

## Mersin Balıklarının Beslenmesinde Yağ Asitlerinin Önemi

Bilal AKBULUT<sup>1\*</sup>, Biro JANKA<sup>2</sup>, Ahmet Faruk YEŞİLSU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Vali Adil Yazar Cad., Kaşüstü Beldesi, Yomra, Trabzon

<sup>2</sup>Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation, P.O.B. 47 H-5541 Szarvas, Hungary.

\* Sorumlu yazar: Tel.:0 462 341 10 53; Fax: 0462 341 11 52;  
E-mail: bakbulut@sumae.gov.tr

GelişTarihi:24.02.2012  
Kabul Tarihi:27.03.2012

### Özet

Bu derlemede, mersin balıklarının yetiştiricilik şartlarında yaşamaları, büyümeleri ve nesillerini devam ettirebilmeleri için beslenmelerinde yağ asitlerinin rolü üzerinde durulmuştur. Mersin balıkları için henüz ideal bir yem geliştirilememiştir. Ülkemizde mersin balıklarının beslenmesinde alabalık yemleri kullanılmaktadır. Mersin balıklarının yemlerinde linoleik (18:2 n-6) ve  $\alpha$ -linolenik (18:3 n-3) yağ asitlerine ihtiyaç duydukları düşünülmektedir. Ancak, et ve havyarda n-3 serisi (EPA ve DHA) bulunabilmesi için, yemlerin de EPA ve DHA bakımından zengin olması önerilmektedir. Mersin balıklarının yağ asitleri gereksinimleri ile farklı yağ kaynakları üzerine son yıllarda yapılan çalışmalar incelenerek bir bütünlük içinde sunulmaya çalışılmıştır.

**AnahtarKelimeler:** Besleme, Linolenik, HUFA, mersin balığı, yağ asitleri,

### Abstract

#### The Importance of Fatty Acids in Nutrition of Sturgeons

In this review, we focused on the role of fatty acids in nutrition for the living, growth and to keep the generations of sturgeon in farming conditions. Not yet been developed an ideal feed for sturgeon. Farmer in our country used trout feed for feeding of sturgeon. It is thought that they need linoleic (18:2 n-6) and  $\alpha$ -linolenic (18:3 n-3) fatty acids in their diet. However, it is recommended that the feed is also rich in EPA and DHA in order to find n-3 series (EPA and DHA) in their meat and caviar. With examining the recent studies on fatty acids the requirements of the sturgeon and the fatty oil resources is to present a coherent way.

**Keywords:** Fatty acid, feed, Linolenic, HUFA, Sturgeon

### Giriş

Mersin balıkları kuzey yarım kürede deniz ve iç sularda yaşayan göçmen balıklardır. Dünya üzerinde 27 türü bulunan bu balıklardan çokta (*Acipenser ruthenus*), paddlefish (*Polyodon spathula*) ve göl (*Acipenser fulvescens*) mersinleri denize göç etmezler. Hayatlarının tamamını tatlı sularda geçirirler. Geçmişte Karadeniz'de 6 mersin türünün olduğu bildirilmiştir (Geldiay ve Balık, 1996; Edwards ve Doroshov, 1989; Çelikkale, 1994; Ustaoglu ve Okumuş, 2004). Ancak günümüzde sadece mersin morinası (*Huso huso*),

karaca mersini (*Acipenser gueldenstedtii*) ve sivriburun mersini (*Acipenser stellatus*) türleri az sayıda görülmekte, diğer kolon (*A. sturio*), çokta (*A. ruthenus*) ve şip (*A. nudiventris*) türlerine rastlanılmamaktadır (Akbulut vd., 2011).

Birçok ülkede olduğu gibi Ülkemizde de mersin balıklarının doğal sularda stokları azaldığından, mersin balığı avcılığı 1971 yılında yasal olarak sınırlandırılmış ve 1997 yılından itibaren de tamamen yasaklanmıştır. Ancak bazı ülkelerde bu balıkların gerek ticaretin gerekse de

yetiştiriciliğinin yapılabilmesi için, doğadan avcılığına belirli kotalar dahilinde izin verilmektedir. Bu ülkelerin birçoğunda doğadan yakalanan balıklar kuluçkahanelere taşınmakta ve üretilen yavrular doğal stokların desteklenmesi amacıyla tekrar doğaya salınmaktadır. Doğadan yakalanan veya yetiştiricilik yoluyla elde edilen mersin balıklarının yumurtalarından havayar üretilmektedir.

Günümüzde 35 ülkede 14 tür mersin balığı ve bu türlerden elde edilen bir çok hibrit hattın kültür şartlarında üretiminin yapıldığı bilinmektedir (Bronzi vd., 2011). Yetiştiricilikte en çok Sibiryaya mersini (*Acipenser baerii*) kullanılmaktadır. Bunu karaca, çoka ve sivriburun izlemektedir (Fotoğraf 1).



**Fotoğraf 1.** Yetiştiriciliği yapılan karaca mersin balığı

Bu balıklar zeminden çok iyi yem almaktadır. Bu durum rostrumlarının altında bulunan oldukça hassas bıyıklarından kaynaklanmaktadır ve bu bıyıklar zemindeki yiyecekleri kolaylıkla tespit edebilmektedir. Ayrıca uzun ve dışarı uzayan (kontraktil) dudaklarıyla yemlerini zeminden çekerek beslenebilmektedirler (Dettlaff vd., 1993). Kültür koşullarında yetiştirilen Mersin balıklarının beslenmesinde balıkların gelişim evrelerine bağlı olarak %40-56 ham protein, %10-22 ham yağ içeren granül ve pelet alabalık yemleri kullanılmaktadır (Hung ve Deng, 2002; Garcia-Gallego vd., 2009).

Balıklara verilen yemlerin esansiyel yağ asitleri bakımından eksik olması sonucunda, gelişimin durmasından ölüme değin birçok noksanlık belirtileri görülmektedir. Mersin balıklarının yağ asitlerine olan ihtiyaçları diğer balıklarda olduğu gibi yavru dönemi, gelişme ve

damızlık dönemlerinde farklı olmaktadır (Altan vd., 1997; Sargent vd., 2002; Turchini vd., 2009).

Bu derlemede mersin balıklarının beslenmesinde de son derece önemli rolü olan yağ asitleri incelenmiş ve yemlerin hazırlanmasında kullanılacak yağ asitleriyle ilgili önerilerde bulunulmuştur.

### Yağ Asitleri

Hayvansal organizmaların başlıca enerji kaynaklarından biri olan lipidleri oluşturan yağ asitleri oldukça önemli görevlere sahiptir. Bu görevler arasında, hücre zarlarının yapı taşı olarak işlev görmesinin yanı sıra birincil enerji kaynağı, yağda eriyen vitaminleri taşıma, koruyuculuk özelliği, bağışıklık sistemini güçlendirici, üremede ve yumurta gelişimindeki roller yer almaktadır (Aras vd., 2002). Yağların bir gramının yanması sonucu içeriğindeki yağ asitlerinin zincir uzunluğuna bağlı olarak ortalama 9.4 kcal brüt enerji vermeleri nedeniyle önemli bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Yağ asitleri çoğunlukla çift karbon içeren, düz zincirli ve değişik zincir uzunluğuna sahip organik asitler olarak tanımlanabilmektedir. Yapılarındaki çift bağların varlığına göre doymuş ya da doymamış yağ asitleri olarak ikiye ayrılırlar (Kayahan, 2007).

Doymuş yağ asitlerine laurik, miristik, palmitik, stearik ve araşidonik asit; çoklu doymamış yağ asitlerine (PUFA) ise omega $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 yağ asitleri örnek olarak verilebilir (Şekil 1).  $\omega$ -3 yağ asitleri, karbon zincirinin metil ucuna göre ilk çift bağın 3. karbonunda olduğu yağ asitleridir. Bu grupta bulunan, 3 bağ ihtiva eden  $\alpha$ -linolenik asit, eikosapentaenoik asit (EPA), dokosaheksaenoik asit (DHA) ve 5 bağ ihtiva eden yüksek doymamış yağ asitleri (HUFA) besin değeri açısından önemli yağ asitleridir.  $\omega$ -6 yağ asitleri ise ilk çift bağın metil grubu tarafından 6. Karbonunda olduğu doymamış yağ asitleri olup, en önemlileri linoleik asit 18:2 n-6) ve araşidonik

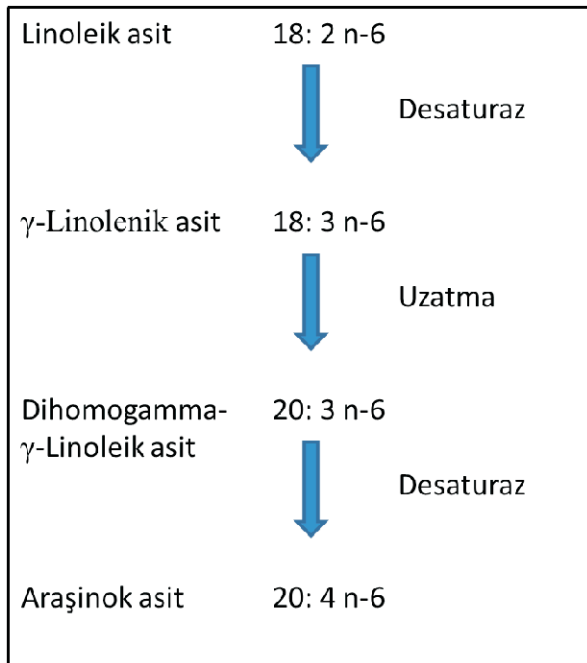
Asit (20:4 n-6)'tir. Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) bir çift bağ içeren yağ asitleridir. MUFA grubuna oleik asit (18:1n-9) örnek verilebilir (Ası, 1995; Nelson ve Cox, 2000, Kaya vd., 2004).

Yağ asitleri ve enerji kaynağı bağlamında mersin balıklarının yağ gereksinimleriyle ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Gawlicka vd., 2002; Garcia-Gallego vd., 2009). Bir çok araştırmacı mersin balıklarının  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 yağ asitlerine ihtiyaç duyduklarını ve bunları yem ile almaları gerektiğini bildirmişlerdir (Deng vd., 1998; Sargent vd., 1995 ve 2002; Şener vd., 2006; Turchini vd., 2009). Turchini vd. (2009) balıkların temelde linoleik (18:2 n-6) ve  $\alpha$ -linolenik (18:3 n-3) yağ asitlerine ihtiyaç duyduklarını, ancak tüm balıkların az ya da çok bu yağ asitlerini 20 ve 22 karbonlu n-6 ve n-3 yağ asitlerine çevirebildiklerini bildirmiştir. Mersin balıklarının 18 n karbonlu yağ asitlerini 20:4n-6, 20:5n-3 ve 22:6n-3'e çevirebilme yetenekleri konusunda bir karmaşa mevcuttur. Ancak benimsenen yaygın görüş, Deng vd. (1998) Mersin balıklarının bu iki temel yağ asitlerini

araşidonik ve DHA'ya dönüştürebildikleri gerçeğine dayanarak 18:2n-6 ve 18:3n-3'ün esansiyel olduğu yönündedir. Bunun aksine, Wirth vd. (2002) gibi, mersin balıklarının linoleik asidi, arşidonik aside dönüştüremediklerini iddia eden araştırmacıların da olduğunu belirtmekte fayda vardır. Diğer taraftan Sargent vd. (2002) birçok balık türünün HUFA bakımından zengin besinlerle beslendiklerinde yağ asitlerini dönüştürme yeteneklerini yitirdiklerini bildirmiştir.

Hung vd. (1997) %25.8-40.2 arasında yağ içeren dört farklı salmon yemi ile 110 g ağırlığındaki beyaz mersinler üzerine yaptıkları 8 haftalık büyütme çalışmasında %25.8, 30.4 ve 35.7 yağ içeren yemlerde büyümenin hızlı ve yem değerlendirmenin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Buna karşın, Medale vd. (1991) %22 yağ ve ham nişasta ile hazırladıkları yem ile beslenen Sibiryalı mersinlerinde lipit sindirim katsayısının, %12.5 yağ ve jelatinize edilmiş nişasta ile hazırladıkları yem ile beslenenlerden daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Diğer taraftan Herold vd. (1995) %27 dekstrin ve ham mısır nişastası ile hazırlanan bir yem ile beslenen beyaz mersinlerde lipit sindirilebilirliğini %95 olarak belirlemişlerdir. Hung (1991) %15 yağ düzeyinde farklı yağ kaynaklarının 8 haftalık bir sürede eşit oranda değerlendirildiğini bildirmişlerdir. McKenzie vd. (1994) balık yağı ve Hindistan cevizi yağı ile hazırlanmış yemler ile besledikleri Adriyatik mersinlerinin (*Acipenser naccarii*) büyümelerinde fark gözlemlemişlerdir.

Yemlerde farklı yağ kaynaklarının kullanılması balık etinin yağ asidi kompozisyonunda değişikliğe neden olabilmektedir. Örneğin balık yağıyla hazırlanan yem ile beslenen Adriyatik mersinlerinin et, karaciğer ve kalplerindeki  $\omega$ -3 yüksek doymamış yağ asitlerinin (HUFA), Hindistan cevizi yağı ile beslenenlerden daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Agnisola vd., 1996; McKenzie vd., 1997).



Şekil 1. Linoleik asidin arşidonik aside dönüşme mekanizması (Gessner vd., 2002).

Xu vd.(1993 ve 1996) HUFA  $\omega$ -3 bakımından zengin balık yağıyla beslenen mersin balıklarının özellikle kaslarında bitkisel yağı ile hazırlanan yemlerle beslenenlere nazaran daha fazla yağ asidi depolandığını bildirmişlerdir. Palmegiano vd. (2005) spirulina ile zenginleştirilen yem ile beslenen Sibirya mersinlerinin etlerinde palmitik ve linoleik asitlerin arttığını, buna karşın miristik asit miktarının azaldığını bildirmişlerdir. Şener vd. (2005) ortalama ağırlıkları 27 g olan karaca mersinlerini, yağ oranı %13.98 olan balık yağı, ayçiçeği yağı ve soya yağı ilave edilen 3 grup yem ile 63 gün besledikleri çalışmada, balık yağı ve ayçiçeği yağı ile beslenen balıkların ağırlık artışlarının aynı olduğu görülmüştür. Aynı çalışmada, doğal olarak balık yağı ile beslenen balıklarda  $\omega$ -3 yağ asitleri, bitkisel yağlarla beslenen balıklarda ise  $\omega$ -6 yağ asitleri daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir. Şener vd. (2006) yaptıkları bir başka çalışmada balık ununun yerine mısır unu, soya unu ve ayçiçeği unu kullanarak hazırladıkları yemlerle besledikleri 143 g ağırlığındaki karaca mersinlerinde balık unu yerine bitkisel un kullanıldığında büyümeyi etkilemediği, ancak et ve karaciğerde biriken yağın içeriğini etkilediğini bildirmişlerdir.

Paleari vd. (1997) 5 ve 10 kg ağırlıklarındaki beyaz mersin balıklarının yağ kompozisyonunu inceledikleri çalışmalarında kaslarda yağ asitlerinin yem ve sıcaklıktan etkilendiğini bildirmişlerdir.

Vaccaro vd. (2005) %48 protein ve %20 yağ içeren yem ile besledikleri hibrit (*Acipenser naccarii* x *A. baerii*) mersin balığının sırt etinde yaptıkları yağ asidi analizlerinde bu hibritin diğer mersin balıklarına göre linolenik asit miktarının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Khodabandelo vd. (2011) poliket kutlarından Nereidae familyasının bir türü olan *Nereis diversicolor*, *Daphniamoina* ve konsantre yem kullanarak hazırladıkları altı farklı yem ile besledikleri 95 gramağırlığındaki İran mersinlerinde (*Acipenser persicus*), *Nereis diversicolor* ile beslenen

balıklarda HUFA, PUFA, ve araşidonik asit değerlerinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Furne vd. (2005) Adriyatik mersinlerinde bazı temel enzimlerin aktivitesini belirlemeye yönelik yaptıkları bir çalışmada yağ oksidasyonunun karaciğer ve kalpte gerçekleştiğini, hepatik, lipojenik ve glikojenik kapasitelerinin gökkuşağı alabalıklarından (*O. mykiss*) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Gershanovich (1989) kuluçkahanelerden topladıkları çoka, sivri burun, mersin morinası, şip ve Sibirya mersin balıklarının döllenmiş yumurta, larva ve 10 gün yemlenmiş yavrularda yaptıkları yağ asidi kompozisyonu belirleme çalışmasında 50 yağ asidi belirlediklerini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 oranının yumurta ve larvalarda düşük olduğu, yavruların dış beslenmeye başladıktan sonra bu oranın arttığı belirtilmiştir.

Hedayatifard vd. (2007) doğadan yakalanan sivri burun mersinlerinin etinde yaptıkları yağ asitleri profil analizinde oleik,  $\alpha$ -linolenik ve DHA oranlarının sırasıyla % 43.71, % 7.75 ve % 3.53 olduğunu bildirmişlerdir.

Caprino vd. (2008) yetiştiricilikten gelen beyaz mersin balığından elde edilen 22 havyar örneğinin yağ asitleri kompozisyonunu inceledikleri çalışmada palmitik (16:0) ve oleik asitlerin (18:1 n-9) dominant olduğunu bildirmişlerdir. Shin vd. (2010) iki farklı çiftlikten aldıkları beyaz mersin havyar örneklerinde yağ oranının %10.2 ile 14.4 arasında değiştiğini ve yağ asitlerinden palmitik ve oleik asitlerin en fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Wirth vd. (2002) farklı doğal kaynaklardan yakalanan mersin morinası, karaca mersini, sivriburun ve paddlefish türleri ile yetiştiricilikten gelen Sibirya mersini, sivriburun ve paddlefish türlerin havyarlarının yağ analizi sonuçlarına göre, bütün havyarlarda oleik asidin (18:1n-9) en fazla olduğunu, yetiştiricilikten gelen balıkların havyarlarında linoleik asidin (18:2n-6) daha fazla ve araşidonik asidin (20:4 n-6) daha az olduğunu bildirmişlerdir.

Yağ asidi profilinin doğadan ve yetiştirilicilikten gelen havyarların ayırt edilmesinde kullanılabileceğini (Gessner vd., 2002) ve yem içinde %1-2 oranında yağ asitlerinin bulunması bu ayırmanın yapılması için yeterli olacağı bildirilmiştir (Gessner vd., 2008).

Garcia-Gallego vd. (1999) Adriyatik mersin balığının yağ ihtiyacı ve kalitesini belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada oleik ve palmitik asitlerin bütün yaş gruplarında eşit oranda bulunduğunu ve bu türün insan tüketimi için HUFA n-3yağ asitlerioranı yüksek, son derece cazip bir gıda olduğunu bildirmişlerdir.

Şener vd. (2005) n-6/n-3 oranının 0.24 olan balık yağı ile hazırlanan yemlerle beslenen karaca mersinlerinde bütün vücut kompozisyonunda bu oranın 0.55, Xu vd. (1993) n-6/n-3 oranı 0.40 olan morina (*Gadus morhua*) yağı ile hazırlanan yemle besledikleri beyaz mersin balıklarının etinde bu oranın 0.54, Asadi vd. (2012) n-6/n-3 oranı 0.50 ve 2.13 besledikleri mersin morinaların etinde bu oranın 0.48 ve 1.38 olduğunu ve yem ve etteki n-6/n-3 oranlarının birbirleriyle ilişkili olduğunu bildirmiştir. Diğer taraftan doğadan yakalanan sivriburun mersinlerinin etinde n-6/n-3 oranının 0.23 olduğunu bildirmiştir (Hedayatifard vd., 2007).

Mersin balıkları n-3 ve n-6 serisi yağ asitlerini kısa sentezlemektedir. Bu nedenle ette DHA ve araşidonik asit oranları düşük çıkmaktadır. Örneğin araşidonik asit oranı beyaz mersinlerde 2.01-3.36 (Xu vd., 1993), karaca mersinlerinde 0.72-0.86 (Şener vd., 2005), sivriburun mersininde 0.51 (Hedayatifard vd., 2007) ve mersin morinalarında 0-39-0.74 (Asadi vd., 2012) olarak bildirilmiştir.

## Sonuç ve Öneriler

Günümüzde doymamış yağ asitlerinin insanların büyüme ve gelişmesine etkisi özellikle kalp rahatsızlıklarının önlenmesi ve beyin fonksiyonlarındaki kritik önemi çok iyi

bilinmektedir (Kaya vd., 2004). Mersin balıkları da diğer balıklar gibi insan tüketimine yönelik yetiştirilmektedir. Yetiştiriciliği yapılan diğer balıklardan farklı olarak bu balıkların yumurtalarından lüks tüketim ürünü olan havyar yapılmaktadır. Havyarın kalitesini de içerdiği besin elementleri belirlemektedir.

Mersin balıklarının etinde ve özellikle havyarında uzun zincirli n-3 serisi (EPA ve DHA) olması için doğrudan yemlerin içerisinde EPA ve DHA olması önerilir. Bunu sağlamak için mersin balıklarının yemlerinde, tercihen hasat öncesinde, yüksek oranda balık yağı kullanılmalıdır. Zira, balık yağı kaynakları hali hazırda maksimum üretim düzeyinde olması nedeniyle sınırlılık arz etmekte ve gelecekte daha sınırlı olacağı bilinmektedir.

Tıpkı diğer canlılarda olduğu gibi yetiştirilen balıklar da yaşayabilmeleri, sağlıklı olabilmeleri, iyi büyüebilmeleri ve üreyebilmeleri için yağ asitlerine ihtiyaç duymaktadırlar. Mersin balıklarının etinde ve havyarında  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 yağ asitlerinin depolanabilmesi ve arzulanan kalitede et ve havyar üretilmesi için yetiştirilen balıkların yemlerinde yeteri miktarda ve dengeli yağ asitlerinin bulunması gerekmektedir. Bu nedenle mersin balıklarının beslenmesinde kullanılacak yemlerde yağ asitlerinin miktar, nitelik ve kaynağının bilinmesi büyük önem taşımaktadır.

## Kaynaklar

- Agnisola, C., McKenzie, D.J., Taylor, E.W., Bolis, C.L. ve Tota, B. 1996. Cardiac Performance in relation to oxygen supply varies with dietary lipid composition in the sturgeon. *American Journal of Physiology*, 27: 417-425
- Akbulut, B., Zengin, M., Çiftçi, Y., Ustaoglu Tiril, S., Memiş, D., Alkan, A., Çakmak, E., Kurtoğlu, İ. Z., Aydın, İ., Üstündağ, E., Eroğlu, O. ve Serdar, S. 2011. Stimulating sturgeon conservation and rehabilitation measures in Turkey: an overview on major projects (2006-2009). *Journal of Applied Ichthyology*, 27: 415-419.

- Aras, N.M., Haliloğlu, H.İ. ve Atamanalp, M. 2002. Balıklarda Yağ Asitlerinin Önemi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 33(3): 331-335.
- Asadi, R., Imanpoor, M.R. ve Dastar, B. 2012. Requirements of n-3 Highly Unsaturated Fatty Acids in Beluga (*Huso huso*) Juvenile and their Effects on Growth, Carcass Quality and Fatty Acids Composition. *J. Agr. Sci. Tech.* Vol. 14: 149-159.
- Ası, T. 1995. Tablolarla Biyokimya Cilt 1, İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi İstanbul: 129-197.
- Altan, Ö., Korkut, A.Y., ve Vural, A. 1997. Anaç Balıkların Besin Madde Gereksinimleri. E.Ü. Su Ürünleri Fak. Dergisi cilt no:14, sayı:3-4, sayfa: 387-392 İzmir.
- Bronzi, P., Rosenthal, H. ve Gessner, J. 2011. Global sturgeon aquaculture production: an overview. *J. Appl. Ichthyol.*, 27: 169-175.
- Caprino, F., Moretti, V.M., Bellagamba, F., Turchini, G. M., Busetto, M. L., Giani, I., Paleari, M. A., ve Pazzaglia, M. 2008. Fatty acid composition and volatile compounds of caviar from farmed white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Analytica Chimica Acta*, 617: 139-47.
- Çelikkale, M.S. 1994. İçsu Balıkları Yetiştiriciliği. KTÜ. Sürmene Deniz Bilimleri Fak. Trabzon: 279-310.
- Deng, D.F, Hung, S.S.O. ve Conklin, D.E. 1998. White sturgeon (*Acipenser transmontanus*) requires both n- 3 and n- 6 fatty acids. *Aquaculture*, 161: 333.
- Dettlaff, A.A., Ginsburg, A.S. ve Schmahausen, O.I. 1993. Sturgeon Fishes, Development Biology and Aquaculture, Siproinger Verlag, Berlin-Heidelberg, 300 pp.
- Edwards, D. ve Doroshov, S. 1989. Appraisal of the sturgeon and sea trout fisheries and proposals for a rehabilitation program. *FAO Field Document I.TCP/ TUR/8853*. pp. 38.
- Furne, M., Hidalgo, M.C., Lopez, A., Garcia-Gallego, M., Morales, A.E., Domezain, A., Domezain, J. and Sanz, A. 2005. Digestive enzyme activities in Adriatic sturgeon *Acipenser naccarii* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. A comparative study. *Aquaculture*, 250: 391-398.
- Garcia-Gallego, M. de la Higuera, M. Hidalgo, M.C. Furne, M. Morales, A.E. and Sanz A. 2009. on Nutrition and Feeding Studies as the Basis for the Culture of Different Sturgeon Species. R. Carmona, Domezain, A., Garcia-Gallego, M., Hernando, J.A., Rodriguez, F. ve M. Ruiz-Rejón, M. (eds), *Biology, Conservation and Sustainable Development of Sturgeons*, Springer Science Business Media B.V. 215-234 pp.
- Garcia-Gallego, M., Sanz, A., Domezain, A. ve De la Higuera, M. 1999. Age-size influences on tissues lipid quality of the sturgeon *Acipenser naccarii* from intensive culture. *Journal of Applied Ichthyology*, 15: 261-264.
- Gawlicka, A., Herold, M.A., Barrows. F.T., de la Nouee, J., Hung, S.S.O. 2002. Effects of dietary lipids on growth, fatty acid composition, intestinal absorption and hepatic storage in white sturgeon (*Acipenser transmontanus* R.) larvae. *Journal of Applied Ichthyology*, 18(4-6): 673-681.
- Geldiay, R. ve Balık, S. 1996. Türkiye Tatlısu Balıkları, Ders Kitabı, Ege Üniv., Su Ürün., Fak., Yay., No: 46, İzmir.
- Gershanovich, A.D. 1989. Lipid Mobilization during early development of sturgeons. P. Williot (ed.), *Acipenser*, Cemagref Publ. 41-53 pp.
- Gessner, J., Wirth, S., Kirschbaum, F., Krüger, A. ve Patriche, N. 2002. Caviar composition in wild and cultured sturgeons – impact of food sources on fatty acid composition and contaminant load. *J. Appl. Ichthyol.*, 18: 665-672.
- Gessner, J., Würtz, S., Kirschbaum, F. ve Wirth, M. 2008. Biochemical composition of caviar as a tool to discriminate between aquaculture and wild origin. *J. Appl. Ichthyol.*, 24 (Suppl. 1): 52-56.
- Hedayatifard, M. ve Moeini, S. 2007. Loss of Omega-3 fatty acids of Sturgeon (*Acipenser stellatus*) During Cold Storage. *International Journal of Agriculture & Biology*, 1560-8530.
- Herold, M.A., Hung, S.S.O., Fynn-Aikins, K. 1995. Apparent digestibility coefficients carbohydrates for white sturgeon. *Progressive Fish-Culturist*, 57(2): 137-140.
- Hung, S.S.O. 1991. Nutrition and feeding of hatcheryproduced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*): an overview. P. Williot (ed.), *Acipenser. Actes du premier colloque international sur l'esturgeon*. Cemagref, Bordeaux, France. 25-39 pp.
- Hung, S.O. ve Deng, D.F. 2002. Sturgeon, *Acipenser* spp. C.D Webster ve C.E. Lim (eds.), *Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture*. CABI Publishing New York, 34-358 pp.
- Hung, S.S.O., Storebakken, T., Cui, Y., Tian, L. ve Einen, O. 1997. High-energy diets for white sturgeon, *Acipenser transmontanus* Richardson. *Aquaculture Nutrition*, 3(4): 281-286.

- Kaya, Y., Duyar, H.A. ve Erdem, M.E. 2004. Balık Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı İçin Önemi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 3-4: 365-370.
- Kayahan, M. 2007. Lipidler. İ. Saldamlı (Ed.), Gıda Kimyası. Hacettepe Üni. Yayınları, Ankara: 133-221.
- Khodabandelo, A., Nezami, S.A., Khara, H., Pazhand, Z. ve Maede T. 2011. Fatty Acid Profile of Persian Sturgeon, *Acipenser persicus* Fries in Relation to the Consumption of Different Composition of Diet: Food Concentrate and Life Foods, *Daphnia moina* and *Nereis diversicolor*. *Advanced Studies in Biology*, 3(2): 79-88.
- McKenzie, D.J., Piraccini, G., Papini, N., Galli, C., Bronzi, P., Bolis, C.G. ve Taylor, E.W. 1997. Oxygen consumption and ventilatory reflex responses are influenced by dietary lipids in sturgeon. *Fish Physiology and Biochemistry*, 16: 365-379.
- McKenzie, D.J., Piraccini, G., Taylor, E.W., Steffensen, J.F., Bronzi, P. ve Bolis, L. 1994. Effects of dietary lipids on responses to stress in fish. D.D. MacKinlay (ed.), *Proceedings of an International Symposium on High Performance Fish.*, Fish Physiology Society/American Fisheries Society, Vancouver, 40-46 pp.
- Medale, F., Blanc, D. ve Kaushik, S.J. 1991. Studies on the nutrition of Siberian sturgeon, *Acipenser baeri*. 2. Utilization of dietary non-protein energy by sturgeon. *Aquaculture*, 93: 143-154.
- Nelson, D.L. ve Cox, M.M. 2000. *Lehninger Principles of Biochemistry*, W. H. Freeman publish. 3rd edition. 1200 pp.
- Palleari, M.A., Beretta, G., Grimaldi, P. ve Vaini, F. 1997. Composition of muscle tissue of farmed white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) with particular reference to lipidic content. *Journal of Applied Ichthyology*, 13: 63-66.
- Palmegiano, G.B., Agradi, E., Forneris, G., Gai, F., Gasco, L. ve Rigamonti, E. 2005. Spirulina as a nutrient source in diets for growing sturgeon (*Acipenser baeri*). *Aquaculture Research*, 36: 188-195.
- Sargent, J.R., Bell, J.G., Bell, M.V., Henderson, R.J. ve Tocher, D.R. 1995. Requirement criteria for essential fatty acids. *Journal of Applied Ichthyology*, 11:183-198.
- Sargent, J.R., Tocher, D.R. ve Bell, J.G. 2002. The lipids. J.E. Halver ve R.W. Hardy (eds), *Fish Nutrition*, Academic Press, Elsevier, San Diego. 181-257 pp.
- Şener, E., Yıldız, M. ve Savaş, E. 2005. Effects of Dietary Lipids on Growth and Fatty Acid Composition in Russian Sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) Juveniles. *Turk J. Vet. Anim. Sci.*, 29: 1101-1107.
- Şener, E., Yıldız, M. ve Savaş, E. 2006. Effect of Vegetable Protein and Oil Supplementation on Growth Performance and Body Composition of Russian Sturgeon Juveniles (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) at Low Temperatures. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 6: 23-27.
- Shin, J.H., Oliveira, A. C. M. ve Rasco, B.A. 2010. Quality attributes and microbial storage stability of caviar from cultivated white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Journal of Food Science*, 75: 43-48.
- Turchini, G.M., Torstensen, B.E. ve Ng, W.G., 2009. Fish oil replacement in finfish nutrition. *Reviews in Aquaculture*, 1: 10-57.
- Ustaoglu, S. ve Okumuş, I. 2004. The Sturgeons: Fragile species need conservation. *Turkish J. Fish. Aquat. Sci.*, 4: 49-57.
- Vaccaro, A.M., Buffa, G., Messina, C.M., Santulli, A. ve Mazzola, A. 2005. Fatty acid composition of a cultured sturgeon hybrid (*Acipenser naccarii* x *A. baerii*). *Food Chemistry*, 93: 627-631.
- Wirth, M., Kirschbaum, F., Gessner, J., Williot, P., Patriche, N. ve Billard, R. 2002. Fatty Acid Composition in Sturgeon Caviar from Different Species: Comparing Wild and Farmed Origins. *International Review of Hydrobiology*, 87: 629-636.
- Xu, R., Hung, S.S.O. ve German, J.B. 1993. White sturgeon tissue fatty acid compositions are affected by dietary lipids. *Journal of Nutrition*, 123(10): 1685-1692.
- Xu, R., Hung, S.S.O. ve German, J.B. 1996. Effects of Dietary lipids on the fatty acid composition of triglycerides and phospholipids in tissues of white sturgeon. *Aquaculture Nutrition*, 2(2): 101-109.