

**LİNOLENİK ASİTCE (18:3 ω -3) ZENGİNLEŞTİRİLEN
TİCARİ YEMLERİN FARKLI
FOTOPERİYOT KOŞULLARINDA KAHVERENGİ
ALABALIK (*Salmo trutta fario* Linneaus, 1758)'LARIN
BAZI BÜYÜME PARAMETRELERİ VE YAĞ ASİDİ
PROFİLİNE ETKİLERİ**

Harun ARSLAN

**Yüksek Lisans Tezi
Su Ürünleri Anabilim Dalı
Prof. Dr. N. Mevlüt ARAS
2010**

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

LİNOLENİK ASİTCE (18:3 ω -3) ZENGİNLEŞTİRİLEN TİCARİ
YEMLERİN FARKLI FOTOPERİYOT KOŞULLARINDA
KAHVERENGİ ALABALIK (*Salmo trutta fario* Linneaus,
1758)'LARIN BAZI BÜYÜME PARAMETRELERİ VE YAĞ ASİDİ
PROFİLİNE ETKİLERİ

Harun ARSLAN

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

ERZURUM

2010

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. N. Mevlüt ARAS danışmanlığında, **Harun ARSLAN** tarafından hazırlanan bu çalışma **17.08.2010** tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

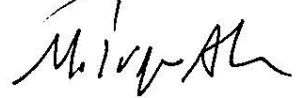
Başkan : ...Prof. Dr. S. K. ARAS...

İmza : 

Üye : ...Prof. Dr. Mevlüt ARAS

İmza : 

Üye : ...Doç. Dr. İrfan AKSU

İmza : 

Yukarıdaki sonucu onaylarım

(imza)

Prof. Dr. Ömer AKBULUT

Enstitü Müdür

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

LİNOLENİK ASİTCE (18:3 ω-3) ZENGİNLEŞTİRİLEN TİCARİ YEMLERİN FARKLI FOTOPERİYOT KOŞULLARINDA KAHVERENGİ ALABALIK (*Salmo trutta fario* Linneaus, 1758)'LARIN BAZI BÜYÜME PARAMETRELERİ VE YAĞ ASİDİ PROFİLİNE ETKİLERİ

Harun ARSLAN
Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. N. Mevlüt ARAS

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü Akvaryum Balıkları Araştırma Merkezinde yürütülmüştür. Kahverengi alabalık (*Salmo trutta fario* Linneaus, 1758) yavrularında 60 gün süreyle linolenik asitin (LNA-18:3 ω-3) kontrol gurubu hariç iki ayrı seviyesi (%5,%10) (LNA0, LNA5, LNA10) ile zenginleştirilmiş ticari diyetlerle, farklı fotoperiyod koşullarında (12A:12K-24A:0K)(A:Aydınlık-K:Karanlık) yetiştirilen materyal balıkların, büyüme performansları, kas ve karaciğer dokusundaki yağ asidi profillerine etkileri üzerinde durulmuştur. Başlangıç ağırlıkları ortalama olarak 4±0,5 g'dan deneme sonunda 12,24±1,2gr'a ulaşan materyal balıkların, spesifik büyüme oranları da ortalama 2,35±0,3 olmuştur. Ayrıca balıklara ait yaşama gücü oranları da %95'in üzerinde çıkmış ve gruplar arasında büyüme ve yaşama gücü bakımından önemli bir fark olmamıştır.

Araştırma sonunda balıkların kas ve karaciğer dokularına ilişkin toplam doymuş yağ asitleri (SFA),tekli doymamış yağ asitleri (MUFA), Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), n-3/n-6 ve eikosapentaenoik asit+dokosaheksaenoikasit (EPA+DHA) miktarları muameleler arasında önemli seviyede farklı çıkmıştır (p<0,05). Ticari yeme ilave edilen LNA'nın farklı miktarlarının kontrol grubuna göre önemli bir etkisi olmazken, 24 saatlik ışık gruplarında total n-3 miktarları; balıkların kas dokusunda daha yüksek, karaciğerde ise benzer çıkmıştır.

2010, 38 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Salmo trutta fario*, Yağ asitleri, Fotoperiyod, Linolenik asit, Büyüme oranı

ABSTRACT

THESIS OF MS

THE EFFECTS OF COMMERCIAL DIETS ENRICHED WITH LINOLENIC ACID (18: 3 ω -3) ON THE GROWTH PARAMETERS AND OIL ACID PROFILE OF BROWN TROUT (*Salmo trutta fario* Linneaus, 1758) IN DIFFERENT PHOTOPERIOD CONDITIONS

Harun ARSLAN
Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Aquaculture
Supervisor: Prof. Dr. N. Mevlüt ARAS

This study was carried out at the Fisheries and Aquarium Research and Application Center at the Faculty of Agriculture, Ataturk University. It was focused on the effects of linolenic acid (18: 3 ω -3) on the brown trout (*Salmo trutta fario* Linneaus, 1758) in the period of 60 days with commercial diets enriched with two different levels (5%,10%) (control group excluded) of linolenic acid (18: 3 ω -3)(LNA0, LNA5, LNA10) and growth performance and the fatty acid profiles in muscle and liver tissue of material fish which were grown in different photoperiod conditions (12L:12D-24L:0D)(Light/Dark). The specific growth ratio of material fish became $2,35\pm 0,3g$ on average, whose initial weight were $4\pm 0,5 g$ on average and reached $12,24\pm 1,2g$ at the end of the experiment. In addition to this, the ratio of survival of those fish became over 95% and no significant difference was observed regarding survival.

At the end of this study, it was defined that the total amount of SFA, MUFA, PUFA; n-3/n6 and EPA+DHA of fish muscle and liver tissues was different in comparison of each other and this difference was statistically very significant ($p<0,05$). While there was not a significant effect different amounts of LNA which was added to commercial feed compared to control group, the amounts of total n-3 in 24-hour light groups were higher at the tissues of fish and similar at liver tissues.

2010, 38 pages

Keywords: *Salmo trutta fario*, Photoperiod, Linolenic acid, Fatty acids, Growth ratio

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez konusunun belirlenerek araştırma ve denemenin planlanıp yürütülmesinde ve çalışmamın tez haline getirilmesinde bana yol gösteren, yardım ve desteklerini esirgemeyen başta tez danışmanım olmak üzere tüm su ürünleri bölümü hocalarına ve çalışanlarına teşekkürü borç bilirim.

Çalışmamızın giderleri BAP-2009-49 nolu projeden sağlanmıştır.

Harun ARSLAN

Ağustos 2010

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
1. GİRİŞ	1
2.KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM	14
3. 1. Materyal.....	15
3. 1. 1. Araştırma yeri.....	15
3. 1. 2. Su materyali.....	16
3. 1. 3. Kafes ve tank materyali.....	16
3. 1. 4. Balık materyali.....	17
3. 1. 5. Yem materyali.....	17
3. 1. 6. Işık materyali.....	19
3. 2. Yöntem.....	19
3. 1. 1. Bazı büyüme parametrelerinin değerlendirilmesi.....	19
3. 2. 2. Örneklerin alınması ve muhafazası.....	20
3. 2. 3. Örneklerden yağın ekstrakte edilmesi.....	20
3. 2. 4. Çalışmada kullanılan çözeltiler ve hazırlanışları.....	20
3. 2. 5. Su değerlerinin ölçülmesi.....	21
3. 2. 6. Örneklerden ekstrakte edilen yağın miktarının belirlenmesi.....	21
3. 2. 7. Yağ asidi metil esterlerinin (FAME) hazırlanması.....	22
3. 2. 8. Yağ asidlerinin tayini.....	22
3. 2. 9. Gaz kromatografisi koşulları.....	22
3. 2. 10. Deneme deseni ve üniteleri.....	23

3. 2. 11. İstatistiki analizler	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	24
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	32
KAYNAKLAR	34
ÖZGEÇMİŞ	

ÇİZELGELER

Çizelge 1.1. Doymamış Yağ Asitleri ve Sayısal Formülleri.....	3
Çizelge 1.2. Bazı balık ve su canlılarının yağ asitleri miktarı	6
Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan suyun kimyasal özellikleri	16
Çizelge 3.2. Araştırmada kullanılan ekstrude alabalık yavru yeminin besin madde değerleri.....	18
Çizelge 3.3. Denemede kullanılan yemin yağ asidi profili	19
Çizelge 3.4. Deneme deseni ve üniteleri.....	23
Çizelge 4.1. Denemeye ait tartım değerleri	24
Çizelge 4.2. Balıkların ortalama mutlak büyüme değerleri	25
Çizelge 4.3. Balıklara ait oransal büyüme değerleri	25
Çizelge 4.4. Karaciğerdeki ortalama yağ miktarları (% olarak)	26
Çizelge 4.5. Materyal balıkların kaslarına ait ortalama yağ miktarları (%).....	26
Çizelge 4.6. Zenginleştirilmiş yemlerin ortalama yağ miktarları (%).....	26
Çizelge 5.1. Örneklenen balıkların karaciğerlerine ait yağ asidi profili ve kullanılan yemin yağ asidi profili.....	29
Çizelge 5.2. Örneklenen balıkların kaslarına ait yağ asidi profili ve kullanılan yemin yağ asidi profili	30

ŞEKİLLER

Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan tank ve aydınlatma sistemi.....	15
Şekil 3.2. Denemede kullanılan kafes sistemi	16
Şekil 3.3. Kahverengi Alabalık (<i>Salmo trutta fario</i> Linneaus, 1758).....	17
Şekil 3.4. Araştırmada kullanılan ekstrude alabalık yavru yemi	18

1. GİRİŞ

Ticari balık üretiminde girdi maliyetlerinin yaklaşık %60'ını yem oluşturmaktadır. (Akyurt 1993). Tatlı sulardaki ekonomik değeri en yüksek olan alabalıklar soğuk su balıkları grubuna dâhil stenoterm ve karnivor beslenen türler olduğundan proteinleri çok iyi sindirmektedirler. Yavruların büyütülmesinde yemlerin protein içeriği %60'lara kadar çıkabilmektedir. Yüksek protein içerikli yemin maliyetinin fazla oluşu balıkların birim fiyatlarına doğrudan yansımaktadır. Dolayısıyla balık kültüründe yapılan araştırmaların önemli bir bölümü yemler ve bunların içerikleri üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Balık yemlerinin önemli bir bölümünü oluşturan ve hammaddesi kısıtlı olduğu için pahalı olan, balık unu yerine ikame olabilecek bitkisel orijinli (soya, mısır) ürünler bu açıdan en önemli girdilerdir. Ayrıca yemlerdeki mevcut proteinlerin büyüme ve diğer hayati faaliyetlerde kullanılması öngörülürken, enerji ihtiyacının yağlardan karşılanması yoluna gidilerek maliyetlerin düşürülmesi yoluna gidilmektedir. Son yıllarda ise daha çok farklı bitkisel orijinli lipidler üzerinde durulmaktadır. Caballero *et al.* 2001 yaptıkları araştırmada balık yağı yerine ikame edilen soya, kolza, palmiye ve zeytinyağlarında büyüme parametreleri açısından olumlu sonuçlar almış dolayısıyla farklı rasyonlarda kullanılabileceği kanaatine ulaşmışlardır. Aynı araştırmacılar konunun diğer değişkenleri üzerinde incelemeler yapılmasını önermişlerdir. Mesela, kanola yağı (CO) ve balık yağını (FO) gökkuşağı alabalıklarında denedikleri çalışmada her iki grubun da yağ asidi profillerini benzer ve büyüme değerlerini de istatistikî olarak önemsiz bulmuşlardır (Brown *et al.* 2010).

Balıklarda büyümeyi etkileyen yaş, tür, cinsi olgunluk dönemi gibi, iç faktörlerin yanı sıra; sıcaklık, rakım, tuzluluk gibi dış faktörlerde balık yağlarını ve yağ asitlerini önemli ölçüde değiştirebilmektedir (Borlongan *et al.* 1997). Öyleki yürütülen çalışmalar balıkların dokularındaki yağ asidi profilleri ile diyetlere katılması düşünülen esansiyel

yağ asitleri arasında positif korelasyon kurulabildiğini rapor etmektedirler (Castel 1979; Koven *et al*,1990; Rainuzzo *et al*,1997).

Bilindiği gibi hemen bütün omurgalı canlılar için PUFA lar esansiyel yağ asitleridir (EFA). Yani diyetlerle alınması gerekir. EFA eksikliğinin en temel işareti büyümede gerileme ve kötü yem değerlendirmesidir. Hemen bütün balıklarda görülen bu durum gökkuşağı alabalıklarında yüzgeç erozyonunun hem kuyruk hem sırt yüzgecinde görülmesiyle belirir. Alt çenede deformasyon, ciğerde şişme gibi pek çok araz ortaya çıkmaktadır (Sargent *et al*.2002). Diyetlerdeki özellikle n-3 PUFA eksikliği gökkuşağı alabalıklarında büyümede gerileme ve düşük yem değerlendirmeye yol açmaktadır (Watanabe, 1983). Aynı durum n-6 PUFA eksikliğinde daha az görülmektedir. Bu sebeple araştırmacılar n3/n6 arasındaki dengenin önemine dikkat çekmektedirler (Sargent *et al*. 1997; Robin *et al*. 2003).

18:3 ω -3 Linolenik asit/18:2 ω -6 Linoleik asite oranının tatlısu levreklerinde büyüme performansına ve yağ asidi profiline etkisini araştırdıkları çalışmada Codliver oil(CO), Safflover (SO) ve Linseed oili (LO) LNA ve LA kaynağı olarak kullanmış ve araştırmada balık yağı (FO) ile bitkisel yağlar arasında büyüme performansı açısından olumsuz bir fark kaydetmemişlerdir ve LNA 0,64/LA oranının daha uygun olduğunu rapor etmişlerdir (Gersande *at al*. 2008).

Blindiği üzere ülkemizde Gökkuşağı alabalığının (*O. mykiss*) üretimi başarılı bir şekilde yürütülmektedir. Hatta Avrupa ülkeleri arasında da Türkiye önemli üretici ülkeler arasına girmiştir. Buna karşın *Salmo trutta fario*'nun kültürü henüz yenidir. Dolayısıyla ticari yemleri ve yemin formülasyonları üzerinde farklı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Kahverengi alabalık olarakta bilinen bu türün üretimi gökkuşağı için geliştirilen yemlerle yapıldığından bazı problemler yaşanmaktadır. Bu açıdan araştırmamız ve sonuçları ayrı bir öneme sahiptir.

İki ay süren ve ortalama ağırlıkları $4 \pm 0,5$ gr olan kahverengi alabalık yavrularında linolenik asitin (18: 3 ω 3) iki ayrı seviyesi (%5, %10) kontrol grubu hariç (LNA0, LNA5, LNA10), farklı fotoperiyot koşullarında (12A:12K-24A:0K) çalışılarak materyal balıkların büyüme performansları ile kas ve karaciğer dokusundaki yağ asidi profillerine etkileri üzerinde durulmuştur. Bir başka ifadeyle diyet, kas ve karaciğer yağ asidi profillerinin farklı ışık seviyelerinde değişimi ile büyüme özellikleri arasındaki etkileşimlerin boyutları balık üretimi açısından değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Ayrıca çalışmanın sonuçları gökkuşuğu alabalığı için üretilen ticari yemin kullanılabilirliği yönünden de ipuçları verebilecek mahiyettedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Türkiye’de su ürünleri yetiştiriciliği sektörü hızlı bir ivme kazanmış ve 2008 yılında denizlerde ve iç sularda yetiştiricilik üretimi bir önceki yıla göre %8,8 oranında artarak yaklaşık 152 bin ton olmuştur. 2008 yılında yetiştiricilik üretiminin miktar olarak %43,73’ü iç sularda, %56,27’i ise denizlerde gerçekleştirilmiştir. Bir önceki yıla göre 2008 yılında, denizlerde yapılan yetiştiricilik üretimi %5,92 oranında, iç sulardaki yetiştiricilik üretimi ise %12,75 oranında artmıştır. Yetiştirilen en önemli türler iç sularda %43,32 ile alabalık, denizlerde %32,37 ile levrek, %20,81 ile çipuradır (TÜİK 2010).

Toplam üretimdeki artışın yanı sıra kültürü yapılan türlerin giderek arması beraberinde yemler ve yeni formülasyonlar üzerindeki çalışmalarında artırmıştır. Ayrıca maliyetlerin önemli bir bölümü yem girdilerine bağlı olduğu için ikame kaynaklar üzerinde yoğunlaşılmasında yol açmıştır. Bu doğal gelişme yemlerdeki temel kalori kaynakları arasındaki oranların yanı sıra onların yapı taşları olan yağ asitleri ve amino asitlerin dengeninde göz önünde bulundurulmasını kaçınılmaz kılmaktadır (Caballero *et al.* 2001).

Balıklara verilecek yem miktarının hesaplanmasında, balıkların canlı ağırlıkları, su sıcaklığı, rakım, tuzluluk, suyun miktarı, stok yoğunluğu gibi faktörlerin dikkate alınması gerekmektedir (Aras vd. 2000). İhtiyaç duyulan miktarın altında yem verildiğinde balıklarda yavaş bir büyüme, fazla yem verilmesi durumunda da kötü bir yem değerlendirme ve yüksek bir maliyet söz konusudur (Çelikkale 1994). Yemdeki besin maddelerinin oranı balıkların enerji ihtiyaçlarını değiştirebilir. Yüksek düzeyde protein içeren bir yemle beslenen balıklar, rasyondaki proteinin bir kısmını enerji sağlamak için kullandığından nihayetinde maliyeti artırıcı yönde istenmeyen bir durum ortaya çıkmaktadır (Akyurt 1993).

Araştırmacılar balıkların enerji ihtiyacını yemlerdeki kalorisi yüksek ve proteinlere göre ekonomik olan lipidleri kullanacak şekilde formülasyonlara yönelmektedirler. Yemlerdeki lipid oranının artması depolama süresini kısaltacağından hızlı tüketimi zorunlu kılmakta, ayrıca artan oranı protein açlığına yol açacağından şartlara göre kullanım oranları %5-40 arasında değişebilmektedir (Çetinkaya 1995).

Omurgalı canlıların kalori kaynaklarından lipidlerin yapı taşı olan yağ asitlerinden özellikle çoklu doymamış yağ asitlerini yani PUFA ları sentezleyememektedirler. Daha öncede ifade edildiği üzere PUFA ların esansiyel olması balık yağları haricinde alternatif kullanılan yağların miktarı kadar kompozisyonuda başarılı üretim için önemli olmaktadır.

Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) n-3 veya n-6 yağ asitleri olarak gruplandırılırlar; n-3 yağ asitlerinde ilk çift bağ üçüncü karbondan iken, n-6 yağ asitlerinde ilk çift bağ altıncı karbondan yer alır. n-6 PUFA'nın temel yağ asidi linoleik asittir. Bu yağ asidi vücutta araşıdonik aside dönüşebilir. n-3 PUFA'nın temel yağ asidi ise α -linolenik asit olup vücutta eikosapentenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asite (DHA) dönüşebilir (Sargent *et al.* 1999).

Araştırmacılar diyetlerdeki LNA ve LA ile diyetteki oranları ve onların karaciğer enzimatik aktiviteleri diyet kalitesi, sindirilebilirliği balığın beslenmesi ile alakalı indikatör bilgilere ulaşılabileceğini rapor etmektedirler (Tan *et al.*,2009). Nitekim tatlı su balıklarında LNA ve LA in balıklar için esansiyel olduğu normal büyüme, yaşama gücü, hücre yapısı ve fonksiyonları için, membranların muhafazası ile eikosanoid metabolizmasında önemli görevler üstlenmektedirler (Olsen and Ringo 1992).

Yellow catfishlerde (*Pelteobagrus fulvidraco*) büyüme performansı ve yağ asidi profilinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada linolenik asitin (LNA), linoleik asite (LA) oranının ayrı değerlerinin farklı oranlarda (0,35-14,46) diyetlere uygulamış ve en iyi büyümeyi 1,17/2,12 (LNA/LA)'da gözlemlemişlerdir. Ayrıca en iyi yem

değerlendirme oranı (FCR) da bu grupta görülmüştür. Yemdeki bu oran vücut kompozisyonuna da yansımıştır. Tüm bunlarla birlikte yemdeki LNA oranının artıp LA oranının azalmasıyla birlikte vücut kompozisyonundaki EPA (20:5n-3) ve DHA (22:6n-3) oranının da arttığı belirlenmiştir. Yani sentezlenen EPA ve DHA'nın linolenik asitten kaynaklandığını rapor etmişlerdir. Tüm bu göstergeler ışığında yemdeki C18'i catfishlerin (*Pelteobagrus fulvidraco*) C:20 ve C:22'ye dönüştürdüğü görülmüştür. Ayrıca LNA/LA oranının lipoprotein lipaz, hepatik lipaz, piruvat kinaz, malik dehidrogenaz ve laktat dehidrogenaz gibi çoğu enzimatik aktiviteyi de etkilediği gözlemlenmiştir (Tan *et al.* 2009).

Yapılan araştırmalarda kahverengi alabalık (*Salmo trutta fario*) ile gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) ile büyümeleri karşılaştırıldığında, kahverengi alabalığın performansı düşük olmakla birlikte, 8°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda kahverengi alabalık; atlantik salmonu (*Salmo salar*) ve alp almasına (*Salvelinus alpinus*) kıyasla yavaş büyüdüğü, fakat aradaki farkların daha az olduğu, bununla birlikte düşük sıcaklıklarda kahverengi alabalığın (*Salmo trutta fario*) daha hızlı büyüdüğü bildirilmiştir (Jensen *et al.* 1989).

Fotoperiyot; balıkların gonat gelişimi, beslenme, büyüme gibi fizyolojik aktivitelerinde büyük önem arz etmektedir. Ayrıca mevsim dışı dönemlerde yumurta alabilmek için yapılan hormon uygulamalarından da daha kolay ve ucuz bir yöntemdir. Ülkemizde henüz işletmelerin birçoğunda fotoperiyod uygulaması veya seleksiyon yolu ile mevsim dışı yumurta alımı söz konusu değildir (Çelikkale 1994).

Kontrollü şartlar altında gökkuşağı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) damızlık bireylerinden yılın her döneminde yumurta ve sperm alınabilmesi mümkündür. Aynı zamanda gerekli çevre şartları (ışık, sıcaklık, besin ihtiyacı) sağlandığı zaman hormon uygulaması ile yılda bir kez yumurtlayabilen bazı balıklarda da birden fazla yumurta alınabileceği belirtilmiştir. Bunun için günümüzde pek çok hormon ilavesi uygulaması başarı ile gerçekleştirilmiştir (Çelikkale 1991).

Gökkuşığı alabalığına ilk yemlenmesinden 1 grama kadar olan dönemde yanlış uygulamalarla birlikte mortalite %75'e kadar yükselebilir. Ayrıca küçük yumurta kullanımı ve çevresel faktörlerdeki ani değişim, eksik besleme teknikleri gibi yanlış uygulamalar da mortalitedeki artışın nedenleri arasındadır (Balta 1997).

Gökkuşığı alabalığı subtropik ve ılıman kuşakta yılda bir defa genellikle kış aylarında döl verir. Gonad ve testislerinin gelişimi ve yumurtlama zamanı esas olarak fotoperiyot (gün uzunluğu) ve su sıcaklığı gibi çevresel faktörler tarafından kontrol edilmektedir (Bromage and Camaranatunga 1988).

Subtropik kuşak ve kutup bölgelerinde yaşayan organizmalarda biyolojik aktivitelerin düzenlenmesi ve zamanlanması, fotoperiyotla senkronize olmuş içsel biyolojik saate bağlıdır ve yıllık ritimlere bağlı olduğu bildirilmiştir (Randal *et al.* 1991; Bromage *et al.* 2002).

2 yaşındaki alp alaları (*Salvelinus alpinus*) 3 Şubattan itibaren 4 farklı grupta fotoperiyot uygulamasına alınmıştır. İlk grup 42 gün süreyle 18 saat aydınlık 6 saat karanlıktan (18A:6K) sonra 6 saat aydınlık 18 saat karanlık (6A:18K) ışık rejimine maruz bırakılmıştır. 2. grup 42 gün 18A:6K'dan sonra doğal döngüye, 3. grup sabit 18A:6K ve 4. Grup ise normal mevsimsel fotoperiyot döngüsüne (kontrol) maruz bırakılmışlardır. Su sıcaklığının 10°C'de olduğu çalışmalarında Kasım ayında olgunlaşan anaç oranları aşağıdaki gibi belirlenmiştir. Dişilerde olgunlaşma sırasıyla %20, 32, 74 ve 50, erkeklerde %45, 66, 76 ve 83 olarak belirlenmiştir (Duston *et al.* 2003).

Gökkuşığı alabalığına (*Oncorhynchus mykiss*) üremenin fotoperiyodik kontrolünde ışık döngülerinin önemini araştırmak için yaptıkları çalışmada devamlı aydınlık (AA), sabit uzun (18A:6K) veya kısa (6A:18K) günleri içeren 20-30 anaçlık gruplar oluşturmuşlardır. Sabit sıcaklık (8,5-9 °C) ve günlük %0,5 vücut ağırlığı/gün yeme oranı altında Şubat ayında uygulamalara başlanmıştır. Birinci yılın sonunda devamlı

aydınlık ve sabit uzun günler (18A:6K) gruplarında yumurtlama 2 ay öne alınırken kısa günler (6A:18K) grubunda 5 ay gecikmiştir. Normal ışık periyodundaki kontrol grubunda yumurtlama Aralık ayında gerçekleşmiştir (Duston and Bromage 1988).

Fotoperiyot uygulaması altındaki dişi gökkuşuğu alabalıklarının olgunlaşmasında, sıcaklığın etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada 18A:6K (aydınlık-karanlık) uzun günleri takiben, ani değişimle 6A:18K (aydınlık-karanlık) kısa günlerine dönüştürülen uzun-kısa fotoperiyot uygulamaları, yaz aylarında ticari olarak mevsim dışı yumurta üretimi için olgunlaşmayı öne almış veya geciktirmiştir. Normal gün ışığı rejimine maruz kalan balıklar Aralık ayında yumurtlarken uzun-kısa günlere maruz bırakılan balıklarda yumurtlama 3-4 ay öne alınarak Ağustos ve Eylül aylarında gerçekleşmiştir. Aynı grup içinde 7-10,5°C su sıcaklığına maruz bırakılan balıklar nehir suyundaki balıklardan 3-4 hafta önce yumurtlamıştır. Bütün gruplarda fekundite benzer bulunmakla beraber öne alınan yumurtlamadan elde edilen yumurtaların çapları daha küçüktür. Ayrıca uzun-kısa fotoperiyota maruz kalan balıklarda Haziran ve Temmuz aylarındaki rutin olgunlaşma kontrolünde, nehir suyunda kalan balıklarda abdomende aşırı yumuşaklık olduğu halde az miktarda aşırı olgunlaşmış yumurtalar görülmüştür (Davies and Bromage 2002; Kırım 2005).

Yetişkin mercan balıkları (red sea bream (*Pagrus major*)) üzerinde yapılan fotoperiyot çalışmasında sırasıyla (16A:8K-24A:0K-12A:12K)(A:aydınlık-K:karanlık) ışık uygulamasına maruz bırakarak fotoperiyodun bireylerin yumurta dökme dönemi üzerine olan tesirine bakmışlardır. Rutin olarak yapılan kontrollerde 1. Guruptan 6 yetiştikten 5 inin, 2. Guruptan 6 yetiştikten 2 sinin yumurta döktüğü bunların aksine 3. Gurupta ise 6 yetiştikten hiçbirinde yumurtlamanın olmadığı görülmüştür. Ve bunun istatistiksel olarak önemli olduğu vurgulanmıştır. Tüm bu göstergeler ışığında yumurtlama dönemi ve öncesinde mercanların yoğun ışığa maruz bırakılmasının üremeyi etkilediğini ayrıca büyüme performansının da en iyi 24A:0K da olduğu belirtilmiştir (Biswas *et al.* 2010).

Knifefjaw (*Oplegnathus fasciatus*) balıklarında uygulanan fotoperiyod çalışmasında (12A:12K,16A:8K ve 24A:0K) uygulanarak yapılan fotoperiyod denemelerinde; yem

alımının farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan balıklardaki en yüksek büyüme artışının 24 saat aydınlığa maruz bırakılan gruplar olduğu saptanmıştır. Bunların yanı sıra ağırlık artışındaki en yüksek değer, SGR, FCR de bu grupta görülmüştür (Biswas *et al.* 2008).

Aynı araştırmacılar daha önceki çalışmalarında, bu kez karagöz balıklarında (*Pagrus major*) farklı fotoperiod uygulamaları denemişlerdir (12A:12K,16A:8K ve 24A:0K). Knifefjaw (*Oplegnathus fasciatus*) balıklarına benzer buldukları sonuçlar istatistikî açıdan çok önemli bulunan ağırlık artışını 24 saat aydınlığa maruz bırakılan balıklarda gözlenmiştir. Bu artışı 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık ve 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık gurubundaki balıklar izlemiştir. Yem alımı ve yem dönüştürme oranı (FCR) yine bariz bir şekilde 24 saat aydınlık uygulanan guruplarda yüksek çıkmıştır. Ayrıca yağ ve enerji sindirilebilirliğinin de dikkate değer bir şekilde 24 saat aydınlık uygulanan gurupta fazla olduğunu rapor etmişlerdir (Biswas *et al.* 2005).

Gökkuşığı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) üzerinde yaptıkları fotoperiod çalışmasında; (12A:12K ve 24A:0K) yem değerlendirme oranının en fazla olduğu gurubu, 24 saat aydınlığa maruz bırakılan balıklar olarak belirlemiş ve yem değerlendirmeye paralel olarak ağırlık artışında benzer şekilde 24 saat aydınlığa maruz bırakılan guruptan elde edildiğini rapor etmişlerdir (Sönmez vd 2009).

Fingerlink gökkuşığı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) (ortalama 70 gram) yapılan çalışmada iki farklı fotoperiod uygulamasını karşılaştırmış ve biri normal aydınlanma periyodu (günlere paralel olarak güneşten gelen aydınlatma) diğeri ise 24 saat aydınlık olan 2 deneme gurubunda yaptıkları kıyaslama sonucunda 24 saat aydınlığa maruz bırakılan gurupta yem dönüştürme oranını en fazla olduğunu ve canlı ağırlık artışındaki değişiminde yine bu guruptaki balıklarda olduğunu belirlemişlerdir (Valenzuela *et al.* 2006).

Fotoperiodun yumurta kalitesine ve yumurtlama zamanını öne almaya olan tesirini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, anaç gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) yumurtlama sonrası üç ay boyunca 24 saat aydınlığa maruz bırakılmıştır. Çalışma sonucunda Ocak, Şubat, Mart aylarında 24 saat fotoperioda maruz bırakılan anaçlardan Haziran-Ağustos döneminde yumurta alınırken, normal koşullarda yetiştirilen kontrol gurubunda yumurtlama Ekim-Aralık dönemlerinde olmuştur. Bu duruma paralel şekilde gözlenmiş yumurtaların yaşama oranı fotoperiod uygulanan bireylerinkinde %95 iken kontrol gurubunda %93 olmuştur. Ayrıca keseli dönemdeki kayıpların kontrol gurubunda daha fazla olduğu da rapor edilmiştir (Bonnet *et al.* 2007).

Yumurtlama sonrası dişi gökkuşağı alabalıklarında fotoperiodun uygulandığı bir başka çalışmada ışığın olgunlaşmayı ve yumurtlama dönemini erkene almayı tetiklediği ve 17 beta estradiol, testesteron, kalsiyum ve GTH 2 gibi maddelerin seviyelerini de artırdığı görülmüştür. Gonatlarla münasebet ilk dönemlerde alt seviyelerde iken FSH'nin üst seviyelerde olması gonat gelişimini hızlandırıcı faktör olarak rol oynadığı rapor edilmiştir. Gökkuşağı balıklarının gün ışığının ani değişimlerine karşı oldukça esnek olduğu kısa-uzun ışık periyodu durumlarında yumurtlama sürecinin geciktirilmesi veya erkene alınması durumlarını da kendiliğinden getirdiği bildirilmiştir (Davies *et al.* 1999).

Işığın yanı sıra yüksek ışık yoğunluğunun da büyümeyi ve yem değerlendirmeyi olumlu yönde etkilediği kayıtlara geçmiştir. Yoğun ışık rejimi uygulaması sonucu büyümede %25'e varan artış, pazarlama zamanının ötelenmesi (değişimi-ikamesi) ve üretim zamanının (pazara arz süresinin) ortalama 2 ay süreyle azaltılabildiği bildirilmiştir (Taylor *et al.* 2005).

Alabalık anaçlarında iki farklı fotoperiyod uygulamasının yapıldığı farklı bir çalışmada, yumurtlama dönemini erkene almanın yumurta büyüklüğünde gerilemeye yani yumurta çapında daralmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu daralmayı açıklamak için ise yumurtadaki lipid ve vitellogenin seviyelerini düzenli olarak ölçüme tabi tutmuşlardır.

Fakat çalışma sonucunda yumurta küçüklüğüne sebep olan şeyin ne trigliseritler nede vitellogeninin olmadığını saptamışlardır (Bon *et al.* 1999).

Atlantik morina balıklarında (*Gadus morhua*) yaptıkları çalışmada Norberg ve arkadaşları; bir yaşından üç yaşına bir başka deyişle ikinci yumurtlama sezonuna kadar çeşitli fotoperiyodik manipülasyonlara maruz bıraktıkları bireylerde yumurtlama döneminin erkene alınabileceğini ya da ötelenebileceğini rapor etmiş ayrıca uygun teknikler kullanılarak yumurtlama sezonunu yıl içinde değişik dönemlere yayılabileceğini bildirmişlerdir (Norberg *et al.* 2001).

İlk yemleme dönemleri sonrasında 24 saatlik sürekli aydınlığa maruz bırakılan Atlantic salmon (*Salmo salar*) yavruları sonrasında (10A:14K)'a maruz bırakılmışlardır. Çalışma sonrasında fotoperiyoda maruz bırakılan grupların gelişimlerinin daha hızlı olduğunu rapor etmişlerdir (Berrilla *et al.* 2003).

Gökkuşığı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) üzerinde yaptıkları çalışmada (12A:12K) fotoperiyot uygulanan gruptaki embriyoların melatonin ritminin normal olduğunu belirtmiş ayrıca yumurta sarısından elde edilen melatonin miktarının hem aydınlık hem de karanlık fazda eşit olduğunu rapor etmişlerdir (Yamada *et al.* 2002).

Gökkuşığı balıkları üzerinde yaptıkları bir dizi çalışma sonucunda Davies ve arkadaşları dişi gökkuşığı alabalıklarında sıcaklık ve fotoperiyod uygulamalarının sonucu olarak yumurtlama dönemlerinin yıl bazında değiştirilebileceğini bildirmişlerdir. Su sıcaklıklarının pozitif ya da negatif uçlara geldiği durumlarda ise canlı yumurtanın olmadığı gözlenmiştir. Örneğin 20 derecede yumurta canlılığı gözlemlenememişken su sıcaklığı 16 dereceye indirildiğinde canlılık gözlemlenmiş fakat yumurta kalitesinde önemli azalma olduğu rapor edilmiştir. Sonuç olarak alabalıklarda fotoperiyodun yumurtlama ve olgunlaşma zamanının ayarlanmasında en büyük çevresel faktör olduğu ileri sürülmüştür. Su sıcaklığı ise ikinci derecede önemli faktör olarak sayılmıştır (Davies and Bromage 2002).

Yaptıkları çalışmada Biswas ve arkadaşları karagöz balıklarında (*Pagrus major*) farklı fotoperiod (24A:0K, 16A:8K, 12A:12K) uygulamaları denemişler ve sonuç olarak göz ardı edilemeyecek şekilde yüksek çıkan ağırlık artışını 24 saat aydınlığa maruz bırakılan guruptan gözlemlemişlerdir. Bu artışı 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık ve 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık gurubundaki balıklar izlemiştir. Yem alımı ve yem dönüşüm oranı(FCR) yine bariz bir şekilde 24 saat aydınlık uygulanan guruplarda fazla çıkmıştır. Ayrıca yağ ve enerji sindirilebilirliğinin de dikkate değer bir şekilde 24 saat aydınlık uygulanan gurupta daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir (Biswas *et al.* 2005).

Atlantik salmonlarla (*Salmo salar*) yürütülen fotoperiyod çalışmasında olgunluk döneminde olan dişi bireyler denemeye alınmış ve farklı zamanlı aydınlatmalar uygulanmıştır. Ocak-Mart aylarından Temmuz ayına kadar uygulanan fotoperiyod denemeleri sonucunda 8 saat aydınlık, 16 saat karanlık ve doğal aydınlık artı 8 saat aydınlık uygulanan guruplarda ovulasyonun 24 saat aydınlık uygulanan guruplara göre daha geç olduğunu rapor etmişlerdir (Taranger *et al.* 1998).

Bonnet ve arkadaşları tarafından yapılan ve yumurta kalitesine hangi faktörlerin rol oynadığına dair çalışmaların yapıldığı bir başka denemede fotoperiyod, farklı besleme protokolleri ve emriyonik deformasyonlar araştırılmıştır. Çalışma sonunda farklı fotoperiyoda maruz bırakılan anaçların yumurtalarının da kaliteli olduğu rapor edilmiştir. Fakat ana faktörün besleme olduğunun da altı çizilmiştir (Bonnet *et al.*2007).

Ani fotoperiyod değişimi çalışmasında ise; denizde kafeslerden alınan salmon balıkları (*Salmo salar*) laboratuar ortamına alınmış ve suni gün boyu aydınlatmaya, sürekli 24 saat aydınlığa ve 8 saat aydınlık-16 saat karanlığa maruz bırakılmış sonuç olarak cinsi olgunlaşma oranının %91'den %67'ye ve 8 saat aydınlatmada ise %9'a düştüğü belirtilmiştir. Bununla birlikte çalışmaların sonucunda salmonlarda istenmeyen erken olgunlaşma probleminde azaltılabileceğini ifade etmişlerdir (Taranger *et al.*1998).

Bazı araştışıcılar yumurtlamayı teşvikte kullanılan hormon uygulama yöntemlerinin yerine ışıktan yararlanmanın kullanılabileceğini ve bu sayede yumurta alımının yılın bütün periyotlarına kaydırılabileceğini belirtmişlerdir (Amano *et al.*1998).

Alabalıklarda yumurtlama tarihi ve dölleme zamanının tespiti ekonomik kazanç bakımından önemlidir. Fotoperiyod uygulamaları ile yumurtlama zamanının yıl içinde istenilen döneme çekilebileceği ve buna paralel olarak iç gücünün uygun olarak kullanılabileceği rapor edilmiştir (Scott *et al.*1984).

Döllenmiş mezgıt (*Melanogrammus aeglefinus*) yumurtaları üzerine yaptıkları bir araştırmada Dowling ve Litvak yumurtalara yüksek ve düşük yoğunluklarda mavi, yeşil ve beyaz ışık ile sürekli karanlık uygulaması yapmışlar ve bu farklılığın kuluçka dönemi üzerindeki etkilerine bakmışlardır. Sürekli karanlık veya yüksek yoğunluktaki beyaz ışığın kuluçka dönemini etkilediğini ama ışığın kalitesinin önemli olmadığını bildirmişlerdir (Dowling and Litvak 2002; Kırım 2005).

Meksika körfezinden topladıkları Cope (*Menidia beryllina*) balıklarında 3 farklı fotoperiyot rejimi (9,5A - 12A - 15 A) ve birde yüksek sıcaklık uygulaması yapan Huber ve arkadaşları balıklardaki olgunlaşma sürecini incelemişlerdir. Buna göre ilk fotoperiyot muamelesinde yani sabit 9,5 saat aydınlıkta olgunlaşmanın başladığı fakat bitmediğini, 12 saat te olgunlaşmanın olduğu ve yumurtlamanın gerçekteştiğini ve 15 saatte ise hem olgunlaşmanın gerçekteştiğini ve hem de deneme süresi boyunca çok sayıda yumurta aldıklarını rapor etmişlerdir (Huber and Bengtson 1999). Büyüme üzerine ışık rejiminin etkisi tam olarak anlaşılamamakla birlikte büyüme uyarıcı hormonların serbest bırakılması sağlanarak iştahın dolayısıyla da yem alımının ve büyümenin arttığı tahmin edilmektedir (Hemre *et al.* 2001).

Salmonlarda üreme safhasının fotoperiyoda bağlı olmasıyla birlikte sıcaklığında büyük öneminin olduğu vurgulanmış ve yüksek ve düşük sıcaklıklarda yumurtlamanın gerçekteşmediği bildirilmiştir. Önceden 22 derecede bekletilen balıklarda su

sıcaklığının düşmesiyle birlikte yumurtlama hazırlıklarının başladığı gözlemlenmiş Atlantik salmonların alabalıklara göre yumurtlamanın ayarlanması mekanizmasında düzenli olmayan ışıklandırmanın daha az etkili olduğu sonucuna varılmıştır (King and Pankhurst 2003).

Sıcakkanlı hayvanlarda olduğu gibi uygulanan fotoperiyodun soğukkanlı hayvanlarda da su sıcaklığı ve ışıkla daha etkin sonuçlar verdiği için gametlerin olgunlaşmasında olduğu gibi smoltifikasyon süresince ve mevsim dışı smoltların üretilmesinde de kullanıldığı rapor edilmiştir (Kujawa *et al.* 1999)

Denizden nehirlere ilk kez dönen somonlarda (*Salmo salar*) beslenme şartları fotoperiyod ve genetik şartlar gibi çevresel faktörlerin etkisinde olduğu belirtilmiş ve fotoperiyodun, salmonidlerde cinsel olgunluk zamanının ayarlanmasında uygulanan basit ve etkili bir teknik olduğu rapor edilmiştir (Porter *et al.* 1998). Damızlık alabalıklarında yumurtlama zamanının ikamesi için üzeri kapalı tanklar kullanılmaktadır. Alabalıkların yumurtlama zamanının değiştirilmesinde bu yöntemin oldukça etkin ve yaygın bir şekilde kullanıldığı bildirilmiştir. Yapılan son çalışmalarda ise bu tekniğin yüksek yoğunluklu ışıkla üstü açık tank ve havuzlarda da gerçekleştirilebileceği rapor edilmiştir (Taylor and Migaud 2002).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3. 1. Materyal

3. 1. 1. Araştırma yeri

Araştırma 08.08.2009–09.10.2009 tarihleri arasında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü Akvaryum Balıkları Araştırma Merkezi'nde yürütülmüştür.



Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan tank ve aydınlatma sistemi.

3. 1. 2. Su materyali

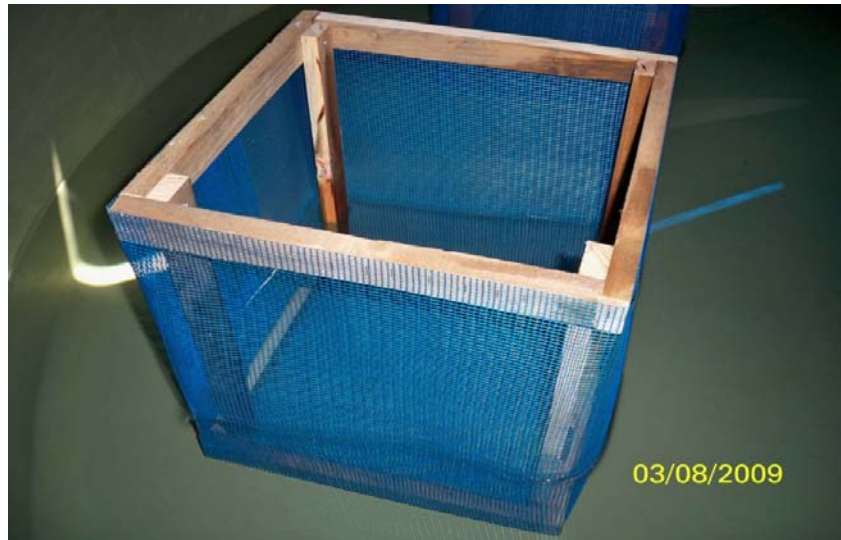
Araştırma Merkezi'ndeki mevcut kaynak suyu dinlenme tankında istenilmeyen gazlardan arındırıldıktan sonra kanallar ve hava taşları yardımı ile zenginleştirilerek kullanılmıştır. Günlük yapılan ölçümlerde su sıcaklığı, pH ve oksijen değerleri Çizelge 3.1 deki gibidir.

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan suyun kimyasal özellikleri

Parametre	Değer
Sıcaklık	9,6±1,0°C
Oksijen	8,8-9,3 ppm
Ph	7,4±0,5 mg/lt

3. 1. 3. Kafes ve tank materyali

Araştırmada çapları 300 cm ve yükseklikleri 100 cm olan 2 adet polipropilen tank ile ebatları 42*42*50 cm olan 12 tane ahşap konstrüksiyonlu, etrafları plastik tor ile kaplanmış kafes kullanılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Denemede kullanılan kafes sistemi.

3. 1. 4. Balık materyali

Araştırmada kullanılan yavru balıklar Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü Alabalık Üretim ve Araştırma Merkezi'nden temin edilmiştir. Kullanılan 300 adet $4\pm 0,5$ gramlık dere alabalığı (*Salmo trutta fario* Linnaeus, 1758) kafeslere 25'er adet gelecek şekilde şansa bağlı olarak dağıtılmıştır. Yem almada bireysel farklılıklar olmasın diye aynı kafese konulan balıkların büyüklüklerinin birbirine yakın olmasına özen gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Kahverengi Alabalık (*Salmo trutta fario* Linnaeus, 1758)

3. 1. 5. Yem materyali

Yavru balıkların beslenmesinde kullanılan ve ticari olarak temin edilen yem 3 numara yavru yemi olup, yemin temel besin maddeleri değerleri Çizelge 3.2'de verilmiştir. Yem un haline getirilmiş ve ağırlığının %5'i ve %10'u oranında linolenik asit (LNA) ilavesi yapıldıktan sonra tekrar liyofilize edilmiş ve kurutulduktan sonra eleklerden geçirilerek istenilen büyüklüğe gelmesi sağlanmıştır. Kullanılan linolenik asit ticari bir firmadan temin edilmiştir (MP Biomedical (katalog no: 02102118)). Şekil 3.4'te kullanılan yem,

Çizelge 3.2’de extrude yemin besin madde içerikleri ve Çizelge 3.3’te ise kullanılan yemin yağ asidi profili verilmiştir.



Şekil 3.4. Araştırmada kullanılan ekstrude alabalık yavru yemi.

Çizelge 3.2. Araştırmada kullanılan ekstrude alabalık yavru yeminin besin madde değerleri.

Besin Maddeleri	Miktar (%)
Nem	12
Ham Protein	45
Ham Yağ	20
Ham Sellüloz	3
Ham Kül	12
Nişasta	8
Brüt Enerji	4704 kcal/kg
Sindirilebilir Enerji	4140 kcal/kg
Metabolik Enerji	3849 kcal/kg

Denemede kullanılan %0, %5 ve %10 oranında zenginleştirme yapılmış extrude yavru yemine ait yağ asidi profilleri Çizelge 3.3’deki gibidir.

Çizelge 3.3. Denemede kullanılan yemin yağ asidi profili

	LNA 0	LNA 5	LNA 10
Σ SFA	36,67	28,2	26,88
Σ MUFA	29,59	26	25,99
Σ n-3	20,16	27,75	31,05
Σ n-6	6,22	9,85	11,69
Σ n-3/n-6	3,24	2,82	2,66
EPA+DHA	21,33	18,98	12,96

*(LNA:Linolenik asitçe zenginleştirilmiş yem)

3. 1. 6. Işık materyali

Çalışmada her tanka 4 adet spiral beyaz ampul (100 lüx) ile ışık uygulaması yapılmış (Bromage *et al.*1984, Kırım 2005) ayrıca etrafları ışık geçirmeyen biranda ile sırlanmış tanklarda aydınlatma ve karartma zaman ayarlı otomatik pirizler yardımı ile sağlanmıştır.

3. 2. Yöntem

3.2.1 Bazı büyüme parametrelerinin değerlendirilmesi

Denemeye ait büyüme parametreleri Palmeri *et al.* 2007'ye göre değerlendirilmiştir.

Spesifik Büyüme oranı: $(\ln \text{ son ağırlık} - \ln \text{ ilk ağırlık}) * (\text{gün sayısı}^{-1}) * 100$ (Çizelge 4.2)

Mutlak Büyüme (Ağırlık kazancı): Ortalama son ağırlık-Ortalama ilk ağırlık (Çizelge 4.2)

Oransal Büyüme: $(\text{Son ağırlık} - \text{İlk ağırlık}) * (\text{İlk ağırlık}^{-1}) * 100$ (Çizelge 4.3).

Ölüm oranı: $100 - ((\text{Deneme başındaki balık sayısı}) - (\text{Deneme sonundaki balık sayısı})) * 100 / (\text{Deneme başındaki balıksayısı})$.

3. 2. 2. Örneklerin alınması ve muhafazası

Araştırma sonunda tüm balıklar 50 ml'lik plastik tüplere aktarılmış ardından sıvı azotta derhal dondurularak laboratuvara aktarılmıştır. Örneklerin tamamının aynı kolon, gaz ve diğer değişken durumlarda analizlerinin yapılabilmesi için -80°C 'de muhafazası sağlanmıştır.

3. 2. 3. Örneklerden yağın ekstrakte edilmesi

Alınan örneklerden toplam yağ Folch metoduna göre yapılmıştır. Örneklerden saf olarak elde edilen yağlardan 50 mg yağ alınarak Metcalfe and Schmitz (1961)'e göre metil esterleri (FAME) hazırlanarak viallere aktırılmış ve gaz kromatografisinde (GC; Marka: Agilent, Model: 6890) yağ asitleri analizleri için kullanılmıştır (Folch *et al.* 1957).

3. 2. 4. Çalışmada kullanılan çözeltiler ve hazırlanışları

a. Lipid ekstraksiyon çözeltisi: Kloroform-metanol karışımından (2:1 v:v) 3 lt hazırlanmış ve bu çözeltinin her litresi için 0,25 gr butylated hydroxytoluen (BHT) ilave edilmiştir.

b. Magnezyum Klorür (MgCl_2) Çözeltisi: 1,7 gr MgCl_2 alınıp bir miktar saf suda çözüldükten sonra toplam hacim 100 ml'ye tamamlanmıştır.

c. 0,2 N Metanollü Sodyum Hidroksit (NaOH) Çözeltisi: 8 gr NaOH bir miktar metanol içerisinde çözüldükten sonra toplam hacim metanol ile 100 ml'ye tamamlanmıştır.

3. 2. 5. Su değerlerinin ölçülmesi

Suyun sıcaklık, oksijen ve pH değerleri günde 2 kez (10.00 ve 16.00 saatlerinde) WTW-340I pH-Oksi cihazı ile ölçülerek kaydedilmiş ve günlük ortalamaları hesaplanmıştır.

3. 2. 6. Örneklerden ekstrakte edilen yağın miktarının belirlenmesi

Araştırma materyallerinin yağ ekstaksiyonu Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü Araştırma Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Alınan örneklerden toplam yağ elde etmek için karaciğer ve kastan alınan 1 gr ağırlığındaki numuneler 50 ml'lik tüplere aktarılmış ve üzerlerine %0,01 (w/v) BHT içeren kloroform/methanol (2:1 v/v) karışımından 20 ml ilave edilmiştir. Daha sonra örnekler 1 dakika ultraturaks ile parçalanmış ve parçalama işleminden hemen sonra vakum altında Whatman No:1 filtre kâğıdı kullanılarak süzölmüştür. Süzme işleminden sonra numuneler temiz ve kuru tüplere aktarılarak her bir çözeltinin (numunenin) %2'si kadar $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ dan (20 ml çözelti için 4 ml olacak şekilde) ilave edilmiştir. Sonra tüplere nitrojen doldurulup ve kapakları gazı kaçırmayacak şekilde kapatıldıktan sonra 1 dak vortekslenerek oda sıcaklığında bir gün süreyle faz oluşumu için depolanmıştır.

Toplam iki aşamadan oluşan yağ ekstraksiyon işleminin birinci aşaması yukarıda belirtilen şekilde tamamlandıktan sonra pastör pipetiyle tüplerde oluşan alt faz alınarak temiz ve kuru tüplere aktarılmıştır. Aktarma işleminin ardından örnekler azot evaporatör sistem içerisine yerleştirilerek ısıtma ve nitrojen gazına tabi tutulmuştur. Bir süre evapore edildikten sonra tüplerin daraları alınmış küçük tüplere aktarılarak mini evaporatörde evaporasyon işlemine devam edilerek belli aralıklarla tartımlar yapılmıştır. Tartımlar ağırlıklar sabitleninceye kadar devam edilmiştir. Yağ miktarları tüplerin ağırlıklarının sabitlenmesi ile birlikte gravimetrik metotla hesaplanmıştır. Ağırlıkları sabitlenen örnekler üzerine kloroform ilave edilerek depolanmıştır (Folch *et al.* 1957).

3. 2. 7. Yağ asidi metil esterlerinin (FAME) hazırlanması

Örneklerden saf olarak elde edilen yağlardan 50 mg tartılarak temiz tüplere aktarılmış, ardından 19:0 Methyl nonadecanoate ilave edilmiştir(Fluka 74208). Her 50 mg örnek için 100 ml 19:0 kullanılmıştır(8 mg 19:0, 500 ml hekzan içinde çözülmüştür).Üzerine 1,5 ml 2 M NaOH ilave edilmiştir. Sonra tüplere nitrojen gazı doldurularak 1 saat süreyle 80°C'lik sıcaklığa tabi tutulmuş, böylece sabunlaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlemi takiben soğumaya bırakılan örnekler üzerine 2 ml BF₃ (Brontrifluoride methanol %25'lik) ilave edilerek tüplere tekrar nitrojen doldurulmuş ve 80°C'de yarım saat daha bekletilmişlerdir. İnkübasyon süresinin bitmesinden sonra örnekler tekrar soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan örneklerin üzerine 1 ml hekzan ilave edilip vortekslendikten sonra 1 ml ultra saf su ilave edilerek tekrar vortekslenmiştir. Daha sonra tüp içerisindeki hekzan tabakası alınarak sodyum sülfat içeren yeni tüplere aktarılmış ve 1 ml hekzan daha ilave edilerek tekrar vortekslenmiştir. Tüm örnekler 6000 rpm'de 10 dakika santrifüjlendikten sonra üstte kalan hekzan tabakası 2 ml'lik GC viallerine aktarılmış ve viallere nitrojen gazı doldurulmuştur (Metcalf and Schmitz 1961). Bütün bu işlemler tamamlandıktan sonra vialler gaz kromatografisine (GC) analizler için yerleştirilmiştir.

3. 2. 8. Yağ asidlerinin tayini

Enjeksiyon için hazırlanan örnekler 100'lü otomatik örnek tablasına yerleştirilerek gaz kromatografisi (GC/MS) çalıştırılmıştır. Supelco Component FAME Mix standartının yürütüldüğü sistem piklerin çıkış zamanlarına göre yağ asidlerine kalibre edilmiş ve kromatogramlarda % alan olarak ifade edilen değerler sonuç olarak verilmiştir.

3. 2. 9. Gaz kromatografisi koşulları

Cihaz: Agilent 6980 Mass Gaz Kromatografisi (GC/MS)

Dedektör: FID

Kolon: DB–23 (60mx0,25mmx0,25 µm)

Dedektör Sıcaklığı: 200°C

Kolon Sıcaklığı: 165°C’de15 dak bekletilir, dakikada 5°C artışla 200°C 47 dak bekletilir.

Taşıyıcı Gaz: Hidrojen (5psi)

Zaman Sabiti: 200

Akış Hızı: 1/50 (azot/kuru hava)

Hava Basıncı: 350 ml/dak

Taşıyıcı Gaz Basıncı: 35 ml/dak

3. 2. 10. Deneme deseni ve üniteleri

Deneme iki faktörlü basit deneme planına göre 2 fotoperyot, 3 rasyon, 2 tekerrür şeklinde göre kurulmuştur (Yıldız vd. 2002). Deneme deseni çizelge 3.4’te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Deneme deseni ve üniteleri

12A:12K						24A:0K					
LNA0		LNA5		LNA10		LNA0		LNA5		LNA10	
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2

*(A:Aydınlık, K:Karanlık, LNA:Linolenik asit)

3. 2. 11. İstatistiki analizler

İstatistiki analizler SPSS (1996) paket programında ANOVA ve korelasyon yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. ANOVA testi sonucunda önemli çıkan grup ortalamaları arasındaki farklılığı tespit etmek için Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Başlangıç ağırlıklarının ortalamaları $4\pm 0,5$ g olan yavru balıklar deneme sonunda 24A:OK koşullarında; kontrol, %5 ve %10 linolenik asitle (LNA0, LNA5, LNA10) zenginleştirilmiş gruplarda sırasıyla 12,058gr-13,365gr ve 11,072gr'a 12A-12K'ta ise 12,054gr-12,907gr ve 12,037gr'a ulaşmışlardır. Balıklara ait mutlak büyüme değerleri arasında fark istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur. Araştırma sonunda balıkların kas ve karaciğer dokularına ilişkin toplam SFA, MUFA, PUFA; n-3/n6 ve EPA+DHA miktarları muameleler arasında farklı çıkmış ve bu fark istatistikî olarak çok önemli bulunmuştur.

Araştırmamıza kullandığımız materyal balıkların tartım değerleri Çizelge 4.1'deki gibidir.

Çizelge 4.1. Denemeye ait tartım değerleri

	1. tartım		
Fotoperiyod	LNA 0	LNA 5	LNA 10
12A:12K	4,430	4,098	4,352
24A:0K	4,204	4,283	4,112
	2. tartım		
	LNA 0	LNA 5	LNA 10
12A:12K	6,631	6,068	6,399
24A:0K	6,625	7,042	6,709
	3. tartım		
	LNA 0	LNA 5	LNA 10
12A:12K	8,639	9,312	10,336
24A:0K	9,255	9,906	11,804
	4. tartım		
	LNA 0	LNA 5	LNA 10
12A:12K	12,037	12,054	12,907
24A:0K	11,072	12,058	13,365

*(LNA: Linolenik Asit, A:Aydınlık-K:Karanlık).

Çalışma sonucunda materyal balıklardan elde edilen mutlak büyüme değerleri ve spesifik büyüme oranları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Balıkların ortalama mutlak büyüme değerleri ve spesifik büyüme oranları

Zengin. Yem	12A:12K	12A:12K	SGR	24A:0K	24A:0K	SGR
	Başlangıç	Son		Başlangıç	Son	
LNA 0	4,430	12,037	2,22	4,204	11,072	2,15
LNA 5	4,098	12,054	2,40	4,283	12,058	2,30
LNA 10	4,352	12,907	2,42	4,112	13,365	2,62

*(P<0,05)(SGR: Spesifik büyüme oranı%)

Çizelge 4.3. Balıklara ait oransal büyüme değerleri(%)

Fotoperiyod	LNA 0	LNA 5	LNA 10
12A:12K	271,72	294,14	296,58
24A:0K	263,37	281,53	325,02

*(P<0,05)

Deneme sonucunda balıkların oransal büyüme değerlerinin ortalama verileri Çizelge 4.3’deki gibi olmuş ve oransal büyümenin en yüksek olduğu grup %325,02 ile 24 saat aydınlığa maruz bırakılan LNA 10 gurubu olmuştur. Bu değerleri yağ asidi zenginleştirmesine paralel olarak 294,14 ve 281,53’lük değerlerle LNA 5 ve 271,72 ve 263,37’lik değerlerle LNA 0 gurubu izlemiştir.

Çizelge 4.4. Karaciğerdeki ortalama yağ miktarları (%)

Fotoperiyod	LNA 0	LNA 5	LNA 10
12A:12K	4,445	4,373	7,903
24A:0K	7,378	6,385	4,244

Çalışılan materyal balıkların karaciğerlerindeki ortalama yağ miktarları Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Materyal balıkların kaslarına ilişkin ortalama yağ miktarları çizelge 4.5’te ve zenginleştirilmiş yemlerin ortalama yağ miktarları ise çizelge 4.6’daki gibidir.

Ayrıca çalışmamızın temel noktalarından biri olan yağ asidi kompozisyonuna ait değerler Çizelge 5.1 ve Çizelge 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Kastaki ortalama yağ miktarları (% olarak)

Fotoperiyod	LNA 0	LNA 5	LNA 10
12A:12K	9,060	7,502	10,439
24A:0K	8,790	8,362	10,416

Çizelge 4.6. Zenginleştirilmiş yemlere ait ortalama yağ miktarları (% olarak)

LNA 0	LNA 5	LNA 10
18,392	19,642	23,567

Çizelge 4.5’te deneme sonundaki materyal balıkların kaslarına ilişkin ortalama yağ değerleri verilmiştir. Çizelge 4.6’da ise zenginleştirilen yemlerin toplam yağ miktarları verilmiştir.

Çizelge 4.1’de de görüleceği üzere başlangıç ağırlıkları ortama $4 \pm 0,5$ gr olan yavru balıklarda kontrol, %5, %10 linolenik asitçe (LNA0, LNA5, LNA10) zenginleştirilmiş diyetlerle beslenen balıklar sırasıyla 12A:12K da 12,037-12,054-12,907 gr’a ulaşmıştır. 24 saat aydınlıkta ise sırasıyla 11,072-12,058-13,365 grama ulaşmıştır. Bu sonuçlara

göre en iyi büyüme 24 saat aydınlığa maruz bırakılan ve %10 zenginleştirilmiş yemle muamele edilen grupta görülmüştür.

Guruplar arası ortalama mutlak büyüme ve spesifik büyüme oranları göz önünde bulundurulduğunda istatistiki olarak bir fark olmamasına rağmen en yüksek SGR, LNA 10 gurubundan elde edilmiş buna paralel olarak en iyi mutlak büyüme değeri yani ağırlık artışı da yine 24 saat aydınlatma temelli grup olan LNA 10 gurubundan elde edilmiştir.

Çalışma sonrasında kahverengi alabalıklardan (*Salmo trutta fario* Linneaus, 1758) elde edilen oransal büyüme değerler Çizelge 4.3'de verilmiştir. Buna göre 12A:12K da oransal büyüme değerleri sırasıyla %271,72-294,14-296,58 olurken 24A:0K'da %263,37-281,53-325,02 olmuştur. Bu sonuçlara göre %10 zenginleştirme temelli ve 24 saat aydınlığın uygulandığı grup büyümenin en iyi gerçekleştiği grup olmuştur. Nitekim bu grup spesifik ve mutlak büyümenin en fazla olduğu grupla aynı gruptur. Bu bilgiler ışığında fotoperiyodun büyümeye olumlu etkilerinin olduğunu ve erken büyütme dolayısıyla erken yumurta elde etmenin mümkün olabileceğini ve ışığın özelliğinden kuluçka sistemlerinde faydalanılabileceğini söyleyebilmemiz mümkündür.

Karaciğerdeki ortalama yağ düzeylerine bakıldığında guruplar arasında farklılık gözlemlenmiştir. Bu farklılık 24 saat aydınlatmanın olduğu grupta yağ ilavesine ters bir şekilde giderek azalmıştır. Bu azalma yağların yapım-yıkım olaylarının karaciğerde olduğu düşünüldüğünde ışığın elengasyon ve desaturasyonda olumlu rol oynadığını ve Çizelge 5.1'den de anlaşılacağı gibi son ürünlerin (Σ n-3 gibi) varlığının fazlalığı yine bu grupta yani 24 saat aydınlığın uygulandığı grupta olduğu görülmektedir.

12 saat aydınlık 12 saat karanlığın uygulandığı grupta ise linear olmayan bir artış azalış söz konusudur. Bu farklılık çalışılan materyal balıklardaki bireysel farklılıklardan (yem alımındaki etkinlik oranı) kaynaklandığı söylenebilir.

Çizelge 5.1. Örneklenen balıkların karaciğerlerine ait yağ asidi profili ve kullanılan yemin yağ asidi profili (mg/100mg)

	Yem	Yem	Yem	24 saat aydınlık			12 saat aydınlık 12 saat karanlık		
	LNA 0	LNA 5	LNA 10	LNA 0	LNA 5	LNA 10	LNA 0	LNA 5	LNA 10
14:0	6,56	4,89	4,04	3,31±0,01 ^{bc}	2,94±0,25 ^{bc}	3,62±0,22 ^a	3,3±0,2 ^{ab}	2,75±0,1 ^c	3,55±0,36 ^a
15:0	0,91	0,67	0,57	0,54±0,03 ^c	0,44±0 ^d	0,61±0 ^b	0,57±0,02 ^b	0,52±0,02 ^c	0,65±0,01 ^a
16:0	18,65	14,66	13,98	15,55±0,35 ^c	12,3±0,19 ^d	16,89±0,12 ^b	15,07±0,45 ^c	15,01±0,15 ^c	18,51±1,005 ^a
17:0	0,74	0,56	0,44	0,42±0,06 ^b	0,45±0,03 ^b	0,58±0,03 ^a	0,47±0,01 ^b	0,44±0,01 ^b	0,66±0,03 ^a
18:0	2,51	2,56	3,17	3,55±0,09 ^a	3,2±0,32 ^a	3,13±0,31 ^a	2,35±0,82 ^b	3,64±0,19 ^a	3,39±0,45 ^a
20:0	0,52	0,38	0,41	0,2±0,01 ^c	0,46±0,06 ^b	0,55±0,02 ^b	0,87±0,07 ^a	0,44±0,08 ^b	0,45±0,03 ^b
22:0	6,78	4,49	4,27	1,22±0,09 ^{cd}	1,43±0,12 ^{cd}	1,65±0,22 ^{ab}	1,29±0,25 ^{bc}	1,37±0,09 ^d	1,9±0,32 ^a
Σ SFA	36,67	28,20	26,88	24,62±0,32^c	21,23±0,11^{bc}	27,05±0,15^{ab}	23,94±0,8^{bc}	24,02±0,33^{bc}	29,13±0,82^a
14:1	0,45	0,34	0,27	0,37±0,15 ^a	0,21±0,01 ^b	0,24±0,001 ^b	0,22±0,004 ^b	0,17±0,005 ^b	0,26±0,01 ^{ab}
16:1 n-7	6,48	4,81	3,85	3,7±0,24 ^{ab}	3,53±0,42 ^{bc}	4,29±0,38 ^a	3,95±0,58 ^{ab}	2,93±0,02 ^c	4,09±0,44 ^{ab}
18:1 n-9	2,00	1,61	1,50	2,01±0,12 ^c	1,71±0,01 ^c	2,24±0,0P4 ^b	1,88±0,02 ^d	1,72±0,03 ^c	2,56±0,09 ^a
18:1 n-7	14,05	14,71	16,14	13,97±0,66 ^b	15,31±0,76 ^a	13,07±0,27 ^b	13,55±0,33 ^b	13,34±0,13 ^b	13,12±0,37 ^b
20:1 n-9	4,90	3,41	3,12	2,16±0,18 ^{bc}	1,99±0,05 ^{cd}	2,34±0,17 ^b	1,81±0,05 ^d	1,96±0,03 ^d	2,89±0,02 ^a
24:1 n-9	1,36	0,85	0,88	-	-	-	-	-	-
Σ MUFA	29,59	26,00	25,99	22,21±1,05^{ab}	22,75±1,25^{ab}	22,19±0,34^{ab}	21,42±0,26^{bc}	20,14±0,15^c	22,93±0,74^a
18:3 n-3	2,46	14,10	20,27	7,5±0,21 ^c	15,26±0,2 ^a	2,3±0,06 ^d	8,22±0,53 ^c	11,46±0,2 ^b	2,19±1,04 ^d
20:5 n-3	7,95	8,38	4,72	5,17±0,15 ^a	4,37±0,32 ^b	5,53±0,09 ^a	5,34±0,13 ^a	4,46±0,33 ^b	4,51±0,1 ^b
18:4 n-3	2,83	2,19	1,61	1,24±0,09 ^a	1,77±0,3 ^{bc}	0,94±0,23 ^c	1,39±0,17 ^b	1,32±0,02 ^{bc}	0,94±0,26 ^c
20:4 n-3	0,74	0,56	0,43	1,6±0,07 ^{ab}	1±0,06 ^{abc}	0,91±0,18 ^{abc}	1,27±0,02 ^a	0,78±0,43 ^{bc}	0,56±0,4 ^c
22:5 n-3	0,76	0,30	0,51	1,1±0,22 ^b	1,12±0,04 ^b	1,82±0,04 ^a	1,6±0,02 ^a	1,13±0,03 ^b	1,24±0,2 ^b
22:6 n-3	13,38	10,60	8,24	26,88±0,79 ^b	20,5±1,41 ^c	31,19±1,11 ^a	26,59±1,93 ^b	24,97±0,61 ^b	30,53±1,89 ^a
Σ n-3 PUFA	20,16	27,75	31,05	43,05±0,47^a	44,01±1,32^a	42,78±0,63^a	44,43±1,37^a	44,13±0,41^a	39,98±0,27^b
18:2 n-6	5,44	8,96	10,90	6,63±0,02 ^c	8,57±0,84 ^a	4,3±0,15 ^d	6,3±0,45 ^c	7,66±0,001 ^b	4,1±0,66 ^d
20:2 n-6	0,16	0,27	0,22	0,43±0,15 ^b	0,61±0,17 ^{ab}	0,59±0,04 ^{ab}	0,52±0,1 ^b	0,79±0,11 ^a	0,61±0,17 ^{ab}
20:3 n-6	-	-	-	0,38±0,04 ^c	0,66±0,03 ^a	0,49±0,04 ^{bc}	0,53±0,14 ^{ab}	0,51±0,08 ^{bc}	0,4±0 ^{bc}
20:4 n-6	0,46	0,37	0,28	1,75±0,18 ^a	1,54±0,43 ^a	2±0,16 ^a	1,68±0,21 ^a	1,75±0,05 ^a	1,83±0,22 ^a
Σ n-6 PUFA	6,22	9,85	11,69	9,19±0,06^c	11,38±0,19^a	7,39±0,001^d	9,05±0,28^c	10,72±0,13^b	6,94±0,26^c
Σ n-3/n-6	3,24	2,82	2,66	4,68±0,01^b	3,87±0,18^c	5,78±0,08^a	4,91±0,3^b	4,11±0,09^c	5,76±0,26^a
EPA+DHA	21,33	18,98	12,96	32,04±0,93^b	24,87±1,73^c	36,72±1,02^a	31,94±2,07^b	29,43±0,27^b	35,05±1,79^a
16:2 n-4	0,44	0,33	0,27	0,55±0,02 ^b	0,43±0,03 ^d	0,17±0,03 ^c	0,95±0,01 ^a	0,48±0,001 ^c	0,57±0,002 ^b
16:3 n-4	0,33	0,33	0,27	0,36±0,17 ^{abc}	0,18±0,02 ^c	0,41±0,18 ^{ab}	0,2±0,02 ^{bc}	0,32±0,09 ^{abc}	0,43±0,07 ^a

Çizelge 5.2. Örneklenen balıkların kaslarına ait yağ asidi profili ve kullanılan yemin yağ asidi profili(mg/100mg)

	Yem	zengin. yem	zengin. Yem	24 saat aydınlık			12 saat 12 saat karanlık		
	LNA 0	LNA 5	LNA 10	LNA 0	LNA 5	LNA 10	LNA 0	LNA 5	LNA 10
14:0	6,56	4,89	4,04	4,22±0,04 ^c	3,7±0,02 ^e	5,33±0,06 ^a	4,19±0,13 ^d	3,51±0,1 ^e	5,1±0,05 ^b
15:0	0,91	0,67	0,57	0,54±0,03 ^c	0,5±0,01 ^d	0,69±0,03 ^a	0,58±0 ^b	0,46±0 ^e	0,68±0,01 ^a
16:0	18,65	14,66	13,98	14,21±0,3 ^c	12,9±0,38 ^d	16,41±0,75 ^a	15,27±0,13 ^b	12,52±0,17 ^c	16,36±0,14 ^a
17:0	0,74	0,56	0,44	0,48±0,001 ^b	0,44±0,002 ^{cd}	0,63±0,001 ^a	0,46±0 ^b	0,42±0,01 ^d	0,61±0,002 ^a
18:0	2,51	2,56	3,17	2,81±0,001 ^b	2,82±0,22 ^b	2,48±0,16 ^c	3,14±0,14 ^a	2,87±0,1 ^b	2,7±0,16 ^{bc}
20:0	0,52	0,38	0,41	0,2±0,01 ^c	0,27±0,04 ^{bc}	0,25±0,03 ^{abc}	0,3±0,03 ^a	0,19±0,01 ^c	0,28±0,05 ^{ab}
22:0	6,78	4,49	4,27	2,94±0,03 ^{cd}	2,81±0,33 ^{cd}	3,95±0,31 ^{ab}	3,38±0,45 ^{bc}	2,59±0,33 ^d	4,19±0,58 ^a
Σ SFA	36,67	28,20	26,88	25,45±0,35^c	23,41±0,95^d	29,75±1,33^a	27,33±0,62^b	22,6±0,52^d	29,94±0,85^a
14:1	0,45	0,34	0,27	0,28±0,01 ^c	0,24±0,01 ^e	0,37±0,02 ^a	0,26±0,01 ^d	0,23±0 ^e	0,34±0,01 ^b
15:1	0,16	0,11	0,10	0,22±0,12 ^a	0,1±0,03 ^a	0,11±0,03 ^a	0,09±0,01 ^a	0,23±0,15 ^a	0,11±0,01 ^a
16:1 n-7	6,48	4,81	3,85	5,43±0,38 ^c	4,28±0,7 ^c	6,97±0,2 ^a	4,92±0,04 ^d	4,32±0,04 ^e	6,16±0,13 ^b
17:1	0,19	0,16	0,11	0,12±0,01 ^{ab}	0,10±0,001 ^b	0,14±0,01 ^a	0,13±0,001 ^{ab}	0,11±0,02 ^b	0,15±0,02 ^a
18:1 n-9	2,00	1,61	1,50	2,24±0,09 ^b	1,93±0,04 ^e	2,81±0,04 ^a	2,28±0,05 ^b	1,94±0,06 ^c	2,74±0,04 ^a
18:1 n-7	14,05	14,71	16,14	16,87±0,42 ^b	16,03±0,24 ^c	16,87±0,41 ^b	16,02±0,53 ^c	18,33±0,16 ^a	16,1±0,33 ^c
20:1 n-9	4,90	3,41	3,12	3,06±0,05 ^c	2,87±0,2 ^c	4,14±0,2 ^a	3,57±0,41 ^b	2,76±0,27 ^c	4,36±0,35 ^a
24:1 n-9	1,36	0,85	0,88	0,6±0,02 ^b	0,61±0,12 ^b	0,76±0,45 ^{ab}	0,95±0,04 ^{ab}	0,55±0,06 ^b	1,11±0,19 ^a
Σ MUFA	29,59	26,00	25,99	28,84±0,5^{cd}	26,17±0,57^d	32,19±0,03^a	28,23±0,92^c	28,48±0,11^c	31,06±0,37^b
18:3 n-3	2,46	14,10	20,27	11,32±0,31 ^b	16,27±0,21 ^a	2,43±0,18 ^c	9,95±0,09 ^c	16,01±0,22 ^a	3,52±0,21 ^d
20:5 n-3	7,95	8,38	4,72	3,81±0,25 ^b	3,57±0,29 ^b	5,23±0,27 ^a	3,95±0,4 ^b	3,31±0,03 ^c	4,93±0,07 ^a
22:5 n-3	0,76	0,30	0,51	1,38±0,04 ^b	1,24±0,05 ^c	1,67±0,08 ^a	1,43±0,05 ^b	1,62±0,07 ^a	1,7±0,02 ^a
22:6 n-3	13,38	10,60	8,24	15,07±0,16 ^b	13,3±0,6 ^c	17,65±0,5 ^a	15,6±1,01 ^b	12,09±0,1 ^c	17,33±1,25 ^a
Σ n-3	20,16	27,75	31,05	35,08±0,12^{bc}	38,03±1,32^a	40,22±1,15^d	34,02±1,54^c	36,69±0,43^{ab}	30,6±1,23^d
18:2 n-6	5,44	8,96	10,90	8,66±0,23 ^b	10,54±0,2 ^a	5,81±0,19 ^a	8,4±0,02 ^b	10,59±0,07 ^a	6,23±0,07 ^c
20:2 n-6	0,16	0,27	0,22	0,54±0,02 ^{ab}	0,56±0,04 ^{ab}	0,49±0,02 ^{bc}	0,57±0,06 ^{ab}	0,45±0,01 ^c	0,59±0,02 ^a
20:4 n-6	0,46	0,37	0,28	0,48±0,06 ^c	0,42±0,03 ^d	0,51±0,001 ^{bc}	0,54±0,02 ^{ab}	0,38±0,02 ^d	0,58±0,03 ^a
Σ n-6	6,22	9,85	11,69	9,9±0,27^b	11,84±0,22^a	6,99±0,18^d	9,78±0^b	11,76±0,06^a	7,6±0,01^c
Σ n-3/n-6	3,24	2,82	2,66	3,51±0,1^c	3,21±0,05^d	4,32±0,05^a	3,48±0,16^c	3,12±0,02^d	4,02±0,16^b
EPA+DHA	21,33	18,98	12,96	18,89±0,42^b	16,88±0,9^c	22,88±0,78^a	19,55±1,41^b	15,4±0,07^c	22,26±1,32^a
16:2 n-4	0,44	0,33	0,27	0,28±0,02 ^{bc}	0,27±0,02 ^{bc}	0,39±0,01 ^a	0,31±0,04 ^b	0,24±0,001 ^c	0,38±0,001 ^a
16:3 n-4	0,33	0,33	0,27	0,37±0,01 ^{bc}	0,27±0,004 ^{dc}	0,45±0,02 ^a	0,32±0,04 ^{cd}	0,24±0,08 ^c	0,41±0,001 ^{ab}
18:3 n-6	0,16	0,25	0,30	0,29±0,04 ^b	0,31±0,02 ^{ab}	0,16±0,005 ^d	0,25±0,01 ^c	0,34±0,15 ^a	0,2±0,01 ^d
18:4 n-3	2,83	2,19	1,61	2,25±0,27 ^{ab}	2,31±0,22 ^a	2,03±0,09 ^{abc}	1,97±0,06 ^{bc}	2,3±0,11 ^a	1,9±0,08 ^c
20:4 n-3	0,74	0,56	0,43	1,24±0 ^{bc}	1,33±0,06 ^{ab}	1,2±0,02 ^{cd}	1,12±0,12 ^d	1,35±0,09 ^a	1,22±0,06 ^c

Materyal balıkların kaslarının yağ asidi profiline baktığımız zaman doymuş yağ asitlerinin miktarının azaldığını buna karşın insan sağlığı açısından önemli olan tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerinin miktarının ise arttığını görebiliriz (Çizelge 5.2). Özellikle bu artış ve azalış 24 saatlik aydınlatmanın olduğu guruplarda daha barizdir. LNA 0, LNA 5 ve LNA 10'da Σ SFA'nın 36,67-28,20-26,88 lik girdilerine karşın 12A:12K'da sırasıyla 27,33-22,6-29,94 olurken 24A:0K' da bu değerler sırasıyla 25,45-23,41-29,75'e dönüşmüş ve bu değerler istatistikî açıdan çok önemli bulunmuştur (Çizelge 5.2). Σ MUFA'daki durum ise 29,59-26,00-25,99'luk girdilere nazaran 12A:12K'da sırasıyla 28,23-28,48-31,06 olurken bu değerler 24A:0K da sırasıyla 28,84-26,17-32,19 olmuş ve sonuçlar istatistikî açıdan yine çok önemli bulunmuştur (Çizelge 5.2). Çoklu doymamış yağ asitlerinde ise Σ n-3'te yemdeki 20,16-27,75-31,05'lik verilere karşın 12A:12K'da 34,02(%69)-36,69(%32)-30,6(%-2) olurken 24A:0K'da bu değerler sırasıyla 35,08(%74)-38,03(%37)-40,22(%30)'ye ulaşmışlardır. Σ n-6 da ise 6,22-9,85-11,69'luk yem değerlerine karşılık 12A:12K'da 9,78-11,76-7,60 ve 24A:0K' da ise yine sırasıyla 9,9-11,84-6,99 bulunmuş ve yine sonuçlar guruplar arasında istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur (Çizelge 5.2).

Çalışmada kullanılan balıkların küçük ve metabolizmalarının hızlı olması rasyonda bulunan fazla yağın da enerji olarak harcandığının bir göstergesidir. Zira EPA+DHA seviyelerine baktığımız zaman yemdeki yağ ilavesine karşın düşüşün olduğu görülmektedir. Nitekim yemde LNA 0'da 21,33'lük değer, zenginleştirme olmasına rağmen LNA 5'te 18,98'e LNA 10'da ise 12,96'ya düşmüştür. Bu değerler 24 saat aydınlatmanın uygulandığı gurupta sırasıyla 18,89-16,88-22,88 olurken, 12 saat aydınlık 12 saat karanlık uygulanan gurupta 19,55-15,40-22,26'ya dönüşmüştür (Çizelge 5.2).

Karaciğerdeki oranlar kastakine benzer düzeylerde dir. Nitekim Σ SFA'da 36,67-28,20-26,88 lik girdilere karşılık 12 saat aydınlık-12 saat karanlık uygulanan gurupta 23,94-24,02-29,13'lük değerleri 24 saat aydınlık gurubunda 24,62-21,23-27,05'lik değerler izlemiştir(Çizelge 5.1). Σ MUFA da ise 29,59-26,00-25,99'luk yem girdisine karşılık 12A:12K'da 21,42-20,14-22,93 ve 24 saay aydınlıkta ise yine sırasıyla 22,21-22,75-

22,19 bulunmuş ve bu değerler istatistiki açıdan önemli olmuştur (Çizelge 5.1). Asıl önemli değişim kasta olduğu gibi karaciğerde de Σ n-3 PUFA'da meydana gelmiştir. Zira 20,16-27,75-31,05'lik değerler 12A:12K'da 44,43-44,13-39,98'e yükselirken 24A:0K'da bu değerler 43,05(%120)-44,01(%59)-42,78(%29)'e yükselmiş ve bu değişim istatistikî açıdan çok önemli bulunmuştur (Çizelge 5.1). Σ n-6 PUFA'da ise yine sırasıyla 6,22-9,85-11,69'luk yem oranlarına karşılık 12A:12K'da 9,05-10,72-6,94 ve 24A:0K'da 9,19-11,38-7,39 bulunmuştur (Çizelge 5.1).

EPA+DHA düzeylerinde ise hem 12 saat hemde 24 saat aydınlatmanın uygulandığı gruplarda artış belirlenmiştir. Sentez, yıkım ve depolama görevinin karaciğer olduğunu düşünürsek bu değerlerin normal olduğunu rahatlıkla söyleyebiliriz. Nitekim değerler Çizelge 9'da da görüleceği üzere artışla sonuçlanmıştır. Yemdeki 21,33-18,98-12,96'lık değerler 12A:12K'da 31,94(%50)-29,43(%55)-35,05(%170)'e ve 24A:0K'da ise 32,04(%50)-24,87(%31)-36,72(%183)'ye yükselmiştir. Sonuçlardan da anlaşılacağı gibi özellikle % 10 zenginleştirmenin olduğu gruplarda EPA+DHA seviyesinde önemli artışlar görülmüştür.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Su ürünlerini diğer besin kaynaklarından üstün kılan özelliklerinin başında içerdikleri yağ asitlerinin doymamış uzun zincirli yapıda olması gelir. Balıktaki yağ oranı protein oranı gibi dar aralıklarda seyretmeyip bazı türlerde %1'den %20 lere kadar değişim gösterebilir (Erkoyuncu 2000). Yağ miktarının yanı sıra toplumun beslenme alışkanlıkları, balığın türü ya da balığın yağ asidi kompozisyonunun içeriği yetiştiriciliği yapılacak türün seçilmesinde etkin olan faktörlerdendir. Toplumdaki kahverengi alabalıklara karşı olan ilgi, yetiştiricileri bu balıkların üretimini artırmaya yöneltmektedir. Bu alakanın nedeni kahverengi alabalığın çoklu doymamış yağ asidi bakımından zengin olması sebebi ile lezzetindedir. Çalışmamızın sonuçlarından da görüleceği üzere Kahverengi alabalık (*Salmo trutta fario* Linneaus, 1758) diğer türlere nazaran özellikle n-3 bakımından oldukça zengindir. İnsan sağlığı açısından önemli parametreler arasında gösterilen n-3 PUFA parametresinin artırılacağı ve böylelikle eldelenen ürünün kalitesinin korunabileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda guruplar arası yağ asidi profilinin bilinmesi çeşitli faydalar sağlayabilir. Yapılan çalışmalar fotoperiyod faktörünün de yağ asidi profiline etkilerinin var olduğunu göstermektedir (Kırım 2005).

Kasta ve karaciğerde SFA değerlerine baktığımızda doymuş yağ asitlerinin içinde Palmitik asitin (16:0) önemli oranda olduğu söylenebilir. Bu değerleri 14:0 ve 22:0 ile Miristik ve Behenik asittir. Tekli doymamış yağ asitlerinde dikkate değer oranlar ise 18:1n-7 Vaccenic asit ve 18:1n-9 oleikte belirlenmiştir. Bu değerler araştırmacıların yaptıkları çalışmalarla örtüşmektedir (Tan *et al.* 2009; Blanchard *et al.* 2008; Haliloğlu vd 2002).

Özellikle %10 yağla zenginleştirilmiş guruplarda ışığın yağ asidi elengasyon reaksiyonunu hızlandırdığı belirlenmiştir (Çizelge 5.1-5.2). LNA 0 gurubunda yemdeki toplam SFA değeri, LNA 5 ve LNA 10 guruplarına göre önemli oranda azalmıştır (Çizelge 9 ve Çizelge 10). MUFA'da elde edilen değerler guruplar arasında paralel

seyretmesine karşın %10 zenginleştirmenin yapıldığı 24A:0K uygulanan grupta yaklaşık %20'lik artışın olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.1-5.2). PUFA'da da durum MUFA'ya benzer şekildedir. Ancak aydınlık-karanlık temelli %10 zenginleştirmenin yapıldığı 12A:12K gurubunda PUFA da önemli bir artış belirlenememişken 24A:0K gurubunda yaklaşık %50 oranında artış kaydedilmiştir. Bu durum ışığın PUFA üzerinde olumlu etkisinin olduğunu göstermektedir. EPA+DHA seviyesi ise karaciğer ve kasta, yemdeki zenginleştirme ve fotoperiyod birlikte ya da ayrı ayrı düşünülse de istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Blanchard ve arkadaşları tatlı su levreği (*Perca fluviatilis*) ile yaptıkları çalışmalarında sonuçlarımıza paralel değerler bulmuşlardır (Blanchard *et al* 2008). Diyetle Linolenik asit/Linoleik asit zenginleştirilmesi temelli bir çalışmada ise EPA ve DHA oranları karşılaştırılmış ve sonuçların istatistiki açıdan önemsiz olduğu bildirilmiştir (Tan *et al.* 2009). Benzer sonuçlar çalışmamızda da kaydedilmiştir.

Ayrıca karaciğerdeki ortalama yağ miktarları göz önüne alındığında (Çizelge 4.4) 24 saat aydınlık olan guruplarda yağ miktarında düşüş gözlemlenmiştir. Bu da dönüşüm ve yıkım olaylarının karaciğerde olduğunu, ışığın; elengasyon ve desaturasyonda olumlu rol oynadığını göstermektedir. Yapılan başka bir çalışmada ise karaciğerdeki elengasyon ve desaturasyon aktivitesinin diğer dokulardan daha fazla olduğu bildirilmiştir (Henderson and Tocher 1987).

Balıkların oransal büyüme değerlerine bakıldığında %325,02 ile en iyi büyümenin 24A:0K' da ve LNA 10 gurubunda olduğu görülmektedir. Bu değeri sırasıyla 296,58(LNA 10-12A:12K), 294,14(LNA 5-12A:12K) ve 281,53 ile LNA5-24A:0K gurubu izlemekte ve bulunan değerler literatürlerle benzerlik arz etmektedir. (Biswas *et al.* 2010; Biswas *et al.* 2008; Biswas *et al.* 2005; Sönmez vd 2009; Valenzuela *et al.* 2006).

KAYNAKLAR

- Akyurt, İ., 1993. Alabalık, Salmon ve Kedi Balıklarının Besin Maddesi İhtiyaçları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ofset Tesisi,108, Erzurum.
- Amano, A., Shizukuishi, S., Horie, H., Kimura, S., Morisaki, I., Hamada, S. (1998). Binding of Porphyromonas gingivalis Fimbriae to Proline-Rich Glycoproteins in Parotid Saliva via a Domain Shared by Major Salivary Components. *Infect. Immun.* 66: 2072-2077.
- Aras, N.M., Kocaman E.M. Su Ürünleri Bölümü, Aras, M.S., 2000. Genel Su Ürünleri ve Kültür Balıkçılığı Temel Esasları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. , ErzurumYayın No:216.
- Balta, F., Kültürü yapılan alabalıklarda (*Oncorhynchus mykiss*) görülen *Flexibacter psychrophila* enfeksiyonu. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu. 17 – 19 Eylül 1997. Eğirdir/Isparta. 641 – 648., 1997.
- Barlow, M. J., Crawford, I. A., Diego, F., Dryburgh, M., Fish, A. C., Howarth, I. A., Spyromilio, J., & Walker, D. D. 1995, MNRAS(Monthly Notices of the Royal Astronomical Society - Journal), 272, 333.
- Baysu, N., 1979, Fundamental Biochemistry (in turkish). Fırat Üniversitesi Veteriner Fak. Yayınları: 18, Ders Kitabı: 8,23-26.
- Berrilla, I.K., Portera, M.J.R., Smartb, A., Mitchellc, D., Bromage, N.R., 2003. Photoperiodic effects on precocious maturation, growth and smoltification in Atlantic salmon, (*Salmo salar*). *Aquaculture* 222, 239–252.
- Besler, T., 2010. Balık tüketimi ve sağlık etkileşimi. Hacettepe Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü. (06.07.2010).
<http://www.danoneenstitusu.org.tr/newsfiles/32balikvesagliketkilesimiHTB.pdf> .
- Biswas, A.K., Seoka, M., Inoue, Y., Takii, K., Kumai, H., 2005. Photoperiod influences the growth, food intake, feed efficiency and digestibility of red sea bream (*Pagrus major*). *Aquaculture* 250, 666– 673.
- Biswas, A.K., Seoka, M., Ueno, K., Yong, A.S.K., Biswas, B.K., Kim, Y., Takii, K., Kumai, H., 2008. Growth performance and physiological responses in striped knifejaw(*Oplegnathus fasciatus*), held under different photoperiods. *Aquaculture* 279, 42–46.
- Biswas, A.K., Seoka, M., Takii, K., Maita, M., Kumai, H., 2010. Stress response of red sea bream *Pagrus major* to acute handling and chronic photoperiod manipulation. *Aquaculture*, 252, 2-4, 566-572
- Blanchard, G., Makombu, J.G., Kestemont, P., 2008. Influence of different dietary 18:3n-3/18:2n-6 ratio on growth performance, fatty acid composition and hepatic ultrastructure in Eurasian perch, (*Perca fluviatilis*). *Aquaculture* 284, 144-150.
- Bon, E., Breton B.,Govoroun M.S., and Le Menn F., 1999. Effect of accelerated Photoperiod regimes on the reproductive cycle of the female rainbow trout: II-seasonal variation of plasma gonadotropins (GTH I and II) levels correlated with ovarian follicle growth and egg size. *Fish Physiology and Biochemistry* 20, 143-154.
- Bonnet, S., Archer, S.L., Allalunis-Turner, J., Haromy, A., Beaulieu, C., Thompson, R., Lee, C.T., Lopaschuk, G.D., Puttagunta, L., Harry, G., Hashimoto, K., Porter,

- C.J., Andrade, M.A., Thebaud, B., Michelakis, E.D., 2007. A mitochondria-K⁺ channel axis is suppressed in cancer and its normalization promotes apoptosis and inhibits cancer growth. *Cancer Cell*, 11: 37–51.
- Borlongan CV, Koutouzis TK, Jordan JR, Martinez R, Rodriguez AI, Poulos SG, Freeman TB, McKeown P, Cahill DW, Nishino H & Sanberg PR. (1997) Neural transplantation as an experimental treatment modality for cerebral ischemia. *Neurosci Biobehav Rev* 21: 79–90.
- Bromage, N., Cumarantunga, R., 1988. Egg production in the rainbow trout. In *Recent Advances in Aquaculture*. 3: 63-138.
- Bromage, N., Jones, J., Randall, C., Trush, M., Davies, B., Springate, J., Duston, J. and Barker, G., 2002. Broodstock management, fecundity, egg quality and the timing of production in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 100:141-166.
- Brown, T.D., Francis, D.S., Turchini, G.M., 2010. Can dietary lipid source circadian alternation improve omega-3 deposition in rainbow trout?. *Aquaculture* 300, 148–155.
- Caballero, M.E., Sánchez-Fernández, J.A., Moral, A. 2001. Growth and metabolic activity of (*Shewanella putrefaciens*) maintained under different CO₂ and O₂ concentrations. *International Journal of Food Microbiology*, Volume 64 (3), 277-287.
- Castell, J.D., 1979 Review of lipid requirements of finfish. In *Finfish nutrition and fishfeed technology*. 1: 59-84.
- Çelikkale, M. S., 1991. *Balık Biyolojisi*. K.T.Ü. Sürmene Denizbilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu Yayınları. Yayın No.1,387.
- Çelikkale, M.S., 1994. İç Su Balıkları ve Yetiştiriciliği. K.T.U. Yayınları, Trabzon, Türkiye. 419 pp.
- Çetinkaya, O., 1995. Balık besleme, Yüzüncü Yıl Üniv.Ziraat Fakültesi Yayın No:9, Van, 137s.
- Davies, B., Bromage, N., 2002. The effects of fluctuating seasonal and constant water temperatures on the photoperiodic advancement of reproduction in female rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 205, 183-200.
- Davies, B., Bromage, N., Swanson, P., 1999. The brain–pituitary–gonadal axis of female Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*): Effects of Photoperiod Manipulation. *General and Comparative Endocrinology*, 115, 155-166.
- Downing G. and Litvak, M.K., 2002. The influence of light intensity on growth of larval haddock. *North American Journal of Aquaculture* 61: 135–140.
- Duston, J., Bromage, N., 1988. The entrainment and gating of the endogenous circannual rhythm of reproduction in the female rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J Comp Physiol A* 164:259-268.
- Duston, J., Astatkie, T., MacIsaac, P.F., 2003. Long-to-short photoperiod in winter halves the incidence of sexual maturity among Arctic charr. *Aquaculture* 221, 567–580.
- Erkoyuncu, İ., Technology of chill and freze lesson notes., O.M.Ü., Su Ürünleri Fak.,Sinop., (2000).
- Eritsland, J., Seljeflot, I., Arnesen, H., Westvik, A., Kierulf, P., 1995. Effect of long-term, moderate-dose supplementation with omega-3 fatty acids on monocyte

- procoagulant activity and release of interleukin-6 in patients with coronary artery disease. *Thrombosis Research*, 77, 4, 337-346.
- Folch, J., Less, M., Stanley G. H. S., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *Journal of Biological Chemistry* 226, 497-509.
- Gapinski, J.P., VanRuiswyk, J.V., Heudehert, G.R., and Schectman, G.S., 1993. Prevention of restenosis with fish oils following coronary angioplasty. A meta-analysis. *Arch. Intern. Med.* 153:1595-1601.
- Gersande, B., Makombu, J.-G., Patrick, K., 2008. Influence of different dietary 18:3n-3/18:2n-6 on growth performance, fatty acid composition and hepatic ultrastructure in Eurasian perch, *Perca fluviatilis* L., in *Aquaculture*, 284, 1-4. 144-150.
- Gökpinar, Ş., T Koray, E., Akçiçek, T., Göksan, Y., 2001. Algal Antioksidanlar. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*. 23, (1/1): 85-89, *Su Ürünleri Temel Bilimler/Hydrobiology*.
- Griffin, H.D., N.D. Camron and G. Bulfield, 1992, Breeding and Transgenesis as Means of Decreasing Adiposity in Farm Animal Species: Practice and Promise. *Proc. Nutr. Soc.*, 51: 441-446
- Groot, C., and Margolis, L., (editors). 1991. *Pacific salmon life histories*. University of British Columbia Press, Vancouver, BC, Canada, 564-566.
- Haliloğlu, H.İ., Aras, N.M., Yetim, H., 2001 Comparison of muscle fatty acids of three trout species (*Salvelinus alpinus*, *Salmo trutta fario*, *Onchynchus mykiss*) raised under the same condition. *Turk J. Vet. Anim. Sci.* 26 (2002) 1097-1102.
- Halver, J.E, Hardy, R.W., 2003. *Fish Nutrition (Third Edition)*, 755-770. School of Aquatic and Fishery Sciences, University of Washington, Seattle, Washington 98195.
- Harrington, G., 1994, Consumer Demands, Major Problems Facing Industry in a Consumer-Driven Society, *Meat Sci.*, 36: 5-18.
- Hemre, G.-I., Mommsen, T. P. and Krogdahl, A. (2001). Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. *Aquac. Nutr.* 7, 1-20.
- Henderson R. J., Tocher D. R., 1987. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Prog. Lipid Res.* Vol.26 pp. 218-347.
- Hoşsu, B., A.Y. Korkut, A. Firat, 2001, *Fish Nutrition and Food Technology I* (in turkish). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 50, 32-36.
- Huber, M., Bengtson, D.A., 1999. Effects of photoperiod and temperature on the regulation of the onset of maturation in the estuarine fish *Menidia beryllina* (Cope) (Atherinidae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 240:285-302.
- Jensen, J.O.T., 1989. Combined effects of gas supersaturation and dissolved oxygen levels on steelhead trout (*Salmo gairdneri*) eggs, larvae, and fry. *Aquaculture*, 68, 2, 1, 131-139.
- Karabulut, H.A., Yandı, İ., 2006. Su Ürünlerindeki Omega-3 Yağ Asitlerinin Önemi ve Sağlık Üzerine Etkisi. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, Cilt/Volume 23, Ek/Suppl. (1/3): 339-342.
- Keeton, J.T., 1994, Low-fat Meat Products; Technological Problems with Processing. *Meat Sci.*, 36: 261-276.

- Kiessling, A., Storebakken, T., Åsgård, T., 1991. Changes in the structure and function of the epaxial muscle of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age: I. Growth dynamics. *Aquaculture*, 93, 4,335-356.
- Kırım,B., 2005. Fotoperiyodun damızlık gökkuşağı alabalıklarında (*Onchynchus mykiss*) yumurtlama zamanı, yağ asidi kompozisyonu, kuluçka performansı ve hematolojik parametreler üzerine etkisi. Doktora Tezi., Erzurum
- King, H.R., Pankhurst, N.W., 2003. Additive effects of advanced temperature and photoperiod regimes and LHRHa injection on ovulation in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture* 273, 729–738.
- Koven, W.M., Tandler, A., Kissil, G.Wm., Sklan, D., Friezlander, O. and Harel, M.1 990. The effect of dietary (n-3) polyunsaturated fatty acids on growth, survival and swim bladder developmenitn *Sparus auratal* arvae. *Aquaculture*, 91, 131-14 1.
- Kujawa, R., Kucharczyk, D., Mamcarz, A., 1999. A model system for keeping spawners of wild and domestic fish before artificial spawning. *Aquacult. Eng.*, 20: 85-89.
- Lowell, P.H, Lakner, F.J., Basavapathruni, A., 1998. Chiral synthons via chloroperoxidase catalysis. *journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, 5,(1-4),95-101.
- Metcalfe, L.D.and Schmitz, A.A., 1961. The rapid preparation of fatty acid esters for gass chromatographic analysis,*Anal. Chem.*, 33, 363-364.
- Norberg, B., Weltzien, F., Karlsten, Ø., Holm. J.C., 2001. Effects of photoperiod on sexual maturation and somatic growth in male Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L). *Comparative Biochemistry and Physiology Part B* 129. 357_365.
- Olsen, R.E. and Ringø, E. 1992. Lipids of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). II. Influence of dietary induced fatty acid on the elongation and desaturation of linoleic and linolenic acid. *Fish Physiology and Biochemistry* 9, 393-399.
- Palmeri, G., Turchini, G.M., De Silva, S.S., 2007. Lipid characterisation and distribution in the fillet of the farmed Australian native fish, Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*). *Food Chem.* 102, 796–807.
- Porter, M.J.R., Randall, C.F., Bromage, N. R., Thorpe, J.E., 1998. The role of melatonin and the pineal gland on development and smoltification of Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr. *Agriculture*, 168, 1-4, 139-155.
- Randall, D. A., Harshvardhan, and D. A. Dazlich. 1991. Diurnal Variability of the Hydrologic Cycle in a <3eneral Circulation Model. *J. Atmos. Sci.* 48:40-62.
- Rainuzzo, J.R., Reitan, K.I. and Olsen, Y., 1997. The significance of lipids at early stages of marine fish: a review. *Aquaculture* 155: 103-115.
- Robin, J. H., Regost, C., Arzel, J., Kaushik, S. J., 2003. Fatty acid profile of fish following a change in dietary fatty acid source: model of fatty acid composition with a dilution hypothesis. *Aquaculture* 225, 283-293.
- Sargent, J. R., L. A. McEvoy and J. G. Bell, 1997. Requirements, presentation and sources of unsaturated fatty acids in marine fish larval feeds, *Aquaculture* 155: 117–127.
- Sargent, J., Bell, G., Mcevoy, L., Tocher, D., Estevez, A., 1999. Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. *Aquaculture* 177, 191–199.
- Sargent J.R., Tocher D.R., Bell J.G. 2002. The lipids. In Halver J.E. and Hardy R.W. (Eds.). *Fish Nutrition* 3rd edn (Elsevier Science, USA) pp. 181–257.

- Scott, A.P., Baynes, S.M., Skarphédinsson, O., and Bye, V.J. 1984. Control of spawning time in rainbow trout, *Salmo gairdneri*, using constant long daylengths. *Aquaculture*, 43, 1-3, 225-233.
- Sönmez, A.Y., Hisar Aras Ş., Hisar, O., YANIK T., 2009. The effects of different photoperiod regimes on growth, feed conversion rate and survival of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) alevins. *J Veterinary and Animal Advances*. 8(4)760-763.
- Sumpter, J.P. 1992. Control of growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 100, 299-320.
- Şener, E., 2001. Balık Besleme. İstanbul Üniv. Yayınları, Yayın No:4290, Su Ürün. Fak. No: 3.
- Tan, X., Luo, Z., Xie, P., Liu, X., 2009. Effect of dietary linolenic acid/linoleic acid ratio on growth performance, hepatic fatty acid profiles and intermediary metabolism of juvenile yellow catfish(*Pelteobagrus fulvidraco*). *Aquaculture* 296, 96–101.
- Taranger, G.L., Haux, C., Stefansson, S.O., Bjornsson, B.T., Walther, B.Th., Hansen, T., 1998. Abrupt changes in photoperiod affect age at maturity, timing of ovulation and plasma testosterone and oestradiol-17b profiles in Atlantic salmon(*Salmo salar*). *Aquaculture* 162. 85–98.
- Taylor, J., Migaud, H., 2002. Timing and duration of constant light affects rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) growth during autumn– spring grow-out in freshwater. *Aquaculture Research*, 40, 1551-1558.
- Taylor, J.F., Migaud, H., Porter, M.J.R., Bromage, N.R., 2005. Photoperiod inXuences growth rate and plasma insulin-like growth factor-I levels in juvenile rainbow trout(*Oncorhynchus mykiss*) *General and Comparative Endocrinology* 142, 169–185.
- TÜİK, verileri. <http://www.tuik.gov.tr/balikkilikdagitimapp/balikkilik.zul>(03.04.2010)
- Valenzuela, A.E., Silva, V.M., Klempau, A.E., 2006. Effects of constant light on haematological parameters of cultured rainbow trout(*Oncorhynchus mykiss*) in the Southern Hemisphere. *Fish Physiol Biochem*. 32: 113–120.
- Watanabe, T., C. Kitajima and S. Fujita, 1983. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review, *Aquaculture* 34: 115–143.
- Yamada, H., Chiba, H., Amano, M., Ligo, M., Iwata, M., 2002. Rainbow trout eyed-stage embryos demonstrate melatonin rhythms under light–dark conditions as measured by a newly developed time-resolved fluoroimmunoassay. *General and Comparative Endocrinology* 125, 41–46.
- Yıldız, N., Akbulut, Ö., Bircan, H., 2002. İstatistiğe Giriş., Aktif Yayınları., 58-61.

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Erzurum'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Erzurum'da tamamladı. 2002 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri bölümünden 2006 yılında mezun oldu. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisans eğitimine başladı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği bölümünde 2009 yılından beri araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.