:4n-6) asitler en çok bulunan yağ asitleridir. Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) oranı Mart ayında Kasım ayına göre önemli derecede yüksek bulunmuştur. Sudakların gonad olgunlaştırması için PUFA lere önemli derecede ihtiyaç duyduğu sonucuna varılmıştır.

1. Giriş

Balık yağlarının karasal memeli yağlarından en önemli farklılığı n-3 grubu çoklu doymamış asitlerince zengin olmasıdır. Dokosaheksaenoik (22:6n-3), ökosapentaenoik (20:5n-3) yağ asitleri balığa özgü iki temel yağ asitidir. Bu yağ asitlerinin sağlık üzerine olumlu etkilerinin anlaşılmasından sonra balık yağı en çok araştırılan konular arasına girmiştir. Bilindiği gibi, balıklar poikilotherm (soğuk kanlı) canlılardır. Homeotherm (sıcak kanlı) canlılar gibi vücut ısısını ayarlayamazlar. Bu özellikten dolayı, balıklarda bütün metabolik faaliyetler ortam sıcaklığı ile çok yakından ilişkilidir. Balıkların su ortamına adaptasyonunda bu yağ asitlerinin önemli rolü olduğu bildirilmiştir [10].

Balıkların yağ asidi bileşimindeki mevsimsel değişim; besin, sıcaklık gibi birçok faktörle ilgili olmasına rağmen en belirgin değişim üreme döneminde görülmektedir. Gamet oluşumu ve gelişimi için kullanılacak lipidin büyük kısmı üreme evresinden önce balık türüne göre kas, karaciğer ve karın gibi yerlerde depo edilmektedir [12]. Eşey hücrelerinin oluşmasında çoklu doymamış yağ asitlerine (PUFA) büyük gereksinim vardır. Bu yağ asitlerinin eksikliği kısırlığa sebep olur[17]. Eşeyssel olgunlaşma ile orantılı olarak lipid metabolizmasındaki değişimlerin aynı periyoda rastladığı ve depo yağlarının yumurta ve sperm oluşumu için kullanıldığı bildirilmiştir [1, 2, 17]. Gonadların gelişimi için lipid kullanımının erkeklerde daha az olduğu ve üreme faaliyetlerinde dişilere göre daha az etkilendiği tespit edilmiştir. Balık yağı

ve yağ asidi bileşimi ekolojik faktörler ve balığın fizyolojik durumuna göre en fazla değişime uğrayan biyokimyasal bileşiklerdir. Bundan dolayı üreme, adaptasyon, büyüme ve gelişme gibi besleme ve balık biyolojisi ile ilgili konular üzerine çalışırken, balığın yağ asidi bileşimini ve esansiyel yağ asidi ihtiyacını bilmek önemlidir.

Sudak ekonomik değeri yüksek karnivor bir balıktır. Eğirdir Gölü'ne 1955 yılında aşılana sudak balıkları o yıllardan sonra yoğun olarak avlanmaktadır. Ülkemizde severek tüketildiği gibi ihraç da edilmektedir. Bu araştırmada; sudakların gonad geliştirmeleri için hangi yağ asitlerine daha çok ihtiyaç duyduğunun tespiti amaçlanmıştır. Çalışmanın; sudak biyolojisi, özellikle üreme biyolojisi konularında yapılacak çalışmalara faydalı olacağı kanaatindeyiz.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada; Eğirdir Gölü'nde yaşayan 2 yaşını doldurmuş sudaklarda (Eşeyssel olgunluğa erişmiş ve en az bir kere döl vermiş) gonatların olgunlaşması esnasında ovaryum ve testislerinin yağ asidi bileşimlerindeki değişimler incelenmiştir. Gonatlar, olgunlaşmanın başladığı Kasım ve tamamen olgunlaştığı (yumurtlamadan hemen önce) Mart aylarında çalışılmıştır. Ticari olarak avcılık yapan teknelerden uygun büyüklükteki 25-30 kadar balık seçilerek laboratuara getirilmiştir. Bunlar içersinden üç dişi ve üç erkek gonadların incelenmesiyle belirlenmiş ve incelemeye alınmıştır. Elde edilen total yağ ve yağ asidi verileri üç tekrarı (n=3) ortalamasından elde edilen verilerdir. Testis ve ovaryumların tamamı homojenize edildikten sonra 5 g numune üzerinde çalışılmıştır. Alınan örneklerde toplam lipid ve toplam yağ asitlerinin özütleme ve saflaştırılmaları için Folch ve ark. (1956), Bligh 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)'nın geliştirdikleri yöntemle metilleştirilmiştir. Reaktif olarak %14'lük Boron Trifluoride-Metanol (BF₃-Metanol) kullanılmıştır. Yağ asidi metil esterlerinin cins ve miktarlarının analizleri, Kahramanmaraş Sütçü 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 (dietilen 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 (N₂) 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 16x10⁻¹¹ 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. Elde edilen veriler arasındaki istatistiki farklılıklar ANOVA ve t-testi ile analiz edilmiş, sonuçlar p<0.05 ise önemli kabul edilmiştir.

3. BULGULAR

Testisleri incelenen balıkların total boy ve ağırlıkları ortalamaları sırasıyla; Kasım ayında 29.26 ± 0.73 cm ve 175.23 ± 15.51 g, Mart ayında 29.06 ± 0.60 cm ve 251.00 ± 2.80 g dir. Gonatları incelenen balıkların total boy ve ağırlık ortalamaları ise; Kasım ayında 29.33 ± 0.44 cm ve 175.32 ± 11.36 g, Mart ayında 29.16 ± 0.40 cm ve 239.00 ± 6.90 g dir. Gonatların gelişmeye başladığı Kasım ve gelişimini tamamladığı Mart aylarında testis ve ovaryumlarda tespit edilen yağ ağırlığına göre toplam lipid ve toplam lipide göre toplam yağ asidi oranları çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Testis ve Ovaryumların Kasım ve Mart aylarındaki toplam lipid ve toplam yağ asidi oranları*

Gonadların lipid ve yağ asidi oranları	Testis		Ovaryum	
	Kasım	Mart	Kasım	Mart
Yaş ağırlığına göre toplam lipid (%)	3.73 ± 0.50 a	3.70 ± 0.80 a	4.13 ± 0.70 a	5.10 ± 0.10 b
Toplam lipide göre toplam yağ asidi (%)	51.00 ± 2.3 a	54.33 ± 3.10 a	53.00 ± 2.30 a	57.66 ± 1.50 a

*Aylar arasında aynı harfle gösterilen değerler istatistiki yönden farklı değildir ($P > 0.05$).

Her iki dokuda da toplam lipid içeriğinin yarısından fazlasını yağ asitlerinin oluşturduğu görülmüştür. Ovaryumların testislerden daha yağlı olduğu bulunmuştur. Kasım ve Mart ayları arasında testislerin toplam yağ içeriğinde önemli bir değişim olmazken ($P > 0.05$), ovaryumlarda yağ içeriğinin önemli derecede arttığı ($P < 0.05$) görülmüştür. Hem testis hem de ovaryumlarda toplam yağ asidi içeriği Mart ayında kısmen artmış olmasına rağmen, bu artış önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).

Kasım ve Mart aylarında ovaryum ve testislerin temel yağ asitleri ve toplam yağ asidi içinde bulunan oranları çizelge 2’de verilmiştir. Hem testis hem de ovaryumlarda doymuş yağ asitlerinden palmitik asit (16:0), tek çift bağlı doymamış yağ asitlerinden oleik (18:1), çoklu doymamış yağ asitlerinde, dokosaheksaenoik (22:6n-3), ökasapentaenoik (20:5n-3) ve arasıdonik (20:4n-6) asitler en çok bulunan yağ asitleridir. Yağ asidi kromatogramlarında yaklaşık 30 kadar yağ asidi olduğu anlaşılmasına rağmen standardı olan yağ asitleri tanımlanabilmiştir. Tanımlanamayan yağ asitlerinin hepsinin toplam yağ asidi içindeki oranları birlikte verilmiştir. Çizelge 2 ve 3’de görüldüğü gibi tanımlanamayan yağ asitleri oranı toplam yağ asitlerinin ortalama testislerde %3.50’sini, ovaryumlarda ise % 4.51’ini oluşturmaktadır.

Çizelge 2. Kasım ve Mart Aylarında testislerde tespit edilen yağ asitleri ve toplam yağ asidi içindeki oranları (%)*

Yağ Asitleri	Kasım	Mart	Ortalama
C12:0	0.12±0.08 a	0.03±0.01 a	0.07± 0.06
C14:0	1.18±0.07 b	0.21±0.04 a	0.69± 0.03
C15:0	1.30±0.20 b	0.11±0.09 a	0.71± 0.10
C16:0	24.77±0.70 b	20.13±0.30 a	22.45±0.50
C16:1	1.53±0.05 a	3.38±0.40 b	2.45± 0.20
C18:0	3.20±0.10 a	4.02±0.40 a	3.61± 0.30
C18:1	29.33±0.60 b	22.01±0.40 a	25.67±0.50
C18:2 n-6	1.47±0.20 a	3.76±0.00 b	2.61± 0.10
C18:3 n-3	0.86±0.30 a	3.14±0.40 b	2.00± 0.30
C20:1	0.59±0.02 a	2.87±0.40 b	1.78± 0.20
C20:2 n-6	0.31±0.10 a	0.90±0.040 b	0.61± 0.10
C20:4 n-6	8.86±±0.10 a	8.06±0.70 a	8.46± 0.50
C20:5 n-3	5.95±0.06 a	11.38±0.40 b	8.66± 0.20
C22:6 n-3	15.89±1.30 a	14.02±0.06 a	14.95±0.90
C24:1	1.81±0.10 a	2.86±0.06 b	2.33± 0.10
Tanımlanamayan	2.75±0.40 a	4.31±0.90 b	3.50± 0.70

*Aynı satırda aynı harfle gösterilen değerler istatistikî yönden farklı değildir ($P>0.05$)

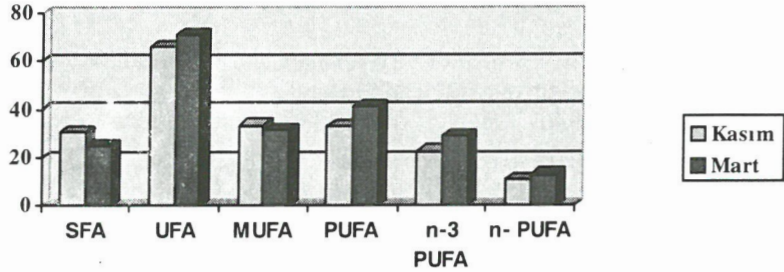
Çizelge 3. Kasım ve Mart Aylarında ovaryumlarda tespit edilen yağ asitleri ve toplam yağ asidi içindeki oranları (%)*

Yağ Asitleri	Kasım	Mart	Ortalama
C12:0	0.11±0.01 b	0.02±0.003 a	0.07±0.01
C14:0	0.89±0.14 a	2.38±0.80 b	1.63± 0.6
C15:0	0.82±0.30 a	1.71±0.60 a	1.26±0.50
C16:0	27.72±0.50 b	21.59±0.30 a	24.76±0.40
C16:1	0.6±0.003 a	3.88±0.20 b	2.24± 0.10
C18:0	3.83±0.07 a	3.49±0.30 a	3.66± 0.20
C18:1	27.03±1.50 b	20.45±1.20 a	23.74±1.40
C18:2 n-6	2.61±0.09 a	4.35±1.20 b	3.48± 0.90
C18:3 n-3	1.31±0.10 a	3.17±0.40 b	2.24± 0.30
C20:1	1.70±0.04 a	2.84±0.90 b	2.27± 0.60
C20:2 n-6	1.06±0.08 a	2.20±0.30 b	1.63± 0.20
C20:4 n-6	8.04±0.20 b	6.21±0.10 a	7.12± 0.20
C20:5 n-3	8.45±0.20 a	10.06±0.70 a	9.25± 0.50

C22:6 n-3	8.37±1.02	a	11.17±0.40	a	9.77± 0.70
C24:1	1.79±0.07	a	2.94±0.02	b	2.36± 0.05
Tanımlanamayan	5.47±1.60	b	3.55±0.40	a	4.51± 1.10

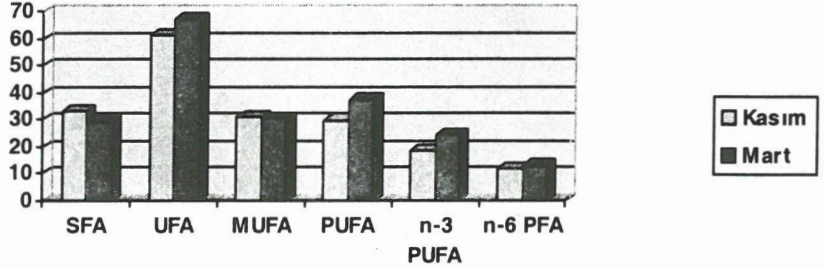
*Aynı satırda aynı harfle gösterilen değerler istatistiki yönden farklı değildir ($P>0.05$).

Çizelge 2 ve 3'de de görüldüğü gibi; yumurtlamadan hemen önce gonatların olgun olduğu Mart ayında testislerde C14:0, C15:0, C16:0, C18:1 yağ asitleri önemli derecede düşerken C16:1, C18:2n-3, C18:3n-3, C20:1, C20:5n-3, C22:2n-6, C24:1 yağ asitleri de önemli derecede yükselmiştir. Ovaryumlarda ise C12:0, C16:0, C18:1, C20:4n-6, yağ asitleri önemli derecede düşüş gösterirken C14:1, C16:1, C18:2n-3, C18:3n-3, C20:1, C20:2n-6, C24:1 yağ asitleri de önemli derecede yükselmiştir ($P<0.05$). Burada dikkat çeken hem testis hem de ovaryumlarda n-3 yağ asitlerinin öncü yağ asidi olan linolenik (18:3n-3) ve n-6 yağ asitlerinin öncü yağ asidi olan linoleik (18:2n-6) asitlerinin gonatların olgun dönemi olan Mart ayında önemli derecede arttığıdır. Genel olarak her iki dokuda da Mart ayında doymamış yağ asitleri Kasım ayına göre artış gösterirken doymuş yağ asitleri de düşüş göstermiştir. Yağ asitleri gruplara ayrılarak incelendiğinde Mart ayında çoklu doymamış yağ asitlerindeki artış daha dikkat çekmektedir (Şekil 1, 2 ve 3).



Şekil 1. Testislerin Kasım ve Mart aylarındaki toplam SFA, UFA, MUFA, PUFA, n-3 ve n-6 yağ asitlerinin toplam yağ asidi içindeki oranları (%)

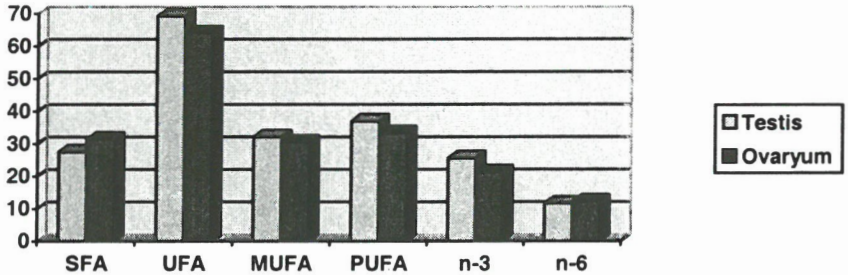
SFA: Toplam doymuş yağ asitleri, **UFA:** Toplam doymamış yağ asitleri, **MUFA:** Toplam tek çift bağlı doymamış yağ asitleri, **PUFA:** Toplam çoklu doymamış yağ asitleri, **n-3:** Molekülün İlk çift bağı metil ucundan itibaren üçüncü karbon atomunda olan toplam çoklu doymamış yağ asitleri, **n-6:** Molekülün İlk çift bağı metil ucundan itibaren altıncı karbon atomunda olan toplam çoklu doymamış yağ asitleri.



Şekil 2. Ovaryumların Kasım ve Mart aylarındaki toplam SFA, UFA, MUFA, PUFA, n-3 ve n-6 çoklu doymamış yağ asitlerinin toplam yağ asidi içindeki oranları (%)

Şekil 1 ve 2'de görüldüğü gibi; hem testis hem de ovaryumlarda gonatların olgunlaşmaya başladığı Kasım ayında SFA oranı yüksektir. Gonatların tam olgunlaştığı yumurtlamadan hemen önce Mart ayında ise UFA, PUFA, n-3 ve n-6 PUFA oranları artmıştır. Özellikle her iki dokuda da bu dönemdeki n-3 yağ asitleri oranındaki artışın daha belirgin olduğu görülmüştür ($P<0.05$).

Kasım ve Mart ayı verilerinin ortalamaları alınarak Testis ve ovaryumların yağ asidi bileşimindeki farklılıklar incelendiğinde; Testislerde toplam doymamış (UFA), çoklu doymamış (PUFA) ve n-3 yağ asitleri oranının gonatlardan daha fazla olduğu görülmektedir (şekil 3). Ayrıca doymuş yağ asitleri oranı ovaryumlarda önemli derecede fazla bulunmuştur ($P<0.05$).



Şekil 3. Testis ve ovaryumların ortalama SFA, UFA, MUFA, PUFA, n-3 ve n-6 yağ asitleri oranları (%)

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırmada Eğirdir Gölü'nde yaşayan sudak (*S. lucioperca*) balıklarının testis ve ovaryumlarının toplam lipid ve yağ asidi oranlarının gonad olgunlaşması ile ilgili değişimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Testis ve ovaryumlar gonatların gelişmeye başladığı Kasım ve gelişimini tamamladığı üremeden hemen önceye rastlayan Mart ayında incelenerek gonad gelişimi için eşeylerin lipid ve yağ asitlerine olan ihtiyaçlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Eğirdir Gölü sudak popülasyonunda birinci yaş grubu dişilerin %56,25'i, erkeklerin %67,77'si eşeyssel olgunluğa erişmektedir. Gölde ekolojik dengenin bozulduğu, sudakların besinini oluşturabilecek yem balıklarının çok azaldığı ve bunun sonucu olarak da neslin devamını sağlayabilmek için sudakların erken yaşlarda eşeyssel olgunluğa ulaşmaya yöneldikleri bildirilmiştir [5]. Bu çalışmada ikinci yaşını dolduran (2⁺) eşeyssel olgunluğa erişmiş sudaklar üzerinde çalışılmıştır.

Ovaryumların toplam lipid içeriğinin her iki ayda da testislerden önemli derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Kasım ile Mart dönemlerinde testislerin toplam lipid içeriğindeki değişim önemli bulunmazken ($P>0.05$), ovaryumlardaki değişim önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Bundan dolayı, ovaryum gelişiminin artmasıyla birlikte lipid ihtiyacının da arttığı anlaşılmıştır. Toplam yağ asidi miktarının eşeyler ve dönemler arasında önemli bir varyasyon göstermediği tespit edilmiştir ($P>0.05$). Balıklarda lipid miktarının sıcaklığa, mevsime, değişik coğrafik bölgeler ve türlere, türlerin eşeylerine, aynı türün değişik organlarına ve beslendiği organizma türüne göre değişebileceği belirtilmiştir [1, 7, 3]. Ancak hem kas doku hem de başta karaciğer olmak üzere diğer organların lipid miktarındaki en belirgin değişimlerin üreme döneminde görüldüğü bildirilmiştir. Gonadların gelişmeye başlamasıyla birlikte kas, karaciğer ve diğer organlardaki depo lipidler gonadlara mobilize olmakta, gonadların lipid miktarı artarken kas ve karaciğer lipid içeriği de azalmaktadır [18]. Metin (1992), *Cyprinion macrostomus*'un ovaryum toplam lipid miktarının testislerden çok daha fazla olduğunu saptamış ve dişi balıkların gonat gelişimi için lipide erkeklerden daha fazla ihtiyaç duyduğunu belirtmiştir. Medford ve Mackay (1978), *Esox lucius* balıklarında testislerin vücut ağırlığının ancak %2'si, ovaryumların ise %15'i kadar büyüyebildiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, ovaryumların testislerden 10.5 kat daha fazla lipid depo ettiklerini; Temmuz'dan Nisan'a kadar ovaryumların yağ miktarının 151 kat, testislerin ise sadece 11 kat arttığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, ovaryumların yağ ağırlığına göre toplam lipid oranının Temmuzdan Mart'a kadar %1.5'den %6.2'ye çıktığı, testislerin lipid oranının ise nisbeten sabit kalarak %3.1- %5.4 arasında düzensiz olarak değiştiği bildirilmiştir. Bulgularımız, sudakların ovaryum yağ içeriğinin tathısu levreği [2] ve turnanın [14] ovaryum yağ içeriğine yakın olduğunu göstermiştir. Ovaryumların toplam lipid içeriğinin testislerden önemli derecede yüksek bulunması dişilerin gonad gelişimi için erkeklerden daha fazla lipid ihtiyacı duyduklarını göstermektedir [11, 15].

Araştırmamızda; sudakların testis ve gonatlarında toplam yağ asidini oluşturan yağ asidi cinsleri tanımlanarak oranlarının olgunlaşmayla ilgili nasıl değişime uğradığı da belirlenmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde; hem testis hem de ovaryumlarda doymuş yağ asitlerinden palmitik (16:0), tek çift bağlı doymamış yağ asitlerinden oleik (18:1), çoklu doymamış yağ asitlerinden dokosaheksaenoik (22:6n-3), ökosapentaenoik (20:5n-3) ve araşidonik (20:4n-6) asitlerin en çok bulunan yağ asitleri olduğu görülmektedir. Bu yağ asitlerinin genelde balıkların diğer dokularında da çoklukla bulunduğu bildirilmiştir [4, 19]

Kasım ve Mart ayları arasında testis ve ovaryumların yağ asidi içeriğinin önemli derecede değişime uğradığı tespit edilmiştir. Bulgularımıza göre; hem testis hem de ovaryumlarda gelişimin tamamlandığı üreme öncesi mart ayında toplam doymamış (UFA), çoklu doymamış (PUFA) ve n-3 yağ asidi oranları Kasım ayına göre önemli derecede artış göstermiştir (Şekil 1 ve 2). Gonad olgunlaşmasıyla birlikte sudakların kas ve karaciğer dokularının toplam lipid, toplam UFA, PUFA ve n-3 yağ asitleri oranlarının önemli derecede düştüğü, bunun da gonadlara mobilize olmasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir[18]. Bulgularımız, gonad gelişiminde UFA, PUFA ve özellikle de n-3 yağ asitlerine önemli derecede ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Değişik araştırmacılar n-3 ve n-6 yağ asitlerinin gonat gelişimi ve üreme hücrelerinin oluşumu için önemli olduğunu, eksikliğinin kısırlığa sebebiyet verdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca eşeyssel olgunlaşma ile lipid metabolizmasındaki değişimlerin aynı periyoda rastladığı ve depo yağlarının yumurta ve sperm oluşumu için harcandığı bildirilmiştir [1, 13, 17]. Testis ve ovaryumların yağ asidi bileşimi ve değişimi ile ilgili bulgularımız bu görüşü desteklemektedir. Testis ve ovaryumlar karşılaştırılmış (Şekil 3); testislerde doymamış yağ asitleri oranının gonatlardan daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç; testislerin olgunlaşması için ovaryumlardan daha fazla bu yağ asitlerine ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

5. KAYNAKÇA

- [1] 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.
- [2] 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.

- [3] Ahlgren, G., 1996. "Fatty Acid Content of Some Freshwater Fish in Lakes of Different Trophic Levels" *Ecol. Freshwater Fish*, 5 (1), 15-27.
- [4] Andrade, A.P., 1995. "Omega3 Fatty Acids in Freshwater Fish From South Brazil" *Jour. of the American Oil Chemists*, 72 (10), 1207-1210.
- [5] Becer, Z.A., 1995. Eğirdir Gölü Sudak (*Stizostedion lucioperca* Lin., 1758) Populasyonunun Yapısı ve Gelişmesi Üzerine Bir Araştırma. S.D.Ü. Fen . Bil. Enst. Su Ürünleri Mühendisliği A.B.D., Yüksek Lisans Tezi, 63s. Eğirdir – Isparta.
- [6] Bligh, E.G., and Dyer, J.M., 1959. "A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification" *Can. Jour. Biochem. and Physiol.*, 37, 911-917.
- [7] 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.
- [8] Duncan, D.B., 1955. Multiple Range and Multiple F-Tests. *Biometrics*. 11, 1- 41.
- [9] 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.*, 2261, 497-509.
- [10] Huss, H., 1988. "Fresh Fish Quality and Quality Changes" Ministry of Fisheries Technical University Press, Copenhagen, Denmark.
- [11] Kaitaranta, J.K., Acman, R.G., 1981. Total Lipids and Lipid Classes of Fish Roe. *Comp. Biochem. Physiol.*, 69, 725-729.
- [12] Kiessling, A., Johansson, L., Storebakken, T., 1989. Effects of Reduced Feed Ration Levels on Fat Content and Fatty Acid

Composition in White and Red Muscle From Rainbow Trout. Aquaculture, 79, 169-175.

[13] Love, M., 1970. The Chemical Biology of Fishes. Academic Press, 547p. New York.

[14] 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.

[15] Metin, K., 1992. Topardıç Deresindeki (Kangal – Sivas) *Cyprinion macrostomus* Hekel, 1948 (*Osteichthyes: Cyprinidae*)'ların Gonadal Total Lipid, Total Yağ Asidi ve Glikojen İçeriğinin Mevsimsel Değişimi. Cumhuriyet Üniv. Fen Bil. Enst. Biyoloji A.B.D., Yüksek Lisans Tezi, 65s, Sivas.

[16] 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.

[17] Soivio, A., Niemistö, M., Backsröm, M., 1989. Fatty Acid Composition of *Coregonus muksun Pallas*: Changes During Incubation, Hatching, Feeding and Starvation. Aquaculture, 79, 163-168.

[18] Uysal, K., 2000. Eğirdir Gölü Sudak (*Stizostedion lucioperca* Lin., 1758) Balıklarının Total Lipid, Total Yağ Asidi ve Yağ Asidi Bileşiminin Mevsimsel İncelenmesi. Fen Bil. Enst. Su Ürünleri Temel Bilimleri A.B.D., Doktora Tezi, 66s. Eğirdir – Isparta.

[20] 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.

**THE VARIATIONS IN FATTY ACIDS COMPOSITION OF
OVARIES AND TESTIS DURING GONAD MATURATION
OF PIKEPERCH (*Sander lucioperca*)**

K. UYSAL*

Abstract The aim of this study was to determine variations in total lipid, total fatty acid and fatty acid composition of ovaries and testis with respect to the gonad maturation of pikeperch in Eğirdir lake. Gonads were taken from fishes in November (a period of initiation of gonad maturation) and in March (a period of completion of gonad maturation). The increases in total lipid content were insignificant for testis ($P>0.05$) but significant for ovaries ($P<0.05$) in November and March. Total fatty acids constituted more than half of total lipid in both ovaries and testis. Palmitic (16:0), oleic (18:1), docosahexaenoic(22:6n-3), eicosapentaenoic(20:5n-3) and arachidonic(20:4n-6) acids were the most abundant fatty acids present in gonads. The ratio of polyunsaturated fatty acids (PUFA) were remarkably high in March compared with that of PUFA in November. It was concluded that a significant amount of PUFA is required for gonad maturation of pikeperch.

Key words: *Fatty Acid, Gonad, Pikeperch,*

*DPÜ, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji bölümü, Kütahya, Türkiye
kuysal@dumlupinar.edu.tr

