

1-1-1999

## Effect of Dietary Fatty Acids and Starvation on the Fatty Acid Composition in the Muscle Tissue of Cyprinion macrostomus Heckel, 1843

M. ALİ AKPINAR

Follow this and additional works at: <https://journals.tubitak.gov.tr/biology>



Part of the [Biology Commons](#)

---

### Recommended Citation

AKPINAR, M. ALİ (1999) "Effect of Dietary Fatty Acids and Starvation on the Fatty Acid Composition in the Muscle Tissue of Cyprinion macrostomus Heckel, 1843," *Turkish Journal of Biology*. Vol. 23: No. 3, Article 7. Available at: <https://journals.tubitak.gov.tr/biology/vol23/iss3/7>

This Article is brought to you for free and open access by TÜBİTAK Academic Journals. It has been accepted for inclusion in Turkish Journal of Biology by an authorized editor of TÜBİTAK Academic Journals. For more information, please contact [academic.publications@tubitak.gov.tr](mailto:academic.publications@tubitak.gov.tr).

## Besinsel Yağ Asitlerinin ve Açlığın *Cyprinion macrostomus* Heckel, 1843'un Kas Dokusu Yağ Asidi Bileşimine Etkisi

M. Ali AKPINAR

Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Sivas-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 26.11.1998

**Özet:** Kangal Balıklı Kaplıcasında (Sivas)  $35\pm 0.5^\circ\text{C}$  sıcaklıkta doğal olarak yaşayan *Cyprinion macrostomus* Heckel, 1843'un  $35$  ve  $24^\circ\text{C}$  sıcaklıkta beslenmesi ve aç bırakılması suretiyle kas dokusu yağ asidi bileşiminde meydana gelen değişimler araştırılmıştır.

$35^\circ\text{C}$  sıcaklıkta beslenen ve aç bırakılan balıkların yağ asidi bileşiminde kalitatif olarak bir değişiklik meydana gelmemiştir.  $24^\circ\text{C}$  sıcaklıkta beslenen ve aç bırakılan balıklarda ise besinde bulunmayan dokosapentaenoik asit (C22:5) ve dokosaheksaenoik (C22:6) asitin sentezlenebildiği ve linoleik asit (C18:2) yüzdesinin çok azaldığı saptanmıştır.  $35$  ve  $24^\circ\text{C}$  sıcaklıkta beslenen ve aç bırakılan balıklarda en fazla değişime uğrayan yağ asitlerinin uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitleri olduğu sonucu ortaya çıkmıştır (C18:2, C18:3, C20:3, C22:4, C22:5, C22:6). Kangal Balıklı Kaplıcasında  $35^\circ\text{C}$  de yaşayan *C. macrostomus* 'ların üremelerinin verimli olmadığı bilinmektedir. Bu balıkların  $24^\circ\text{C}$  de yaşama-ları aşırı doymamış yağ asitlerini sentezleyebildiklerini göstermiştir. Bu sıcaklıkta bu yağ asitlerini sentezleyebilmeleri üremelerini de verimli hale getirilebileceğinin bir göstergesi olabilir.

**Anahtar Sözcükler:** *Cyprinion macrostomus*, yağ asidi, beslenme, açlık.

### Effect of Dietary Fatty Acids and Starvation on the Fatty Acid Composition in the Muscle Tissue of *Cyprinion macrostomus* Heckel, 1843

**Abstract:** Variations in the fatty acids compositions of muscle tissue, due to starving and feeding *Cyprinion macrostomus* (Heckel, 1843) at  $35$  and  $24^\circ\text{C}$  which naturally lives at  $35\pm 0.5^\circ\text{C}$  in the Kangal Thermal Spring (Sivas) were investigated.

No qualitative variation took place in the fatty acid composition of the fish which were fed and starved at  $35^\circ\text{C}$ . As far as the fish which were fed and starved at  $24^\circ\text{C}$  were concerned, it has determined that docosapentaenoic acid (C22:5) and docosahexaenoic acid (C22:6), which are not found in food could be synthesized and linoleic acid (C18:2) percentage was drastically decreased. According to the results, it can be concluded that the most changes took place in the long chain high unsaturated fatty acids at  $35$  and  $25^\circ\text{C}$  (C18:2, C18:3, C20:3, C22:4, C22:5, C22:6). It is known that the reproduction of *C. macrostomus* living at  $35^\circ\text{C}$  in the Kangal Thermal Spring is not very productive. It has been shown that under controlled temperature at  $24^\circ\text{C}$ , these fish could synthesize polyunsaturated fatty acids. The synthesis of these fatty acids at the latter temperature could be an indicator of higher rate of reproduction of the fish.

**Key Words:** *Cyprinion macrostomus*, fatty acid, feed, starvation.

## Giriş

Besinsel lipidler, hayvan dokularında enerji ve yapısal madde olarak kullanılmasının yanında, yağ içermeyen besin maddelerinin özellikle yağda eriyen vitaminlerin taşınmasında da önemli rol oynarlar.

Balıkların enerji gereksinimiyle ilgili yapılan araştırmalarda, karnivor balıkların enerji kaynağı olarak karbohidratları sınırlı bir şekilde kullandıkları, besinsel lipidleri daha çok tercih ettikleri belirlenmiştir (1-7). Temel yağ asitlerine olan gereksinim balık türleri arasında farklılık göstermektedir. Çeşitli alabalık türleriyle yapılan incelemelerde, *Salmo gairdneri* 'nin maksimal büyüme ve besinsel dönüşüm için linoleik aside besinsel yağ asidi olarak gereksinim duyduğu kanıtlanmıştır (8-13). Temel yağ asitlerinin eksik olduğu besinlerle beslenen balıklarda büyümenin yavaşladığı, kuyruk yüzgecinde aşınma olduğu, pigmentasyonun yeterli olmadığı, yağ asid kompozisyonu ve lipid metabolizmasının yetersiz olduğu gibi fizyolojik septomların oluştuğu belirlenmiştir (9-11, 14).

Balıkların sentezleyemedikleri ancak besinle alabildikleri temel yağ asitleri (linoleik asit C18:2, linolenik asit C18:3 ve arakidonik asit C20:4) diğer besinsel yağ asitleri gibi (miristik asit C14:0, palmitik asit C16:0, palmitoleik asit C16:1, stearik asit C18:0, oleik asit C18:1 v.b.) balık dokularında direkt olarak depolanırlar (15, 16). Besinde uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitleri (C20:3, C20:5, C22:4, C22:5, C22:6) bulunmadığında temel yağ asitleri kullanılarak bu yağ asitleri sentezlenebilmektedir (17-19). Balıklarda doymamış yağ asitlerinin doymuşlara göre fazla oranda bulunuşu sabit ve değişken sıcaklıklara adapte olmada kolayık sağlamaktadır (20-23). Membranlardaki doymamış yağ asitleri, fosfolipid düzeyi ve kolesterol içeriği membran akışkanlığının kontrolünde önemli rol oynamaktadır (17).

Kangal Balıklı Kaplıcasında (Sivas) yaşayan *Cyprinion macrostomus* ve *Garra rufa* ile yapılan bir araştırmada bu balıkların, kaplıca havuzlarındaki besinin azlığı nedeniyle yeterli beslenemedikleri ve bu sebeple havuzlara giren insanlara saldırdıkları rapor edilmiştir. Besin azlığı ve yüksek sıcaklığının (35°C) bu balıkların üremelerini de verimsizleştirdiği saptanmıştır (24). Balıklar, gonat gelişimi ve gamet oluşumu için gereksinim duydukları lipid ve glikojeni karaciğer ve kas dokusundan sağlarlar. Gamet oluşturulmasında aşırı doymamış yağ asitlerine olan gereksinim bilinmektedir (1, 6, 7, 17, 20). Bu nedenlerle, Kangal Balıklı Kaplıcasında (Sivas) devamlı sabit sıcaklıkta (35±0.5°C) yaşayan *Cyprinion macrostomus* Heckel, 1843'un, bu sıcaklıkta ve 24°C de beslenmesi ve aç bırakılması durumunda kas dokusu yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelecek değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metod

### 1. Materyal seçimi ve dokunun özütlenmesi

Kangal Balıklı Kaplıcasında yaşayan *C. macrostomus*'lar yakalanarak laboratuvara getirilmiştir. Bu balıklardan üçünün (3.00± 0.15 gr) kas dokusu hemen analiz edilerek kontrol grubu olarak kabul edilmiştir. Diğer balıklar dört grup halinde (3.20±0.20 gr) 35 ve 24°C sıcaklıkta beslenmek ve aç bırakılmak üzere pH'sı 6-7 ve çözünür oksijen değeri 4-5 mg l<sup>-1</sup> olan akvar-

yumlara alınmıştır. Akvaryumlardaki çözünür oksijen değerinin kaplıca havuzlarındaki değere ( $4.41 \pm 0.30 \text{ mg l}^{-1}$ ) yakın olmasına dikkat edilmiştir (24). 35 ve 24°C sıcaklıkta beslenen gruplara günde üç kez %5 oranında yağ içeren balık yeminden üç hafta süreyle yem verilmiştir (her öğünde 300 mg). Aç bırakılan gruplara aynı süre içerisinde hiç yem verilmemiştir. Her grup için onar adet erkek balık kullanılmış ve bunlardan üçer balık alınıp kas dokusu analizlenmiştir.

Her balıktan alınan kas dokusu (0.70-0.76 gr) kloroform/metanol (2/1) karışımında Super Star marka homojenizatörde 25.000 devir/dakikada 5 dakika homojenleştirilmiştir. Özütleme işlemlerinde Folch ve ark.(25), Moss ve ark. (26) nın geliştirdikleri yöntemlerden yararlanılmıştır. Yağ asitleri metil esterlerinin elde edilmesinde Boron trifluoride-Metanol ( $\text{BF}_3$ -Metanol) kullanılmıştır.

## 2. Yağ asitlerinin gaz kromatografik analizleri

Yağ asit metil esterleri FID dedektörlü VARIAN (3700) gaz kromatograf ile analiz edilmiştir. Analiz işlemlerinde %20 DEGS sıvı fazı ile kaplanan 80-100 mesh Chromosorb W (A.W) %5 DMCS destek maddesi ile doldurulan 3 mm iç çaplı, 183 cm uzunluğunda çelik kolon kullanılmıştır. Kullanılan gazların akış hızları  $N=16 \text{ ml/dak.}$ ,  $H_2=30 \text{ ml/dak.}$  ve kuru hava= $300 \text{ ml/dak.}$  olarak ayarlanmıştır. Enjektör ve dedektör bloğu sıcaklığı 220°C, kolon sıcaklığı 185°C'a ayarlanmıştır. Çözücü sıvı olarak hekzan/kloroform (4/1) karışımı kullanılıp, her defasında 1 µl örnek enjekte edilmiştir.

Kromatogramlardaki yağ asidi metil esterlerinin kalitatif tayinleri, yağ asidi metil ester standartlarının alıkonma süreleri ile karşılaştırılarak yapılmıştır. Kantitatif tayinler ise VARIAN CDS-111 integratörüne % olarak hesaplatılmıştır. Elde edilen yağ asidi yüzde oranlarının karşılaştırılmasında varyans analizi (27), tekrarlar ve deney ortalamaları arasındaki farkın önem kontrolü için de Multiple Range Test'i (28) uygulanmıştır.

## Bulgular

### 1. Beslenmede kullanılan yapay balık yeminin yağ asidi bileşimi

Akvaryumlarda beslenen *C. macrostomus* 'lara verilen balık yeminin yağ asidi bileşimi Tablo 1'de verilmiştir. Bu besinde palmitik asit (C16:0), palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1) ve miristik asit (C14:0) en yüksek yüzdeye sahiptir. Linoleik asit (C18:2) % 5.32, linolenik asit (C18:3) ise % 3.46 oranında bulunmuştur. Uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitlerinin toplam yüzdesi 17.49'dur. Doymuş yağ asitlerinin toplam yüzdesinin 49.92 olduğu saptanmıştır.

### 2. Kaplıca balıklarının yağ asidi bileşimi

Kaplıca havuzlarında sabit sıcaklıkta yaşayan ( $35 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ) *C. macrostomus* 'ların (kontrol grubu) kas dokusu yağ asidi bileşimi Tablo 2'de verilmiştir. En yüksek yüzdeye sahip yağ asitleri C16:0, C16:1, C18:1 ve C18:2'dir. C14:0, C18:3, eikosadienoik asit (C20:2) ve behenik asit (C22:0) ikinci derecede fazla bulunan yağ asitleridir. Uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitleri toplam yüzdesinin düşük olduğu (%29.42) görülmüştür. Dokosatetraenoik asit (C22:4), dokosapentaenoik asit (C22:5) ve dokosaheksaenoik aside (C22:6) bu balıklarda rastlanmamıştır.

### 3. Beslenen balıkların yağ asidi bileşimi

% 5 oranında yağ içeren ve yağ asidi bileşimi Tablo 1'de verilen yapay balık yemiyle 35°C'de beslenen balıkların kas dokusu yağ asidi bileşiminde kalitatif olarak belirgin bir değişim olmamıştır (Tablo 2). Bu balıklarda temel yağ asitleri (C18:2, C18:3 ve C20:4), oleik asit, eikosatrienoik asit (C20:3) ve heneikosanoik asit (C21:0) yüzdelerinde artış, palmitoleik asit, eikosenoik asit (C20:1), eikosadienoik asit ve behenik asit yüzdelerinde ise azalma olmuştur. Dokosapentaenoik asit ve dokosahekzaenoik asite bu balıklarda rastlanmamıştır. Toplam doymuş ve aşırı doymamış yağ asitleri yüzdesinde artış, toplam doymamış yağ asitleri (tek çift bağ içeren) yüzdesinde azalma meydana gelmiştir.

Aynı yemle 24°C'de beslenen balıkların yağ asidi bileşimi kalitatif ve kantitatif olarak 35°C'de beslenenlere göre farklılık göstermiştir (Tablo 2). Bu balıklarda temel yağ asitlerinden linoleik asit önemli derecede azalırken, linolenik asit ve arakidonik asit (C20:4) önemli derecede artmıştır. 35°C'de beslenen balıklara göre artış gösteren diğer yağ asitleri palmitoleik asit, eikosapentaenoik asittir (C20:5). Palmitik ve eikosatrienoik asit azalma göstermiştir. Besinde, kaplıca balıklarında ve 35°C'de beslenen balıklarda bulunmayan dokosapentaenoik asit ve dokosahekzaenoik asitin 24°C'de beslenen balıklar tarafından sentezlenebildiği görülmüştür.

### 4. Aç bırakılan balıkların yağ asidi bileşimi

35°C'de aç bırakılan ve beslenen balıkların yağ asidi bileşimi arasında kalitatif yönden bir fark görülmemesine rağmen aç bırakılanlarda palmitik asit, behenik asit ve dokosaenoik asit (C22:1)yüzdesi önemli ölçüde artmıştır (Tablo 2). Ancak diğer bazı önemli yağ asitlerinde (C14:0, C16:1, C18:2, C18:3, C20:3, C20:4) azalma olmuştur.

Yağ asitleri	%'si (X±S.H.)*
C14:0	9.05±0.17
C14:1	1.09±0.05
C15:0	6.71±0.37
C16:0	27.06±1.38
C16:1	10.70±0.92
C18:0	5.20±0.43
C18:1	20.80±2.31
C18:2	5.32±0.58
C18:3	3.46±0.51
C21:0	1.90±0.00
C20:4	3.05±0.08
C20:5	5.66±1.32
Doymuş Y.A.	49.92±2.18
Doymamış Y.A.	32.59±1.97
Aşırı doymamış Y.A.	17.49±0.98

Tablo 1. Beslenmede kullanılan yapay balık yeminin yağ asidi bileşimi

\*Veriler üç tekrarın ortalamasıdır.  
S.H. Standart hata.  
Y.A. Yağ asidi.

24°C'de aç bırakılan ve beslenen balıklarda yağ asitleri arasında kalitatif olarak bir fark belirlenmemiştir. Aç bırakılan balıklarda C16:0, C18:1 asit yüzdeleri yüksek kalmışken, C16:1, C18:2, C18:3, C20:3, C20:4, C22:5 ve C22:6 asit yüzdeleri azalmıştır.

Tablo 2. %5 oranında yağ içeren yemle 35 ve 24°C'de beslenen ve aç bırakılan *C. macrostomus*'un kas dokusu yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması

Yağ Asitleri	Kaplıca Balıkları (Kontrol Grubu) (X±S.H.)*	35°C de Beslenen Balıklar (X±S.H.)*	35°C de Aç Bırakılan Balıklar (X±S.H.)*	24°C de Beslenen Balıklar (X±S.H.)*	24°C de Aç Bırakılan Balıklar (X±S.H.)*
C12:0 <sup>t</sup>	-	3.20±1.60a	2.71±1.37a	3.35±0.14a	2.95±0.09a
C14:0	5.68±2.58a	6.01±0.65a	3.53±1.25a	5.62±0.86a	4.50±0.35a
C14:1	0.67±0.66a	0.62±0.61a	1.17±0.49a	0.83±0.56a	0.90±0.46a
C15:0	0.50±0.48a	1.50±0.02a	0.52±0.50a	0.84±0.20a	0.75±0.37a
C16:0	12.42±3.31b	12.26±1.94b	19.24±0.62a	10.01±0.76b	16.56±0.67a
C16:1	17.83±3.75a	15.38±0.68a	14.02±0.99a	17.68±1.15a	16.70±0.95a
C16:2	0.95±0.80	-	1.51±1.40	-	-
C18:0	3.72±0.45a	3.98±0.15a	2.91±1.42a	3.34±0.15a	3.62±0.12a
C18:1	18.96±4.19a	19.45±1.65a	19.43±0.28a	19.53±0.63a	22.74±1.30a
C18:2	12.55±0.34b	17.29±1.24a	15.03±0.70ab	6.91±1.77c	5.78±0.62c
C18:3	7.01±2.39b	8.80±0.84b	6.98±1.57b	15.96±1.04a	14.03±1.12a
C20:1	2.49±1.38	-	-	-	-
C21:0	0.86±0.43b	2.42±0.32a	-	2.56±0.16a	2.96±0.25a
C20:2	4.40±1.67a	0.17±0.16b	-	-	0.20±0.09b
C22:0	4.72±2.79a	0.80±0.21b	3.25±0.36a	0.73±0.72b	0.71±0.33b
C22:1	1.68±0.26b	1.28±0.33b	4.62±1.48a	-	0.80±0.18b
C20:3	2.88±1.62a	3.41±1.25a	1.15±0.57b	1.46±0.73b	0.85±0.60b
C20:4	0.83±0.39b	2.18±0.53b	1.79±0.40b	4.41±0.63a	3.03±0.47a
C20:5	0.76±0.58b	0.60±0.31b	1.26±0.24b	3.84±1.78a	2.62±0.97a
C24:0	0.69±0.67a	-	0.67±0.29a	-	0.48±0.17a
C22:4	-	0.56±0.39a	0.19±0.11b	0.36±0.32a	0.29±0.18a
C22:5	-	-	-	0.93±0.16	0.03±0.12
C22:6	-	-	-	1.58±0.13	0.51±0.18
Doymuş Y.A.	28.94±2.57ab	30.16±1.77a	32.83±1.43a	26.45±0.60b	32.53±2.03a
Doymamış Y.A.	41.64±3.74a	36.74±1.99b	39.24±1.50ab	38.04±0.98ab	41.14±2.48a
Aşırı D.Y.A.	29.42±3.57ab	33.08±2.13a	27.91±2.49b	35.45±0.85a	27.34±1.02b

\* Her veri üç tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda gaz kromatografa üç enjeksiyon yapılmıştır.  
<sup>t</sup> Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.  
S.H. Standart hata.  
Y.A. Yağ asidi.  
D.Y.A. Doymamış yağ asidi.

35 ve 24°C'de aç bırakılan balıkların toplam doymuş yağ asitleri yüzdesinin beslenenlere göre arttığı, toplam aşırı doymamış yağ asitleri yüzdesinin ise azaldığı görülmüştür. Toplam aşırı doymamış yağ asitlerine en yüksek yüzdede 24°C'de beslenen balıklarda rastlanmıştır. (35.45±0.85).

## Tartışma

Vücut lipidlerinin kompozisyonu besinsel lipidler tarafından önemli derecede etkilenir. Balıkların yağ asidi bileşimini etkileyen çevresel faktörlerden besinin yağ asit bileşimi, balık dokularına yansırken balığın fizyolojik durumu ve ortam sıcaklığı önemli rol oynamaktadır (15, 17, 29, 30).

Besinsel lipidlerin vücut lipidlerinin yağ asidi kompozisyonuna etkisi, trigliserid ve fosfolipidler arasında farklılık gösterir. Fosfolipidlerin yağ asit bileşiminin trigliseridlerden daha büyük derecede etkilendiği belirlenmiştir. Tatlısu balıklarında besinle alınan linoleik asit ve linolenik asit zincir uzamasına uğratılarak doymamışlık dereceleri arttırılır. Bu şekilde bu asitler, arakidonik asit, dokosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik asitlere dönüştürülerek fosfolipidlerin yapısına girdiği belirlenmiştir. Bununla beraber bu yağ asitlerinin (C18:2, C18:3) trigliseridlerde değişime uğramadan depolandığı saptanmıştır (7, 16, 31). Yaptığımız bu araştırma ile C18:2 ve C18:3 asitlerinin depo edilmesinde veya kullanılmasında sıcaklığın önemli rol oynadığı söylenebilir. Bileşiminde %5.32 oranında linoleik asit, %3.46 oranında linolenik asit bulunan besinle beslenen *C. macrostomus*'larda 35°C'de linoleik asit, 24°C'de ise linolenik asit daha fazla depolanmıştır (Tablo 1 ve 2). Bu durum, 35 ve 24°C'de beslenen balıkların uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitlerine olan gereksinimleri ile açıklanabilir. Bu gereksinimden dolayı, kullandığımız besinde bulunmayan uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitlerinin (C22:4, C22:5, C22:6) özellikle linoleik asit kullanılarak sentezlenebildiği anlaşılmaktadır. 35°C'de beslenen *C. macrostomus*'larda C22:5 ve C22:6 asitlerine rastlanmaması ve C18:2 asit yüzdesinin yüksek oluşu buna bir kanıt oluşturmaktadır.

35°C'de beslenen balıkların yağ asidi bileşimi ile kontrol grubu olarak değerlendirdiğimiz kaplıca balıklarının yağ asidi bileşimi arasında istatistiki olarak önemli bir farkın olmayışı (Tablo 2), yüksek sıcaklığın beslenmede önemli ölçüde etkili olduğunu ve alınan besinin minimum seviyede kullanılabilirdiğini göstermektedir. Sıcaklığın düşürülmesi durumunda ise (24°C'de) besinin daha iyi kullanıldığı ve yağ asit metabolizmasının hızlandığı anlaşılmaktadır. Nitekim, besinde bulunmayan C22:4, C22:5 ve C22:6 asitlerin 24°C'de sentezlenmiş olması bu duruma bir kanıttır. Bu asitlerin yanısıra, C18:3, C20:4, C21:0 ve C20:5 asit yüzdelinde artış olmuştur. Bu durumda ortamda bol besin bulunsun veya bulunmasın, sıcaklığa bağlı olarak metabolik olayların önemli ölçüde etkilenebileceği söylenebilir.

Aç bırakılan balıklarda (35 ve 24°C'de) toplam aşırı doymamış yağ asitleri yüzdesinde azalma oluşu, balıkların beslenememeleri ve açlık sırasında enerji kaynağı olarak daha çok bu yağ asitlerini kullandıkları görüşünü desteklemektedir (32, 33). Besinde bulunan doymuş (C14:0, C16:0, C18:0) ve tek çift bağ içeren doymamış yağ asitleri (C14:1, C16:1, C18:1), *C. macrostomus*'un kas dokusu yağ asidi bileşimine aynen yansdığı, ancak özellikle palmitik asitin

35 ve 24°C'de aç bırakılan balıklarda yüksek yüzdede bulunduğu görülmüştür. Miristik asit ve stearik asit yüzdesinde önemli bir değişim meydana gelmemiştir. Bu da, besinle alınan doymuş ve tek çift bağ içeren doymamış yağ asitlerinin besinsel değişikliğe uğratılmadan depolandığını veya balıklar tarafından sentezlenebildiğini göstermektedir (34). Sonuç olarak, besinsel yağ asiti kullanımının sıcaklığa bağlı olarak farklılık gösterdiği söylenebilir. Ayrıca, besinde bulunmayan uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitlerinin (C22:4, C22:5, C22:6) 24°C de beslenen ve aç bırakılan *C. macrostomus*' da sentezlenmiş olması, bu balıkların bu sıcaklıkta üretilmelerini verimli hale getirebileceği kanısındayız (35, 36).

### Kaynaklar

1. Petersen, I.M. and Emmersen, B.K. Changes in serum glucose and lipids, and liver glycogen and phosphorylase during vitellogenesis in nature in the flounder (*Platichthys flesus* L.). *Comp. Biochem. Physiol.*, 58B, 167-171, 1977.
2. Watanabe, T. Sparing action of lipids on dietary protein in fish-low protein diet with high calorie content. *Technocrat.*, 10, 34-39, 1977.
3. Diana, J.S. and Mackay, W.C. Timing and magnitude of energy deposition and loss in the body, liver and gonads of northern pike (*Esox lucius* L.). *J. Fish Res. Bd. Can.*, 36, 481-487, 1979.
4. Watanabe, T. Lipid nutrition in fish. *Comp. Biochem. Physiol.*, 73B, 1, 3-15, 1982.
5. Tung, P.H. and Shiau, S.Y. Effects of meal frequency of growth performance of hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus*, *O. aureus*, fed different carbohydrate diets. *Aquaculture*, 343-350, 1991.
6. Metin, K. ve Akpınar, M.A. Cyprinion *macrostomus* H. 1843'ün (*Osteichthyes:Cyprinidae*) gonad glikojen içeriğinin mevsimsel değişimi. *Tr. J. of Biology*, 19, 241-248, 1995.
7. Akpınar, M.A. ve Metin, K. Aç bırakılan ve beslenen *Oncorhynchus mykiss*'in karaciğer ve kas dokusu glikojen miktarı. *Tr. J. of Biology*, 23, 107-113, 1999.
8. Higashi, H., Kaneko, T., Ishii, S. and Sugihashi, T. Effect of ethyl linoleate, ethyl linolenate and ethyl esters of highly unsaturated fatty acids on essential fatty acid deficiency in rainbow trout. *J. Vitam.*, 12, 74-79, 1966.
9. Castell, J.D., Sinnhuber, R.O., Wales, J.H. and Lee, J.D. Essential fatty acids in the diet of rainbow trout (*Salmo gairdneri*): Growth, feed conversion and some gross deficiency symptoms. *J. Nutr.*, 102, 77-86, 1972a.
10. Castell, J.D., Sinnhuber, R.O., Wales, J.H. and Lee, J.D. Essential fatty acids in the diet of rainbow trout (*Salmo gairdneri*): Physiological symptoms of EFA deficiency. *J. Nutr.*, 102, 87-92, 1972b.
11. Castell, J.D., Lee D.J and Sinnhuber, R.O. Essential fatty acids in the diet of rainbow trout (*Salmo gairdneri*): Lipid metabolism and fatty acid composition. *J. Nutr.*, 102, 93-100, 1972c.
12. Watanabe, T., Takashima, F. and Ogino, C. Effect of dietary methyl linolenate on growth of rainbow trout. *Bull. Japan. Soc. Scient. Fish.*, 40, 181-188, 1974a.
13. Watanabe, T., Ogino, C., Koshiishi, Y. and Matsunaga, T. Requirement of rainbow trout for essential fatty acids. *Bull. Japan. Soc. Scient. Fish.*, 40, 493-497, 1974b.



14. Nicolaidis, N. and Woodall, A.H. Impaired pigmentation in chinook salmon fed diets deficient in essential fatty acids. *J.Nutr.*, 78, 431-437, 1962.
15. Reiser, R., Stevenson, B. Kayama, M. and et. al. The influence of dietary fatty acids and enviromental temperature on the fatty acid composition of teleost fish. *J. Ame. Oil Chem. Soc.* 40, 507-513, 1963.
16. Takeuchi, T. and Watanabe, T. Requirement of carp for essential fatty acids. *Bull. Japan. Soc. Scient. Fish.*, 43, 541-551, 1977.
17. Farkas, T. and Csengeri, I. Biosynthesis of fatty acids by the carp, *Cyprinus carpio* L., in relation to environmental temperature. *Lipids*, 11, 5, 401-407, 1976.
18. Mead, J.F., Kayama, M. and Reiser, R. Biogenesis of polyunsaturated acids in fish. *J. Ame. Oil Chem. Soc.*, 37, 438-440, 1960.
19. Farkas, T., Csengeri, I., Majoros, F. et al. Metabolism of fatty acids in fish. II. Biosynthesis of fatty acids in relation to diet in the carp, *Cyprinus carpio* L. *Aquaculture*, 14, 57-65, 1978.
20. Hayashi, K. and Takagi, T. Seasonal variations in lipids and fatty acid of sardine, *Sardinops melanosticta*. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Üniv.*, 28, 2, 83-84, 1977.
21. Sargent, J.R. The structure, metabolism and function of lipids in marine organism. In *biochemical and biophysical perspectives in marine biology*. AcademicPress, London. Vol., 3, 149-212, 1976.
22. Love, R.M. *The chemical biology of fishes*. Academic Press, London and New York. Vol., 1, 242-243, 1970.
23. Farkas, T. Adaptation of fatty acid composition to temperature a study on carp, (*Cyprinus carpio* L.) lover slices. *Comp. Biochem. Physiol.*, 79B, 4, 531-535, 1984.
24. Özer, Z., Akpınar, M.A., Akçay, M. ve Ark. Kangal Balıklı Kaplıcanın (Sivas) bazı kimyasal ve biyolojik özelliklerinin araştırılması. *C. Ü. Fen Bil. Der.*, 5. cilt Ek sayı, 1-34, 1987.
25. Folch, J., Lees, M. and Stanley, G.H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226, 497-509, 1957.
26. Moss, C.W., Lambert, M.A. and Mervin, W.H. Comparision of rapid methods for analysis of bacterial fatty acids. *Applied Microbiology*, 28, 80-85, 1974.
27. Snedecor, G.W. and Cochran, W.G. *Statistical methods*, 6. th ed. Ames, Iowa, U.S.A., Iowa State University Press, 1967.
28. Duncan, D.B. Multiple range and multipe F test. *Biometrics*, 11, 1-14, 1955.
29. Akpınar, M.A. ve Aksoylar, M.Y. Garra rufa Heckel, 1843'nın yağ asidi bileşimine sıcaklığın, besinsel yağ asitlerinin ve açlığın etkileri. *Doğa Tu Biyol. D.*, 12, 1, 1-8, 1988.
30. Akpınar, M.A. ve Aksoylar, M.Y. *Cyprinion macrostomus* Heckel, 1843'un kas dokusu yağ asidi bileşiminin sıcaklıkla ilişkisi. *Doğa Tu biyol. D.*, 13, 2, 57-62, 1989.
31. Farkas, T., Csenger, I., Majoros, F. and Olah, J. Metabolism of fatty acids in fish III. Combined effect of environmental temperature and diet on formation and deposition of fatty acids in the carp, *Cyprinus carpio* Linnaeus 1758. *Aquaculture*, 20, 29-40, 1980.

32. Hayashi, K. and Takagi, T. Lipid metabolism in fish II. Changes of lipids and fatty acids in the liver of puffer, *Fugu vermiculare popyreum*, during starvation. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 28, 4, 193-201, 1977.
33. Haneko, T., Takeuchi, M. Ishii, S., et al. Effect of dietary lipids on fish under cultivation IV. Changes of fatty acid composition in flesh lipids of rainbow trout on non-feeding. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 33, 56-58, 1966 (in Japanese with English abstract).
34. Takeuchi, T. and Watanabe, T. Nutritive value of  $\omega$ 3 highly unsaturated fatty acids in pollock liver oil for rainbow trout. *Bull. Japan. Soc. Scient. Fish.*, 42, 907-919, 1976.
35. Jangaard, P.M., Ackman, R.G. and Sipos, J.C. Seasonal changes in fatty acid composition of cod liver, flesh, roe and milt lipids. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 24, 3, 613-627, 1967.
36. Medford, B.A. and Mackay, W.C. Protein and lipid content of gonad, liver and muscle of northern pike (*Esox lucius* L.) in relation to gonad growth. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 35, 213-219, 1978.