

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**ÇİPURA (*Sparus aurata* L., 1758) ve LEVREK
(*Dicentrarchus labrax* L., 1758) BESLEMESİNDE
YAĞ ASİTLERİNİN BÜYÜME ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Özlem GÜZEL

Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 504.04.01

Sunuş Tarihi: 21/ 02 /2008

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Belgin HOŞSU

Bornova-İzmir

III

Özlem GÜZEL tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** tezi olarak sunulan “**Çipura (*Sparus aurata*) ve Levrek (*Dicentrarchus labrax*) Beslemesinde Yağ Asitlerinin Büyüme Üzerine Etkileri**” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve/...../2008 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı :

Raportör Üye :

Üye :

ÖZET**ÇİPURA (*Sparus aurata*) VE LEVREK (*Dicentrarchus labrax*)****BESLEMESİNDE YAĞ ASİTLERİNİN****BÜYÜME ÜZERİNE ETKİLERİ****GÜZEL, Özlem****Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı****Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Belgin HOSSU****Şubat 2008, 37 sayfa**

Çalışma kapsamında Çipura (*Sparus aurata*) ve Levrek (*Dicentrarchus labrax*) balıklarının beslenmesinde yağ asitlerinin büyüme üzerine etkileri konusunda literatür araştırması yapılmıştır. Büyümede farklılık yaratmayacak oranda balık yağının bitkisel kaynaklarla ikame edilmesi ile aynı zamanda balık eti yağ asidi profili de değişmektedir. Çipura ve Levrekte balık yağı kısmen bitkisel yağ kaynakları ile ikame edilebilmektedir. Daha fazla oranlarda ve uzun süreli beslemelerde büyümede düşüşler olmuştur. Bitkisel yağlarla yapılan besleme sonrasında balık dokusu yağ asidi kompozisyonunun rejenere edilmesi amacıyla sadece balık yağı ile yapılan beslemeler sonucunda bazı yağ asitlerinin belli bir düzeye kadar yenildiği, tam bir geri dönüş olmadığı görülmüştür. Yem yağ asidi kompozisyonundaki dengesizlikler balıkta bağışıklık sistemini etkilemekte ve stres dayanıklılığını değiştirebilmektedir.

Anahtar sözcükler: Çipura, Levrek, yağ asitleri, balık yağı, büyüme

ABSTRACT

**THE EFFECTS OF FATTY ACIDS ON
THE GROWTH OF SEABREAM (*Sparus aurata*)
AND SEABASS (*Dicentrarchus labrax*)**

GÜZEL, Özlem

Msc in, Fisheries Breeding

Supervisor: Prof. Dr. Belgin HOŞSU

February 2008, 37 pages

The literature for the effects of fatty acids on the growth of Seabream (*Sparus aurata*) and Seabass (*Dicentrarchus labrax*) will be searched in this study scope. The substitution of fish oil by vegetable oils without effecting growth and feed utilization alter the fatty acid profile of the fillet. Fish oil could be partially substituted by vegetable oils in diets for marine species, being this substitution resulted in good feed utilization and maintenance of fish health, since imbalances in dietary fatty acids may alter the immunological status and stress resistance in fish. Feeding dietary vegetable oils at higher ratio and/or for a long period significantly reduced growth and may affect humoral and cellular immunology.

Key words: Seabream, Seabass, fatty acids, fish oil, growth

IX

TEŐEKKÖR

Söz konusu araştırma konusu için yaptıkları yönlendirme ve desteklerinden dolayı danışmanım Sayın Prof. Dr. Belgin HOŞSU'ya, Sayın Su Ürünleri Yük. Müh. Semih SALNUR'a, Sayın Dr. Nejdet Gültepe'ye ve yoğun çalışma tempom sırasında bana gösterdikleri hoşgörü nedeni ile eşim ve oğluma teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET.....	V
ABSTRACT.....	VII
TEŞEKKÜR.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XII
TABLOLAR DİZİNİ.....	XIII
AÇIKLAMALAR DİZİNİ.....	XIV
1. GİRİŞ	1
2. YAĞ ASİTLERİ ve İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ.....	5
3. BALIK BESLEMEDE YAĞ KAYNAKLARI ve YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONLARI.....	7
4. ÇİPURA (<i>Sparus aurata</i>) ve LEVREK (<i>Dicentrarchus labrax</i>) BESLEMESİNDE YAĞ ASİTLERİNİN BÜYÜMEYE ETKİLERİ ÜZERİNE YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR.....	12
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	26
KAYNAKLAR	32
ÖZGEÇMİŞ	37

ŒEKİLLER DİZİNİ

<u>Œekil</u>	<u>Sayfa No</u>
1. Dünya Su Ürünleri ve Aquakültür Üretim Miktarları	1
2. Yağ Asidi Türevleri Oluşumu.....	11
3. Balık Vücudunda Yağların Birikme Şekilleri.....	31

XIII

TABLolar DİZİNİ

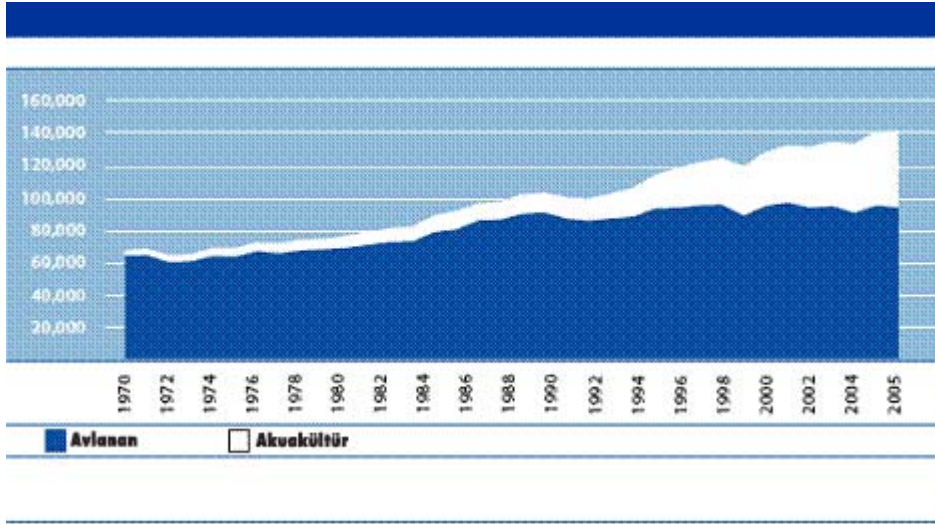
<u>Tablo</u>	<u>Sayfa No</u>
1. Balık Yağı ve Alternatif Bitkisel Yağ Kaynaklarının Yağ Asidi Kompozisyonları	3
2. Deneme Yemlerinin Yağ Asidi Profili.....	15
3. Kaslardaki Yağ Asidi İçeriği.....	15
4. Kaslardaki Yağ Asidi İçeriği.....	16
5. Deneme Yemlerinin Yağ Asidi Profili.....	18
6. Kaslardaki Yağ Asidi İçeriği.....	18
7. Kullanılan Yemlerin Yağ Asidi İçeriği (101 gün)	22
8. Kullanılan Yemlerin Yağ Asidi İçeriği (204 gün)	23
9. Deneme Yemlerinin Yağ Asidi İçerikleri	25
10. Çipura ve Levrek Balıklarında Kas Esansiyel Yağ Asidi Düşüş Oranı.....	27

AÇIKLAMALAR DİZİNİ**Yağ Asidi****Açıklama**

14:0	Miristik asit
16:0	Palmitik asit
18:0	Stearik asit
16:1	Palmitoleik asit
18:1	Oleik asit
20:1	Gadoleik asit
18:2 n-6	Linoleik asit
18:3 n-3	Linolenik asit
18:4 n-3	Stearidonik asit
20:4 n-6	Araşidonik asit
20:4 n-3	Eikosatetraenoik asit
20:5 n-3	Eikosapentaenoik asit
22:4 n-6	Dokosatetraenoik asit
22:5 n-3	Dokosapentaenoik asit
22:6 n-3	Dokosahekzaenoik asit

1. GİRİŞ

Ekonomik koşullar geliştikçe, toplumlardaki balık tüketimi de artış göstermektedir. Son 50 yıldır yıllık %8,8 büyüme oranı ile global akuakültür ana gıda endüstrisi olmuştur. Bugün dünyada tüketilen yaklaşık her 4 balıktan biri kültür balığı olup her 3 karidesten biri de yetiştiricilik yoluyla elde edilmektedir. Çiftlik balığı ve diğer deniz türlerinin oranı toplam balık üretimi içinde düzenli olarak artmıştır ve artmaya devam etmektedir. Bugün Dünya su ürünleri üretiminin %30'u akuakültür üretiminden gelirken, avcılıkla yakalanan balık miktarı yıllık 100 milyon ton gibi sabit bir düzlemde seyretmektedir (Şekil.1 Dünya Su Ürünleri ve Akuakültür Üretim Miktarları).



Şekil 1. Dünya Su Ürünleri ve Akuakültür Üretim Miktarları (1000ton) (FAO, 2006)

Kültür balıkçılığı, tedarikte süreklilik ile yıl boyu tüketim imkânı ve uygun fiyatlı protein kaynağı sunmaktadır. Bununla birlikte daha fazla

gelişim için mutlak gereklilik sürdürülebilir olmasıdır. Bu büyüklükteki akuakültür endüstrisinde, firmaların ekonomik anlamda kazançlarının devamlılığı, kaynaklar ve kirlilik açısından çevresel sürdürülebilirlik ve tüketiciler açısından gıda güvenliğinin sağlanmasında bilimsel araştırma faaliyetleri önemli bir role sahiptir.

Geçmişte akuakültür araştırma ve endüstrisi ile ilgili çabalar temelde üretilen balık miktarını artırmayı amaçlarken, günümüzün odağında en geniş anlamda sürdürülebilirlik ve üretilen balıkların kalitesinin artırılması ile yeni türler bulunmaktadır.

Bu alanda özellikle balık unu ve balık yağı yerine kullanılacak alternatif protein kaynakları ve bitkisel yağların kullanım oranları üzerine yapılan çalışmalar ile alternatif kaynakların balığın besinsel değeri ve balık kalitesi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalar göze çarpmaktadır.

Balık beslemede yemlerin içerisinde kullanılan balık yağı birinci derece enerji verici olarak kullanılır ve en önemlisi balıkların vücutlarında sentezleyemedikleri, bu yüzden de dışarıdan yem ile birlikte verilmesi zorunlu olan esansiyel yağ asitleri bakımından oldukça zengin bir hammaddedir.

Akuakültür üretiminde denizsel türlerde büyüme, yem dönüşüm oranını ve protein kullanımının iyileştirilmesi amacıyla, yemlerin yağ içeriklerinin artırılması genel bir trend olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu da sektörün ihtiyacı olan balık yağı miktarını artırmaktadır. Avlanma ile elde edilen Dünya balık yağı miktarı sabit olmakla birlikte 2010 yılında balık yemi endüstrisinin toplam yağ üretiminin en azından %50'sine ihtiyacı olacağı tahmin edilmektedir (Montero et al., 2005).

Bununla birlikte artan balık yağı talebini karşılayabilecek avcılık kapasitesi, aşırı avlanma, iklim değişiklikleri, diğer sektörlerin talepleri vb. nedenlerle sürdürülebilirlik limitine ulaşmıştır. Bu doğrultuda aquakültür üretiminde balık yağı dışındaki enerji kaynaklarının kısmen veya tamamen kullanımının kaçınılmaz olduğu görülmektedir. Alternatif yağ kaynaklarının başında bulunabilirlik ve yağ asidi profilleri nedeni ile soya yağı, kanola yağı, keten tohumu yağı ve palm yağı gelmektedir (Tablo1. Balık Yağı ve Alternatif Bitkisel Yağ Kaynaklarının Yağ Asidi Kompozisyonları).

Tablo 1. Balık Yağı ve Alternatif Bitkisel Yağ Kaynaklarının Yağ Asidi Kompozisyonları (NRC, 1993)

Yağ Asitleri	Hamsi Balık Yağı	Soya Yağı	Kanola Yağ	Keten Tohumu Yağı	Palm Yağı
14:0	7,0	0,1	---	---	1,0
16:0	23,0	10,3	4,0	16,0	44,3
18:0	4,0	3,8	1,5	6,0	4,6
16:1	7,0	0,2	0,3	---	0,15
18:1	11,6	22,8	60,0	20,2	36,6
20:1	1,0	0,2	1,7	---	---
18:2 n-6	1,2	51,0	20,2	12,7	9,1
18:3 n-3	0,8	6,8	12,0	53,3	0,2
18:4 n-3	2,0	---	---	---	---
20:4 n-6	0,1	---	---	---	---
20:4 n-3	---	---	---	---	---
20:5 n-3	17,0	---	---	---	---
22:4 n-6	---	---	---	---	---
22:5 n-3	2,0	---	---	---	---
22:6 n-3	8,8	---	---	---	---

Balık yağının deniz ve tatlı su türleri için ikame edilmesi çalışmalarında, türlere ve büyüme dönemlerine göre farklılık gösteren yağ asidi ihtiyaçları dikkatle incelenmelidir. Çünkü bazı yağ asitleri balık vücudunda sentezlenebilmekte bazıları ise sentezlenememektedir. Bu özelliklerine göre yağ asitleri esansiyel ve esansiyel olmayan yağ asitleri olmak üzere ikiye ayrılırlar. Balıklar vücutlarında sentezleyemedikleri bu esansiyel yağ asitlerini mutlaka dışarıdan yemler ile almak zorundadırlar. Balıklara verilen yemlerin bu yağ asitleri bakımından eksik olması sonucunda, gelişimin durmasından ölüme değin birçok noksanlık belirtileri görölmektedir (Hoşsu vd., 2001).

2. YAĞ ASİTLERİ ve İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Deniz ürünleri sağlıklı yağların en önemli kaynağıdır. Özellikle n-3 yağ asitlerinin, insan vücudu için birçok sağlıklı etkileri olduğu görülmüştür. Günümüz toplumunda yağ asitleri alımındaki dengesizlik ciddi sağlık sorunlarının nedenidir. Pazara sunulan yüksek n-3 içerikli düşük n-6 içerikli yeni ürünler ile bu durumun iyileştirilmesi için güçlü bir arz vardır.

Pek çok çalışmada n-3 yağ asitleri kalp rahatsızlıkları, kanser, eklem romatizması (romatoid artrit), diyabet, ülseratif kolit, alerji, egzema gibi hastalıkları tedavi etme veya önlemede pozitif etkileri olduğu gösterilmiştir. Ayrıca araştırmacılar, hamile bayanlarda yetersiz n-3 yağ asidi alımı ile prematüre, düşük ağırlıklı doğum ve hiperaktif çocuklar arasında bağlantı kurmaktadır (Luten et al., 2007).

Çocuklarda en önemli beyin gelişimi hamilelik sırasında ve doğumdan sonraki ilk birkaç yılda gerçekleşir. Beyin gelişimi ve görsel fonksiyonlar için en önemli besinsel elementler n-3 (DHA) ve n-6 (ArA) yağ asitleridir (Luten et al., 2007).

Anne sütünün DHA içeriği annenin beslenmesine bağlıdır. Pek çok hamile bayanın n-3 yağ asidi alımının düşük olduğu bilinmektedir, bu durumun doğmamış bebek ve meme emen bebeğe olumsuz etkileri olacaktır. Bu nedenle bebek bekleyen annelere, beyin gelişimini sağlayan DHA miktarını artırmak için haftada birkaç kez balık tüketmeleri önerilmektedir (Luten et al., 2007).

Beyin diyetten gelen besinlere ve özellikle yağ asitlerine bağlı olarak, kendi ihtiyaçı olan besinleri kendisi yapabilir. Doğru yağ tüketilmez ise beyin yapısı ve fonksiyonları değişir. Modern tüketim alışkanlığına sahip pek çok kişinin tükettiği besinler, beynin özellikli yağlara olan ihtiyaçı ikiye katlamakta ve bu durum toplumsal bir problem yaratmaktadır (Luten et all., 2007).

3. BALIK BESLEMEDE YAĞ KAYNAKLARI ve YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONLARI

Yağların fiziksel ve kimyasal özellikleri yapılarında bulunan yağ asitlerince belirlenir. Doymuş / Doymamış yağ asitleri oranı yağların sindirim ve emilimi ile yakından ilgilidir. Bu oran yağların kalitelerinin belirlenmesinde en önemli parametredir. Tabiatta 50'yi aşkın yağ asidi bulunmaktadır. Yağ asitleri, doğal yağların yapısında esterleşmiş olarak bulunurlar. Esterleşmemiş formlarına serbest yağ asitleri (SYA) denilmektedir. Yağ asitlerinin yapılarında karbon zinciri ile bir karboksil grubu bulunur. Karbon zincirinde yer alan karbon (C) atomları şayet hidrojen (H) atomları ile doyurulmuş ise, doymuş yağ asitleri, doyurulmamış ise ve aralarında bir veya birkaç çift bağ bulunuyorsa doymamış yağ asitleri adını alırlar.

Yağ asitleri bir karbonlu formik asitten 24 karbonlu çoklu doymamış yağ asitlerine kadar değişik zincir uzunluğunda olabilirler. Hayvan beslemede rol alan yağ asitleri genel olarak 14 ile 20 C atomu içerirler. Daha uzun zincirli yağ asitleri ise (20, 24 C'lu) balık yağlarında bulunur ve omega grubu yağ asitleri olarak prostaglandin adı verilen hormon benzeri bileşiklerin temelini oluştururlar. Bitkisel yağlar genelde doymamış yağlar oldukları halde, hayvansal yağlar doymuş nitelikli yağ asitlerinden oluşurlar. Balık yağları ise PUFA (polyunsaturated fatty acids) adı verilen çoklu doymamış yağ asitlerini içerirler.

Balık yemlerinde balık yağı ve bitkisel kaynaklı yağlar enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Soya yağı, kanola yağı, palm yağı gibi

bitkisel kaynaklar yüksek oranda n-6 doymamış yağ asitlerini içerir. Ancak n-3 serisi yağ asitleri bakımından en iyi kaynak balık yağı olup, çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) olan DHA (dokosaheksaenoik asit) (22:6 n-3), EPA (eikosapentaenoik asit) (20:5 n-3), ve ArA (araşidonik asit) (20:4 n-6) balık yağlarında bulunur (Tablo 1).

Dokosaheksaenoik asit (DHA, 22:6 n-3), Eikosapentaenoik asit (EPA, 20:5 n-3) ve Araşidonik asit (ArA, 20:4 n-6) balık beslemesinde canlının gelişimi için önem arz eden çoklu doymamış yağ asitleridir. Balık metabolizmasındaki PUFA'ların kendi içinde rekabetçi bir etkileşimi vardır. Dolayısıyla DHA, EPA ve ArA seviyelerini mutlak değer olarak ifade etmek yerine, bu çoklu doymamış yağ asitlerinin birbirine oranını ifade etmek daha gerçekçi bir yaklaşımdır. Burada özellikle DHA:EPA değeri çipura ve levrek besisinde önem arz eden bir orandır. Benzer şekilde EPA:ArA oranı da sürekli kontrol altında tutulması gereken bir kriterdir (Sargent et all., 1999). Bu oranlar çipura, levrek ve alabalık türleri için farklılık gösterdiği gibi, her bir tür içinde yavru dönemi, ön geliştirme dönemi ve bitirme dönemlerinde de farklılık arz etmektedir.

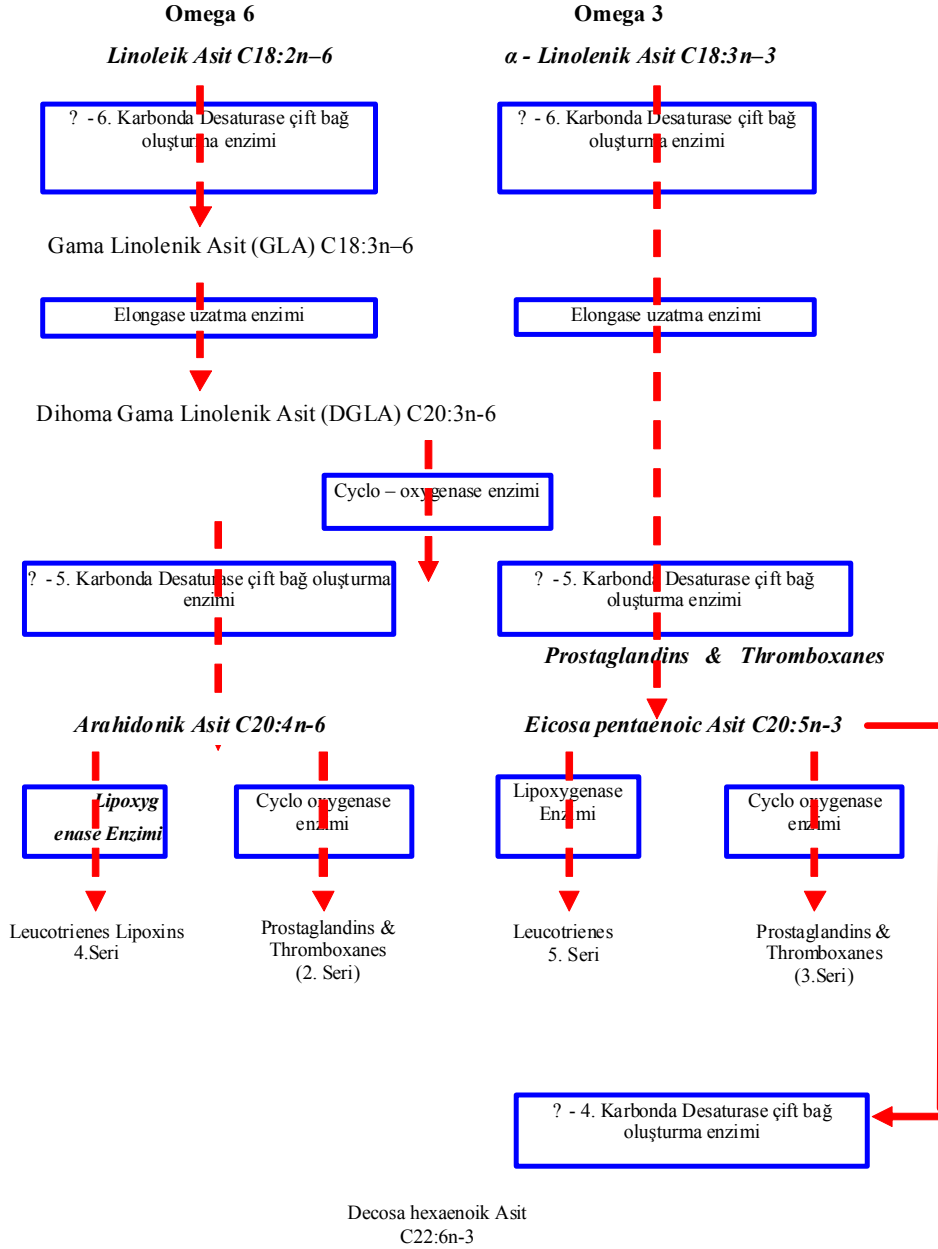
Çipura balıklarında esansiyel yağ asidi ihtiyacı (EPA ve DHA toplamı) yaklaşık olarak yemin %0,9'u (Kalogeropoulos et all., 1992; Ibeas et all., 1996, 1997) iken, levrekte optimum büyüme için gerekli olan n-3 HUFA (çoklu doymamış yağ asitleri) ihtiyacının yemin %1,35'i kadar olduğu belirtilmiştir (Parpoura ve Alexis, 2003). Ibeas ve diğerleri (1997) araştırmalarında çipura için optimum EPA:DHA oranını 2:1 olarak bulmuşlardır. Ayrıca ArA'nın damızlık balıkların (Sargent et all., 1999a)

ve larvaların beslenmesindeki gerekliliği ve önemi ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Larva diyetlerindeki toplam yağ asitlerinin %0,5 - %1,0'ine denk gelen miktardaki ArA'nın yaşama oranını iyileştirdiği tespit edilmiştir (Castell et al., 1994; Bessonart et al., 1999; Koven et al. 2001).

Tüm omurgalılar temel olarak n-3 (18:3 n-3 linolenik asit) ve n-6 (18:2 n-6 linoleik asit) yağ asitlerine ihtiyaç duyarlar. Ancak her türün diyetinde bulunması gereken yağ asidi miktarı ve bu yağ asitlerini çevirme ve C sayılarını artıran enzimatik kapasiteleri farklılık gösterir. Somonlar 18 karbonlu n-3 ve n-6 yağ asitlerini uzatabilirler ve doymamış hale getirebilirler. Deniz balıkları ise uzatma ve desaturasyon faaliyetlerini gerçekleştiren enzimlerden yoksun oldukları için 20 karbonlu (20:5 n-3, 20:4 n-6) ve 22 karbonlu (22:6 n-3) HUFA (oklu doymamış yağ asitleri) olarak adlandırılan yağ asitlerini dışarıdan almak zorundadır (Sargent et al., 1995) (şekil 2. Yağ Asidi Türevleri Oluşumu).

Çoklu doymamış yağ asitleri karasal memelilerde olduğu gibi balıklarda da hücre zarı yapısı ve fonksiyonlarının sürdürülmesinde görev alırlar. DHA ve EPA en önemli hücre zarı bileşenidir. EPA ve ArA oldukça aktif bileşenlerden olan 20 karbonlu eikosanoidlerin öncüsüdür. Bunlar kan pıhtılaşması, iltihaplı reaksiyonlar ve savunma sistemi tepkileri gibi stres durumlarında oluşan bileşiklerdir. Balıklarda eikosanoidlerin en önemli öncüsü ArA'dır. Bununla birlikte EPA'dan elde edilen eikosanoidler ArA'dan elde edilenlere göre daha az biyolojik aktiviteye sahiptir. Ayrıca EPA ve ARA rekabetçi bir şekilde

birbirlerinden eikosanoid oluşumunu önler. Sonuç olarak ArA:EPA oranı bu aktif bileşiklerin oluşum hızını belirler (Sargent et al., 1999a, 1999b).



Şekil 2. Yağ Asidi Türevleri Oluşumu (Sargent et all., 1995)

4. ÇİPURA (*Sparus aurata*) ve LEVREK (*Dicentrarchus labrax*) BESLEMESİNDE YAĞ ASİTLERİNİN BÜYÜMEYE ETKİLERİ ÜZERİNE YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

n-3 ve n-6 yağ asitleri ihtiyacı ile ilgili en fazla bilgi çipura türünde vardır, levrek için ise daha az bilgi vardır. Çipura için EPA ve DHA yağ asitleri ihtiyacının yaklaşık %0,9 olduğu bulunmuştur. (Kalegeropoulos et al., 1992). Ibeas ve diğerleri tarafından farklı EPA/DHA oranlarının büyüme etkisi bulunmuştur (Ibeas et al., 1997).

İlerleyen zamanlarda deniz balıklarında ve özellikle çipura larvaları için ArA gereksiniminin araştırılması konusu ilgi çekmiştir (Bessonart, et al., 1999; Koven et al., 2001). Castell ve diğerleri (1994), toplam yağ asidinin % 0,5-1,0'i arasındaki ArA miktarının çipura larvalarının yaşamasını iyileştirdiğini gözlemlemiştir. Fountoulaki ve diğerleri (2003), çipura yavrularında farklı ArA seviyelerini test etmiştir. Büyüme performansı ve vücut kompozisyonu üzerinde etkisi olmadığı gözlemlenmiştir. ArA seviyesi ile dokulardaki polar lipid fraksiyonu arasında güçlü pozitif bir ilişki vardır. Dokularda göze çarpan farklı depolanma oranı her dokunun kendine özel ihtiyacı olduğunun göstergesidir. Toplam yağ asidi miktarının %3,9 – 7,6 arasındaki ArA seviyesi doğal çipuradaki ArA/EPA oranına yakın bir değer verir.

Parpouna ve Alexis (2001) tarafından % 0,88 – %1,35 aralığında farklı seviyelerde EPA+DHA içeren yemlerle beslenen Levreklerle

yapılan çalışmada, optimum büyüme için n-3 HUFA ihtiyacının %1,35 olduğu tahmin edilmiştir. Robin ve Skalli (2004), %0,2- %1,74 aralığında HUFA içeren diyetleri test etmiştir. Büyüme oranları minimum n-3 HUFA ihtiyacının kuru maddede %0,66 olduğunu göstermiştir.

Sargent ve diğerleri (1999a) damızlık diyetlerinde ArA'nın öneminden bahsetmişlerdir, ancak literatürde ArA'nın yaşama ve büyüme performansına etkileri ile ilgili yeterli data mevcut değildir.

Çipura ve levrek beslenmesinde yağ asitlerinin etkileri ile ilgili derlenen güncel çalışmalar aşağıda detaylı olarak verilmektedir.

Izquierdo ve diğerleri (2005) tarafından yapılan “Çipura (*S.aurata*) yavrularında bitkisel yağ ikamesi ile uzun dönem besleme” adlı çalışmada 85 gram başlangıç ağırlığındaki çipura (*S.aurata*) yavrularında, 7 ay süren balık yağı ikamesi çalışması yapılmıştır. %22 yağ, %47–49 protein içerikli yemler kullanılmıştır. Kontrol grubunda hamsi balık yağı kullanılmıştır. Kanola, soya yağı ve keten tohumu yağı ayrı ayrı %60 oranında balık yağına ikame olarak kullanılmıştır. Ayrıca soya ve keten tohumu yağı ayrı ayrı %80 oranında ikame olarak kullanılmıştır. Deneme yemlerinin yağ asidi profili Tablo 2.'de belirtilmiştir. Bitkisel yağ ile yapılan besleme balık eti yağ asidi kompozisyonunu değiştirmekte olup bu da insan sağlığı açısından önemli olan balığın besin değerini etkilemektedir. 81.gün ve 204. günlerdeki balık eti kas yağ içeriğindeki değişim Tablo 3. ve Tablo 4.'te görülmektedir. Bu değişimin eski haline getirilmesi amacıyla 7 aylık

deneme sonunda tüm balıklar sadece balık yağı ile beslenerek fileto yağ asidi profilinin değişimi tespit edilmiştir.

Sonuçlar çipurada balık yağının bitkisel yağlar ile %60'a kadar, büyüme ve yem değerlendirmeyi etkilemeden, uzun dönemde ikame edilebileceğini göstermiştir. Bununla birlikte %80 oranında yapılan ikamenin büyüme oranını önemli ölçüde düşürdüğü görülmüştür. %80 oranındaki ikame çalışmasında kullanılan yemlerin ArA, EPA ve DHA oranları sırası ile %0.07, %1.12, %0.69'dur. %80 balık yağı ikamesi yapılan deneme yemlerindeki n-3 HUFA seviyesi olan %1.81, Ibeas ve diğerleri (1994) ile Montero ve diğerleri (1998) tarafından yapılan çalışmalarda maksimum büyüme ve stres dayanıklılığı için bildirilmiş olan minimum seviyenin (%1.5, %1.8- %12-15 yağlı yemler) üzerinde olmasına rağmen büyümede önemli düşüş olmuştur. Bunun nedeni olarak, yemlerin yağ seviyesinin yüksek (%22) olması ve deneme süresinin uzun olması sonucu PUFA ihtiyacının yükselmesi olarak gösterilebilir.

Tablo 2. Deneme Yemlerinin Yağ Asidi Profili, (%Yağ Asidi) (Izquierdo et all., 2005)

Yem Türü	Doymuş Yağ Asidi	Oleik asit 18:1 n-9	Linoleik asit 18:2 n-6	Linolenik asit 18:3 n-3	EPA 20:5 w-3	DHA 2:6 w-3	ArA 20:4 w-6
Balık Yağı, (Peru Hamsi)	%28	% 14	%5	%1	%16	% 7	%1
%60 Soya Yağı	%23	%20	%38	%4	%8	%4	%0
%60 Kanola Yağı	%22	%37	%18	%6	%7	%4	%0
%60 Keten T.Yağı	%22	%19	%14	%32	%7	%4	%0
%80 Soya Yağı	%22	%20	%39	%6	%5	%2,5	%0
%80 Keten T.Yağı	%15	%19	%15	%37	%4	%3	%0

Tablo 3. Kaslardaki Yağ Asidi İçeriği, (81. gün) (gr/100 gr yağ asidi) (Izquierdo et all., 2005)

	%100 Balık Yağı	%60 Soya Yağı	%60 Kanola Yağı	%60 Keten Yağı	%80 Soya Yağı	%80 Keten Yağı
Linoleik asit 18:2 w-6	5,53	22,47	12,82	9,87	26,97	12,54
Linolenik asit 18:3 w-3	0,93	2,34	3,37	17,29	3,13	20,16
EPA 20:5 w-3	9,7	4,93	4,23	4,54	3,01	3,4
DHA 22:6 w-3	8,67	6,1	6	6,01	4,93	5,47
ArA 20:4 w-6	0,68	0,43	0,37	0,38	0,32	0,35
Toplam w-3	26,23	17,35	17,22	32,4	14,08	32,84
Toplam w-6	7,16	23,94	13,91	10,85	28,66	13,56
w-3 HUFA	22,52	13,49	12,6	13,52	9,84	11,4
EPA/DHA	1,12	0,81	0,71	0,76	0,61	0,62

Tablo 4. Kaslardaki Yağ Asidi İçeriği, (204. gün) (gr/100 gr yağ asidi)
(Izquierdo et al., 2005)

	%100 Balık Yağı	%60 Soya Yağı	%60 Kanola Yağı	%60 Keten Yağı	%80 Soya Yağı	%80 Keten Yağı
Linoleik asit 18:2 w-6	5,53	23,68	12,90	10,36	28,31	12,21
Linolenik asit 18:3 w-3	0,82	2,32	3,38	17,71	4,37	22,14
EPA 20:5 w-3	9,07	4,07	3,57	3,48	2,44	2,31
DHA 22:6 w-3	7,31	4,99	4,92	4,6	3,88	4
ArA 20:4 w-6	0,53	0,31	0,30	0,31	0,26	0,23
Toplam w-3	23,41	14,74	14,97	29,31	12,93	31,5
Toplam w-6	7,63	25,52	14,39	11,66	30,05	13,30
w-3 HUFA	20,15	11,35	10,65	10,52	7,88	8,49
EPA / DHA	1,24	0,82	0,74	0,76	0,63	0,58

Bitkisel yağlarla yapılan beslemenin kas DHA (dokosaheksaenoik asit) ve ArA (araşidonik asit) içeriğini, yemdeki düşüş oranından daha aşağıya indirdiği görülmüştür ki bu onların öneminin bir göstergesidir. EPA (eikosapentaenoik asit)'in düşüşü ise daha belirgindir. Bununla birlikte sırf balık yağı ile 60 gün yapılan yeniden besleme sonucunda kas DHA ve ArA içeriğinin yenilediği fakat EPA'nın 90 gün yapılan besleme sonunda dahi telafi edilemediği görülmüştür. Linoleik asit içeriği de yeniden besleme sonunda oldukça dikkate değer oranda kalmıştır.

Levrek balığında bitkisel yağ ikamesinin büyüme, yem değerlendirme ve et kalitesi üzerine etkileri ve yeniden balık yağı kullanımının etkileri Montero ve diğerleri (2005) tarafından

incelenmiştir. 75 gram başlangıç ağırlığındaki levrek (*D.labrax*) yavrularında, 8 ay süren balık yağı ikamesi çalışması yapılmıştır. %22 yağ, %48–49 protein içerikli yemler kullanılmıştır. Kontrol grubunda hamsi balık yağı kullanılmıştır. Kanola, soya yağı ve keten tohumu yağı ayrı ayrı %60 oranında balık yağına ikame olarak kullanılmıştır. Ayrıca keten tohumu yağı %80 oranında ikame olarak kullanılmıştır. Ayrıca ticari satış ağırlığına ulaşan balıklar 150 gün sadece balık yağı içeren yemle beslenmiştir.

Yem alımında istatistiksel olarak herhangi bir farklılık bulunmamış ve bitkisel yağ kullanımı yaşama oranı üzerinde bir etki yaratmamıştır. %60 kanola yağı ve %80 keten tohumu yağı içeren yemlerle beslenen balıklarda büyümenin önemli ölçüde düşük olduğu görülmüştür. Yemlerin yağ asidi içeriklerinin (Tablo 5) hasat edilen balıkların yağ asidi kompozisyonlarına (Tablo 6) yansıdığı görülmektedir. Deneme sonunda %60 ve %80 bitkisel yağ ikamesi ile beslenen balıklarda etin n-3 HUFA içeriğinde sırası ile %45 - %50 düşüş olduğu EPA miktarındaki düşüş DHA'ya göre daha fazladır. Bitkisel kaynakların kullanıldığı balıklarda oleik, linoleik ve linolenik asit seviyelerinin yüksek olduğu belirtilmiştir.

Tüm ikame yemlerde “Spesifik Büyüme Oranı (SGR%)” kontrol grubu ile benzer değerlerde (%0.52/gün) çıkmıştır. En düşük “Yem Dönüşüm Oranı (FCR)” (1.44) balık yağı ile yapılan beslemede, en yüksek oran (1.55) ise %60 soya içeren yemle beslenen grupta elde edilmiştir. Karaciğer ağırlığı ile hepatosomatik indeks arasında farklılık olmadığı ve kas ile karaciğer yağ içeriklerinin benzer olduğu görülmüştür. Deneme sonunda, 5 aylık %100 balık yağı ile besleme

yapılması ile DHA seviyesinin yenilendiği, fakat EPA'nın düşük kaldığı ve linoleik ile linolenik içeriğinin hala yüksek kaldığı görülmüştür.

Tablo 5. Deneme Yemlerinin Yağ Asidi Profili, (% Yağ Asidi) (Montero et all., 2005)

	Doymuş Yağ Asidi	Oleik asit 18:1 n-9	Linoleik asit 18:2 n-6	Linolenik asit 18:3 n-3	EPA 20:5 w-3	DHA 2:6 w-3	ArA 20:4 w-6
Balık Yağı, (Peru Hamsi)	%31.7	%11.3	%3.9	%0.9	%13.5	%11.7	%1
%60 Soya Yağı	%20.1	%16.7	%30.5	%4.7	%5.8	%5.6	%0
%60 Kanola Yağı	%17	%38.7	%13.7	%5	%6	%6	%0
%60 Keten T.Yağı	%18.6	%16.2	%12	%27	%5.9	%6.3	%0
%80 Keten T.Yağı	%15.7	%16.2	%13	%37.5	%3.3	%3.5	%0

Tablo 6. Kaslardaki Yağ Asidi İçeriği, (gr/100 gr yağ asidi) (Montero et all., 2005)

	%100 Balık Yağı	%60 Soya Yağı	%60 Kanola Yağı	%60 Keten Yağı	%80 Soya Yağı
Linoleik asit 18:2 w-6	4,6	18,9	9,1	7,5	9,8
Linolenik asit 18:3 w-3	1,2	2,9	2,9	13,3	20,9
EPA 20:5 w-3	9,2	4,9	4,8	4,2	4
DHA 22:6 w-3	14,1	9,4	8,8	7,7	8,1
ArA 20:4 w-6	0,8	0,5	0,5	0,5	0,4
Toplam w-3	28,4	19,4	18,6	27,2	35,1
Toplam w-6	6,8	20,7	10,6	8,9	11,1
w-3 HUFA	25,4	15,5	14,7	12,9	13,1
EPA / DHA	0,65	0,52	0,54	0,54	0,49

Yıldız ve Şener (2003) tarafından levrek başlangıç yemlerinde balık yağı yerine kullanılan farklı bitkisel yağların karaciğer yağı kompozisyonuna etkisi incelenmiştir. Ortalama 7,5 gram ağırlığındaki levrek (*D.labrax*) yavruları 75 süre ile enerji kaynağı olarak balık yağı, soya yağı, ayçiçeği yağı, mısır yağı ve zeytin yağı kullanılarak beslenmiştir. Çalışmada farklı yağ kaynaklarının viserosomatik indeks, hepatosomatik indeks ve karaciğerdeki yağ asidi kompozisyonuna etkileri incelenmiştir. Çalışma sonunda en fazla karaciğer yağlanması (%34,3) zeytinyağı ile beslenen grupta, en az yağlanma (%17,6) ise balık yağı ile beslenen grupta olduğu görülmüştür. Karaciğerin yağ asidi profili de şöyledir; balık yağı ile beslenen grupta EPA ve DHA oranı, soya yağı ile beslenen grupta linolenik asit (18:3 n3) ve linoleik asit (18:2 n6) oranı, zeytin yağı ile beslenen balıklarda ise oleik asit (18:1 n9) oranı yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak levrek yavrularının, balık yağı ve soya yağının aksine n-6 ve n-9 serisi yağ asitlerini yüksek oranda içeren ayçiçeği, mısır ve zeytinyağını efektif olarak değerlendiremedikleri ve karaciğerde daha yüksek oranda depoladıkları belirtilmiştir. Hepatosomatik ve viserosomatik indeks sonuçlarına göre de balık yağı ve soya yağı ile yapılan beslemede karaciğerin oransal büyüklüğü ve iç organlardaki yağ depolanmasının en az seviyede olduğu, diğer yağ kaynaklarında ise hem hepatosomatik indeks hem de viserosomatik indeks değerleri daha yüksek bulunmuştur.

Sonuçta levrek başlangıç diyetlerinde balık yağı yerine kullanılan soya, mısır, ayçiçeği ve zeytinyağının balık karaciğerinde yağ birikimi, hepatosomatik indeks ve viserosomatik indeks değerleri ile karaciğer yağ asidi kompozisyonu üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Balıklar balık

yağı ve soya yağını iyi derecede kullanabilmekte ve karaciğer ve iç organlarda düşük oranda yağ depolandığı bulunmuştur.

Yıldız ve Şener (2004a), farklı bitkisel yağların ortalama 7,5 gram ağırlığındaki levrek (*D.labrax*) yavrularında büyüme performansı, vücut yağ asidi kompozisyonuna etkilerini incelemiştir. En iyi canlı ağırlık artışı ile en iyi yemden yararlanma oranının balık yağı içeren yemlerle yapılan beslemede elde edildiği bildirilmiştir. Tüm vücuttaki EPA, DHA değerleri ile balık karkasındaki yağ oranının da balık yağı ile beslenen grupta en fazla olduğu görülmüştür. Soya yağı ile beslenen balıkların vücut yağ asidi analiz sonuçlarına göre linolenik asit ve linoleik asit oranı en yüksek düzeyde bulunurken, zeytinyağı ile beslenen grupta en yüksek yağ asidinin oleik asit olduğu bulunmuştur.

Enerji kaynağı olarak kullanılan yağlar, özellikle larval dönemde balıkların büyüme performansını, yaşama oranını ve vücut kompozisyonunu etkilemektedir.

Balık yağında bulunan n-3 HUFA'lar, bitkisel kaynaklarda bulunan linoleik ve oleik asitlerden çok daha kolay kullanılabilir. Bu nedenle balık yağı kullanıldığında, tüm balığın yağ içeriği düşük (%4,55) iken kaslardaki yağ içeriği yüksektir.

Yıldız ve Şener (2004b) tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada, başlangıç ağırlıkları ortalama 7,58 gram olan levrek (*D.labrax*) yavruları 75 gün süreyle balık yağı ve balık yağına ikame olarak soya, mısır, ayçiçek ve zeytinyağı kullanılan yemlerle beslenmiş ve levrek yavrularının büyüme performansı ve vücut kompozisyonuna

etkisi incelenmiştir. Kullanılan yemlerin protein yağ içerikleri sırası ile %57,42 ve %12,33'tür.

Balık yağı ile beslenen balıkların canlı ağırlık artışlarının ve spesifik büyüme hızının diğer bitkisel yağ kaynaklarının kullanıldığı gruplara göre istatistiksel olarak daha iyi olduğu tespit edilmiştir. En iyi yemden yararlanma oranı (1,59) yine balık yağı ile beslenen grupta elde edilmiştir. En yüksek yemden yararlanma oranı 1.94 değeri ile mısır yağı ile beslenen grupta elde edilmiştir.

Farklı bitkisel yağlar ile yapılan besleme sonucunda karkas yağ içeriğinin ve karaciğer yağ oranının %100 balık yağı ile beslenen balıklara göre önemli ölçüde fazla olduğu tespit edilmiştir. Hepatosomatik ve viserosomatik indeks sonuçlarına göre de bitkisel yağ ile yapılan beslemede karaciğerin oransal büyüklüğünde ve iç organlardaki yağ depolanmasında artış olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak, soya yağı, ayçiçek yağı, mısır yağı ve zeytinyağının yavru levrek balıklarının beslenmesinde %100 ikame edilmesinin uygun olmadığı görülmüştür. Bunun yerine optimum gelişme için belirli oranlarda kullanılabileceği ve en iyi oranın belirlenmesi konusunda yeni araştırmaların sürdürülmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Yemin yağ asidi profilinin dengesiz olması, balığın immünolojik durumunu ve stres direncini değiştirebilmektedir. Bu doğrultuda Montero ve diğerleri (2003) bitkisel yağ kaynaklarının çipura balığı sağlığı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışma, bitkisel yağ kaynakları kullanımının orta ve uzun vadede etkisinin kıyaslanabilmesi için ayrı ayrı

101 (10 gramdan 85 grama kadar) gün ve 204 (85 gramdan hasat boyuna kadar) gün olarak yapılmıştır.

Balık yağı, %60 ve %80 oranında soya yağı, kanola yağı, keten yağı ve bu üç yağın karışımı ile ikame edilmiştir. İlk çalışmada %25 yağ içerikli, ikinci çalışmada %22 yağ içerikli yemler kullanılmıştır. Balık yağı-bitkisel yağ kullanımı %40 ve %60 olarak ayarlanan gruplarda w-3 HUFA seviyesinin %3'ün üzerinde kalması sağlanarak çipura balıklarının minimum esansiyel yağ ihtiyacının karşılanması amaçlanmıştır (Montero et al., 1996). Kullanılan yemlerin yağ asidi içerikleri aşağıdaki tablolarda belirtilmiştir (Tablo 7 ve Tablo 8).

Tablo 7. Kullanılan Yemlerin Yağ Asidi İçeriği (101. gün)
(gram yağ asidi/100 gram toplam yağ asidi)
(Montero et al., 2003)

Yağ Asidi	Yem Çeşidi				
	%100 Balık Yağı	%60 Soya Yağı	%60 Kanola Yağı	%60 Keten Tohumu Yağı	%60 Karışım
18:1 n-9	11,4	14,4	27,8	15,1	17,8
18:2 n-6	7,3	26,2	16	13	14,6
18:3 n-3	3,8	4,7	5,2	23	18,2
20:4 n-6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3
20:5 n-3	13,9	8,1	7,5	7,3	7,3
22:6 n-3	8,9	5,6	5,4	5,3	5,4
Toplam n-3	31,2	21,3	20,7	38,2	33,4
Toplam n-6	9,4	27,5	17,2	14,1	15,7
Toplam n-9	14,2	16,7	30,9	17,7	20,5
n-3 HUFA	25,2	15,2	14,2	13,9	14

Tablo 8. Kullanılan Yemlerin Yağ Asidi İçeriği (204. gün)
(gram yağ asidi/100 gram toplam yağ asidi)
(Montero et all., 2003)

Yağ Asidi	Yem Çeşidi						
	%100 Balık Yağı	%60 Soya Yağı	%60 Kanola Yağı	%60 Ketan Tohumu Yağı	%60 Bitkisel Yağ Karışımı	%80 Soya Yağı	%80 Ketan Tohumu Yağı
18:1 n-9	13,64	17,07	37,1	16,32	22,29	18,24	15,99
18:2 n-6	4,7	30,42	14,69	11,48	14,53	38,52	13,24
18:3 n-3	0,64	3,42	5,03	28,09	19,97	4,39	36,69
20:4 n-6	0,74	0,42	0,36	0,32	0,30	0,30	0,25
20:5 n-3	16,16	7,85	7,10	6,94	6,92	5,02	4,30
22:6 n-3	7,09	4,24	4,31	3,98	3,84	2,43	3,31
Toplam n-3	31,56	18,54	19,89	42,23	33,59	13,83	46,07
Toplam n-6	7,98	32,65	16,34	13,15	15,55	39,79	14,71
Toplam n-9	16,48	19,05	39,66	18,32	24,44	19,87	17,84
n-3 HUFA	26,17	13,09	12,98	12,24	11,72	8,16	8,23

Çalışmalarda farklı immünolojik parametreler incelenmiştir. Ayrıca plazma kortisol seviyesindeki varyasyonlar ile stres tepkisi değerlendirilmiştir. Böbrek makrofajlarının ve kırmızı kan hücrelerinin yağ asidi kompozisyonu üzerinde çalışılmıştır.

Sonuç olarak bitkisel kaynaklarla orta vadede yapılan %60 ve %80 oranındaki ikamede sağlık parametreleri üzerine herhangi bir etki olmadığı görülmüştür. Bitkisel yağ içeren yemlerle beslenen balıkların strese olan tepkilerinde farklılıklar görülmüştür. Özellikle ketan tohumu yağı ile beslenen balıklarda stres sonrası plazma kortisol seviyesinde belirgin bir artış olduğu görülmüştür. Böbrek makrofajlarının ve kırmızı

kan hücrelerinin yağ asidi kompozisyonunun kullanılan yemlerin kompozisyonlarını yansıttığı, bununla birlikte esansiyel yağ asitlerinin (DHA, ArA, EPA) seçici olarak bu hücrelerin yapısına geçtiği gözlenmiştir. Bu durum esansiyel yağ asitlerinin bu hücrelerdeki önemli rolünün bir göstergesidir.

Farklı bitkisel yağ karışımları kullanılarak balık yağının %60 oranında ikame edilmesinde Çipura balıklarında herhangi bir sağlık sorunu yaratmayacağı tespit edilmiştir. Bununla birlikte tek çeşit bitkisel yağ ile yapılan %60 oranındaki ikame ile balık sağlığının immünsüpresyon veya stres direnci açısından etkilenebileceği görülmüştür. Kanola yağı böbrek makrofaj aktivitesini, soya yağı serum kompleman (kanda bulunan ve özel amboseptor ile birleştiğinde bakteri veya diğer hücrelerin tahrip olmasını sağlayan madde) aktivitesini, keten tohumu yağı da balığın strese tepkisini değiştirmektedir.

Çipura larvalarında DHA'nın EPA ile ikame edilmesi büyüme miktarını düşürmektedir. Bununla birlikte diyetteki DHA yeterli iken EPA değeri ile ilgili yeterli çalışma yapılmamıştır. Liu ve diğerleri (2002) tarafından bu çalışmada diyetle yeterli miktarda DHA var iken diyetle lesitin ve EPA'nın çipura balıklarında büyüme, yaşama, stres direnci, larvaların yağ asidi kompozisyonu ve yağ transportu üzerine etkileri incelenmiştir.

Kullanılan yemlerin lesitin ve yağ asitleri içerikleri aşağıda belirtilmektedir (Tablo 9).

Tablo 9. Deneme Yemlerinin Yağ Asidi İçerikleri, (%Kuru Madde)
(Liu et all., 2002)

	Kontrol Yemi	Düşük EPA İçerikli Yem	Lesitinsiz Yem
Soya Lesitini	%2	%2	%0
EPA	%2,89	%1,63	%2,71
ArA	%0,2	%0,2	%0,2
DHA	%4,96	%4,24	%4,65

Larvaların stres direnci taşıma, sıcaklık ve tuzluluk testleri ile incelenmiştir. Sonuçlara göre diyetteki DHA seviyesi yüksek ve ArA seviyesi %0,2 iken larvalarda büyüme ve yaşama oranının iyileştirilmesi için EPA gereklidir. Yemlerin EPA içeriği larvaların EPA içeriğini etkilemektedir. Diyetteki artan EPA miktarı larvaların taşıma ve sıcaklık testlerindeki stres direncini iyileştirmektedir. Bu EPA'nın kortisol üretimi regülasyonundaki muhtemel rolü ile ilgilidir. Ancak tuzluluk şoku sonrası stres direncini etkilememektedir.

Lesitin içermeyen yemle beslenen larvaların yağ içeriğinin düşük olduğu görülmüştür. Ayrıca bu yağın düşük doymuş/tekli doymamış yağ asidi oranına sahip olması ve önemli derecede düşük miktarda lipoprotein partikülleri içermesi diyetten gelen yağın transferi ve kullanımında kritik düşüşün göstergesidir. Bu da larvaların büyüme ve yaşama oranlarını düşürür.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Teorik olarak bir kilogram balık üretimi için 2 - 5 kg doğal balık gerekmektedir. Avlanan balıktan %12-%15 balık unu, %10-%12 balık yağı elde edilmektedir. Yıllık global balık yağı üretim miktarı yaklaşık 1,2 milyon tondur. Bu miktarın yarısından fazlası balık yemlerinde kullanılmaktadır. En iyimser projeksiyonlarda bile, birkaç yıl içinde dünya balık yağı üretimi hayvan yemleri için artan talebi karşılamaya yetmeyecektir. Bitkisel yağ kaynaklarının istikrarlı üretimi düşünülürse, balık yemlerinde balık yağının bitkisel yağlarla ikamesi konusu ilgi çekmekte ve pek çok çalışma yapılmaktadır.

Günümüzde yüksek enerji içeriği olan yemlerle besleme yapıldığı için %100 balık yağı ile yapılan bir yem balığın ihtiyacından daha fazla esansiyel yağ asidi sağlamaktadır. Bu da balık yağının bir kısmının bitkisel yağlarla ikame edilebileceğinin göstergesidir. Balık yağı yerine farklı bitkisel kaynakların kullanımının getirdiği en büyük sorun balık etinin n-3 çoklu doymamış yağ asidi içeriğinin değişmesidir. Hasattan belli bir süre öncesinde (90 gün -150 gün) %100 balık yağı kullanılan yemlerle besleme yapılması balık eti yağ asidi kompozisyonunu olumlu yönde belli bir dereceye kadar iyileştirmektedir. Yapılan çalışmalarda yeniden besleme süreçleri sonrası EPA, DHA ve ArA esansiyel yağ asitlerinin hangi oranda yenilediği görülmektedir. Bununla birlikte balık etinin final kompozisyonunun optimize edilmesi için daha fazla çalışma yapılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

2000 yılları öncesinde yapılmış olan araştırmalar genel olarak esansiyel yağ asitlerinin gerekliliği ile balığın esansiyel yağ asidi ihtiyaçlarının tespiti ile ilgilidir. Dünya akuakültür üretim artış hızının balık unu ve balık yağı arzının önüne geçmesi araştırma konularının akuakültür üretiminin sürdürülebilirliği üzerinde yoğunlaşmasına neden olmuştur. İki binli yıllarda balık unu ve balık yağı yerine tamamen bitkisel kaynaklı protein ve yağların kullanımı araştırılmaktadır. Bu doğrultuda alternatif protein kaynaklarının çeşitli teknolojiler ve enzimatik reaksiyonlar ile sindirilebilirliğinin iyileştirilmesi ve dışarıdan eklenen sentetik amino asitler ile balık unu kullanım miktarları çok alt seviyelere indirilebilmektedir. Bununla birlikte balığın esansiyel yağ ihtiyaçının karşılanabilmesi, optimum büyüme ve ekonomik yetiştiricilik için balık yağının ancak kısmen ikame edilebileceği düşünölmektedir. Güncel çalışmalarda artık spesifik olarak bitkisel yağ kaynakların yemde hangi oranlarda sorunsuz olarak kullanılabileceği tespit edilmeye çalışılmaktadır.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde bitkisel yağlar balık yağı yerine belli bir orana kadar kullanılabilir. Ancak bu ikamelerin ve uzun dönem beslemenin balık sağlığı ve et kalitesine etkileri de araştırılmaktadır.

Balıketi yağ asidi kompozisyonu kullanılan yemin yağ asidi kompozisyonunu yansıtmaktadır. Bu da insan sağlığı açısından önemli olan balığın besin değerini etkilemektedir. Dokularda göze çarpan farklı depolanma oranı her dokunun kendine özel ihtiyaçı olduğunun göstergesidir. Çipura balıklarında balık yağı yerine %60 oranında farklı

bitkisel kaynaklar kullanıldığında kas EPA ve DHA içeriğinin yaklaşık olarak %60 ve %35 oranında düştüğü görülmüştür. Levrek balıklarında ise bu düşüş %50 ve %38 oranında gerçekleşmiştir (Tablo 10). Bununla birlikte sırf balık yağı ile yeniden besleme kas DHA ve ArA içeriğini yükseltmektedir. Fakat uzun süreli besleme ile dahi EPA oranının telafi edilemediği görülmüştür. Linoleik asit içeriği de yeniden besleme sonunda oldukça dikkate değer oranda yüksek kalmıştır.

Tablo 10. Çipura ve Levrek Balıklarında Kas Esansiyel Yağ Asidi Düşüş Oranı (%) (Izquierdo et al., 2005; Montero et al., 2005)

ÇİPURA (201 gün sonra)	EPA	DHA	n-3 HUFA
%60 Soya Yağı ile ikame	%55	%32	%44
%60 Kanola Yağı ile ikame	%61	%33	%52
%60 Keten Yağı ile ikame	%62	%37	%48
%80 Soya Yağı ile ikame	%73	%47	%61
%80 Keten Tohumu Yağı ile ikame	%74	%45	%58
LEVREK			
%60 Soya Yağı ile ikame	%47	%33	%39
%60 Kanola Yağı ile ikame	%48	%38	%42
%60 Keten Yağı ile ikame	%54	%45	%49
%80 Soya Yağı ile ikame	%56	%42	%48

Büyüme performansı ve yem değerlendirme açılarından bakıldığında, büyüme dönemindeki Çipura balıklarında bitkisel yağların balık yağı yerine uzun dönemde %60'a kadar kullanılabileceği görülmektedir. Bitkisel yağ kaynaklarının kullanıldığı yemlerde balığın n-3 HUFA ihtiyacı sağlanmalıdır. Fakat n-3 HUFA ihtiyacının yemlerin

yağ seviyesine ve beslemenin süresine göre değişkenlik gösterebileceği de göz önüne alınmalıdır.

Çeşitli bitkisel yağları %60 oranında içeren yemlerle beslenen balıklarda immünsüpresyon veya stres direncinde değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Bu doğrultuda farklı bitkisel yağların tek başına ortaya çıkardığı etkileri elimine etmek için tek başına bir çeşit bitkisel yağ yerine bunların karışımları kullanılarak sağlık parametreleri incelenmiştir. Balık yağı yerine kanola, keten tohumu yağı ile soya yağının eşit oranlarda karışımının %60 oranında kullanılması sonucunda çipura balıklarında herhangi bir sağlık sorunu yaratmadığı görülmüştür.

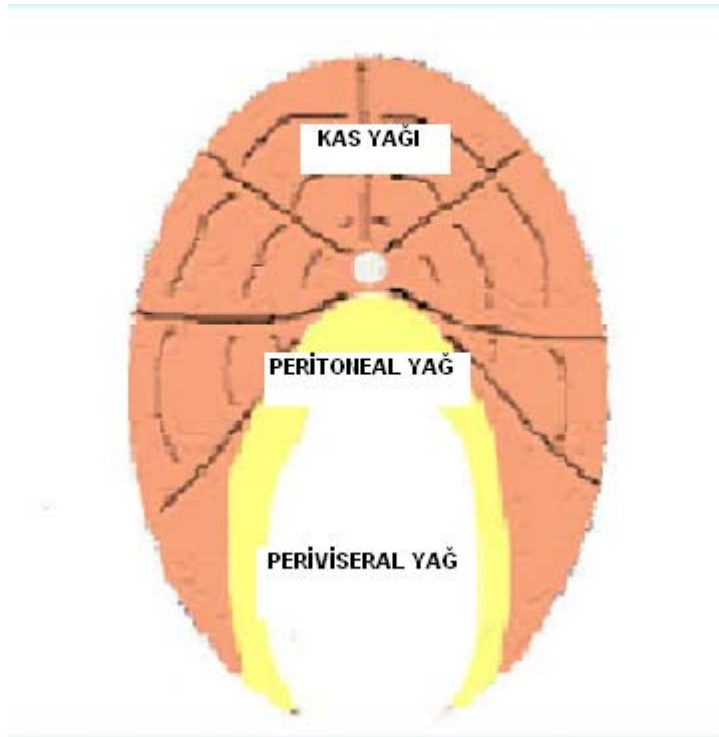
Levrek balıklarında balık yağının %60 ve %80 oranında farklı bitkisel yağlarla ikame edilmesi yem alımını ve ölüm oranını etkilememektedir. Soya yağı ve keten tohumu yağı, balık yağı yerine %60 oranında uzun dönem beslemede kullanılabilir. Bununla birlikte %60 oranında kanola yağının ve %80 oranında keten tohumu yağının kullanılması büyümeyi olumsuz etkilemektedir.

Larva beslenmesinde DHA ve ArA önemlidir. Bu yağ asitlerini yeterli seviyede içeren diyetlerin aynı zamanda yüksek oranda EPA (%2,89) içermesi, kortisol üretimi regülasyonundaki muhtemel rolü ile bağlantılı olarak larvalarda stres direncini iyileştirmektedir.

Gıdada kullanımı yaygın olan n-6 ve n-9 serisi yağ asitlerini yüksek oranda içeren ayçiçeği, mısır ve zeytinyağı levrek balıkları tarafından efektif olarak değerlendirilememektedir. Bunlarla kıyaslandığında karaciğer yağ oranı, karaciğerin oransal büyüklüğü ve iç organlardaki

yağ depolanması açısından balık yağı ile soya yağı kullanılabilir en uygun yağ kaynaklarıdır. Balıklar balık yağı ve soya yağını iyi derecede kullanabilmekte, bunun sonucunda da karaciğer ve iç organlarda düşük oranda yağ birikmesi oluşmaktadır.

Yağ depolanması balığın kalite göstergelerinden biridir. Yağ balık vücudunda kas yağı, peritoneal yağ (karın bölgesi) ve periviseral yağ (iç organların çevresi) olarak farklı bölgelerde birikmektedir (Şekil 3. Balık Vücudunda Yağların Birikme Şekilleri).



Şekil 3. Balık Vücudunda Yağların Birikme Şekilleri (Grigorakis, 1999)

Farklı bölgelerde biriken bu yağlar balığın lezzet ve aromasını, ağızda bıraktığı hissi, ransidite oluşumunu ve görsel kalitesini etkiler. Yağların karın bölgesinde ve iç organlar etrafında birikmesi yerine kas içinde homojen olarak dağılması tercih edilmektedir. Bu şekilde doymamış yağ asitlerinin pişme esnasında ortaya çıkardığı uçucu aroma bileşikleri lezzet verirler ve ağızda daha sulu bir his oluşumunu sağlarlar (Love, 1992). Balık herhangi bir işleme tabi tutulmadan direkt insan tüketimine sunulacak ise karın bölgesinde ve iç organlarda çok miktarda yağ birikmesi istenmez. Bu yağlar kültür balığı ile ilgili tüketici algısını olumsuz etkilemekte, sağlıksız ve rahatsız edici bulunmaktadır. Ayrıca balığın temizlenmesi esnasında uzaklaştırıldıkları için tüketilmemektedir.

Çipura ve Levrekte bitkisel yağların balık yağı yerine kullanımında bazı organoleptik farklılıkların ortaya çıktığı bilinmektedir. Yapılan bir çalışmada doğal Çipurada 51 adet aroma bileşiği tespit edilmesine karşılık yetiştiricilik yoluyla elde edilenlerde sadece 45 adet tanımlanabilmiştir (Grigorakis et al., 2003). Bu durum besin kaynaklarının tat oluşumundaki etkisini göstermekte olup, alternatif hammaddelerin kullanımında dikkatle üzerinde durulması gereken bir konu olduğu düşünülmektedir. Yemleme ile balıkta tekstürün düzenlenmesi ağırlıklı olarak kas yağ içeriği ile ilgilidir. Kas yağ içeriğinin artması ile balık filetosu daha yumuşak ve daha gevşek yapıda olmaktadır (Love, 1992). Fileto kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla hasat öncesi bitirme yemleri kullanılabilir. Ancak bu özelliklerin ne derece doğala yaklaştığı konusunda var olan bilgi çok fazla değildir.

KAYNAKLAR

- Besseonart, M., Izquierdo, M.S., Salhi, M., Hernandez-Cruz, C.M., Gonzalez, M.M. and Fernandez-Palacios, H., 1999,** Effect of dietary arachidonic acid levels on growth and survival of gilthead seabream (*Sparus aurata*) larvae, *Aquaculture*, 179:265-275p.
- Castell, J.D., Bell, J.G., Tocher, D.R. and Sargent, J.R., 1994,** Effects of purified diets containing different combinations of arachidonic and docosahexaenoic acid on survival, growth and fatty acid composition of juvenile turbot, *Aquaculture*, 128:315-333p.
- Fountoulaki, E., Alexis, M.N., Nengas, I. and Venou, B., 2003,** Effects of dietary arachidonic acid (20:4 n-6), on growth, body composition, and tissue fatty acid profile of gilthead bream Fingerlings, *Aquaculture*, 225:309-323p.
- FAO, 2006,** The State of World Fisheries and Aquaculture, <http://www.fao.org>
- Grigorakis, K., 1999,** Quality of cultured and wild gilt-head sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*), PhD Thesis, University of Lincolnshire and Humberside, 267p.
- Grigorakis K., Taylor K.D.A. and Alexis M.N., 2003,** Organoleptic and volatile aroma compounds comparison of wild and cultured gilthead sea bream: sensory differences and possible chemical basis, *Aquaculture*, 225:109-119p.

KAYNAKLAR (devam)

- Hoşsu, B., Korkut, A. Y. ve Fırat, A., 2001,** Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın no:50, Ders kitabı Dizini no:19, E.Ü. Basımevi, Bornova/İzmir.
- Izquierdo, M.S., Montero, D., Robaina, L., Caballero, M.J., Rosenlund, G. and Gines, R., 2005,** Alterations in fillet fatty acid profile and flesh quality in gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed vegetable oils for a long time period. Recovery of fatty acid profiles by fish oil feeding, *Aquaculture*, 250:431-444p.
- Ibeas, C., Izquierdo, M.S., Lorenzo Hernandez, A., 1994,** Effect of different levels of n-3 highly unsaturated fatty acids on growth and fatty acid composition of juvenile gilthead seabream (*Sparus aurata*), *Aquaculture*, 127:177-188p.
- Ibeas, C., Cesaj, J.R., Fores, R., Badia, P., Gomez, T. and Lorenzo Hernandez, A., 1997,** Influence of eicosapentaenoic to docosahexaenoic acid ratio (EPA/DHA) of dietary lipids on growth and fatty acid composition of gilthead seabream (*Sparus aurata*) Juveniles, *Aquaculture*, 150:91-102p.
- Ibeas, C., Cejas, J., Gomez, T., Jerez, S. and Lorenzo, A., 1996,** Influence of dietary n-3 highly unsaturated fatty acid levels on juvenile gilthead seabream (*Sparus aurata*) growth and tissue fatty acid composition, *Aquaculture*, 142:221-235p.

KAYNAKLAR (devam)

- Kalegeropoulos, N., Alexis, M.N., and Henderson, R.J., 1992**, Effect of dietary soybean and cod liver oil levels on growth and body composition of gilthead bream (*Sparus aurata*), *Aquaculture*, 104:293-308p.
- Luten, J.B., Jacobsen, C., Bekaert, K., Saebo, A. and Oehlenschläger, J., 2006**, *Seafood Research From Fish to Dish*, Wageningen Academic Publishers, Netherlands, 567p.
- Liu, J., Caballero, M.J., Izquierdo, M.S., El-Sayed, A.T., Hernandez-Cruz C.M., Valencia, A. and Fernandez-Palacios, H., 2002**, Necessity of dietary lecithin and eicosapentaenoic acid for growth, survival, stress, resistance and lipoprotein formation in gilthead seabream (*Sparus aurata*), *Fisheries Science*, 68:1165-1172p.
- Love R. M., 1992**, Biochemical Dynamics and the Quality of Fresh and Frozen Fish., in *Fish Processing Technology*, G.M. Hall, Blackie Academic, NY.
- Montero, D., Kalinowski, T., Obach, A., Robaina, L., Tort, L., Caballero, M.J. and Izquierdo, M.S., 2003**, Vegetable lipid sources for gilthead seabream (*Sparus aurata*): effects on fish health, *Aquaculture*, 225:353 -370p.
- Montero, D., Tort, L., Izquierdo, M.S., Socorro, J., Robaina, L., Vergara, J.M., Fernandez-Palacios, H., 1996**, Effect of α -tocopherol and n-3 HUFA deficient diets on blood cells, selected immune parameters and proximate body composition of gilthead seabream (*Sparus aurata*), *British Journal of Nutrition*, 96(5):830-839p.

KAYNAKLAR (devam)

- Montero, D., Tort, L., Izquierdo, M.S., Robaina, L., Vergara, J.M., 1998,** Depletion of serum alternative complement pathway activity in gilthead seabream caused by alpha-tocopherol and n-3 HUFA dietary deficiencies, *Fish Physiol. Biochem.*, 18:399-407p.
- Montero, D., Robaina, L., Caballero, M.J., Gines, R. and Izquierdo, M.S., 2005,** Growth, feed utilization and flesh quality of european seabass (*Dicentrarchus labrax*) fed diets containing vegetable oils: A time-course study on the effect of a re-feeding period with a 100% fish oil diet, *Aquaculture*, 248:121-134p.
- NRC (National Research Council), 1993,** Nutritional Requirements of Fish, National Academic Pres, Washington DC, USA.
- Papoura, A.C.R. and Alexis, M.N., 2001,** Effects of different dietary oils in seabass (*Dicentrarchus labrax*) nutrition, *Aquaculture International*, 9: 463-476p.
- Robin, J.H. and Skalli, A., 2004,** Requirements and incorporation of n-3 highly unsaturated fatty acids in european seabass juvenile, 11th International Symposium on Nutrition and Feeding in Fish, 164p.
- Sargent, J. R., Bell, J.G., Bell, M.V., Henderson, R.J. and Tocher, D.R., 1995.** Requirement criteria for essential fatty acids, *J. Of Appl. Ichthyol.*, 11:183-198p.

KAYNAKLAR (devam)

- Sargent, J., Bell, G., McEvoy L., Tocher, D. and Estevez, A., 1999a,** Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish, *Aquaculture*, 177: 191-199p.
- Sargent, J., McEvoy, L., Estevez, A., Bell, G., Bell, M., Henderson, J. And Tocher D., 1999b.** Lipid nutrition of marine fish during early development: current status and future directions, *Aquaculture*, 179: 217-229p.
- Yıldız, M. ve Şener, M., 2003,** The effects of replacing fish oil with vegetable oils in starter feeds on the liver fat composition of seabass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758), *Turk J. Vet. Anim. Sci.*, 27:709-717p.
- Yıldız, M. ve Şener, M., 2004a,** The effects of dietary oils of vegetable origin on the performance, body composition and fatty acid profiles of seabass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) juveniles, *Turk J. Vet. Anim. Sci.*, 28:553-562p.
- Yıldız, M. ve Şener, M., 2004b,** Farkli bitkisel yağlar ilave edilen diyetlerin levrek (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) yavrularında büyüme performansı ve vücut kompozisyonuna etkileri, *İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 30(1):75-88p.

ÖZGEÇMİŞ

05.07.1974 tarihinde Eskişehir’de dünyaya gelen Özlem GÜZEL, T.C. vatandaşıdır. İlkokul ve Ortaokulu Eskişehir ve Konya’da tamamladıktan sonra, 1991 yılında Konya Gazi Lise’sinden birincilik derecesi ile mezun olmuştur. Aynı yıl Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nü kazanmıştır. 1996 yılında şeref listesine girerek derece ile yüksek öğrenimini tamamlamış ve “Gıda Mühendisi” ünvanı almaya hak kazanmıştır.

1996 yılından beri özel sektörde çalışmakta olup, sırası ile MİS SÜT SANAYİ A.Ş. *İstanbul*, FERSAN SANAYİ A.Ş. *İzmir* firmalarında kalite yönetim sistemleri ve ar-ge konularında iş tecrübesi edinmiştir. 2004 yılı itibari ile ÇAMLI YEM BESİCİLİK ve SANAYİ A.Ş. firmasında “kalite yönetim temsilcisi” ve balık besleme konusunda ar-ge üzerine çalışmaktadır.

2004 Bahar döneminde açılan yüksek lisans sınavını kazanarak E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği ABD’da yüksek lisans öğrenimine başlamıştır.