

Yağ Asitlerinin Balıkların Büyüme ve Stres Toleransına Etkileri

Mehtap BAYIR¹

A.Necdet SİRKECİOĞLU¹

Abdulkadir BAYIR¹

Telat YANIK¹

N. Mevlüt ARAS¹

¹Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü, 25240, Erzurum (mehtapcengiz@hotmail.com)

Geliş Tarihi : 03.11.2009

Kabul Tarihi : 31.03.2010

ÖZET: Balıklarda toplam yağ ve yağ asiti kompozisyonu çevre şartlarına (sıcaklık ve rakım gibi), suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik koşullarına (tuzluluk, bulanıklık, pH, sertlik, fitoplankton, zooplankton çeşitliliği ve yoğunluğu gibi) bağlı olarak değişmektedir. Yetiştiricilikte başarı bu değişimin boyutları ve sınırları ile birlikte stres toleransının bilinmesi ve uygulanmasına bağlıdır. Önemi dolayısıyla bu derleme makalesinde yerli ve yabancı kaynaklar taranarak konunun olabildiğince bütün boyutları üzerinde durulmuştur.

Anahtar kelimeler: Balık, yağ asidi, stres, büyüme.

The Effects of Fatty Acids on Growth and Stress Tolerance of Fish

ABSTRACT: Total lipid and fatty acid composition in fish are affected by environmental condition (temperature and altitude etc.), physical, chemical and biological properties of water such as salinity, turbidity, pH, hardness, variety and density of phytoplankton and zooplankton. Success in fish breeding depend on both size and border of these changes and recognition and application of stress tolerance of fish. Therefore, in this review, national and international literatures about relationships between fatty acids and stress tolerance in fish were searched and all details were given as much as possible.

Key Words: Fish, fatty acid, stress, growth.

GİRİŞ

Balıklarda yağ asitleri türlere, cinsiyete, mevsimlere, beslenme ortamına, besin farklılığına suyun fizyolojik, biyolojik ve kimyasal özelliğine göre değişmektedir. Enerji amaçlı olarak yemle alınan yağlar farklı dokularda farklı oranlarda depolanmaktadır. Bu yönüyle yetiştiricilere ürettikleri balıkların farklı safhalarında önceden yağ asidi profilini belirleyebilme fırsatı doğmaktadır (Halver, 1988). Diğer bir ifadeyle balıkların farklı safhalarındaki yağ asidi kompozisyonları yemlerinin hazırlanmasında önemli ipuçları verebileceğinin delili olmuştur (Aras vd., 2009).

Balık yetiştiriciliği açısından rasyon yağının besin değeri; sindirilebilirliği ve yağ asit profili ile değerlendirilmektedir (Watanabe 1982). Yağların balıklar tarafından oldukça kolay bir şekilde sindirilip metabolize edildiği, bu özelliğinden dolayı karbonhidrata göre daha kolay bir şekilde enerji kaynağı olarak proteinin yerini aldığı bildirilmektedir. Yağların enerji kaynağı olarak kullanımı türler arasında farklılık göstermektedir (De Silva ve Anderson 1998).

Balıkların esansiyel yağ asidi ihtiyaçları türlere göre farklılık göstermekle birlikte, kesin sonuçlar elde edilememiştir. Balıklarda n-3 ve n-6 serisi yağ asidi ihtiyaçları diğer hayvanlardan daha fazladır. Gökkuşluğu alabalıkları ile yapılan entansif çalışmalarda linolenik asidin (18:3n3) büyüme üzerinde büyük etkisi olduğu saptanmıştır (Hoşsu vd., 2008). Balıklar doğada yağı depo etme eğiliminde olduğundan kültür balıklarının yağının yemden alınan yağa benzeme eğiliminde olduğu

ortaya konmuştur. Bu nedenle kullanılan yem balık tarafından depo edilen yağın tipini belirlediği saptanmıştır. Özellikle yemde kullanılan yağın kaynağı ve molekül büyüklüğüne bağlı olarak esansiyel yağ asit kompozisyonunun değiştiği bildirilmektedir. Yemdeki yağ miktarının ve esansiyel yağ asitlerinin yetersizliğinde soğuk su ve ılık su balıklarının büyüme oranında azalma, yem değerlendirmede düşme, ölüm oranında artma, karaciğerde yağlanma ve renk değişimi, kaudal yüzgeçte aşınma, deride solgunluk, stres belirtisi, solunumun artması, kalp miyopatisinin artması, kas su içeriğinin artışı ve hemoglobin seviyesinin azalması gibi birçok fizyolojik bozukluklara yol açtığı belirtilmektedir. Gökkuşluğu alabalığının az veya aşırı miktarda esansiyel yağ asidi içeren rasyonlarla beslenmeleri durumunda kas lipit düzeyinde azalma olduğu gözlenmiştir (Watanabe 1982, Ensminger vd., 1990, Grene and Selivonchick 1990, Tucker 1998).

Esansiyel yağ asidi ihtiyacına göre balık türleri

Kültür balığı diyetlerinde kullanılan lipitler, balıkların gereksinim duyduğu enerjinin büyük bir kısmını oluşturmakla beraber esansiyel yağ asitlerinin (EFA) tek kaynağıdır. Balıklar esansiyel yağ asitlerini hücresel yapı ve biyolojik zarların korunması için kullanırlar (Sargent vd., 1995,2002).

a-Ilık Su Balıkları

Sazan (*Cyprinus carpio*): Yapılan çalışmalarda esansiyel yağ asitlerinden linoleik aside (18:2n-6) ve linolenik aside (18:3n-3) %1 oranında ihtiyaç duydukları saptanmıştır (Satoh,1991). Satoh (1991), sazan balığının besin maddesi ihtiyaçlarını belirtirken yem içerisine yüksek oranda doymamış yağ asidi içeren yağ katılması gerektiğini bildirmiştir (Hoşsu ve Korkut, 1996).

Kanal yayını (*Ictalurus punctatus*): Bunlar yüksek oranda doymamış yağ asitlerine ihtiyaç göstermezler. Wilson (1991), çalışmalarında kanal yayınlarının esansiyel yağ asidi ihtiyaçlarını %1-2 oranında 18:3n-3 ya da %0.5-0.75 oranında n-3 HUFA olarak belirlemiştir. Ayrıca kanal yayını yemindeki lipid içeriğinin n-6 ve n-9 türü yağ asitlerinden oluşmasının gerekliliği bildirilmektedir (Hoşsu ve Korkut, 1996).

Tilapia (*Oreochromis spp.*): Wilson (1991), tilapia türlerinin sadece n-6 grubu yağ asitlerine gereksinim duyduğunu bildirmiştir. Bunlar % 1 oranında 18:2n-6 ve yine %1 oranında 22:4n-6 olarak belirtilmiştir. Bu türlerin yetiştiriciliği 20 °C su sıcaklığının üzerinde yapıldığından HUFA'ya ihtiyaç duyulmamaktadır (Hoşsu ve Korkut, 1996).

Soğuk Su Balıkları

Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*): Gökkuşuğu alabalığı en çok bilinen soğuk su balıklarındandır. Cho ve Covey (1991) adlı araştırmacılar, gökkuşuğu alabalıklarının HUFA'yı daha kısa zincirli n-3 yağ asitlerine dönüştürme yeteneklerinin olduğunu bildirmişlerdir. Cho ve Covey (1991) alabalıkların n-6 serisi yağ asitlerine gereksinim duymadıklarını ancak az miktarda 18:2n-3, %10 oranında 20:5n-3 veya 22:6n-3 yağ asitlerinin bulunması gerektiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte gökkuşuğu alabalıklarının yüksek miktarda esansiyel yağ asitlerine ihtiyaç gösterdiği ve yemlerinde n-3 grubu yağ asitlerinin bulunması gerektiği bildirilmiştir. Alabalıklar karnivor balıklar olduklarından karbonhidratları kullanma yetenekleri sınırlıdır. Bu nedenle enerji kaynağı olarak kullandıkları lipidler omnivorların gereksinim duyduğu %10-15 oranından yüksek olmaktadır. Özetlemek gerekirse gökkuşuğu alabalıklarının esansiyel yağ asidi ihtiyaçları %2-3 18:3n-3 ya da %1-1,5 HUFA'dır. Bunlara ek olarak n-6 serisi yağ asitlerine gerek duyulmaktadır (Wilson, 1991; Hoşsu ve Korkut, 1996).

Pasifik Som Balığı (*Oncorhynchus spp.*) : Pasifik som balıkları için yağlar en önemli enerji kaynağıdır. Çünkü karnivor balık türlerindedir ve karbonhidratları kullanım yetenekleri

sınırlıdır. Juvenil balıkların diyetlerinde n-6 serisi yağ asitlerinin %16,2 oranında olması gerektiği saptanmıştır. Wilson (1991), yemlerde n-3 serisi yağ asitlerinin kullanılmasını gerektiğini bildirmiştir (Hoşsu ve Korkut, 1996).

Buzzi vd., (1997) tatlı su balıkları esansiyel olan uzun zincirli yağ asitlerini (HUFA) 18 karbonlu (Linoleik; 18:2n-6 ve Linolenik; 18:3n-3) yağ asitlerinden sentezleyebilseler bile özellikle deniz ve tatlı su balıklarının yemlerine AA, EPA, DHA gibi yağ asitlerinin muhakkak surette katılmalarının gerekli olduğunu bildirmişlerdir.

Diğer Türler: Anadrom ve katadrom balıkların lipid gereksinimleri belirlenmeye çalışılmış ve sonuç olarak trigliseridlerdeki ve fosfolipitlerdeki n-6 serisinin n-3 serisine oranı 0,305-0,29 olarak bulunmuştur. Aynı oranın deniz ortamında 0,12-0,035 arasında olduğu bildirilmiştir. Hayat sikluslarında n-3 serisi yağ asitlerinin tatlı su ortamında daha yüksek bir orana sahip olduğu ortaya çıkarılmıştır. Yağların sindirimine ilişkin çalışmalarda genellikle alabalık ve sazanlar kullanılmıştır. Alabalıklarda yağların C sayısı 18'in üzerine çıktığında doymuş yağ asitlerinin sindiriminde azalma görülmektedir. Özellikle yağlı balıklarda sıcaklık artışı yağların sindirimi üzerine olumsuz bir etki yapmaktadır. Bunun yanısıra verilen yem miktarının artırılmasının da etkisi vardır. Sazanlarda yapılan çalışmada yem miktarının artışı yağın sindirimini olumsuz etkilemiştir. Özellikle yağlı balıklarda sıcaklık artışı yağların sindirimi üzerine olumsuz etki yapmaktadır. (Hoşsu ve Korkut, 1996).

Canlılardaki oksidatif stres hasarları; stresin şiddetine ve mekanizmasına, moleküler hedefe, fenton kimyasına, travmaya, nitrik oksit sentaz gibi enzim aktivasyonlarına ve nitrik oksijen türlerinin aktivitelerine bağlıdır (Gülçin, 2002). Oksidatif stres, oksijence zengin bir atmosferde süren yaşamın kaçınılmaz bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. Oksijen radikalleri ve diğer aktive edilmiş oksijen türleri aerobik metabolizmanın ürünleri olarak veya çeşitli doğal veya sentetik kirleticilere maruz kalma sonucu üretilirler. Organizmalar atmosferde bulunan oksijen miktarından biraz fazla doza maruz kalırlarsa, bu o canlıların oldukça yüksek toksisite riski altında olduğunu göstermektedir (Davies, 2000). Oksijenli ortamda organizmaların kendilerini oksijen metabolizmasının toksik etkilerine karşı koruyabilmeleri ve normal gelişimlerini sağlayabilmeleri için hücrelerde çok sayıda korunma ve savunma mekanizması bulunur (Fridovich, 1986; Davies, 2000). Biyolojik sistemlerin bu oldukça güçlü savunma mekanizmasına antioksidan savunma sistemi (ASS) adı verilir. ASS reaktif oksijen

türlerinin zararlarını minimum düzeye düşürmektedir. Prooksidanların oluşumu ile antioksidanlar tarafından bunların yok edilme hızları arasında bir denge mevcuttur. Eğer bu denge bozulacak olursa, oksidatif bozunma ile organizmalarda yukarıda özetlenen pek çok patolojik bozukluklar meydana gelerek organizmanın önemli hasarlar görmesine hatta ölümüne yol açabilmektedir. Bu nedenle; kararlı bir durumda olan reaktif oksijen türleri (ROS) üretimi, moleküler oksidasyon ve antioksidan tüketim aerobik hücrelerde sürekli olarak meydana gelmektedir (Kolaylı, 1996). Glutasyon ve glutasyon türevleri balıklarda oksidatif strese karşı savunma görevi yapan önemli bişiklerdir (Stephensen vd., 2002). Vücut radikallere karşı kendi savunma sistemini kurar. Süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutasyon peroksidaz (GPx) gibi enzimatik oksijen radikali yakalayıcıları, askorbat (C vitamini), urat ve redükte glutasyon gibi hidrofilik radikal tutucular, tokoferoller (E vitamini), flavonoidler, karotenoidler (A vitamini) ve ubikuinol gibi lipofilik radikal tutucular, glutasyon redüktaz, dehidroaskorbat redüktaz ve tiyoredüksin redüktaz gibi antioksidanları yenileyen enzimler ve diğer indirgenleri yenileyen hücresel mekanizmalar vardır (Doğan 2002). Özmen vd., (2004) sürekli su akışı olan tanklarla su akışı olmayan ancak suyu bir filtre ile sürekli olarak temizlenen tankta (resirkülasyon tankı) tutulan gökkuşağı alabalıklarında antioksidan enzim aktivitelerini ölçmek suretiyle balıklarda stresi belirlemeye çalışmışlardır. Bu çalışmaya göre resirkülasyon uygulanan grupta G6PD, GR ve SOD enzim aktiviteleri düşerken, GPx ve CAT aktiviteleri artmıştır. Araştırmacılar resirkülasyon uygulanan grubun oksidatif stres altında kaldıklarını ve bu sebeple de antioksidan enzim aktivitelerinde kontrol grubuna nazaran önemli değişikliklerin olduğunu belirtmişlerdir.

Larvaların mikropartikül diyetlerle başarılı bir şekilde beslenmesi 1980’de Teshima vd., 1982; Charlon ve Bergot, 1984; Dabrowski, 1984; Dabrowski vd., 1983; Kanazawa, 1985; Kanazawa ve Teshima, 1988; Kanazawa vd., 1982, 1989 tarafından yapılan çalışmada başarılmıştır. Mikropartikül diyetlerin araştırılması esnasında izlenen yolda, diyetlerdeki fosfolipid kaynaklarının ayu balıkları ve red sea bream gibi balıkların normal büyümeleri ve canlılıklarını devam ettirebilmeleri için esansiyel olduğu tespit edilmiştir. Larval ayu balıklarında şekil bozukluğunun meydana gelmesinde diyetteki fosfolipitlerin etkileri araştırılmıştır. Diyete lesitin ilavesi ile balıklarda dönme hastalığının azaldığı görülmüştür. (Kanazawa vd., 1981). Diyet fosfolipidleri sadece larva döneminde değil, aynı zamanda *Japanase flounder*’in juvenil dönemlerinde de etkilidir. Balık larvalarının büyümesi için diyetlerde fosfolipidlerin gerekli olduğu tespit

edildiğinden beri, ticari soya lesitini gibi fosfolipidleri içeren diyetler su ürünlerinin beslenmesinde önemli oranda kullanılmaktadır. Hem lipid nutrientleri, fosfolipidler, hem de n-3 HUFA’nın deniz balıklarının hayatta kalmaları ve büyümeleri için zorunlu olduğuna inanılır (Kanazawa, 1993). Tago vd., (1999)’un yapmış olduğu çalışmada 1,2-di-eicosapentaenoic acid-phosphatidylcho-line (EPA-PC) ve 1,2-didocosahexaenoic acid-phosphatidylcholine (DHA-PC)’nin *Japanese flounder* balığında büyüme ve stres toleransına karşı etkisi araştırılmıştır. *Japanese flounder* larvalarının stres toleransları, hayatta kalmaları ve büyümeleri üzerine DHA-PC ve EPA-PC’nin etkileri karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, 1,2-didocosahexaenoic acid-phosphatidylcholine fosfolipitlerin, *Japanese flounder* larvalarının sıcaklığın artırılması ve çözünmüş oksijenin düşürülmesinden kaynaklanan strese toleranslarının 1,2-di-eicosapentaenoic acid-phosphatidylcholine’den daha etkili olduğunu göstermiştir. 30 günlük bir denemede beslenen *Japanese flounder* larvalarının EPA-PC VE DHA-PC diyetleri arasındaki stres toleransları karşılaştırılmıştır. DHA-PC diyetiyle beslenenlerin artan su sıcaklığına ve düşük seviyedeki çözünmüş oksijen seviyesine EPA-PC ve DHA-TG’den daha toleranslı olduğu ve DHA-TG ile EPA-PC diyetleri ile beslenen larvaların tuzluluğun azaltılması stresine karşı toleranslarının eşit olduğu görülmüştür. *Japanese flounder* larvalarının çeşitli stres faktörlerine toleranslarının artmasında DHA-PC diyeti ile beslenenlerin EPA-PC diyeti ile beslenenlerden önemli derecede farklı olduğu gözlenmiştir (Tago vd., 1999).

Crowford vd., (1986), Christiansen vd., (1989), Yılmaz (1995) balıkların lipid bileşimlerini su sıcaklığı, deniz veya tatlı su ortamı, canlılığın biyolojik özellikleri, fizyolojik aktiviteleri, tükettikleri besinlerin özellikleri, yağ içeriği ve bileşiminin etkili olduğunu belirtmişlerdir. Lee vd., 1967, genç alabalıklarda ölüm oranı, yem değerlendirme ve büyüme üzerine yağların etkisini araştırdıkları bir çalışmada, yem değerlendirme oranının ve canlı ağırlık artışının en yüksek değeri %1 somon yağı + %9 mısır yağından oluşan yemle beslenen balıklarda, en düşük değerin ise % 10 mısır yağı veya %10 soya yağı kullanılan yemle beslenen balıklarda olduğunu tespit etmişlerdir.

Kalogeropoulos vd., (1992), Nematipour ve Gatlin (1993) balıkların beslendikleri yemin yağ konsantrasyonunun vücudun yağ ve yağ asidi kompozisyonunu etkilediğini, balıklarda maksimum büyümeleri, yaşama oranlarının yüksek ve yem değerlendirmelerinin iyi olabilmesi için n-3 HUFA’nın özellikle de EPA (20:5n-3) ve DHA (22:6n-3)’ya gereksinim duyduklarını bildirmişlerdir. Henderson

vd., (1992) gökkuşuğu alabalıklarının n-3 PUFA ihtiyaçlarının çok iyi bilinmesi gerektiğini bu yağ asitlerinin bazı hastalıklara dayanıklılığı artırması ve yüksek seviyelerde n-3 PUFA içeren yemlerle beslenen salmonların bağışıklık sistemlerinin etkilendiğinin ispatlanmış olmasının önemine dikkat çekmektedir. Legendre vd., (1995) Afrika kedi balığı (*Heterobranchus longifilis*) yavruları üzerinde yaptıkları araştırmada, deneme diyetlerinde balık yağı, pamuk yağı ve farklı bitkisel yağlar (palmye, hindistan cevizi, fıstık yağları) kullanarak, bu yağların balıklarda büyüme, yaşama oranı ve vücut yağ asidi kompozisyonuna etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonunda pamuk yağı ile beslenen balıkların balık yağı ile beslenen balıklarla benzer bir büyüme gösterdiğini, ancak balık yağı ile beslenen balıkların vücutunda n-3 yağ asitleri ve pamuk yağı ile beslenen balıkların vücutunda n-6 yağ asitlerinin baskın olduklarını belirtmişlerdir. Arslan vd., (2008)'in yağ kaynağı olarak oleik asit, linolenik asit, linoleik asit ve lesitin ve balık yağı kullanarak hazırladıkları yemlerle besledikleri Amerika kedi balıkları (*Pseudoplatystoma fasciatum*)'nda deneme sonunda yaşama oranı bakımından gruplar arasında önemli bir farkın olmadığı tespit edilirken, lesitin ile beslenen grubun canlı ağırlık artışının diğer gruplardan önemli derecede yüksek olduğu kaydedilmiştir. Ayrıca analizler sonucunda lesitin ile hazırlanan yemlerle beslenen balıkların yağ miktarının diğer gruplardan önemli derecede düşük çıktığı tespit edilmiştir. Balıkların kas ve karaciğer yağ asidi kompozisyonuna bakıldığında, araşidonik asit seviyesinin linoleik asit ile oleik asit karmasıyla hazırlanan yem ve lesitin ile hazırlanan yemi tüketen balıkların balık yağı ve linolenik asit ile hazırlanan yemle beslenen balıktan önemli derecede yüksek olduğuda çalışmanın diğer sonuçlarından biridir.

Hove ve Nielsen (1991) tarafından yürütülen bir araştırmada yedi farklı diyet salmon (*Salmo salar*) larvalarının başlangıç beslemesinde kullanılmış ve elde edilen sonuçlar 1 ay sonunda kontrol grubuyla mukayese edilmiştir. Sonuçta 14:0, 14:1n5, 16:0, 20:1n9, 20:2n6, 22:1n11 yağ asitlerinin miktarlarının önemli ölçüde arttığı, 18:1n9, 18:2n3, 20:3n6, 20:5n3 ve 22:6n3 yağ asitlerinin nisbi miktarlarında ise düşüş olduğu rapor edilmiştir. Yağ asidi kompozisyonlarının muamele ve kontrol grubu larvalarında önemli varyasyon gösterdiği, fakat bu varyasyonun diyetteki yağ asidi kompozisyonuna bağlı olmadığı belirtilmiştir. Ülkemizde yürütülen bir çalışmada gökkuşuğu (*Oncorhynchus mykiss*) alabalığının yemlerindeki esansiyel yağ asitlerinin büyüme üzerine olumlu etkilerinin olduğu, diyetlerde linolenik asit seviyesi %0,5 den az olduğu durumlarda gelişmede gerileme, kalpte ve kuyruk yüzgecinde deformasyon ve şok sendromlarının gözlemlendiği belirtmiştir. Linoleik asitin bu

olumsuzlukları gidermede etkili olmadığı dolayısıyla diyetlerde linolenik asit seviyesinin %1 olması gerektiğini vurgulamıştır (Demir 1997).

SONUÇ

Bu araştırmada, balıklara toplam lipit ve yağ asitlerinin çeşitliliğinin çok önemli metabolik faaliyete yön vermesi dolayısıyla yağ asitlerinin balıklarda canlı ağırlık artışının tespiti ve diyetlerdeki yağ asidi eksikliğinde stres toleransları irdelenmiştir.

Son zamanlarda çeşitli denemelerin sonuçları, çeşitli balık türlerinin larva ve juvenil safhalarında diyete fosfolipid eklemenin faydalı etkileri olduğunu göstermektedir (Geurden vd., 1995a,b; Coutteau vd., 1997). Iritani vd., (1984), α - glycerophosphate acyltransferase aktivitesinin balıklarda diğer hayvanlardan oldukça düşük olduğunu bildirmiştir. Su ürünleri için fosfolipidlerin gerekliliği sadece andror digliserid yağ asitlerinden fosfolipid biyosentezi için sınırlandırma yeteneğine sahip olmak için değil, aynı zamanda kolesterol ve trigliseridin emilasyonunu sağlayıcı olarak görev yapması ve lipoproteinlerin bileşenleri olarak lipitlerin taşınması için esansiyel olduğu içinde önem arz etmektedir. Bu araştırmalar hem PC gibi fosfolipitler hem de EPA ve DEHA gibi çoklu doymamış yağ asitlerinin balık larvaları için gerekli olduğunu göstermiştir. Fosfolipidlerden PC içeren diyetlerle beslenen balık larvaları en yüksek ağırlık kazancına sahip olmuşlardır. Artan su sıcaklığı ve düşük çözünmüş oksijene karşı balıkların stres toleranslarına bakıldığında DHA-PC diyeti ile besleme PC'de en yüksek derecede faydalı etkiyi göstermiştir. DHA-PC ve EPA-PC diyetleri arasındaki metabolik etki farklı olabilmektedir (Tago vd., 1999).

Enerji kaynağı olarak rasyonla alınan yağlar farklı dokularda farklı oranlarda depolanmaktadır. Bu yönüyle yetiştiricilere ürettikleri balıkların farklı safhalarında önceden yağ asidi profilini belirleyebilme fırsatı doğmaktadır. Mesela gonad dokusu ile damızlık balıkların yağ asidi bilgileri rasyon hazırlanmasında kastaki kompozisyonun ideal kabul edilen doğal hemcinslerine göre ayarlanmasında kullanılabileceği kaydedilmiştir (Halver, 1998).

Yapılan çalışmalar aynı balığın farklı dokularında değişik oranlarda depolanabilen total yağın, yağ asidi kompozisyonunun bile önemli ölçüde farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur (Haliloğlu, 2001).

Sonuç olarak; incelemiş olduğumuz çalışmalardan da görüleceği üzere, balıklarda total lipidin ve yağ asitlerinin çeşitliliğinin çok önemli metabolik faaliyete yön verdiği ve bu nedenle yağ asitlerinin balıklarda canlı ağırlık artışının tespitinin yanısıra diyetlerdeki yağ asidi eksikliğinde stres

toleranslarının da büyük ölçüde değiştiği belirlenmiştir. Bu nedenle balık yemi formülasyonlarında balıkların esansiyel yağ asidi ihtiyacı dikkate alınmalı, mevsim, tür ve büyüklüğe bağlı olarak kullanılan kaynaklarının seçimine dikkat edilmelidir.

KAYNAKLAR

- Aras, N.M., Güneş, M., Bayır, A., Sirkecioğlu, N., Haliloğlu, H., 2009. Tuzla Çayı ve Tercan Baraj Gölü'ndeki *Capoeta capoeta umbla* HECKEL, 1843'nin bazı biyoekolojik özellikleri ile total yağ ve yağ asitleri kompozisyonlarının karşılaştırılması. *Ekoloji* 19, 73,55-64.
- Arslan, M., Rinchar, J., Dabrowski, K., Portella, M.C., 2008. Effects of different dietary lipid sources on the survival, growth, and fatty acid composition of south American Catfish, *Pseudoplatystoma fasciatum*, Surubim, Juveniles. *Journal of the World Aquaculture Society*. 39:1, 51-61.
- Bilia, R.A., Braca, A., Mendez, J., Morelli, I., 1999, Molluscicidal and Piscicidal Activities of Venezulen Chrysobalanaceae Plants, 66,4, 53-59. *Life Sciences*.
- Buzzi, M., Henderson, J., Sargent, J.R., 1997, Biosynthesis of Docosahexaenoic Acid in Trout Hepatocytes Proceeds via 24-Carbon Intermediates. *Comparative Biochem and Physiol.* 116: (2), 263-267.
- Charlon, N., Bergot, P., 1984. Rearing system for feeding fish larvae on dry diet. Trial with carp *Cyprinus carpio* L. larvae. 41, 1-9. *Aquaculture*.
- Chiayvareesajja, S., Rittibhobhun, N., Hongphromyart, M., Wiriyachitra, P., 1997. Toxic of the Thai piscicidal plant, *Maesa ramantacea*, to freshwater fishes in ponds, 158, 229-234. *Aquaculture*.
- Christie, W. W., 1989. Gas Chromatography and lipids. The Hammah Research Institute, Atr, Scotland.
- Coutteau, P., Geurden, I., Camara, M.R., Bergot, P., Sorgeloos, P., 1997. Review on the dietary effects of phospholipids in fish and crustacean larviculture. 155, 149-164. *Aquaculture*.
- Crowford, R.H., Cusacj, R., and Parle, T.R., 1986. Lipid Content and Energy Expenditure in Spawning Migration of Alewife (*Alosa pseudoharengus*) and Bluebase Herring (*Alosa aestivalis*), *Canad. J. Zool.* 64,1902-1907.
- Dabrowski, K., 1984. Influence of initial weight during the change from live to compound feed on the survival and growth of four cyprinids. 40, 27-40. *Aquaculture*.
- Dabrowski, K., Bardega, R., Przedowski, R., 1983. Dry diet formulation study with common carp *Cyprinus carpio* L. larvae. 50, 40-52. *Z. Tierphysiol. Tierernährg. U. Futtermittelkkde*.
- Davies, K. J. A., 2000. An overview of oxidative stress. *IUBMB Life*, 50, 241-244.
- Demir, O., 1997. Lipid Kaynakları ve Lipid Düzeyleri Farklı Rasyonların Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin Büyüme-Gelişme ve Yağ Asidi Bileşimlerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi (yayınlanmamış), 72.
- De Silva, S.S., Anderson, T.A., 1998. Fish Nutrition in Aquaculture. Chapman and Hall, London, 319.
- Doğan, M., 2002. Sağlıklı yaşamın kimyası. *Popüler Bilim Dergisi*, 32-36.
- Ensminger, M.E., oldfield, J.E., Heinemann, W.W., 1990. Feed and Nutrition. The Ensminger Publishing Company, 648 West Avenue, Clovis, California, 93612, Second Edition, USA, 1196.
- Fridovich, I., 1986. Superoxide dismutases. *Meth. Enzymol.*, 58, 61-97.
- Geurden, I., Charlon, N., Marion, D., Bergot, P., 1995a. Dietary phospholipids and body deformities in carp. *Cyprinus carpio* L. larvae. In: Lavens, P., Jaspers, E., Roelants, I. Eds. , Larvi'95 — 24, 162-165. Fish and Shellfish Symposium, Gent, Belgium. Eur. Aquacult. Soc., Spec. Pub.,.
- Geurden, I., Coutteau, P., Sorgeloos, P., 1995b. Dietary phospholipids for European sea bass *Dicentrarchus labrax* L. during first ongrowing. In: Lavens, P., Jaspers, E., Roelants, I. Eds. , Larvi'95 — 24, 175-178. Fish and Shellfish Symposium, Gent, Belgium. Eur. Aquacult. Soc., Spec. Pub.
- Greene, D.H.S., Selivonchick, D.P., 1990. Effect of Dietary Vegetable, Animal and Marine Lipids on Muscle Lipid and Haematology of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 89, 165-182
- Gülçin, İ., 2002. Isırgan Otunun (*Urtica dioica*) Antioksidant Aktivitesinin Belirlenmesi, Oksidatif Enzimlerin Karakterizasyonu ve Bazı *IN VIVO* Etkilerinin İncelenmesi. Doktora Tezi. Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enst. Kimya Anabilim Dalı, Erzurum.
- Güler, M., 2008. Pamuk Tohumu Yağı Kullanılan Diyetlerle Beslenen Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Büyüme Performansı ve Yağ Asidi Kompozisyonu. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı, İstanbul
- Halver, J.E., 1988. Fish Nutrition. Acedemi Pres Inc. California.
- Henderson, R.J., Tatner, M.F., and Lin, W., 1992. Antibody production in rainbow trout fed diets of different (n-3) polyunsaturated fatty acid content. *Aquacult.* 100: p 232-242.
- Hoşsu, B. ve Korkut, A.Y., 1996, Balık Besleme ve Yem Teknolojisi, No: 50, s 65. Ege Üniv. Su Ürünleri Fak. Yayınları.
- Hoşsu, B., Korkut, A.Y., Fırat, A., 2008. Balık Besleme ve Yem Teknolojisi, Ders Kitabı Dizini, No: 50, s 170-189. Ege Üniv. Su Ürünleri Fak. Yayınları.
- Hove, T.H., and Nielsen, O.G., 1991. Fatty acid composition of start-feeding salmon (*Salmo salar*) larvae. *Aquacult.* 96: 305-319.
- Iritani, N., Ikeda, Y., Fukuda, H., Katsurada, A., 1984. Comparative study of lipogenic enzymes in several vertebrates. 19, 825-835. *Lipids*
- Kalogeropoulos, N., Alexis, M.N. and Henderson, R.J. 1992. Effects of Dietary Soybean and Cod-liver oil Levels on Growth and Body Composition of Gilthead bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*. 104:293-308.
- Kanazawa, A., Teshima, S., Inamori, S., Iwashita, T., Nagao, A., 1981. Effects of phospholipids on growth, survival rate and incidence of malformation in the larval ayu. 30, 301-309. *Men. Fac. Fish., Kagoshima Univ.*
- Kanazawa, A., Teshima, S., Inamori, S., Sumida, S., Iwashita, T., 1982. Rearing of larval red sea bream and ayu with artificial diets. 30, 185-192. *Men. Fac. Fish., Kagoshima Univ.*
- Kanazawa, A., 1985. Essential fatty acid and lipid requirements of fish. In: Cowey, C.B., Mackie, A.M., Bell, J.G. Eds. , pp. 281-289. Nutrition and Feeding in Fish. Academic Press, London,
- Kanazawa, A., Teshima, S., Sakamoto, M., 1985. Effects of dietary bonito-egg phospholipids and some phospholipids on growth and survival of the larval ayu, *Plecoglossus altivelis*. 4, 165-170. *Z. Angew Ichthyol.*
- Kanazawa, A., Teshima, S., 1988. Microparticulate diets for fish larvae. In: Parks, A.K. Ed. , New and Innovative Advances in BiologierEngineering with Potential for Use in Aquaculture. pp. 57-62. NOAA Tech. Rep. NMFS 70, Natl. Mar. Fish. Serv., Seattle,
- Kanazawa, A., Koshio, S., Teshima, S., 1989. Growth and survival of larval red sea bream *Pagrus major* and Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* fed microbound diets. 20, 31-37. *J. World Aquacult. Soc.*

- Kanazawa, A., 1993. Essential phospholipids of fish and crustaceans. In: Kaushik, S.J., Luquet, P. Eds. , pp. 519-530. Fish Nutrition in Practice. IV International Symp. on Fish Nutrition and Feeding, INRA, France,
- Kolaylı, S., 1996. Tatlı Su ve Deniz Suyunda Yetişen Gökkuşluğu (*Salmo gairdneri*) Türü Alabalıklarda Bazı Antioksidan Enzim Aktiviteleriyle Lipit Peroksidasyon Seviyeleri. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniv. Sağlık Bilimleri Enst. Biyokimya Anabilim Dalı, Trabzon.
- Kulakkattolickal, T., 2003, Piscicidal Plant of Nepal: Ripe Fruit of *Catunaregam spinosa* (Thunb) (Rubiaceae) and leaves of *Polygonum hydropiper* L. (Polyonaceae) as fish poisons, 78,3-4, 293-301.Auaculture.
- Kulakkattolickal, T., 2002, Piscicidal Plant of Nepal: Preliminary toxicity screening using grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fingerlings, 21,1, 1-9. Journal of Ethnopharmacology.
- Legendre, M., Kerduhen, N., Corraze, G., Bergot, P., 1995. Larval rearing of an African Catfish *Heterobranchius longifilis* (Teleostei, Clariidae): effect of dietary lipids on growth, survival and fatty acid composition of fry, Aquatic Living Resources, 8: 355-363.
- McFerreren , M.A., Cordova,D., Rodrigue, E., Rauh, J., 1997, In vitro neuropharmacological evaluation of piperovatine an isobutylamide from *Piper piscatorum* (Piperaceae), 83, 201-207. Journal of Ethnopharmacology.
- Mengi, A., 1991, Biyokimya, İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 3654, ISBN. 975-404232.
- Montgomery, R., Conway, T.W., Spector, A. A. and Chappell, D., 2000. Biyokimya, Olgu Sunumlu Yaklaşım. Çeviri Edt. Altan, N., Palme Yayıncılık, Ankara.
- Nematipour, G.R., and Gatlin, D.M., 1993, Effects of different kinds of dietary lipid on growth and fatty acid composition of juvenile sunshine bass, *Morone chrysops* & *female*; *xM.saxatilis* & *male*; Aquacult, 114 p 141-154.
- Onat, T., Emerk , K., 1997, Temel Biyokimya, Saray Medikal Yayıncılık İzmir.
- Satoh, S., Poe, W.E., Wilson , R.P., 1989, Effect of Supplemental Phytate and or tricalcium phosphate on weight gain, feed efficiency and zinc Content in vertebrae of cannel catfish. Aquaculture 80: 155-161.
- Stephensen, E., Sturve, J., and Förlin, L., 2002. Effects of redox cycling compounds on glutathione content and activity of glutathione-related enzymes in rainbow trout liver, Comparative Biochemistry and Physiology Part C 133, 435-442.
- Teshima, S., Kanazawa, A., Sakamoto, M., 1982. Microparticulate diets for the larvae of aquatic animals. 2, 67-86. Min. Rev. Data File Fish. Res.
- Tago, A., Yamamoto Y., Teshima S., Kanazawa A. 1999 Effects of 1,2-di-20:5-phosphatidylcholine (PC) and 1,2-di-22:6-PC on growth and stress tolerance of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) larvae, Aquaculture. Pages 231-239.
- Tucker, J.W.Jr., 1998. Marine Fish Culture. Kluwer Academic Publishers, Boston, USA, p 750.
- Özdemir, N., Denkbaş, E. B., 2003. Hayat veren yağlar: Omega yağları. Bilim ve Teknik Dergisi, 78-80.
- Özmen, İ., Bayır, A., Cengiz, M., Sirkecioğlu, A. N. ve Atamanalp, M., 2004. Effects of water reuse system on antioxidant enzymes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792). Vet. Med.-Czech, 49 (10), 373-378.
- Yılmaz, Ö., 1995, Elazığ Hazar Gölünde Yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın Total Yağ Asidi Miktarı ve Yağ Asitleri Cinslerinin Mevsimlere Göre değişimi. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Elazığ.
- Watanabe, T., 1982. Lipid Nutrition in Fish. Comp. Bichem. Physiol., 73 b, 1, 3-15.