

**T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**N-3 Serisi Yağ Asitleri Katılan Yemlerle Beslenen Gökkuşuğu Alabalığı
(*Oncorhynchus mykiss*)’nda Sperma Kalitesinin Araştırılması**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sinan ÖZCAN

Anabilim Dalı: Su Ürünleri Yetiştiriciliği

EYLÜL-2011

**T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**N-3 Serisi Yağ Asitleri Katılan Yemlerle Beslenen Gökkuşuğu Alabalığı
(*Oncorhynchus mykiss*)’nda Sperma Kalitesinin Araştırılması**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sinan ÖZCAN

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih:
Tezin Savunulduğu Tarih:**

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Kenan KÖPRÜCÜ (F.Ü.)

Diğer Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Metin ÇALTA (F.Ü.)

Yrd. Doç. Dr. Nuri ÇAKMAK (F.Ü.)

EYLÜL–2011

ÖNSÖZ

Akademisyenliğe girişin ilk adımını ifade eden Yüksek Lisans Tez çalışmamı tamamlamamda bana her zaman yol gösteren, yardım ve katkılarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Kenan KÖPRÜCÜ'ye, lisansüstü eğitimim sırasında değerli katkıları için Sayın Prof. Dr. Metin ÇALTA, Prof. Dr. Talat GÜLER, Doç. Dr. Seyfettin GÜR, Doç. Dr. Ökkeş YILMAZ ve Doç. Dr. Gaffari TÜRK'e sonsuz şükranlarımı sunarım. Ayrıca, araştırmanın yapılabilmesi için gerekli altyapıyı sunan Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dekanlığı'na, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü'ne ve bu Yüksek Lisans Tez çalışmasını FÜBAP-2056 nolu proje ile maddi yönden destekleyen Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi (FÜBAP)'ne teşekkür ederim. Ayrıca, tez çalışmasının deneysel uygulama safhalarında bana sürekli yardımcı olan İbrahim GEMİCİ'ye de teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Sinan ÖZCAN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VII
TABLolar LİSTESİ.....	VIII
1.GİRİŞ	1
1.1. Spermatogenesis	2
1.1.1. Spermogenesis	3
1.1.2. Sperma.....	4
1.2. Balıklarda Gamet Kalitesi	5
1.2.1 Sperma Kalitesi	7
1.2.1.1.Spermatozoon Hareketliliği	8
1.2.1.2. Hareketlilik Süresi	9
1.2.1.3. Dölleme Kapasitesi	10
1.2.1.4. Spermatozoit Konsantrasyonu	11
1.2.2. Balıklarda Döl Verimini ve Kalitesini Etkileyen Faktörler	11
1.3. Lipitlerin Sınıflandırılması	13
1.3.1. Yağ Asitleri	14
1.3.2. Lipitlerin Fonksiyonları	15
1.3.3. Yüksek Enerjili (Yağlı) Yemler	17
1.3.4. Yemdeki Lipit Düzeyleri ile Esansiyel Yağ Asitleri İlişkisi	18
1.3.5. Yemdeki Linolenik ve Linoleik Yağ Asitlerinin Oranları ile Optimal Düzeyleri	18
1.3.5.1. Deniz Balıklarında Yağ Asitleri	18
1.3.5.2. Tatlısu Balıklarında Yağ Asitleri	23
1.4. Balık Yemlerinde n-3 Serisi Yağ Asitlerinin Kullanımı	26
2.MATERYAL VE METOT.....	29
2.1. Materyal	29
2.1.1. Çalışma Yeri.....	29
2.1.2. Anaç Balık.....	29

	Sayfa No
2.1.3. Yem Ham Maddeleri	29
2.1.4. Kullanılan Diğer Malzemeler.....	29
2.2. Metot	29
2.2.1. Denemenin Planlanması ve Uygulanması	29
2.2.2. Araştırma Yemlerinin Düzenlenmesi ve Hazırlanması	30
2.2.3. Günlük Yem Miktarının Hesaplanması	33
2.2.4. Anaç Balıkların Sağımı.....	34
2.2.5. Spermanın Hacim ve pH'sının Belirlenmesi	34
2.2.6. Spermatozoa Hareketliliği ve Hareketlilik Süresinin Belirlenmesi.....	35
2.2.7. Spermatozoa Yoğunluğunun Belirlenmesi	36
2.2.8. Kondisyon Faktörü	37
2.2.9. Gonadosomatik İndeks.....	37
2.2.10. Hepatosomatik İndeks	37
2.2.11. Kimyasal Analizler	38
2.2.11.1. Yağ Asidi Analizi	38
2.2.11.2. Kolesterol analizi	39
2.2.11.3. Araştırmada Kullanılan Kuyu Suyunun Analizi	40
2.2.12. Verilerin Değerlendirilmesi.....	40
3.BULGULAR	41
3.1. Araştırma Yemleri ve Yem Öğelerinin Kimyasal Analiz Sonuçları ve Enerji Düzeyleri	41
3.2. Balıkların Büyüme Değerleri	44
3.3. Araştırmada Kullanılan Erkek Gökkuşığı Alabalıklarının Hepatosomatik ve Gonadosomatik İndeks Değerleri	45
3.4. Araştırmada Kullanılan Anaç Gökkuşığı Alabalıklarına Ait Sperma Kalite..... Parametreleri	46
3.5. Gökkuşığı Alabalığı Sperminin Yağ Asidi ve Kolesterol Düzeyleri	50
3.6. Çalışmada Kullanılan Kuyu Suyunun Sıcaklık, pH ve Çözünmüş Oksijen Değerleri	53
4.SONUÇLAR ve TARTIŞMA	54
4.1. Hepatosomatik İndeks	54
4.2. Gonadosomatik İndeks	55

	Sayfa No
4.3. Sperma Verimi	55
4.4. Sperm Hareketliliği ve Yaşam Süresi	56
4.5. Spermin Yağ Asidi ve Kolesterol Düzeyleri	57
4.6. Kullanılan Suyun Sıcaklık, pH ve Çözünmüş Oksijen Değerleri	58
5.ÖNERİLER	59
KAYNAKLAR	60
ÖZGEÇMİŐ	

ÖZET

Bu çalışmada, gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) üretiminde sperma kalitesine (sperma hacmi, yoğunluk, hareketlilik oranı, hareketlilik süresi, pH ve toplam sperm sayısı) yeme katılan n-3 serisi esansiyel yağ asitlerinin etkisi araştırıldı. Ayrıca, anaç balıklarda kondisyon faktörü, gonadosomatik ve hepatosomatik indeks değerleri, spermelerin kimyasal kalitesi (yağ asidi ve kolesterol düzeyleri) de incelendi.

Bu amaçla, toplam n-3 serisi esansiyel yağ asitleri oranı %1,18, %0,20, %2,20 ve %3,19 olan sırasıyla; Kontrol, 1, 2 ve 3 nolu deneme (D) yemleri oluşturuldu. Araştırma yemlerinin ham protein ve toplam enerji düzeyleri eşitlendi. Balıklar serbest yemleme tekniğine uygun olarak doyana kadar, 9 ± 1 °C su sıcaklığında, günde üç öğün halinde olmak üzere 45 gün süreyle yemlendi.

Çalışmada, incelenen sperm kalite parametreleri (sperma hacmi, yoğunluk, ilk hareketlilik oranı, hareketlilik süresi ve toplam sperm sayısı) bakımından en iyi sonuçlar Deneme 2 grubundan elde edildi ($P<0.05$). Bunu sırasıyla; Deneme 3 ve Kontrol grupları izledi. En düşük sonuçlar ise, Deneme 1 grubundan sağlandı. Kontrol, Deneme 2 ve Deneme 3 gruplarına ait balıkların gonadosomatik indeks değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) bulundu. Deneme 1 grubundan elde edilen gonadosomatik indeks değerinin ise diğer gruplardakine göre önemli ($P<0.05$) derecede düşük olduğu tespit edildi. Spermin toplam n-3 serisi esansiyel yağ asidi ve kolesterol miktarları açısından tüm araştırma grupları arasında önemli ($P<0.05$) farklılıklar belirlendi. Diğer taraftan, araştırma gruplarına ait balık spermasının pH değerleri arasındaki farklılıklar önemsiz ($P>0.05$) bulundu.

Bu çalışmada elde edilen verilerin ışığı altında, yüksek miktarda ve kalitede sperma üretebilmek için; anaç gökkuşuğu alabalığı yemlerinin en az %2,20 oranında n-3 serisi esansiyel yağ asitlerini içermesi gerektiği sonucuna varıldı.

Anahtar Kelimeler: Gökkuşuğu Alabalığı, *Oncorhynchus mykiss*, n-3 Serisi Yağ Asitleri, Kalite, Sperma, Yem.

SUMMARY

An Investigation on the Sperm Quality of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fed With Diets Supplemented N-3 Series Fatty Acids

In this study, the effect of dietary supplementation with n-3 series essential fatty acids on sperm quality (volume, density, motility rate, motility time and pH of sperm, and total sperm number) in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) were investigated. In addition, the condition factor, gonadosomatic index and hepatosomatic index of rainbow trout and chemical quality (fatty acids and cholesterol contents) of sperm were investigated too.

For this purpose, experimental diets control, 1, 2 and 3 were prepared at the n-3 series essential fatty acids rates 1.18%, 0.20%, 2.20% and 3.19%, respectively. Crude protein (45%) and total energy (4619 kcal/kg) levels of experimental diets were equalized. The fish were hand fed to satiation three times in a day at 9 ± 1 °C water temperature for 45 days.

At the end of this study, the best results for the sperm quality parameters (volume, density, motility rate, motility time and total sperm number) were obtained from Trial 2 diet group that was followed by Trial 3 and control groups, respectively. Lowest results were obtained from Trial 1 diet group. It was determined not significant ($P>0.05$) differences between the gonadosomatic index values of fish in Control, D2 and D3 groups. Gonadosomatic index value for the Trial 1 group fish was significantly ($P<0.05$) lower than those obtained from control, Trial 2 and Trial 3 group fish. It was determined significant ($P<0.05$) differences between the all experimental groups for fatty acids and cholesterol contents of fish sperm. On the other hand, it was found not significant ($P>0.05$) differences between the experimental groups for pH values of fish sperm

Under the light of this study, it is concluded that the diet of adult rainbow trout has to constitute 2.20% of n-3 series essential fatty acids for generating high number and quality of sperm.

Keywords: Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, n-3 Series Fatty Acids, Quality, Sperm, Diet

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Balıklarda yumurta, sperma ve larva kalitesini etkileyen faktörler (Bromage ve Roberts, 1995).	7
Şekil 1.2. Lipitlerin sınıflandırılması (Hoşsu vd., 2003).	14
Şekil 2.1. Uygun partikül büyüklüğüne getirilmiş olan yem öğeleri.	31
Şekil 2.2. Hamur halindeki yemin pelet makinesinde peletlenmesi.	32
Şekil 2.3. Peletlenmiş yemlerin kurutma fırını tepsilerine yerleştirilmesi.	32
Şekil 2.4. Yemlerin kurutma fırınında kurutulması.	33
Şekil 2.5. Kurutulmuş pelet yemler.	33
Şekil 2.6. Anaç balıkların sağımı.	34
Şekil 2.7. Spermanın hacminin belirlenmesinde kullanılan ölçülü erlenler.	35
Şekil 2.8. Sperma pH'sının belirlenmesi.	35
Şekil 2.9. Spermatozoa hareketliliği ve hareketlilik süresinin belirlenmesi.	36
Şekil 2.10. Sperm yoğunluğunu belirlemede kullanılan eosin solüsyonu.	36
Şekil 2.11. SHIMADZU GC 17 model gaz kromatografi cihazı.	39
Şekil 2.12. CECİL 1100 model yüksek performanslı sıvı kromatografi cihazı.	40
Şekil 3.1. Araştırma yemlerinin n-3 serisi yağ asidi düzeyleri.	42
Şekil 3.2. Gökkuşığı alabalığının sperma hacmi (ortalama \pm standart hata).	47
Şekil 3.3. Gökkuşığı alabalığı sperminin başlangıç hareketlilik oranı (ortalama \pm standart hata).	48
Şekil 3.4. Gökkuşığı alabalığı sperminin toplam hareketlilik süresi (ortalama \pm standart hata).	48
Şekil 3.5. Gökkuşığı alabalığının sperm yoğunluğu (ml/adet $\dots \times 10^9$) (ortalama \pm standart hata).	49
Şekil 3.6. Gökkuşığı alabalığının toplam sperm sayısı (ortalama \pm standart hata)	49
Şekil 3.7. Gökkuşığı alabalığı sperminin toplam n-3 serisi yağ asidi düzeyi.	52
Şekil 3.8. Gökkuşığı alabalığı sperminin kolesterol düzeyi.	52

TABLULAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1.1. Doymamış yağ asitlerinin isimleri ve kimyasal formülleri (Sargent vd., 2002).	15
Tablo 1.2. Ticari yemler ve bazı su canlılarının yağ asidi düzeyleri (Jobling, 1994).	16
Tablo 1.3. Bazı balıkların yağ asidi düzeyleri (Jobling, 1994).	17
Tablo 1.4. Deniz balığı larvalarının esansiyel yağ asidi ihtiyaçları (Sargent vd., 2002) ...	21
Tablo 1.5. Yavru, balıkçık ve ergin deniz balıklarının esansiyel yağ asidi ihtiyaç düzeyleri (Sargent vd., 2002).	22
Tablo 1.6. Bazı tatlı su balığı yavrularının esansiyel yağ asidi ihtiyaç düzeyleri (Sargent vd., 2002).	24
Tablo 1.7. Genç ve ergin tatlı su balıklarının esansiyel yağ asidi ihtiyaçları (Sargent vd., 2002).	25
Tablo 2.1. Araştırma yemlerinin öğeleri ve kullanım oranları	31
Tablo 3.1. Araştırma yemlerinde kullanılan yem öğelerinin ham besin madde (kuru maddenin %'si olarak) ve toplam enerji (kkal/kg) düzeyleri.	41
Tablo 3.2. Araştırma yemlerinin ham besin madde (kuru maddenin %'si olarak) ve enerji (kkal/kg) düzeyleri	42
Tablo 3.3. Araştırma yemlerinin yağ asidi düzeyleri.	43
Tablo 3.4. Erkek anaç gökkuşağı alabalıklarının deneme başlangıcında ve sonundaki canlı ağırlıkları	44
Tablo 3.5. Erkek anaç gökkuşağı alabalıklarının çalışma başlangıcında ve sonundaki toplam boyları	44
Tablo 3.6. Anaç gökkuşağı alabalıklarının çalışma başlangıcında ve sonundaki kondisyon değerleri	45
Tablo 3.7. Anaç gökkuşağı alabalıklarının deneme sonundaki hepatosomatik ve gonadosomatik indeks değerleri	46
Tablo 3.8. Araştırma gruplarına ait anaç gökkuşağı alabalıklarının sperma kalite parametreleri	46
Tablo 3.9. Araştırma gruplarına ait anaç gökkuşağı alabalıklarının sperma kalite parametreleri	47
Tablo 3.10. Gökkuşağı alabalığının sperm yağ asidi düzeyleri.	51
Tablo 3.11. Çalışmada kullanılan kuyu suyunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	53

GİRİŞ

Balıklar, diğer canlılarda olduğu gibi; yaşamak, gelişmek, üremek ve diğer fizyolojik aktivitelerini yerine getirmek için enerjiye ihtiyaç duyarlar. Balıkların ihtiyaç duydukları bu enerjiyi karşılayabilecek en önemli kaynakların başında lipitler gelmektedir. Lipitler, gliserin taşıyan ve yağ asitlerinin bileşiminden oluşan, suda erimeyen, eter, kloroform ve benzen gibi organik çözücülerde eriyebilen organik bileşiklerdir. Bütün omurgalıların yemlerinde kesinlikle çoklu doymamış yağ asitleri (ÇDYA)'ne ihtiyaç vardır. Eğer bu açık kapatılmazsa hayvanlarda büyüme, gelişme ve üremede bozukluklar görülmektedir. ÇDYA'leri esansiyel yağ asitleri olup; linolenik, linoleik ve α -linolenik yağ asitleri bunlara örnek olarak gösterilebilir. Bütün omurgalıların hemen hepsi linolenik ve linoleik yağ asitlerine ihtiyaç duyarlar. ÇDYA'lerinin biyolojik olarak etkin formları genellikle C₂₀ ve C₂₂ formundadırlar. Metabolik formları ise; linoleik asit, linolenik asit, araşidonik asit, dokosaheksaenoik asit ve eikosapentaenoik asit formundadır (Sargent vd., 2002).

Linolenik ve linoleik yağ asitlerinin yemde dengeli bir şekilde bulunması yavru tatlı su balıklarında optimal yaşama oranını sağlamaktadır (Higgs vd., 1992). Yine aynı şekilde linolenik (18:3n-3), araşidonik (20:4n-6) ve eikosapentaenoik (20:5n-3) yağ asitlerinin varlığı tatlı su balıklarının yumurtalarında kaliteyi arttırmaktadır (Pickova vd., 1997). Birçok deniz balığının spermlerindeki linolenik yağ asidi, sperm kalitesini yükseltmekte, kısırılığı gidermekte ve sperm fonksiyonlarını düzenlemektedir (Tinoco, 1982). Ayrıca, dokosaheksaenoik asidinin (22:6n-3) varlığı erkek balıklarda kısırılığı önlemektedir (Sargent vd., 2002). Dolayısıyla lipitler kaliteli yumurta üretimi, larvaların hayatta kalma oranının artırılması, dengeli bir büyüme ve gelişme için gerekli olan önemli organik bileşikleridir (Bell vd., 1995; Navarro vd., 1999).

Bu çalışmada, anaç gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nın; gonadosomatik ve hepatosomatik indeks değerleri, spermanın hacmi, pH'sı, yoğunluğu, sperm hareketlilik oranı, %50 hareketlilik oranına kadar yaşama süresi, toplam yaşam süresi, yağ asidi ve kolesterol düzeylerine karma yeme farklı oranlarda katılan n-3 serisi esansiyel yağ asitlerinin [linolenik (18:3n-3), stearidonik (18:4n-3), eikosapentaenoik (20:5n-3), dokosapentaenoik (22:5n-3) ve dokosaheksaenoik (22:6n-3) asitler] etkileri araştırıldı.

1.1. Spermatogenesis

Spermatogenetik hücreler, belirli bir düzenle birbirini izleyen hücre jenerasyonlarından ibaret birçok sıralar halinde düzenlenmiştir. Olgun spermium oluncaya kadar spermatogenesisin bütün devirleri spermatogenetik hücre katlarında geçer (Erkoçak, 1980).

Spermatogenesis yani erkek cins hücrelerinin gelişmesi olayında üç devir mevcuttur. Üreme devri, büyüme devri ve olgunlaşma devri. Üreme devrinde, spermatogenetik hücreler somatik hücreler gibi mitoz ile bölünürler. O zaman bunlara spermatogonyum denir. Spermatogonialar sık mitoz gösterir ve erkekte ileri yaşlara kadar bölünmeye devam ederler. Bunların bir kısmı, bir süre bölündükten sonra yeni bir mitoza girecek yerde büyümeye baslar. Büyüme devrinde spermatogenetik hücrelere *spermatosit I* denir. Spermatosit'lerin çoğu spermatogonialardan daha büyüktür. Nükleusları birinci olgunluk bölünmesinin profaz safhası değişmelerini gösterir. Yani kromatin ince uzun ipliklere, kromozomlara bölünür. Anaya ve babaya ait olmak üzere ikişer ikişer eş kromozomlar (homolog kromozomlar) paralel olarak uzunlamasına birbirine yapışık kromozom çiftleri teşkil ederler (bivalent kromozomlar). Olgunluk devrinde kromozom çiftlerinin homolog kromozomları, gereğinde aralarında parça alışverişi (*crossing-over*) yaptıktan sonra tekrar birbirinden uzaklaşır, her biri hücrenin bir kutbuna çekilerek birinci olgunluk bölünmesi bitirilir. Böylece spermatosit I'den meydana gelen iki yavru hücre, *spermatosit II* adını alır. Su halde spermatosit II'ler türe özgü kromozom sayısının ancak yarısını yani *haploid* sayıda kromozom içerirler. Spermatosit II'ler spermatosit I'lere nisbetle daha küçüktür. Bunlar hemen yine bölünürler (*ikinci olgunluk bölünmesi*). İkinci olgunluk bölünmesi esas itibariyle haploid kromozom sayısı ile olan somatik mitoz gibidir. Bu kez, ortalarından uzunlamasına yarıklanmış olan kromozomların bir yanları bir kutba diğer yarılı öbür kutba çekilerek yavru hücrelere geçerler. İkinci olgunluk bölünmesinden sonra bir spermatosit II'den meydana gelen iki yavru hücreye spermatid denir. Spermatidler, gerçek haploid sayıda kromozom içerirler. Olgunluk devrinde, spermatogenetik hücrelerin geçirdiği, birbirini izleyen bu iki bölünmeye, kromozom sayısının yarıya inmesini sağladığı için *redüksiyon bölünmesi*, bu suretle de, cins hücrelerinin olgunlaşmasını temin ettiği için, *birinci ve ikinci olgunluk bölünmesi* veya *meiosis* denir. İki olgunluk bölünmesi sonucunda bir spermatosit I'den dört adet spermatid oluşur. Spermatidler spermatosit II'ye nisbetle daha küçük, poligonal şekilde hücrelerdir.

Kenarları koyu boyanan, irice, yuvarlak bir vezikül içerirler. Bu veziküle, *idiozom* veya sonradan içinde akrozom geliştiği için, *akrozomal vezikül* denir. En son, spermatidler artık bölünmez. Herbiri özel bir değişme ile *spermium* olur. Buna göre bir spermatosit I'den 4 olgun spermium meydana geliyor demektir (Erkoçak, 1980).

1.1.1. Spermogenesis

Erkek germ hücrelerinin olgunlaşma olayına spermogenesis adı verilir. Bu olay, bütün yüksek organizmalı canlı türlerinde testis adı verilen erkek üretim organında (gonadlarında) yapılır. Spermogenesis insanda, erginlik çağı (*Pubertas*) ile başlayıp ileri yaşlara kadar aralıksız sürer. Fakat testislerin spermium yapabilme gücü ileri yaşlarda çok yavaşlar (Kayalı vd., 1992).

Spermiumların ilk ana hücresi “Spermatogonyum”lardır. Spermogenesisin birinci dönemini oluşturan çoğalma devrinde mitoz ile sürekli olarak spermatogonyumlar yapılagelmektedir. Belirli sayıdaki mitozdan sonra bu çoğalma durur ve bu hücrelerin bazılarında bir büyüme baslar. Bu şekilde spermogenesisin ikinci dönemi yani Büyüme devri başlamıştır. Büyümeye başlayan bu hücreler “*Spermatosit I*” adını alırlar. Su halde ikinci dönem olan büyüme devrinde Spermatosit I’ler yapılmaktadır. Bu periyot olgunlaşma dönemine bir hazırlıktır. Bu dönemde, nüvede, uzamış bir profaz olarak kabul edilen birtakım değişiklikler olur. Üçüncü dönem olan olgunlaşma devresinde birbirini izleyen iki bölünme olur ve bu bölünmeler sonunda kromozom sayısı yarıya iner. Bu nedenle olgunlaşma bölünmesine “redüksiyon bölünmesi” veya “Meiozis” denir. İlk bölünmede “*Spermatosit II*” yapılır, onun bölünmesiyle de “Spermatid” ortaya çıkar. Spermatosit II’nin ömrü çok kısadır. Bu hücre olur olmaz tekrar bölünerek spermatid haline geçer. Bu nedenle testis kanalcıklarında Spermatosit II’ler çok güç saptanabilir (Kayalı vd., 1992).

Spermatidler de tam olgun hücreler değildir. Bunların tam olgun hale gelebilmeleri için “*Spermiohistogenesis*” dönemini geçirmeleri gereklidir ki bu sürede de “*Sertoli hücreleri*” ile bir süre müşterek hayat “*Symbiosis*” sürmeleri gereklidir. Sertoli hücreleri oval veya armut biçimi nüveli, bol sitoplazmalı hücrelerdir. Ufak, ovalimsi, hafif bazofil sitoplazmalı ve oldukça kompakt nüveli bir hücre olan spermatidler bir basak demetini andıracak şekilde bu sertoli hücrelerinin sitoplazmaları içerisine girerek birbirini izleyen değişikliklere uğradıktan sonra spermiumun en son şeklini alacaklardır. İşte,

spermatidlerin Sertoli hücrelerinin sitoplazmaları içerisinde spermium haline gelene kadar geçirdikleri bu döneme spermiohistogenesis denir (Kayalı vd., 1992).

Tüm bu açıklamaları farklı bir şekilde özetlemek istersek;

Spermiogenesis, yani spermatidin olgun spermiuma değişmesi olayı, başlıca spermatidin sentriyollerinde, nükleusunda ve Golgi aparatında kendini gösterir (Erkoçak, 1980).

Olgun Spermium, nükleusunda *haploid* sayıda kromozom bulunan sitoplazması çok az, ince, uzun hareketli bir hücredir. Bas, orta parça ve kuyruk olmak üzere üç kısmı ayırt edilir. *Bas*, önden bakınca oval, yandan bakınca ucu yassılaştırmış armut biçiminde görülür. Nükleustan meydana geldiği için, homojen, yoğun kromatin kitlesinden ibaret bir yapı gösterir. Basın ön yüzünün bir kısmı ince bir membranla örtülüdür. Bunun ön ucunda bazı fermentler içeren bir granüle, *akrozom* bulunur. *Orta parça*, boyun ve birleştirici kısımdan ibarettir. *Boyun kısmı*, basın arka ucuna bağlıdır. *Kuyruk* ise iki kısımdan yapılmıştır (Erkoçak, 1980).

Spermiumlar organizma dışında da günlerce yaşayabilirler. Spermiumlar, içerdikleri *sex kromozomuna* göre, eşit sayıda 2 çeşittir (Erkoçak, 1980).

Normal spermiumlar yanında belirli oranda, düzensiz, anormal spermiumlara da rastlanabilir. Anomali, daha çok hücre kısımlarından birinin birden fazla olması veya hiç bulunmamasından (iki başlı, iki kuyruklu veya bassız) veya nükleusa ait kromatinin değişikliği ile birlikte küçük veya çok büyük başlı (mikro veya megalocéphale) olmasından ibarettir. Bazen bozukluk spermiumun hareketindedir. Normal olarak düz bir çizgi şeklinde olması gereken hareket sirküler veya kıvrıntılı şekilde olur. Hatta tamamen ortadan kalkar (Erkoçak, 1980).

1.1.2. Sperma

Ersuyu veya Sperma, jelatinöz kıvamlı, süt gibi beyaz, özel kokulu ve hafif alkaline reaksiyonlu (pH. 7,9) bir sıvıdır. Hava ile temastan sonra ilk önce sulanır ve sonra da 20-30 dakika içinde pıhtılaşır ve opak bir görünüm alır. Spermada belli bir orandan az spermium var ise bu duruma '*Oligospermi*' denir ve bu durumda yavru verme şansı çok azdır. Spermada hiç veya çok az spermium bulunmasına '*Azoospermi*' adı verilir. Eğer spermiumlar hareketsiz olacak olurlarsa o zaman '*Nekrospermi*'den söz edilir. Bu her iki son şekilde de dölleme olmaz (Kayalı vd., 1992).

Spermanın içerisindeki spermium sayısından ayrı olarak onların morfolojik durumları da önemlidir. Çünkü normal bir erkekte bile sperma içerisinde % 20 oranında anormal spermiumlara rastlanır. Bunların çoğunluğu fizyolojik varyasyonlardır. Tam olgunlaşmamış veya zamanından önce olgunlaşmış spermiumlar bu % 20'nin çoğunluğunu oluşturur. Bu fizyolojik varyasyonların yanında bir de hakiki patolojik şekiller vardır ki onların da başlıcaları şunlardır:

- Başsız spermiumlar,
 - Başlı dev spermiumlar,
 - Bir tek bas, iki, üç, hatta dört kuyruklu spermiumlar,
 - İki veya daha fazla başlı bir veya çok kuyruklu spermiumlar,
 - Normal büyüklükte fakat anormal yapıya sahip spermiumlar
- (Kayalı vd., 1992).

Spermanın içinde bulunan kimyasal maddeler de önemlidir. Bunlar da: Fruktoz ile asit fosfataz, fibrigenaz, fibrolysin ve hyaluronidaz fermentleridir. Ersuyu (*Sperma*) oldukça bol miktarda hyaluronidaz enzimi içerir. Bunlardan başka sperma içerisinde değişik büyüklükte yuvarlak hücreler de görülür. Bunların sitoplazmalarında ufak yuvarlak inklüzyon cisimcikleri vardır. Bundan başka spermada büzüşmüş sitoplazma artıklarına, çok sayıda yağ damlacıklarına, protein, pigment ve amyloid cisimciklerine, değişik şekil ve büyüklükteki sperma kristallerine de rastlanır (Kayalı vd., 1992).

1.2. Balıklarda Gamet Kalitesi

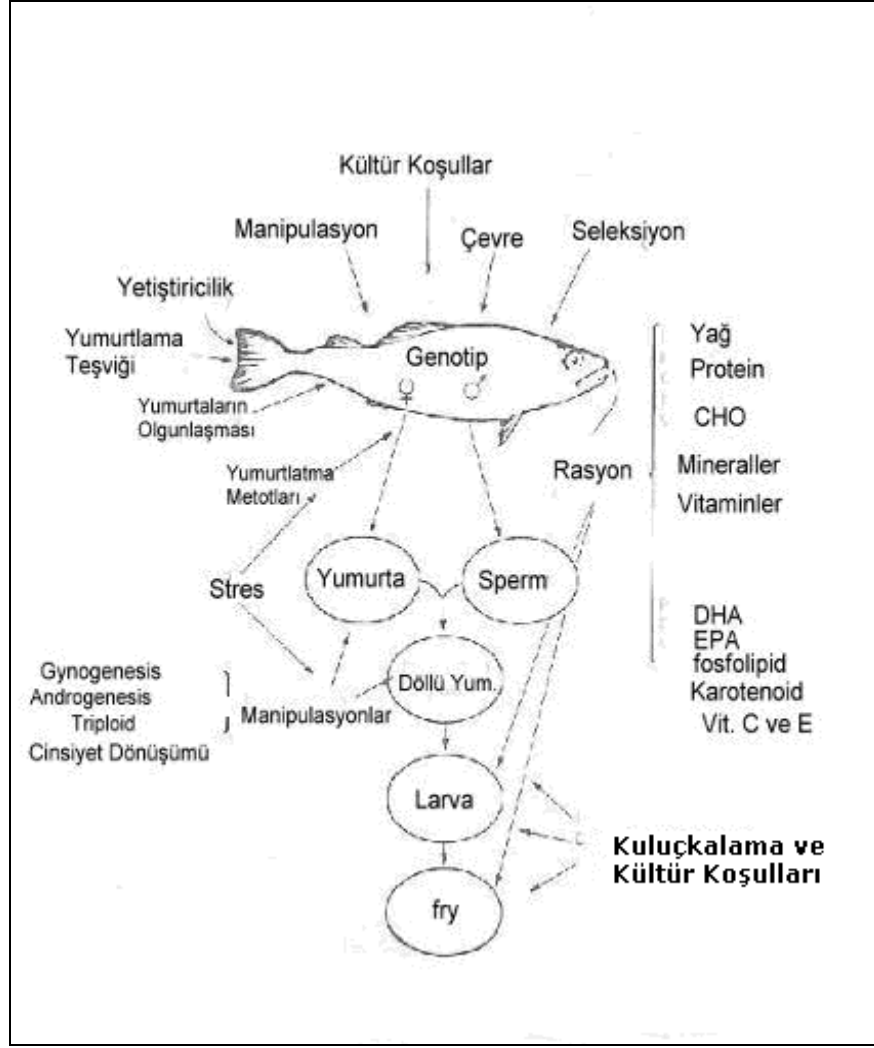
Balıklarda yumurta kalitesi; öncelikle yumurtaya döllenebilme yeteneği kazandıran ve sonrasında normal bir embriyonal gelişimi sağlayan parametrelerdir. Düşük yumurta kalitesi embriyonal ve larval gelişimin farklı safhalarında meydana gelebilecek muhtemel ölüm olaylarının ve larvalarda şekil bozukluklarının bir göstergesidir (Brooks vd., 1997). Balık kuluçkahanelerinde anaç balıkların üreme performansını denetlemek ve kontrol altında tutmak, sisteme girecek olan gametlerin kalitesi ve verimliği açısından önem taşımaktadır (Bromage vd., 1992; Shields vd., 1997).

Salmonidlerde dölleme oranındaki başarı, sonraki tüm gelişim safhaları için güvenilir bir göstergedir (Springate vd., 1984). Dölleme ve gözlenme oranları arasındaki korelasyonun derecesi de kalite belirlenmesinde kullanılırken, birçok işletmede kalite indikatörü olarak gözlenme oranı kullanılır (Bromage ve Cumaranatunga, 1988; Bromage

vd., 1994). Yumurtanın şekli, koriyon görünümü, şeffaflığı ve lipit globülinlerinin dağılımı onun kalitesinin önemli göstergeleridir (Kjorsvik vd., 1990). Ayrıca, yumurta büyüklüğü de kalitenin bir belirleyicisi olarak kullanılmaktadır (Kamler vd., 1982; Knutsen ve Tilseth, 1985). Bununla birlikte salmonidler (Thrope vd., 1984; Springate vd., 1985; Jonsson ve Svavarsson, 2000) ve diğer balık türleri (Gisbert vd., 2000; Quillet vd., 2001; Zaho ve Brown, 2001) üzerinde yapılan çalışmalarda da yumurta büyüklüğünün balıklarda her zaman yumurta kalitesinin bir belirleyicisi olmadığını da belirtmektedir. Bununla birlikte, yumurta kalitesinin belirlenmesi hakkında çok az bilgi mevcuttur.

Diğer yandan spermanın pH'sı, spermatozoit hareketliliği ve yoğunluğu ise spermanın kalitesini ortaya koymada yaygın olarak kullanılmıştır (Khorevin, 1988; Billard ve Cosson, 1989; Köprücü ve Gür, 1999).

Balıklarda yumurta, sperma ve larva kalitesi birçok faktör tarafından etkilenmektedir (Şekil 1.1). Yumurta ve sperma kalitesinin belirlenmesinde uygulanacak yöntem basit olmalı ve kuluçka dönemi süresince zaman ve işgücü açısından kolaylıklar sağlamalıdır (Bromage ve Roberts, 1995).



Şekil 1.1. Balıklarda yumurta, sperma ve larva kalitesini etkileyen faktörler (Bromage ve Roberts, 1995).

1.2.1. Sperma Kalitesi

Spermin hareketlilik oranı, hareketlilik süresi, yoğunluğu, spermatozoa ve seminal plazmanın kimyasal yapısı sperm kalitesini ölçmede kullanılmıştır (Khorevin, 1988; Billard ve Cosson, 1989; Köprücü ve Gür, 1999). Spermin kimyasal yapısı üzerine yapılan araştırmalarda spermatozoa yoğunluğu ve seminal plazma kompozisyonunda büyük intraspesifik ve interspesifik değişimlerin olduğu gösterilmiştir. Bu değişimler; genetik değişkenlik, spermatozoanın intratestiküler yaşı, mevsimler (Benau ve Turner, 1980; Scott ve Baynes, 1980; Piironen ve Hyvarinen 1983; Kruger vd., 1984; Munkittrick ve Moccia, 1987), yumurtlama durumu ve stratejisine (McAndrew vd., 1993) göre meydana gelmiştir.

Yumurtlama sezonu süresince levrek ve salmon balıklarının sperma kalitesinin arttığı belirlenmiştir. Diğer yandan, üreme mevsimi sonrası gökkuşağı alabalığı

spermasının yoğunluğu düşmektedir (Büyükhatipoğlu ve Holtz, 1984; Munkittrick ve Moccia, 1987).

Oncorhynchus mykiss, *Salmo trutta*, *Salvelinus fontinalis* ve *Salmo salar* üzerine yapılan araştırmalar, bunların sperm hareketlilik süresinin mevsimlere göre değiştiğini göstermektedir. Yumurtlama mevsiminde aktif olan gökkuşağı alabalığı spermatozoitleri 30-35 saniye hareketlidirler. Yumurtlama sezonu sonuna doğru hareketlilik süresi 15 saniyeye ye kadar düşer (Benau ve Turner, 1980). Ayrıca, gökkuşağı alabalıklarında yumurtlama sezonunda aktif olan spermatozoa oranı yumurtlama dönemi sonrası büyük oranda düşer (Büyükhatipoğlu ve Holtz, 1984; Munkittrick ve Moccia, 1987).

Seminal plazmanın inorganik ve organik kompozisyonundaki değişimler (Benau ve Turner, 1980; Piironen ve Hyvarinen, 1983; Kruger vd., 1984; Munkittrick ve Moccia, 1987) aynı zamanda spermanın korunmasını da etkileyebilir. Sperm hareketliliğiyle yakından ilgili olan K^+ ve Na^+ (Morisawa ve Suzuki, 1980) gibi iyonların oranı ve konsantrasyonu mevsim sonunda düşer (Munkittrick ve Moccia, 1987).

Abdominal masaj ile toplanan sperma örneklerinde üre kontaminasyonu (sperm kanalı ve üriner kanalın yakınlığından dolayı) kaçınılmazdır. Bundan dolayı sperm yoğunluğu ve seminal plazmanın kimyasal yapısındaki değişim yanlış yorumlanabilir (Rana, 1995). Bu konuda yapılan araştırmalar, üre kontaminasyonunun sperm yoğunluğunu %80'lere varan oranda seyreltebildiğini ve ozmotik basıncını azalttığını ortaya çıkarmıştır. Bu tür kontaminasyonlar seminal plazmanın iyonik konsantrasyonunu da değiştirmektedir. Örneğin; üre kontaminasyonu sonucunda *Salmo salar*'ın seminal plazmasındaki K^+ konsantrasyonu 1382 mg/L'den 792 mg/L'ye düşmüştür (Bromage ve Roberts, 1995).

1.2.1.1. Spermatozoon Hareketliliği

Spermatozoitler çoğunlukla genital alanda hareketsiz olup, dış sıvı içinde seyreltikten sonra aktif olurlar. Hareketliliği test etmek için sperma uygun bir seyreltici içinde seyreltilerek bir mikroskop altında incelenir. Hareketlilik ölçümü dikkat gerektirir. Tüm spermatozoitlerin hareketini eş zamanlı başlatmak için, en az 1/1000 oranında seyreltme yapılmalıdır. Daha düşük seyreltmelerde, spermatozoitler tümünden aktive olmazlar. Bundan dolayı düşük seyreltmelerde, spermin hareketlilik süresini ve gücünü

tam olarak tespit etmek zordur (Bromage ve Roberts, 1995). Bununla beraber artan seyreltme oranı kalkan balığında sperm hareketlilik oranını düşürmektedir (Suquet, 1992).

Balığın sperması kıvamlı ve yapışkan olup seyreltici olmadan karıştırmak zordur. Yüksek seyreltici ile çok fazla karıştırılması spermatozoitlere zarar verebilir. Yüksek seyreltme sonrası homojen bir sperma süspansiyonu; aktivasyon sonrasında ve esnasında meydana gelen biyokimyasal değişimleri ve eş zamanlı olarak hareketliliği incelemede uygundur. Bunun için iki adım kullanılır. Birincisi 100 birim seyreltici, salmonidlerde olduğu miktar kadar K^+ ilave edilmesiyle veya seminal sıvı olarak aynı ozmotik basınca sahip bir seyrelticiyle spermin aktif olmadığı bir sıvının içinde olduğu bir test tüpü oluşturulur. Sperm aktivasyonunun ikinci seyreltme adımında ise direkt olarak mikroskop safhasına geçilebilir. Ön seyreltmesi yapılmış sperm solüsyonunun 1 μL 'si ile ortalama ozmotik basınca sahip aktivasyon solüsyonunun 19 μL 'si bir cam lam üzerinde karıştırılır (Billard ve Cosson, 1992).

Çeşitli metotlar hareketliliğin ölçümünde kullanılır. Geçmişte çok yaygın olarak kullanılan çoğunlukla 0-5 üniteli isteğe göre seçimli bir orana göre spermin tüm hareketinin tespit edilmesiydi (Goryczko ve Tomasik, 1975). Hareket süresi; toplam hareket süresine (Morisawa ve diğ., 1983; Billard ve Cosson, 1986) veya ileri hareket süresine (Linhart vd., 1992) ve spermin %50'sinin yaşama süresine (Hines ve Yashow, 1971) referans eder. Hareketlilik süresi, çoğu zaman yüzme yoğunluğunun tahminleriyle birleştirilir (Baynes vd., 1981). Son zamanlarda yapılan bir çok çalışma, spermin hareketinin %'de olarak ölçüldüğünü göstermektedir (Billard vd., 1987; Cosson vd., 1991; Boitano ve Omoto, 1991; Miura vd., 1992). Yapılan birçok araştırmada spermatozoitin hareketi; flagellumun vuruş sıklığıyla (Cosson vd., 1985) ve fotografik veya başın veya kuyruk hareketinin video kaydı ile ölçülmüştür (Billard ve Cosson, 1989, 1992). Hareketlilik, aynı zamanda in vitro reaktivasyon ve demembrasyon teknikleriyle de deneysel olarak araştırılmaktadır (Cosson vd., 1991).

1.2.1.2. Hareketlilik Süresi

Dış döllenmeye sahip birçok kemikli balık türlerinde spermatozoit aktivitesi kısa süreli olup seyreltme sonrası maksimum hıza kavuşur ve hareket esnasında hızı düşer. Hareket flagellumun ön uç kısmı ile gerçekleşir. Spermatozoitlerin hareket süresi alabalıklarda 20-25 saniye, sazanlarda ise 1 dakikadan çok daha fazladır. (Bromage ve

Roberts, 1995). Salmonidlerde dölleme oranının düşük olmasının temel nedeni, spermatozoitlerin hareket sürelerinin çok düşük olmasıdır (Aas vd., 1991). Yüksek ekstraselüler K^+ konsantrasyonu spermatozoit motilitesini engellemektedir. Bu nedenle salmonlarda spermatozoit motilitesi ekstraselüler K^+ seyreltici ile aktive edilebilmektedir. Bu seyreltici, aktivasyonu tetikleyen bir membran hiperplazisine neden olmakta ve intraselüler pH'ı etkilememektedir (Robitaille vd., 1987; Gatti vd., 1990; Boitano ve Omoto, 1991).

Ozmotik basınç, iyonik kompozisyon ve pH sperm aktivasyonunu belirleyen en önemli faktörlerdir. Tatlısu balıklarına göre deniz balıklarında daha yüksek bir osmotik basınç içinde motilite gerçekleşir. Ozmotik basınç, tatlısu balıklarında düşen veya deniz balıklarında seminal plazma ile karşılaştırıldığında artan sperm motilitesinin başlangıcını tetiklemede en yaygın olarak bilinen bir faktördür. Bununla beraber osmotik basınçtan başka diğer faktörlerin de birçok deniz balıklarında sperm motilitesini tetiklemektedir (Chambeyron ve Zohar, 1990).

Salmonidlerde, sperm hareketsizliği yüksek konsantrasyonlardaki K^+ iyonundan dolayıdır. Tatlısu balıklarında, seyreltici esnasında K^+ oranı düşer ve motilite başlar (Schlenk ve Kahmann, 1938). Ca^{++} iyonunda salmonidlerdeki motilitenin başlangıcı için gereklidir (Cosson vd., 1989; Morisawa ve Morisawa, 1985). Suyun pH'sı da spermatozoitleri aktive etmektedir (Chao vd., 1992). Turna balığı (*Esox lucius*) için optimum pH değeri 8 olarak rapor edilmiştir (Dublinsky, 1982).

1.2.1.3. Dölleme Kapasitesi

Dölleme kapasitesi, sperm kalitesinin en belirgin göstergesidir. Suni inseminasyon ve sperm muhafazası üzerine yapılan birçok çalışmada güncel olarak bu parametre kullanılır. Bununla beraber dölleme kapasitesi, ovaryum sıvısı, seminal sıvı ve gametler arasındaki etkileşim ve yumurtaların kalitesi gibi birçok bağımsız faktörün etkisi altında gerçekleşir. İnseminasyon, seyrelticiyi iyi tanımlanmış hacmi içerisinde tüm döllenebilir yumurtaları döllemek amacıyla minimum sayıda spermatozoit oluşturmak için spermanın farklı oranlarda seyreltilmesidir. Kullanılan seyreltik hem erkek hem de dişi gametler için uygun olmalıdır. Örneğin; sazanlarda (*Cyprinus carpio*) KCl solüsyonu (50 mM) iyi bir sperm seyreltiğidir. Fakat, 5-10 mM K^+ dan daha fazla tuz içeren solüsyonlar içerisinde seyreltiklerinde yumurtalar döllenebilir. Gözlenmiş yumurtalar veya yumurtadan çıkmış

larvaların yüzdesini belirten döllenme yüzdesi ve ilk beslenmeye alınan larvaların gelişim yüzdesi gamet kalitesinin en iyi göstergeleridir (Bromage ve Roberts, 1995).

1.2.1.4. Spermatozoit Konsantrasyonu

Spermadaki spermatozoit konsantrasyonu sperma kalitesini karakterize etmede yaygın olarak kullanılır. Balıklarda spermatozoit konsantrasyonu yıl içerisinde değişiklik gösterir. Spermatozoit sayımında hemositometre veya spektrofotometre tam sonuç verir. Spermatokrit (sperm hacmi) en az 5-10 dk için 10 000 g mikrotüpler içinde spermanın santrifüjlenmesi sonrası oluşturulur. Bununla birlikte sperm sayımı ölçümünde bu zorunlu değildir (Suquet vd., 1992).

1.2.2. Balıklarda Döl Verimini ve Kalitesini Etkileyen Faktörler

Birçok biyotik ve abiyotik faktörler yumurta ve sperma kalitesini, verimini etkilemektedir (Bromage ve Roberts, 1995). Damızlık balıkların beslenmesi (Watanabe, 1985; Kjørsvik vd., 1990), stres faktörleri (Campbell vd., 1992), yumurtaların aşırı olgunlaşması ve döllenme öncesi ovulasyon periyodu (Kjørsvik vd., 1990; Bromage vd., 1992) yumurta kalitesini doğrudan etkilemektedir. Her ne kadar çok fazla besinin üreme fiziolojisi üzerinde önemli etkisi olsa da bu değişimlerin yumurta ve larva kalitesine etki edebildiğine dair az kanıt vardır (Hardy, 1985; Watanabe, 1985; Bromage vd., 1992). Yağ asitlerinden özellikle ÇDYA'lar içinde yer alan dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitler ve onların türevlerini içeren n-3 serileri, vitaminler (özellikle A, C ve E vitaminleri), karotenoidler ve çeşitli iz elementler döl verimi üzerinde etkili olmaktadır (Bromage ve Roberts, 1995; Özgür, 2009).

Watanabe (1985) tarafından yapılan bir çalışmada, yemde iz element, ÇDYA veya vitamin E eksikliğinde balıkların yumurta kalitesinin düştüğü tespit edilmiştir. Benzer yazarların daha sonra yapmış oldukları çalışma, yumurta kalitesinin en önemli belirleyicileri olarak dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitleri içeren fosfolipitler, vitamin E ve astaksantin olduğunu belirlemişlerdir. ÇDYA'lar adaptasyon ve stres reaksiyonları içinde önemli maddeler olarak bilinen eikosanoidlerin üretimde de rol oynarlar (Sargent vd., 1990). Sadece dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitlerin gerçek düzeylerinin yanı sıra $(\sum n-3)/(\sum n-6)$ ÇDYA oranları da çok önemlidir. Aynı zamanda bu yağ asitlerine olan ihtiyaç miktarları ve bunların oranları; tatlı ve tuzlu su

ortamlarındaki balıklar arasında olduğu gibi türler arasında da farklılık göstermektedir (Bromage ve Roberts, 1995).

Bunların yanı sıra Mansour (2009) yapmış olduğu çalışmada spermatozodaki yağ asitlerini araştırmış ve toplam n-3 oranını % 14,52, toplam n-6 %13,27 ve toplam n-3/n-6 oranını ise 1,13 olarak tespit etmiştir. Sperm hareketlilik oranını % 74, hareketlilik süresini ise 60-120 saniye olarak bulmuştur. Yağ asitleri oranının da hareketlilik oranı üzerinde etkisi olmadığını bildirmiştir. Vassallo-Agius vd. (2001) ise spermadaki n-3 serisi esansiyel yağ asitleri oranının hareketlilik oranını çok az etkilediğini bildirmişlerdir.

Balıklardaki son ovaryum gelişimi, oositlerin büyümesi için gerekli olan lipidler ve proteinlerin ortak hareket etmesiyle sonuçlanan önemli fizyolojik ve biyokimyasal değişimleri kapsar. Kısa bir zaman periyodu içinde oositler, dişinin vücut ağırlığının %20-40'lık kısmını oluşturacak şekilde hızlı biçimde büyür. Çoğu balık türleri, aynı zamanda son ovaryum gelişiminin başından sonuna kadar besin alımını azaltır. Bundan dolayı ovaryum büyümesi ve diğer fonksiyonlar için besin maddeleri ve enerji ihtiyacı vücut depolarından kullanılır. Atlantik salmonlarında, son oogenesis kas içindeki protein, lipid ve suyun bitmesine neden olur (Aksnes vd., 1986). Gökkuşuğu alabalığında ovaryum gelişimiyle birlikte karkas ve iç organlara ait lipidler ovaryuma geçer (Nassour ve Leger, 1989).

Deniz levreği, her yıl 3-4 ayda bir eşzamanlı olmayan bir ovaryum gelişimi ve yumurtlama gösterir. Yumurtlama mevsiminde oositlerin çoğu son vitellogenesis safhalarını geçirir. Bundan dolayı, yumurta sarısı sürekli yılın birçok ayında ovaryumlar içinde depolanır. Dişi deniz levreklerinin 3-4 aylık yumurtlama mevsimi esnasında kilogram vücut ağırlığı başına 0,5-2 kg yumurta yumurtlarlar. Bu çok sayıdaki yumurta üretimi sadece besin maddeleri ve enerjiyle desteklenebilir (Bromage ve Roberts, 1995).

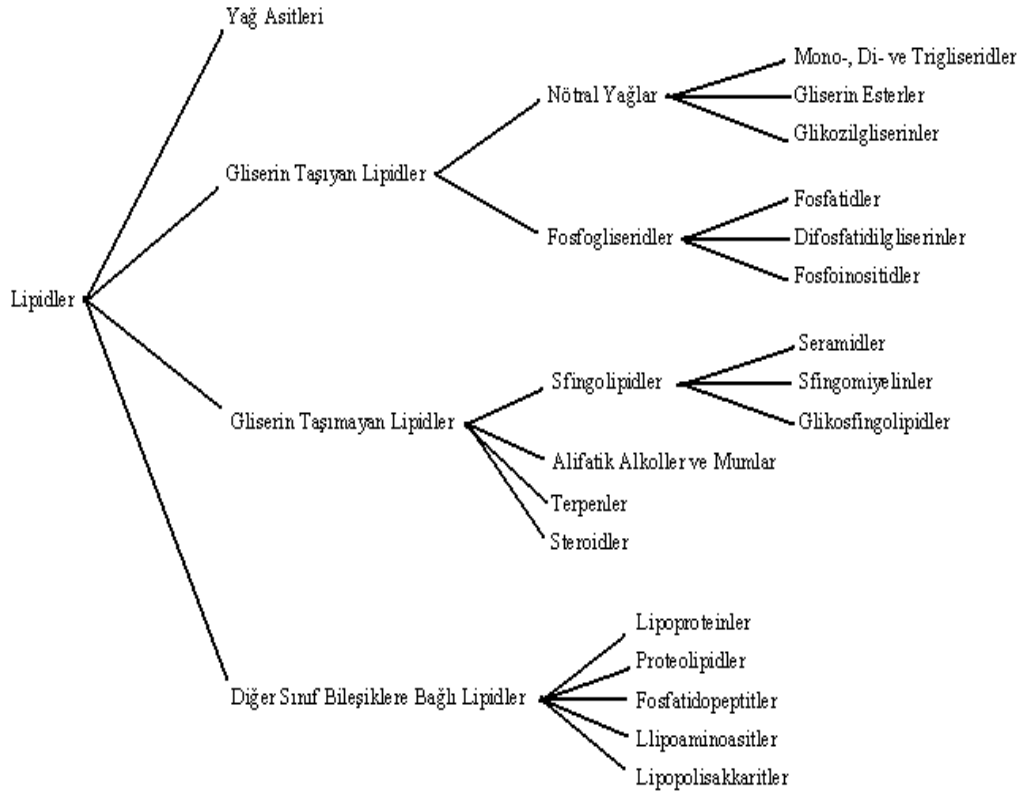
Hem tatlı hem de tuzlu su ortamlarının karakteristik bir özelliği çok fazla mikroorganizma barındırmasıdır. Aynı çevrede balık larvaları ve yumurta üretiminde mikroorganizmaların artmasının önemi vardır. Bu mikrobiyal büyümenin çoğalmasının nedeni; muhtemelen balığın üremesinin, organik yığıntı ve mikroorganizmaların metabolik atıklarından ortaya çıkan besin maddelerinin artmasının bir sonucudur. Balık yumurtalarındaki çeşitli yağ ve protein parçacıkları mikroorganizmalar için mükemmel bir besin kaynağıdır. Kültür sistemlerinde mikroorganizmaların her yerde olmasına karşın, sürpriz bir şekilde, kültür koşulları altındaki yumurta ve larvaların hayatta kalma karakteri

üzerinde bunların etkileri hakkında çok az çalışma vardır. Tatlı su balıkların yumurtaları üzerindeki saprolegnia mantarlarının etkileri, salmon balıkları yumurtalarının kuluçkalanmasında iyi şekilde tanımlanmıştır ve günlük mantar tedavileri ve ölü yumurtaların ortamdaki uzaklaştırılması, ölü yumurtalardan yayılan mantar misellerini engellemek için önerilen tekniklerdir. Yumurtaların ve larval kültür sistemlerinin kontaminasyonu tüm yaşam düzeylerinin belirlenmesinde önemli bir faktör olabildiği açıktır. Yetiştiricilik uygulamaları kültür sistemlerinin korunmasını garantiye alındığı temel uygulamalardandır. İdeal olarak, damızlık balıklar doğal ortamına uygun olarak düzenlenmiş kontrollü koşullarda bakılmalıdır. Pratikte tüm yetiştiricilik koşullarını yönetmek mümkün olmayabilir. Su kalitesi, beslenme rejimi ve yem, stoklama yoğunluğu, patojenlerin ortaya çıkması, bulunan stres parametreleri, yetiştiricilik uygulamaları ve yönetimi içerisinde optimize edilebilse de, böyle düzenlemeler son zamanlarda kültüre alınan balık türleri için zor olabilmektedir. Stres anaç balığın sağlığı, yumurta ve sperma üretimi üzerinde önemli etkiye sahiptir. Uygun olmayan yetiştiricilik koşulları altında ortaya çıkan kronik stres, kültür balıklarında da yumurta üretimini ve olgunlaşmasını etkileyen önemli bir faktördür (Bromage ve Roberts, 1995).

Stresin anaç balıklar üzerindeki etkileri oldukça karmaşıktır. Anaç balıklar, yaşları, büyüklükleri, metabolik gerekleri ve rezervleri bakımından yavru veya genç balıklara göre strese karşı daha toleranslıdır. Genç balıklarda akut stres ve mortaliteye sebep olan stres görülürken, damızlık balıklarda durum böyle değildir, damızlıklar genç balıklara göre düşük su kalitesine daha toleranslıdır. Bununla beraber, stresin etkisi özellikle anaç balığın biyolojisinde üreme döneminde ortaya çıkar (Gerking, 1982). Yapılan çalışmalar, şiddetli stresin hem erkek hem de dişi alabalıklardaki seks steroidlerini azalttığını, bu etkinin hipotalamus, hipofiz ve gonad üzerindeki kortizol aktivitesiyle ilgili olduğunu göstermiştir (Sumpter vd., 1987). Benzer şekilde Campbell vd. (1992) de ovulasyonun stres içindeki balıklarda geciktiğini, döllenmiş yumurtaların iyi kalitede ve büyüklükte olmadığını, spermatokritlerin de stresli erkeklerde azaldığını tespit etmişlerdir.

1.3. Lipitlerin Sınıflandırılması

Lipitler, çeşitli çözücülerde çözünebilme yeteneklerine, fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre; gliserin taşıyan lipitler, gliserin taşımayan lipitler ve diğer sınıf bileşiklere bağlı lipitler olarak üç ana gruba (Şekil 1.2) ayrılırlar (Sargent vd., 2002; Hoşsu vd., 2003).



Şekil 1.2. Lipitlerin sınıflandırılması (Hoşsu vd., 2003).

1.3.1. Yağ Asitleri

Bütün yağ asitleri bir ucunda metil grubu, uzun bir hidrokarbon zinciri ve diğer uçta da bir karboksil grubu içermektedir. Yağ asitleri çoğu lipitlerin temel yapı taşlarını oluştururlar. Lipitlerin en önemli sınıfını oluşturan yağ asitleri 4-24 karbon atomuna sahip uzun zincirli organik bileşiklerdir (Tablo 1.1). Yağ asidi en basit lipit olup mikroorganizma, bitki ve hayvanların lipitlerinde yüzün üzerinde yağ asidi tanımlanmıştır (Sargent vd., 2002).

Yağ asitleri içerdikleri bağın tek veya çift oluşuna göre de doymuş (tek bağlı) ve doymamış (çift bağlı) yağ asitleri olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Doymuş yağ asitlerinin kimyasal yapıları $C_nH_{2n}O_2$ şeklindedir, doymamış yağ asitleri molekül dizilişlerinde karbon atomları arasında çeşitli sayıda çift bağ içermektedirler. Doymamış yağ asitlerinin belirlenmesinde isimlerin yanında özel nümerik sistemler de kullanılmaktadır. Örneğin; 18:3 (n-3) şeklinde gösterilen linolenik asidin, 3 adet çift bağ içeren 18 karbon atomundan oluştuğu, n-3 ifadesi ise ilk çift bağın 3. ile 4. karbon atomları arasında olduğunu

belirtmektedir (Ersoy ve Bayşu, 1986). Ayrıca, molekül dizilişlerinde karbon atomu sayısı 18-20 arasında olan ve 2-4 arasında da çift bağ bulunduran yağ asitlerine çoklu doymamış yağ asitleri, 20 den fazla karbon atomu ve 4 den fazla çift bağ içeren yağ asitlerine ise yüksek oranda doymamış yağ asitleri (YDYA) adı verilmektedir (Sargent vd., 2002).

Tablo 1.1. Doymamış yağ asitlerinin isimleri ve kimyasal formülleri (Sargent vd., 2002).

Yağ asidi	Moleküler formül	Numerik formül	Yapısal formül
Palmitoleik asit	C ₁₆ H ₃₀ O ₂	16:1n-7	CH ₃ .(CN ₂) ₅ .CH=CH(CH ₂) ₇ .COOH
Oleik asit	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	18:1n-9	CH ₃ .(CH ₂) ₇ .CH=CH(CH ₂) ₇ .COOH
Vaksonik asit	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	18:1n-7	CH ₃ .(CH ₂) ₅ .CH=CH(CH ₂) ₉ .COOH
Linoleik asit	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	18:2n-6	CH ₃ .(CH ₂) ₄ .CH=CH.CH ₂ .CH=CH.(CH ₂) ₇ .COOH
Linolenik asit	C ₁₈ H ₃₀ O ₂	18:3n-3	CH ₃ .CH ₂ .CH=CH.CH ₂ .CH=CH.CH ₂ .CH=CH.(CH ₂) ₇ .COOH
Araşidonik asit	C ₂₀ H ₃₀ O ₂	20:4n-6	CH ₃ .(CH ₂) ₇ .CH=CH.CH ₂ .CH=CH.CH ₂ .CH=CH.(CH ₂) ₃ .COOH

Yağ asitleri suda çözünmez, hücre ve dokularda serbest olarak bulunmazlar, diğer lipitlerle kovalent olarak bağlı halde bulunurlar. Bu nedenle lipitler, dokulardan ya da buldukları yerlerden enzimatik olarak ve kimyasal hidroliz ile ayrılırlar. Yağ asitleri balıkların vücutlarında sentezlenebilme ve sentezlenememe özelliklerine göre de esansiyel (eksojen) ve esansiyel olmayan (endojen) yağ asitleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Esansiyel yağ asitleri balıklar tarafından vücutlarında sentezlenememektedir. Bu yüzden dışarıdan yemle birlikte verilmeleri zorunludur. Esansiyel yağ asitleri, birden fazla çift bağ içeren n-3 ve n-6 asitlerdir. Balıklara verilen yemlerin bu yağ asitleri bakımından eksik olması durumunda, gelişimin durmasından ölüm olayına kadar bir çok noksanlık belirtileri görülmektedir (Sargent vd., 2002).

1.3.2. Lipitlerin Fonksiyonları

Karasal organizmaların ve su canlılarının yağ asidi ihtiyaçları arasında olduğu gibi tuzlu ve tatlı su canlılarının arasında da bu açıdan önemli farklılıklar bulunmaktadır (Tablo 1.2). Bu farklılık sadece karasal hayvanlar ve su canlılarındaki trigliseridlerin içermiş olduğu yağ asitlerinin derecelerindeki farklılıktan değil, aynı zamanda besinlerini oluşturan canlıların değişik doymamış yağ asitlerinden de ileri gelmektedir (Jobling vd., 1994).

Tablo 1.2. Ticari yemler ve bazı su canlılarının yağ asidi düzeyleri (Jobling, 1994).

Yağ asidi (%)	Ticari yemler		Tatlı su			
	Yağda	Yemde	zooplanktonu	Solucan	Krill	Kalamar
18:2 (n-6)	3,9	4,9	3,8	8,5	2,1	-
20:4 (n-6)	0,2	0,2	7,8	12,2	1,5	2,7
20:5 (n-3)	8,9	7,8	17,6	7,8	15,6	14,1
22:6 (n-3)	6,3	5,8	11,7	-	14,7	14,6
Doymuş	22,2	19,9	25,9	31,6	23,5	15,1
ÇDYA	30,5	25,9	58,0	49,6	43,5	38,6

Genel olarak ele alındığında hayvansal organizmaların ihtiyaç duydukları esansiyel yağ asitleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Sargent vd., 2002):

* Su canlıları n-3 serisi yağ asitlerine daha fazla ihtiyaç duyarken, karasal hayvanlar için n-6 serisi yağ asitleri daha önemlidir.

* Deniz balıkları yüksek oranda doymamış yağ asitlerine tatlı su balıklarından ve anadrom balıklardan daha fazla ihtiyaç duyarlar.

* Esansiyel yağ asitleri deniz balıkları için tatlı su balıklarına oranla çok daha önemlidir. Bu bakımdan tuzluluk esansiyel yağ asitleri üzerinde etkilidir.

* Soğuk su balıkları, ılık su balıklarına oranla n-3 serisi yağ asitlerine daha fazla ihtiyaç duyarlar.

* Karidesler için n-3 serisi yağ asitlerinin önemli olması ile birlikte, n-3/n-6 oranı da büyük önem taşır.

Yem içindeki çoklu doymamış yağ asitlerinin seviyesi ve tipi de önemlidir. Gerekenden yüksek oranda bulunduğu zararlı olabilir. Bu nedenle, türlerin spesifik yağ asidi ihtiyaçları sürekli olarak araştırılmalı ve yem yapımında bir düzenlemeye gidilmelidir. Bu nedenlerle, tatlı ve tuzlu su balıklarının yağ asidi profilleri karıştırıldığı zaman (Tablo 1.3) büyük farklılıklar görülmektedir (Jobling vd., 1994).

Tablo 1.3. Bazı balıkların yağ asidi düzeyleri (Jobling, 1994).

Yağ asidi (%)	Sudak	Yılan balığı (Elver)	Yılan balığı	Morina
18:2n-6	3,5	1,3	8,9	1,4
20:4n-6	11,7	2,9	4,4	İz
20:5n-3	13,4	5,0	2,9	13,8
22:6n-3	25,0	18,8	5,4	11,3
Doymuş yağ asitleri	24,9	29,6	23,3	28,7
ÇDYA	57,7	36,4	30,0	27,9
Σ n-3	45,5	29,1	13,6	26,5
Σ n-6	15,2	7,3	16,4	1,4
$(\Sigma$ n-3)/(Σ n-6)	3,0	4,0	0,8	18,9

1.3.3. Yüksek Enerjili (Yağlı) Yemler

Yemdeki yüksek yağ oranı proteinin maksimum şekilde değerlendirilerek balıkların büyüme performansını arttırmak amacıyla kullanılır. Böylece yemdeki yüksek enerji sayesinde alınan proteinin kas proteinine dönüşmesi mümkün olabilir. Bununla birlikte lipitlerin balık türlerine göre yemlerdeki kullanım oranlarına dikkat edilmelidir. Son yıllarda, uygun lipit kaynakları kullanılarak balık yemlerindeki lipitlerin kullanım oranları arttırılmıştır. Birçok durumda balıklarda başarılı bir şekilde ağırlık artışı sağlanabilmiştir. Ayrıca, su ürünleri yetiştiriciliğinde yüksek enerjili yemlerin yapısı tam olarak belirlenmemiştir. Bu konuda yeterince literatür bilgisi de yoktur. Avrupa’da sadece Atlantik salmonu, gökkuşağı alabalığı, mercan ve deniz levreği gibi dört temel tür üzerinde yüksek enerjili yemlerin büyümeyi arttırdığına ve üretim süresini kısalttığına dair ticari bir takım yayınlar mevcuttur. Gökkuşağı alabalığı yemlerinde lipit oranı %21’e kadar çıkartılabilinmiştir. Bu oran balık türlerinde genellikle %8–11 civarındadır. Dere alabalığı yemlerinde %21 oranındaki lipit düzeyinin %29’lara çıkartılması büyümeyi arttırmıştır (Sargent vd., 2002). Deniz levreği yeminde lipit oranının %30’a çıkarılması büyümeyi arttırmıştır (Peres ve Olivia Teles, 1999). Deniz levreği yavrularının yemine %20 oranında lipit katılmasının büyüme ve maksimum protein kullanma gücünü yükselttiği tespit edilmiştir (Salhi vd., 1994). Mercan balıklarında yüksek enerjili yemlerle besleme istenmeyen bir durum olan yağ dokusunun artışına neden olacağı için, bunların yemleri aşırı düzeyde lipit içermemelidir (Company vd., 1999).

1.3.4. Yemdeki Lipit Düzeyleri ile Esansiyel Yağ Asitleri İlişkisi

Esansiyel yağ asitleri balık yemlerindeki lipitlerin en önemli kaynaklarıdır. Esansiyel yağ asitlerinin yemlerdeki ihtiyaç düzeyleri balık türlerine göre değişmektedir. Bununla birlikte türlerin toplam lipit düzeyi ile birlikte kantitatif ihtiyaç düzeyleri de değişmektedir. Ayrıca, bu ihtiyaçlar gelişimin farklı dönemlerinde de farklılık göstermektedir (Izquierdo, 1996). Örneğin; mercan (Takeuchi vd., 1991) ve sarıkuyruk (Takeuchi vd., 1992) türlerine ait balıkçıkların gelişiminde n-3 serisi YDYA'lar daha büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte, yıldız başlı mercan balıklarının büyüme evresinde lipit düzeyi %12–20 arasındadır. Fakat bunların yavrularına ait n-3 YDYA ihtiyaçları tam olarak bilinmemektedir (Salhi vd., 1994).

1.3.5. Yemdeki Linolenik ve Linoleik Yağ Asitlerinin Oranları ile Optimal Düzeyleri

Bütün omurgalıların yemlerinde kesinlikle ÇDYA'lara ihtiyaç vardır. Eğer bu açıklık kapatılmazsa hayvanlarda büyüme, gelişme ve üremede bozukluklar görülmektedir. ÇDYA'lar esansiyel yağ asitleri olup; linolenik, linoleik ve α - linolenik yağ asitleri bunlara örnek olarak gösterilebilir. Bütün omurgalıların hemen hepsi linolenik ve linoleik yağ asitlerine ihtiyaç duyarlar. ÇDYA'ların biyolojik olarak etkin formları genellikle C₂₀ ve C₂₂ formundadırlar. Metabolik formları ise; linoleik asit, linolenik asit, araşidonik asit, dokosaheksaenoik asit ve eikosapentaenoik asit formundadır (Sargent vd., 1989).

1.3.5.1. Deniz Balıklarında Yağ Asitleri

Deniz balığı türlerinin esansiyel yağ asidi ihtiyaçlarına yönelik yapılan çalışmaların çoğu n-3 serisi ÇDYA üzerinde yoğunlaşmıştır. Ancak bunun yanı sıra, balıkların eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik yağ asitlerine yönelik ihtiyaçlarının da araştırılması gerekmektedir. ÇDYA deniz ortamındaki besin zincirinde birincil üreticiler olan deniz algleri ve fitoplankton tarafından üretilir. Bunlar eikosapentaenoik, dokosaheksaenoik, linolenik ve linoleik yağ asitleri bakımından zengindirler (Sargent vd., 1995a, b).

Balık yumurtalarının lipit bileşimi ve lipit içerikleri türlere göre değişiklik göstermektedir. Ringa (*Clupea harengus*), mezigit (*Malenogrammus aeglefinus*) (Tocher ve Sargent, 1984), morina (*Gadus morhua*) (Fraser vd, 1988) gibi birçok deniz balığı türlerine ait yumurtaların lipit içerikleri (genellikle kuru ağırlığın %5'i kadar) tatlı su balıklarınkine oranla daha düşüktür (Sargent vd., 1989).

Senegal dil balığı (*Solea senegalensis*) (Vazquez vd., 1994), sinagrit (*Dentex dentex*) (Mourente vd., 1999), deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) (Ronnestad vd., 1998) ve kalkan (*Scophthalmus maximus*) (Silversand vd., 1996) gibi balıkların yumurtalarında nötral lipitlerin oranı (< %50) yüksektir. Bütün türlerde yumurtalar birbirine benzer yağ kürecikleri içerirler. Deniz balıklarının yumurtaları polar lipitler içerisinde yer alan fosfolipitlerce özellikle de sırasıyla fosfafidilkolin, fosfafidiletanolamin ve fosfafidilinositol bakımından zengindirler. Deniz balığı yumurtalarında nötral lipitler içerisinde triagliseroller de yer almaktadır. Çoğu deniz balığı yumurtalarında toplam lipitler incelenmiş ve bunların yüksek oranda çift bağ içeren doymamış yağ asitleri (YDYA) bakımından zengin oldukları görülmüştür. Bu balıkların diğer dokuları da fosfolipitler ve YDYA'lar bakımından zengindir (Sargent vd., 1989). Bundan dolayı; ringa, mezigit, kalkan, pisi balığı ve Senegal dil balığı gibi balık türlerinin yumurtalarında eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik yağ asitleri yüksek miktarda bulunur (Tocher ve Sargent, 1984; Vazquez vd., 1994; Evans vd., 1996; Mourente vd., 1999).

Yumurtalardaki yağ asidi kompozisyonları balığın diğer dokularındaki ve yemlerindeki yağ asidi kompozisyonlarından daha dayanıklıdır. Deniz balıklarının embriyonik ve larval gelişim dönemlerinde lipitlerden ve yağ asitlerinden ne kadar yararlandığını tespit etmek amacıyla yapılan çalışmalarda; Lampuga (*Coryphaena hippopus*) (Ostrowski ve Divakaran, 1991), pisi balığı, kalkan (Rainuzzo vd., 1992) ve deniz levreği'nin (Ronnestad vd., 1998) embriyogenezis ve erken larval döneminde fosfolipitlerin büyük önem taşıdığı görülmüştür (Tocher vd., 1985a,b; Fraser vd., 1988). Lipitler, larval gelişim ve embriyogenesis süresince yüksek oranda katabolize edilirler (Ostrowski ve Divakaran, 1991). Ayrıca, mercan balığındaki nötral yağlar embriyogenesis döneminde kullanılır. Mezigit balığında ise nötral yağların kullanımı yumurtadan çıktıktan sonra başlamaktadır. Deniz balıklarında fosfolipitler enerji sağlamak için yaygın olarak kullanılır. Deniz balıklarının yumurtaları fosfolipitler bakımından zengindirler (Sargent vd., 1989). Deniz balıklarına ait pelajik yumurtalar yüksek oranda lipit içerirler. Mercan ve levrek gibi balıkların yumurtalarındaki yağ kürecikleri, bu balıklarda nötral yağların yüksek miktarda olduğunu gösterir. Deniz balıklarında nötral yağların kullanımı yumurtadan çıktıktan sonra başlamaktadır (Ronnestad vd., 1994, 1998).

Ayrıca, nötral lipitler bakımından zengin yumurtalarda ise triasilgliseroller ve steril esterler en çok kullanılan gruptur (Fraser vd., 1988). Örneğin; sinagrit (*Dentex dentex*)

enerji için fosfatidilkolin ve triasilgliserollerden yararlanırken (Mourente vd., 1999). Senegal dil balığında yapılan bir çalışmada enerji kaynağı olarak ÇDYA'ların diğerlerine oranla daha çok kullanıldığı belirlenmiştir. Mezgit balığında enerji kaynağı olarak ÇDYA'lara göre tek zincirli doymamış yağ asitlerinden olan triačilgliseroller daha fazla kullanılmaktadır (Finn vd., 1995).

Deniz balığı yavrularının başlangıç beslenmesi zor ve problemlidir. Larvalar çok küçük olduğundan ve sindirim sistemleri tam olarak gelişmediğinden dolayı bu dönemde yüksek oranda ölümler meydana gelmektedir. Bu nedenlerle, larvaların ilk beslenmelerinin uygun bir şekilde ve besin ihtiyaçları bakımından dengeli olan yemlerle yapılması gerekmektedir (Sargent vd., 2002). Son yıllardaki teknolojik gelişmelerle birlikte deniz balığı larvalarının beslenmesi konusunda birçok probleme çözüm getirilebilmiştir. Örneğin; mikropartikül yemlerin üretimi ile larvaların beslenmesi daha kolay olmakta ve daha az problem ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, deniz balıklarına ait larvaların esansiyel yağ asidi ihtiyaçlarını (Tablo 1.4) belirlemeye yönelik çalışmalar fazla değildir (Salhi vd., 1994; Bessonart vd., 1999). Dışarıdan yem almaya başlayan larva, su içerisinde hareketli objelere yönelik hareket etmektedir. Yani hareketli haldeki yemi daha iyi almaktadır. Bunun için ilk olarak canlı yemlerle (Örneğin; özellikle rotifera, artemia ve dafnia gibi zooplanktonik organizmalar) beslenmeleri daha uygundur. Rotiferler, diğer zooplanktonik organizmalara göre daha küçük olduğundan larvalar ilk dönemlerinde bunlarla, daha sonra ise *Artemia nauplii* ile beslenebilirler. Artemia, YDYA'lar özellikle de linolenik ve eikosapentaenoik yağ asitleri bakımından zengindir (Sargent vd., 2002).

Deniz balığı larva yemlerinde eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik yağ asitleri spesifik olarak kullanılmaktadır (McEvoy vd., 1997; Ando vd., 1997). Ayrıca, bu yemlerde fosfolipitler bakımından zengin olan yem maddeleri (Balık yağları, lesitinlerce zengin olan soya yağı, emülsifiye edilmiş triasilgliseroller) kullanılmaktadır (Rainuzzo vd., 1994; Salhi vd., 1999). Örneğin; lampuga (*Coryphaena hippurus*) larvalarında dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitlerin strese karşı larvaların dirençlerini arttırdığı belirlenmiştir. Ancak, bu yağ asitleri strese karşı direnci arttırmada n-3 ÇDYA'lar kadar etkili değildir (Sargent vd., 2002). Yemlerde dokosaheksaenoik asidin bulunması, deniz balıklarında sinirsel dokuların ve görsel gelişimin hızlı bir şekilde tamamlanmasını sağlar. Yine dokosaheksaenoik asidin, larval dönemdeki ringa ve deniz levreği (Bell vd., 1995; Navarro

vd., 1997; Bell vd., 1996a), kalkan ve mercan balıklarının gelişimini hızlandırdığı tespit edilmiştir (Sargent vd., 2002).

Tablo 1.4. Deniz balığı larvalarının esansiyel yağ asidi ihtiyaçları (Sargent vd., 2002).

Balık türleri	Esansiyel yağ asitleri	Yemdeki oranları (Kuru ağırlığın %'si)
Atlantik morina (<i>Gadus morhua</i>)	EPA	-
	DHA	1
	n-3 YDYA	5,5 (DHA/EPA=0,3)
	n-3 YDYA	1,5 (DHA/EPA=2)
Çipura (<i>Sparus aurata</i>)	n-3 YDYA	1,5 (fosfolipitteki)
	DHA/EPA	2
	n-3 YDYA	2,1 (%1 DHA ile birlikte)
Kırmızı mercan (<i>Pagrus major</i>)	DHA	1-1,6
	EPA	2,3
Kıral balığı (<i>Pseudocaranx dentex</i>)	DHA	1,6-2,2
	EPA	<3,1
	n-3 YDYA	3,9 (DHA/EPA=0,5)
Sarıkuyruk (<i>Seriola quinqueradiata</i>)	DHA	1,4 -2,6
	EPA	3,7
Lampuga (<i>Coryphaena hippurus</i>)	n-3 YDYA	0,6-1

EPA: Eikosapentaenoik asit, DHA: Dokosaheksaenoik asit.

Araşidonik asit, *Paralichtancakhyis olivaceus*'da pigmentasyonun tamamlanması için mutlaka gereklidir (Estevez ve Kanazawa, 1996; Estevez vd., 1997). Bu yağ asidi yıldız başlı mercan larvalarında düzenli bir gelişme için mutlaka gereklidir. Fakat aşırı miktarı sarıkuyruk balığında gelişmede gerilemeye ve ölüm oranında artışa neden olmaktadır. Ayrıca, dokosaheksaenoik, eikosapentaenoik ve araşidonik asitler birçok deniz balığının larvaları için esansiyel özellik taşımaktadır. Ancak bunlardan birinin optimum düzeyi diğerlerinin yemdeki düzeylerine bağlıdır. Bu durum araşidonik, dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitlerin önemini belirtmektedir (Estevez vd., 1999).

Bununla birlikte, yemlerdeki n-3 serisi YDYA (dokosaheksaenoik asit, eikosapentaenoik ve araşidonik asit) oranının %1-1,5 arasında artırılması deniz mercanı larvalarında gelişim performansını arttırmıştır (Bessonart vd., 1999; Estevez vd., 1997).

Yavru, balıkçık ve ergin deniz balıklarının esansiyel yağ asidi ve spesifik olarak dokosaheksaenoik asit ve n-3 serisi YDYA ihtiyaçları Tablo 1.5’de verilmiştir. Yavru ve ergin deniz balıkları için dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitler esansiyel olup, mutlaka dışarıdan verilmeleri gereklidir (Watanabe, 1993). Bununla birlikte deniz balıklarında dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitlerine ait ihtiyaçlar balık büyüklüğüne göre değişmektedir. Örneğin; deniz levreği, kaya balığı ve kırmızı mercan balıkları üzerinde yapılan bir çalışmada; balıklar 11 g iken dokosaheksaenoid ve eikosapentaenoik asit ihtiyaçlarının toplam lipit ihtiyacının %0,5’i kadar olduğu, 42 g ağırlığına ulaştıklarında ise bu oranın toplam lipidin %0,9-1’i arasında olması gerektiği belirlenmiştir (Sargent vd., 2002). Kalkan balığı yavrularının sağlıklı olmaları ve optimal gelişimleri için yemlerinde eikosapentaenoik asidin azami oranda kullanılmasının gerektiği bildirilmiştir (Bell vd., 1985).

Tablo 1.5. Yavru, balıkçık ve ergin deniz balıklarının esansiyel yağ asidi ihtiyaç düzeyleri (Sargent vd., 2002).

Balık türleri	Esansiyel yağ asitleri	Yemdeki oranları (Kuru ağırlığın %'si)
<i>Scophthalmus maximus</i>	n-3 YDYA	0,8
		0,3
	20:5n-3 veya n-3 YDYA	0,5
<i>Pagrus major</i>	20:5n-3	1
	22:6n-3	0,5
	n-3 YDYA	0,9 (DHA/EPA=1)
<i>Sparus aurata</i>	n-3 YDYA	1,9 (DHA/EPA=0,5)
	DHA/EPA	0,5
<i>Pseudocaranx dentex</i>	22:6n-3	1,7
<i>Dicentrarchus labrax</i>	n-3 YDYA	1,0
<i>Pleuronectes ferrugineus</i>	n-3 YDYA	2,5
<i>Rhabdosargus sabra</i>	n-3 YDYA	1,3
	n-3 YDYA	0,9
<i>Sebastes schlegeli</i>	EPA veya DHA	1,0
	n-3 YDYA	0,5-1,0 (0,3-0,6 EPA+DHA)

DHA: Dokosaheksaenoik asit, EPA: Eikosapentaenoik asit., YDYA: Yüksek oranda doymamış yağ asitleri.

Anaç deniz balıklarının düzenli ve lipitler bakımından da dengeli yemlerle beslenmesi; yeterli sayıda ve kalitede, ortam şartlarına dayanıklı yumurta ve yaşama oranı yüksek larva elde etmede çok önemlidir. Lipitler kaliteli yumurta üretimi için mutlaka gereklidir. Bu nedenle, yağ asitleri büyük önem taşımaktadır (Devauchelle ve Coves, 1988;

Bruce vd., 1999; Furuita vd., 2000, 2002, 2003). Deniz levreği (Bell vd., 1997), mercan (Mourente ve Odriozola, 1990; Almansa vd., 1999), mezgit (Silversand vd., 1996; Pickova vd., 1997) ve sarıkuyruk (Sargent vd., 2002) balıklarının yemlerine n-3 ÇDYA, araşidonik, eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik yağ asitlerinin katılması; bunların yumurtalarında döllenme, kuluçkalanma, yumurtadan çıkış ve larvaların hayatta kalma oranlarını yükseltmektedir. Bu nedenle, anaç balıkların özellikle lipit ve yağ asidi ihtiyaçlarının iyi araştırılması gerekmektedir. Anaç deniz balıklarının spermleri dokosaheksaenoik asit bakımından zengin olup, bu yağ asidi spermatolojik özellikler üzerinde etkilidir (Tinoco, 1982). Dokosaheksaenoik asit, insanlarda da sperm kalitesini arttırmakta ve kısırılığı önlemektedir. Yapılan bir çalışmada; doğa ve kültür ortamlarındaki deniz levreğinin spermleri karşılaştırılmış ve ikisinin de aynı özellikte olduğu görülmüştür. Kültür levreğinin yeminde eikosapentaenoik ve araşidonik asit miktarlarının artırılması sperma kalitesini yükseltmiştir (Bell vd., 1996b).

1.3.5.2. Tatlısu Balıklarında Yağ Asitleri

Deniz ve tatlı su balığı türlerinin yumurtalarındaki lipit miktarı ve kompozisyonları birbirinden farklıdır. Bazı tatlı su balıklarının n-3 ve n-6 serisi yağ asidi ihtiyaçları araştırılmıştır. Tatlı su balıklarının çoğunda dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitler linolenik asidin görevlerini yerine getirebilmektedirler. Omurgalılarda n-3 serisi yağ asitlerinin değişik şekilleri eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik yağ asitlerinin biyolojik aktiviteleri sonucu meydana gelir. Bu durum tatlı su balıklarında deniz balıklarına oranla daha belirgindir (Sargent vd., 1989).

Tatlı su balıklarının yumurtaları (yaş ağırlıkta) %2,5-10 arasında lipit içermektedir. Örneğin; kızılğöz (*Rutilus rutilus*), tatlı su levreği (*Percia fluviatilis*), turna (*Esox lucius*) ve tilapia (*Tilapia sp.*) gibi balıkların yumurtalarındaki lipit düzeyi %5'in altında iken; salmon, gökkuşacağı alabalığı, çizgili levrek ve beyaz balığın yumurtalarındaki lipit oranı %5'in üstünde bulunmuştur. Tatlı su balığı yumurtalarının lipit içeriğinde fosfatidilkolin daha baskındır. Alabalık ve salmon balıklarının yumurtaları nötral lipitler bakımından zengindir. Turna, çizgili levrek (Chu ve Ozkizilcik, 1995), havuz balığı ve mersin balıklarında olduğu gibi tatlı su balıklarının yumurtalarında ve embriyogenezis safhasında yüksek oranda lipit kullanılır. Fosfolipitler, gökkuşacağı alabalığında yavaş yavaş ve sürekli metabolize edilirken, triasilgliseroller larvaların yumurtadan çıktıktan sonraki döneme kadar kullanılmazlar (Sargent vd., 2002).

Salmon ve gökkuşuğu alabalığı yavrularının ilk beslenmesinde canlı yemlerin kullanılması daha uygundur. Yavrularının iyi gelişmesi, hayatta kalma oranlarının yükseltilmesi ve optimal büyümesinin sağlanmasında verilecek yemlerin yağ asidi miktarı ve kompozisyonunun bilinmesi önemlidir (Tablo 1.6). Salmonidlerin özellikle de alabalık ve anadrom salmonların yavruları başta linolenik asit olmak üzere YDYA'ları içeren yemler ile beslenmeleri durumunda büyüme performansları yükselmektedir. Bu nedenle linolenik, dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitler gökkuşuğu alabalığı yavruları için esansiyeldir (Sargent vd., 1989).

Tablo 1.6. Bazı tatlı su balığı yavrularının esansiyel yağ asidi ihtiyaç düzeyleri (Sargent vd., 2002).

Balık türleri	Esansiyel yağ Asitleri	Yemdeki oranları (Kuru ağırlığın %'si)
Sazan (<i>C. carpio</i>)	n-6 ÇDYA	1 (%0,25 18:2n-6)
	n-3ÇDYA	0,05
Gökkuşuğu alabalığı (<i>O. mykiss</i>)	DHA (esansiyeldir)	-
	18:3n-3	-
Çizgili levrek (<i>M. saxatilis</i>)	n-3 YDYA	>0,5

YDYA: Yüksek oranda doymamış yağ asitleri, ÇDYA: Çoklu doymamış yağ asitleri, DHA: Dokosaheksaenoik asit.

Tatlı su balıkları, n-3 serisi ÇDYA (Örneğin; salmonlar), n-6 serisi ÇDYA (Örneğin; beyaz balık) ve hem n-3 hem de n-6 serisi ÇDYA'lara ihtiyaç duyanlar (Örneğin; kanal yayını ve sazan) olmak üzere üç gruba ayrılabilir (Anderson ve Arthington, 1989).

Tatlı su balıklarının esansiyel yağ asidi ihtiyaçlarının (Tablo 1.7) karşılanmasında, genellikle C₁₈ ÇDYA, linolenik ve linoleik yağ asitleri tercih edilir. Salmonidler ve beyaz balığın esansiyel yağ asidi ihtiyaçları linolenik yağ asidinin miktarı artırılarak karşılanır (Sargent vd., 1989; Watanabe vd., 1989). Ayrıca, yemdeki n-3 serisi YDYA ve linolenik yağ asitleri YDYA'ların görevini yerine getirebilir. Balıklarda optimal büyüme için bu iki yağ asidinin yemde dengeli bir şekilde bulunması gerekmektedir (Higgs vd., 1992; Cho ve Shiau, 1999).

Tablo 1.7. Genç ve ergin tatlı su balıklarının esansiyel yağ asidi ihtiyaçları (Sargent vd., 2002).

Balık türleri	Esansiyel yağ asitleri	Yemdeki oranları (Kuru ağırlığın %'si)
Gökkuşuğu alabalığı (<i>Onchorhynchus mykiss</i>)	18:3n-3	0,7- 1
	n-3 YDYA	0,4- 0,5
Çam salmonu (<i>Onchorhynchus keta</i>)	18:2n-6 ve 18:3n-3	1 (her biri için)
Silver salmonu (<i>Onchorhynchus kisutch</i>)	18:2n-6 ve 18:3n-3	1 (her biri için)
Kırmızı renkli salmon (<i>Onchorhynchus masou</i>)	18:3n-3 veya n-3 YDYA	1
Alp alası (<i>Salvelinus alpinus</i>)	18:3n-3	1-2
Sazan (<i>Cyprinus carpio</i>)	18:2n-6	1
	18:3n-3	0,5-1
Ot sazanı (<i>Ctenopharyngodon idella</i>)	18:2n-6	1
	18:3n-3	0,5
Tilapia (<i>Oreochromis zilli</i>)	18:2n-6	1
Nil tilapia (<i>Oreochromis nilotica</i>)	18:2n-6	0,5
Japon yılan balığı (<i>Anguilla japonica</i>)	18:2n-6 ve 18:3n-3	0,5 (her biri için)
Ayu (<i>Plecoglossus altivelis</i>)	18:3n-3 veya 20:5n-3	1
Süt balığı (<i>Chanos chanos</i>)	18:2n-6 ve 18:3n-3	0,5 (her biri için)
Kanal yayınbalığı (<i>Ictalurus punctatus</i>)	18:3n-3	1-2
	n-3 YDYA	0,5-0,75
Beyaz balık (<i>Coregonus laveratus</i>)	n-3 YDYA	0,5-1,0
	18:3n-3	> 1
Yayın balığı (<i>Silurus glanis</i>)	18:3n-3	1-2
	n-3 YDYA	0,5-0,75
Çizgili levrek (<i>Morone saxatilis</i>)	n-3 ÇDYA	1

YDYA: Yüksek oranda doymamış yağ asitleri, ÇDYA: Çoklu doymamış yağ asitleri.

Anaç tatlı su balıklarının, lipitler özellikle esansiyel yağ asitleri bakımından dengeli olan yemlerle beslenmesi; yumurta verimini, yumurtaların döllenme oranını, çıkan larvaların kalitesi ve yaşama oranını olumlu etkilemektedir. Bununla birlikte, anaç tatlı su balıklarının lipit ihtiyaçları üzerine çok az çalışma yapılmıştır. Mısır yağı, linoleik asit ve n-3 serisi YDYA'lar bakımından zengindir. Anaç Nil tilapia balığının yemlerine n-3 ve n-6 serisi ÇDYA'lar bakımından zengin olan soya yağının katılması üretim performansını arttırmıştır (Sargent vd., 2002). Ayrıca, doğal ortamdan yakalanan tirsi balığının yumurtaları araşidonik asit bakımından zengin olup, bu yumurtaların döllenme ve açılma oranları bu nedenle daha yüksektir (Czesny ve Dabrowski, 1998). Balıkların beslenmesinde büyük öneme sahip olan lipitler bakımından da dengeli ve fiyat bakımından ekonomik olan yemlerin hazırlanabilmesi için; balıkların özellikle esansiyel yağ asidi

(araşidonik, eikosapentaenoik, dokosaheksaenoik, oleik, linolenik ve linoleik yağ asitleri) ihtiyaçlarının doğru olarak tespit edilmesi, farklı balık türleri için kullanılacak lipit kaynaklarının, bunların fiziksel, kimyasal özelliklerinin ve biyolojik etkinliklerinin, lipit metabolizmasının detaylı olarak bilinmesi gerekmektedir (Vazquez vd., 1994; De Silva ve Anderson, 1995; Palacios vd., 1995; Ibeas vd., 1996; Lovell, 1998; Polat ve Beklevik, 1999; Lavens vd., 1999; NRC, 1999; Asturiano vd., 2001; Izquierdo vd., 2001; Sargent vd., 2002; Haliloğlu vd., 2003; Menoyo vd., 2005; Li vd., 2005; Ballestrazzi vd., 2006).

1.4. Balık Yemlerinde n-3 Serisi Yağ Asitlerinin Kullanımı

Balık yemlerinde, balık yağının bir kısmı yerine alternatif bitkisel yağ kaynakları yaygın olarak kullanılmakta ve balıkların büyümeleri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Ancak bu çalışmalarda kullanılan farklı bitkisel yağlar, balık yağı ile birlikte ve balık yağının bir kısmı yerine katılarak kullanılmıştır.

Normal gelişim için gökkuşacağı alabalığı yemlerinde % 1 oranında 18:3 n-3 yağ asidinin bulunması gerekmektedir (Otha ve Watanabe, 1996; Emidio vd., 1993). Diğer balıklarda olduğu gibi gökkuşacağı alabalığı da n-3 ve n-6 serisi yağ asitlerine ihtiyaç duyar. Esansiyel yağ asitleri bakımından yetersiz yemlerle beslenmeleri durumunda çok özel olan bazı yetersizlik belirtilerini gösterirler (Goddard, 1996). Diğer çiftlik hayvanlarının aksine balıkların kaslarında genellikle n-3 serisi yağ asitlerinden YDYA'lar yüksek miktarda bulunur. Deniz ve tatlı su balıklarının esansiyel yağ asidi ihtiyaçları önemli düzeyde farklılık gösterir (Otha ve Watanabe, 1996; Yıldız ve Şener, 1997).

Diğer balıklarda olduğu gibi, gökkuşacağı alabalıkları da normal gelişim için yemlerinde n-3 serisi yağ asitlerinden özellikle eikosapentaenoik asit (20:5n-3), dokosaheksaenoik asit (22:6n-3) ve arşidonik asit (20:4n-6)'lere ihtiyaç duyarlar (Kiesling vd., 2001; Koven vd., 1993; Otha ve Watanabe, 1996; Sargent vd., 1997). Bu yağ asitleri larval dönem süresince membran fonksiyonları, yaşama oranı ve büyüme performansı üzerinde önemli etkilere sahiptirler. Yapılan çalışmalarda, gökkuşacağı alabalığının et ve karaciğerindeki yağ asitleri miktarının yemdeki esansiyel yağ asitleri tarafından etkilendiği tespit edilmiştir (Emidio vd., 1993; Rouhonen vd., 1998).

Yıldız vd. (2000), yavru gökkuşacağı alabalıklarının büyüme performansı ve tüm vücut etinin yağ asidi kompozisyonu üzerine farklı kaynaklı yağların etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla; %44 oranında ham protein ve %14 oranında balık yağı içeren

bir kontrol yemini oluşturmuşlardır. Bu yemdeki balık yağının yerine aynı oranda ayçiçeği yağı ve soya yağını ayrı ayrı kullanarak deneme yemlerini oluşturmuşlardır. Balık yağı, ayçiçeği yağı ve soya yağı katılan yemlerdeki n-3 serisi yağ asitleri toplamı sırasıyla; % 25,85, %8,40 ve %11,88, n-6 serisi yağ asitleri toplamı ise; %6,22, %46,51 ve %1,50 olarak saptanmış, farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) çıkmıştır. Bu yemlerle 5,78 g ağırlığındaki gökkuşağı alabalıklarının 2 ay süreyle beslenmişlerdir. Balık yağı, ayçiçeği yağı ve soya yağı içeren yemlerle yapılan besleme denemesi sonucunda, balıklar sırasıyla; 29,3, 28,1 ve 28,8 g canlı ağırlık artışı kazanmışlardır. Ağırlıkça günlük spesifik büyüme oranları sırasıyla; 1,18, 1,15 ve 1,16, yem dönüşüm oranları ise; 1,05, 1,12 ve 1,08 olarak bulunmuştur. Yavru gökkuşağı alabalıklarının tüm vücut etindeki ham proteinin sırasıyla; %13,5, %12,6 ve %14,5, ham yağ miktarının; %6,1, %5,3 ve %5,9 olduğu belirlenmiştir. Karaciğerdeki ham yağ miktarının ise sırasıyla; %3,1, %3,6 ve %3,5 oranında olduğu fakat bu farklılığın önem taşımadığı ($p > 0,05$) tespit edilmiştir. Ayrıca, yavru gökkuşağı alabalıklarının tüm vücut etindeki n-3 serisi yağ asitleri toplamının sırasıyla; %24,84, %12,68 ve %14,36 oranlarında, n-6 serisi yağ asitleri toplamının ise; %7,55, %33,96 ve %30,82 oranlarında olduğu saptanmıştır. Balıkların karaciğerindeki n-3 serisi yağ asitleri toplamının sırasıyla; %41,33, %29,69 ve %33,35 oranlarında, n-6 serisi yağ asitleri toplamının ise; %6,37, %22,03 ve % 15,84 oranlarında olduğu belirlenmiştir. Deneme gruplarındaki balıkların et ve karaciğerindeki n-3 ve n-6 serilerine ait yağ asidi oranları arasındaki farklılıkların önemli ($p < 0,05$) olduğu tespit edilmiştir. Yıldız vd. (2000) sonuç olarak, yavru gökkuşağı alabalıklarının yemlerinde balık yağının tamamı yerine (%14 oranında) ayçiçeği ve soya yağlarının kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Yıldız ve Şener (2004), deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) yemlerinde balık yağı, soya yağı, ayçiçeği yağı ve zeytinyağını kullanmışlardır. Araştırma yemlerinin ham yağ oranını %12 ve ham protein oranını %57 olarak belirlemişlerdir. Yağ asidi analizlerinde, balık yağı içeren yemlerde eikosapentaenoik asit (EPA) (%7,57) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) (%11,91), soya yağı içeren yemlerde linolenik asit (%5,50) ve zeytinyağı içeren yemlerde oleik asit (%62,69)'in diğer yemlere göre daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, linoleik asit soya yağı içeren yemlerde %40,66, ayçiçeği yağı içeren yemlerde %44,58 ve mısır yağı içeren yemlerde %45,57 oranında bulunmuştur. Çalışma sonunda en iyi canlı ağırlık artışı ve yem değerlendirme oranı balık yağı içeren yemle beslenen gruptan elde edilmiştir. Bununla birlikte mısır yağı içeren yemle beslenen gruptaki balıklardan sağlanan canlı ağırlık artışı diğer gruptakilerden daha düşük düzeyde

bulunmuştur. Deneme sonunda, elde edilen balıkların karkasındaki ham yağ analizlerine göre; balık yağı ilave edilen yemle beslenen balıklarda en yüksek yağ düzeyi belirlenmiştir. Tüm vücut etindeki yağ asidi analizlerinde de en yüksek EPA ve DHA değerleri yine balık yağı ilave edilen yemle beslenen balıklardan sağlanmıştır. Soya yağı ilave edilen yemle beslenen balıklarda linolenik ve linoleik yağ asitleri en yüksek düzeyde bulunmuştur. Zeytinyağı ilave edilen yemle beslenen balıklarda ise oleik asit en yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde, deneme gruplarına ait balıkların canlı ağırlık artışı, karkastaki yağ ve yağ asidi miktarlarına ait değerler arasında farklılıklar önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

2.1.1. Çalışma Yeri

Çalışma, Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine ait Cip Balık Üretim Tesisinde 2x1x0,8 m boyutlarındaki 4 beton havuzlarda gerçekleştirildi.

2.1.2. Anaç Balık

Araştırmada, ticari bir balık işletmesinden temin edilen, ortalama ağırlığı 1000±10,83 g ve ortalama boyu 44±0,06 cm olan 48 adet anaç erkek gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) kullanıldı. Bu anaç balıklar kültür koşullarında üretilmiş, yetiştirilmiş ve yaşları izlenmiş olup, 3. yaş gurubunda bulunmaktadır.

2.1.3. Yem Ham Maddeleri

Araştırma yemlerinin hazırlanmasında kullanılan hamsi unu, soya küspesi, mısır glütenu, buğday nişastası, hamsi yağından konsantre edilmiş olan n-3 serisi yağ asidi, rafine edilmemiş ayçiçeği yağı, antioksidan madde, vitamin karması, mineral karması ve buğday kepeği aracı bir firmadan satın alındı.

2.1.4. Kullanılan Diğer Malzemeler

Kimyasal analizler için; gaz kromatofisi (SHIMADZU GC 17), yüksek performanslı sıvı kromatofisi cihazı (CECIL 1100), mikro kjeldahl (Gerhardt, Vap-10; Germany), Soxhlet cihazı, ham kül fırını, etüv ve gooch kroze kullanıldı. Su analizleri için; portatif pH metre, oksijen metre ve dijital termometre kullanıldı. Bunların yanı sıra; lam, lamel, Thoma lamı, ışık mikroskobu, alyuvar pipeti, dereceli mezür, huni, epandorf tüp (2ml'lik), plastik kova, deney tüpleri, viyal (1,5 ml), pipet, ağ kepçe vb. malzemeler kullanıldı.

2.2. Metot

2.2.1. Denemenin Planlanması ve Uygulanması

Araştırma, Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesine ait Cip Balık Üretim Tesisinde 15 Kasım 2010- 15 Mart 2011 tarihleri arasında yürütüldü. Deneme 2x1x0,8 m boyutlarındaki 4 adet beton havuzda gerçekleştirildi. Havuzlarda, ortalama sıcaklığı 9±2 °C olan kuyu suyu kullanıldı. Araştırma 4 farklı deneme grubundan oluştu. Her havuza 12 adet erkek anaç balık stoklandı. Balıklar deneysel şartlara 1 ay süreyle adapte edildi. Bu

süre içerisinde balıklar kontrol yemi ile beslendi. Daha sonra, anaç balıklar serbest yemleme yoluyla ve günde üç öğün halinde olmak üzere 3 ay süreyle yemlendi (Lovell, 1989). Balıklara, ağırlıkları ile boylarının ölçülmesi ve sağım işlemlerinden önce anestezi (5 mL fenoksietanol/L) uygulandı (Mattson ve Ripley, 1989).

2.2.2. Araştırma Yemlerinin Hazırlanması

Çalışmada, protein kaynağı olarak hamsi unu, soya küspesi ve mısır glütenu, yağ asitleri ve enerji kaynağı olarak rafine edilmemiş ayçiçeği yağı (n-6 serisi yağ asitleri kaynağı olarak) ve hamsi yağından konsantre edilmiş olan n-3 serisi yağ asitleri kullanıldı. Çalışmada, % 45 oranında ham protein, 3619 kcal/kg metabolize enerji, %1 oranında n-3 serisi yağ asitlerini içeren ve diğer besin maddeleri bakımından balığın ihtiyaçlarını karşılayan bir kontrol yemi hazırlandı (Lovell, 1989; Otha ve Watanabe, 1996; NRC, 1999; Sargent vd., 2002). Ayrıca, n-3 serisi yağ asitleri ilave edilmeyen bir yem (1 nolu deneme yemi) de hazırlandı. Diğer 2 ve 3 nolu deneme yemlerine ise sırasıyla %2 ve %3 oranlarında hamsi yağından konsantre edilmiş olan n-3 serisi yağ asitleri ilave edildi (Tablo 2.1).

Yemleri oluşturan öğeler uygun bir karışımın sağlanması için öğütülerek uygun partikül büyüklüğüne (1-4 mm) getirildi. Belirlenen miktarlarda tartılan buğday nişastası ile birlikte antioksidan madde, vitamin ve mineral karmaları ön karışımdan geçirildi. Sonra, bu ön karışımı yapılmış olan maddeler, yine belirlenen miktarlarda tartılan hamsi yağından konsantre edilmiş n-3 serisi yağ asidi, ayçiçeği yağı ve diğer yem maddeleriyle birlikte homojen bir karışım sağlanacak şekilde karıştırıldı. Sıcaklığı 20 °C olan su, homojen hale getirilmiş olan bu yem karışımına 1/1 oranında ilave edilerek tekrar karıştırılarak hamur haline getirildi (Şekil 2.1). Daha sonra bu yem karışımı pelet makinesinde uygun kalıp (6 mm) kullanılarak peletlendi (Şekil 2.2). Hazırlanan peletler tepsilere yerleştirilip, yem fırınında 60 °C'de 24 saat bekletilerek kurutuldu (Haşimoğlu ve Aksoy, 1977) (Şekil 2.3 ve 2.4). Yemler soğutulduktan sonra, kullanılıncaya kadar plastik muhafaza kapları içerisinde ve 4 °C'de muhafaza edildi. Balıklara verilecek pelet yemin (Şekil 2.5) büyüklüğü Lovell (1998)'e göre belirlendi.

Tabo 2.1. Araştırma yemlerinin öğeleri ve kullanım oranları.

Yem öğeleri (%)	Araştırma yemleri			
	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3
Hamsi unu (56,9 SP)	35	35	35	35
Soya küspesi (%42,2 SP)	30	30	30	30
Mısır glütteni (%52,6 SP)	5	5	5	5
Buğday nişastası (%10,2 SP)	5	5	5	5
N-3 serisi yağ asidi ¹	1	-	2	3
Ayçiçeği yağı	14,2	15,2	13,2	12,2
Antioksidan ²	0,1	0,1	0,1	0,1
Vitamin karması ³	1	1	1	1
Mineral karması ⁴	1	1	1	1
Buğday kepeği	7,7	7,7	7,7	7,7

¹ N-3 serisi yağ asidi (Solgar OMEGA-3 700) hamsi yağından konsantre edilmiş olup; %54,3 eikosapentaenoik asit (EPA), %37,1 dokosaheksaenoik asit (DHA) ve %8,6 diğer n-3 serisi yağ asitlerini (dokosapentaenoik, linolenik, stearidonik asit) içermektedir.

² Butilen Hidroksi Toluen (BHT); 125 000 mg/kg.

³ Vitamin Karması (Her 1 kg Rovimix 107'de aktif madde olarak); Vitamin A 250.000 IU, vitamin D₃ 240.000 IU, vitamin E 10.000 IU, vitamin K 3.000 mg, vitamin B₁ 1.000 mg, vitamin B₂ 3.000 mg, vitamin B₆ 2.000 mg, vitamin B₁₂ 4 mg, kolin klorid 100.000 mg, vitamin C 6.000 mg, niasin 30.000 mg, kalsiyum d-pantothenat 10.000 mg, folik asit 600 mg, d-biotin 200 mg.

⁴ Mineral Karması (mg/kg); Manganez 1.300, çinko 3.000, demir 6.000, bakır 300, iyot 110, potasyum 70, fosfor 60, selenyum 30, kobalt 20, magnezyum 5.



Şekil 2.1. Uygun partikül büyüklüğüne getirilmiş olan yem öğeleri.



Şekil 2.2. Hamur halindeki yemin pelet makinesinde peletlenmesi.



Şekil 2.3. Peletlenmiş yemlerin kurutma fırını tepsilerine yerleştirilmesi.



Şekil 2.4. Yemlerin kurutma fırınında kurutulması.



Şekil 2.5. Kurutulmuş pelet yemler.

Denemenin başlangıcında ve sağım sonunda anaç balıkların ağırlıkları 1 g hassasiyetli dijital terazide tartılarak, toplam boyları ise 1 mm taksimatlı ölçüm tahtası kullanılarak belirlendi. Çalışmanın başlangıcında, araştırma havuzlarında kullanılacak olan suyun bazı fiziksel ve kimyasal kalite parametreleri belirlendi. Ayrıca, araştırma süresince havuzlardaki suyun sıcaklığı 1 °C taksimatlı termometre ve pH'sı portatif pH metre,

çözünmüş oksijen miktarı (mg L^{-1}) ise portatif oksijen metre kullanılarak günlük olarak tespit edildi (APHA, 1985).

2.2.3. Balıkların Yemlenmesi

Balıklar, serbest yemleme tekniğine göre (balıklar yem alımını bırakıncaya kadar) ve günde üç öğün olmak üzere yemlendi (Lovell, 1989).

2.2.4. Anaç Balıkların Sağımı

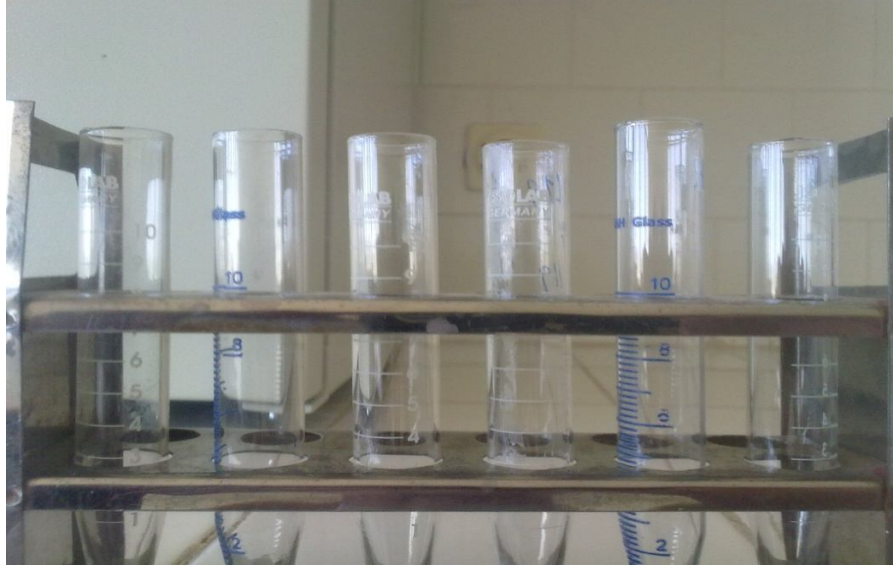
Balıklar, sperma alımı işleminden 24 saat önce aç bırakıldı. Anestezi uygulandıktan sonra canlı ağırlığı tartılmış ve kurulanmış olan erkek anaç balığın karın bölgesine önden arkaya doğru “elle masaj” yapılarak sperma sağıldı (Şekil 2.6) (Gjerde, 1984; Munkittrick ve Moccia, 1987).



Şekil 2.6. Anaç balıkların sağımı.

2.2.5. Spermanın Hacim ve pH'sının Belirlenmesi

Plastik bir leğen içerisine sağılan spermalar daha sonra ölçülü bir deney tüpüne alınıp hacimleri belirlendi (Şekil 2.7) ve hemen sonra diğer sperma özellikleri incelendi. Sperma sıvısının pH'sı dijital pH metre (Şekil 2.8)'nin elektrotlarının sperma sıvısı içerisine daldırılması suretiyle ölçüldü (Büyükhatipoğlu ve Holtz, 1984; Gjerde, 1984; Gür ve Köprücü, 1999).



Şekil 2.7. Spermanın hacminin belirlenmesinde kullanılan ölçülü deney tüpleri.



Şekil 2.8. Sperma pH'sının belirlenmesi.

2.2.6. Spermatozoa Hareketliliği ve Hareketlilik Süresinin Belirlenmesi

Balıklardan alınan sperma örneklerine ait spermatozoa hareketliliğinin belirlenmesi için, 119 mmol NaCl solüsyonundan 2 ml alınıp tüp içerisine bırakıldı. Daha sonra, üzerine 1 damla sperma ilave edilip karıştırıldı. Bu karışımdan bir damla alınıp, üzerine lamel kapatılarak 400x büyütme ışık mikroskopunda hareketlilik oranı (%) tespit edildi (Şekil 2.9.). Bu orandaki değişim süreye bağlı olarak da incelendi. Ayrıca, spermatozoa hareketinin tamamen durduğu an gözlemlenerek, hareketlilik süresi belirlendi

(Büyükhatipoğlu ve Holtz, 1984; Turner, 1986; Aas vd., 1991; Billard ve Cosson, 1992; Gür ve Köprücü, 1999; Canyurt ve Akhan, 2008).

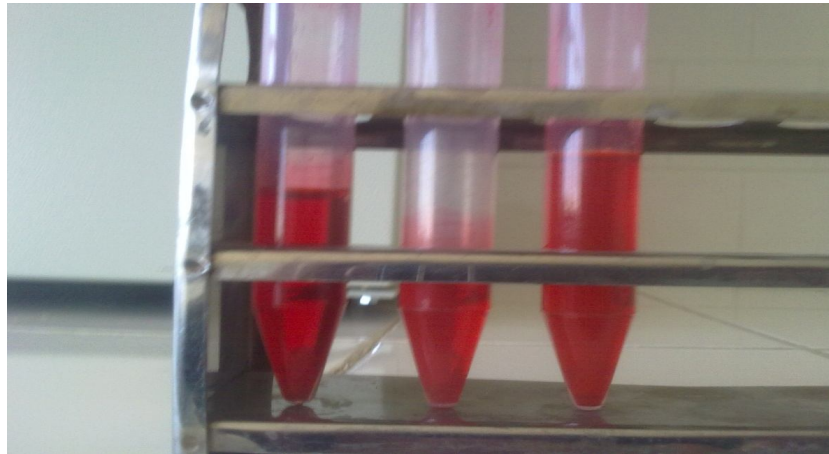


Şekil 2.9. Spermatozoa hareketliliği ve hareketlilik süresinin belirlenmesi.

2.2.7. Spermatozoa Yoğunluğunun Belirlenmesi

Spermatozoa yoğunluğu ($\times 10^9/\text{ml}$) belirlenirken, mikroskopta sayımı kolaylaştırmak için 119 mmol NaCl solüsyonundan 10 ml alınarak içerisine %3'lük eosin'den 1-2 damla damlatıldı (Şekil 2.10). Hazırlanan bu sulandırıcı ile sperma 1/500 oranında sulandırılıp, Thoma lamı ile hemositometrik metot kullanılarak tayin edildi (Büyükhatipoğlu ve Holtz, 1984).

$$\text{Spermatozoa Yoğunluğu} = \frac{\text{sayılan sperm sayısı}}{\text{sayılan küçük kare adedi}} \times \text{top.küç.kare ad.} \times \text{X sulandırma or.} \times \text{X thoma lamı derinliği} \times 1000$$



Şekil 2.10. Sperm yoğunluğunu belirlemede kullanılan eosin solüsyonu.

2.2.8. Kondisyon Faktörü

Kondisyon faktörü (K), balıklarda morfolojik yapının en iyi kontrol edildiği beslenme ve gelişme kriterlerinden biridir. Bu faktör balıkların refahıyla ilişkili olarak balığın fizyolojik durumunun bilgisini yansıtır. Kondisyon faktörünün hesaplanmasında Halver (1972) tarafından bildirilen formül kullanıldı. Böylece, balığa verilen yemin balığın kondisyonu üzerindeki etkisi sayısal olarak belirlenmiş oldu.

$$K = (CA / L^3) \times 100$$

CA: Balığın canlı ağırlığı (g)

L: Balığın total boyu (cm)

2.2.9. Gonadosomatik İndeks

Gonadosomatik indeks (GSİ), balıklarda gonadal gelişimin belirlenmesinde kullanılır. Balığın gonad ağırlığının canlı ağırlığına oranı olarak ifade edilmektedir. Deney yemlerinin gonadosomatik indeks üzerine etkisi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanadı (Halver, 1989).

$$GSİ (\%) = (GA / CA) \times 100$$

GA: Gonat ağırlığı (g)

CA: Balığın canlı ağırlığı (g)

2.2.10. Hepatosomatik İndeks

Balıklarda metabolizma için anahtar organ durumunda olan karaciğerin, yapılan beslemeden nasıl etkilendiğinin araştırılmasında çok sık kullanılan bir indekstir. Hepatosomatik indeksin (HSİ) sınır değerlerin üzerinde bulunması; yapılan beslemenin veya verilen yemin balıkta özellikle karbonhidrat ve yağ metabolizmasında bazı problemlere yol açtığının, verilen yemlerde oksitlenmiş yağların varlığının, aşırı karbonhidratın, vitamin (Örneğin; E vitamini, kolin vs.) veya n-3 serisi yağ asidi eksikliğinin birer göstergesi olabilir. HSİ aşağıdaki formül yardımıyla hesaplandı (Korkut vd., 2007).

$$HSİ (\%) = (KA / CA) \times 100$$

KA: Karaciğer ağırlığı (g)

CA: Balığın canlı ağırlığı (g)

2.2.11. Kimyasal Analizler

Çalışmada kullanılan araştırma yemlerinin; ham protein, yağ, kül, lif, azotsuz öz madde, kuru madde oranları, yağ asitleri ve toplam enerji düzeyleri AOAC (1995) metotlarına göre belirlendi. Protein “mikro kjeldahl”, yağ asitleri “gaz kromatografisi” ve kolesterol sıvı kromatofisi (HPLC) kullanılarak tespit edildi. Örneklere ait ham protein ve yağ analizleri Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü’nün “Yem Analiz Laboratuvarı” nda, yağ asidi ve kolestrol analizleri ise Fırat Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünün “Biyokimya Laboratuvarı” nda yapıldı.

2.2.11.1. Yağ Asidi Analizi

Araştırma yemlerinin, balıklardan elde edilen spermaya ait spermatozoa örneklerinin yağ asitleri analizinde; lipitlerin ekstraksiyonu Hara ve Radin (1978)’in bildirdiği metoda göre, yağ asidi metil esterlerinin hazırlanması ve gaz kromatografi analizi ise Christie (1990)’ye göre yapıldı.

Mevcut örneklerden lipitlerin ekstraksiyonu için; 1 g örnek 3:2 (v/v) oranında 10 ml hekzan-izopropanol karışımı içinde 30 sn süreyle homojenize edildi. Homojenat santrifüj tüplerine alınarak 7000 rpm’de 10 dk süreyle santrifüj edilerek ve supernatant ağzı kapaklı büyük deney tüplerine alındı ve yağ asitleri analizi için kullanıldı (Hara ve Radin, 1978).

Metil esterini hazırlamak için; hekzan/izopropanol fazı içindeki lipit ekstraktı 25 ml’lik sızdırma yapmayan deney tüplerine alındı. Üzerine %2’lik metanolik sülfürik asitten 5 ml ilave edilip, vorteks ile karıştırıldı. Bu karışım 55 °C’lik etüvde 15 saat süre ile inkübasyona bırakıldı. Oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra 5 ml %5 lik sodyum klorür ilave edilerek karıştırıldı. Tüpler içinde oluşan yağ asidi metil esterleri 5 ml hekzan ile ekstrakte edilerek, üzerine 5 ml %2’lik KHCO₃ ilave edilip fazların ayrılması için 4 saat beklenildi. Daha sonra metil esterlerini içeren karışım, 45 °C de ve azot akımı altında çözücüsü uçurulduktan sonra, 1 ml heptan ile çözülerek 2 ml’lik ağzı kapaklı otosampler vialleri içine alınarak SHIMADZU GC 17 gaz kromatografisi ile analizleri yapıldı (Şekil 2.11). Bu analiz için 25 m uzunluğunda, 0,25 µm iç çapında ve PERMABOND 25 mikron film kalınlığına sahip Machery-Nagel (Germany) kapiller kolon kullanılmıştır. Analiz sırasında kolon sıcaklığı 120-220 °C, enjeksiyon sıcaklığı 240 °C ve dedektör sıcaklığı 280

°C olarak sabitlendi. Kolon sıcaklık programı 120 °C'den 220 °C'ye kadar ayarlandı. Sıcaklık artışı 200 °C'ye kadar 5 °C/dk ve 200'den 220'ye kadar 4 °C/dk olarak belirlendi. Taşıyıcı gaz olarak azot gazı kullanıldı. Analiz sırasında örneklere ait yağ asidi metil esterlerinin analizinden önce, standart yağ asidi metil esterlerine ait karışımlar enjekte edilerek, her bir yağ asidinin alıkonma süreleri belirlenmiştir. Bu işlemden sonra gerekli programlama yapılarak, örneklere ait yağ asidi metil esterleri karışımlarının analizi gerçekleştirildi (Christie, 1990).



Şekil 2.11. SHIMADZU GC 17 model gaz kromatografi cihazı.

2.2.11.2. Kolesterol analizi

Çalışmada kullanılan yemlerin ve araştırma gruplarındaki balıklardan elde edilen spermanın kolesterol düzeylerini belirlemek amacıyla CECİL 1100 serisi “yüksek performanslı sıvı kromatografi cihazı (HPLC)” kullanıldı (Şekil 2.12). Kolesterol analizi için, homojenize edilmiş örneklerden 1'er gram alınıp esterleştirme işleminden sonra, Çetinkaya ve Özcan (1991)'ın bildirdikleri şekilde kolesterol ekstrakte edildi. Ekstraktlar 5000 rpm'de 5 dk süreyle santrüfuj edildi. Daha sonra, üst fazdan alınan numuneden yüksek performanslı sıvı kromatografi cihazına her seferinde 5 µL enjeksiyon yapıldı. Kolesterol standartlarına ait kromatogram Catignani (1983)'nin bildirdiği şekilde elde edildi.



Şekil 2.12. CECİL 1100 model yüksek performanslı sıvı kromatografi cihazı.

2.2.11.3. Araştırmada Kullanılan Kuyu Suyunun Analizi

Çalışmanın başlangıcında, araştırma havuzlarında kullanılan kuyu suyunun fiziksel ve kimyasal kalite parametreleri belirlendi. Ayrıca, araştırma süresince araştırma havuzlarındaki suyun sıcaklığı 1 °C taksimatlı termometre, çözülmüş oksijen miktarı (mg/L) portatif oksijen metre ve pH'sı portatif pH metre kullanılarak günlük olarak tespit edildi (APHA, 1985).

2.2.12. Verilerin Değerlendirilmesi

Anaç gökkuşağı alabalıklarının ağırlık, total boy, kondisyon faktörü, gonadosomatik ve hepatosomatik indeks değerleri, sperma hacmi ve pH'sı, spermatozoa hareketliliği, hareketlilik süresi, spermatozoa yoğunluğu, spermaya ait spermatozoitlerin yağ asit ve kolesterol düzeylerine ait aritmetik ortalama ve standart hatanın hesaplanması, gruplar arası farklılığın önemli olup olmadığının tespit edilmesi amacıyla “*Varyans Analizi*” uygulanmıştır. Ayrıca, çalışmada kullanılan kuyu suyunun sıcaklık, çözülmüş oksijen ve pH'sına ait günlük ölçüm değerleri arasındaki farklılığın önem derecesinin belirlenmesinde “One sampe t-test” kullanıldı. Gruplar arası farklılıklar 0,05 önem derecesine göre değerlendirildi. Verilen önem derecesinde hangi gruplar arasında farklılık olduğunu belirlemek amacıyla “*Duncan Testi*” kullanıldı. Belirtilen istatistiksel analizler bilgisayar ortamından SPSS 15.0 paket programı (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA) kullanılarak yapıldı.

3. BULGULAR

3.1. Araştırma Yemleri ve Yem Öğelerinin Kimyasal Analiz Sonuçları ve Enerji Düzeyleri

Araştırma yemlerinde kullanılan yem öğelerinin ham besin madde (kuru maddenin %'si olarak) ve toplam enerji (kcal/kg) düzeyleri Tablo 3.1'de, araştırma yemlerinin ham besin madde (kuru maddenin %'si olarak) ve enerji (kcal/kg) düzeyleri Tablo 3.2'de, araştırma yemlerinin yağ asidi düzeyleri Tablo 3.3 ve Şekil 3.1'de verildi.

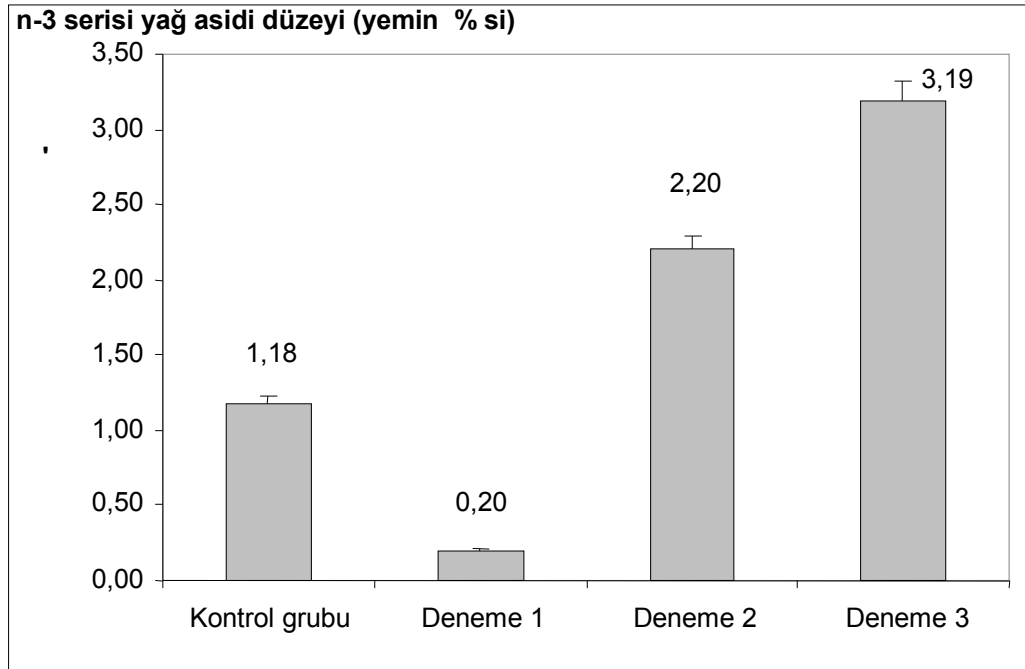
Tablo 3.1. Araştırma yemlerinde kullanılan yem öğelerinin ham besin madde (kuru maddenin %'si olarak) ve toplam enerji (kcal/kg) düzeyleri.

Ham besin maddeleri ve enerji	Hamsi unu	Soya küspesi	Mısır gluteni
Protein	65,90	44,00	60,30
Yağ	1,84	1,19	1,80
Kül	15,00	6,32	2,04
Lif	0,95	7,25	1,53
Azotsuz öz madde	8,76	31,24	31,33
Nem	7,55	10,00	9,00
Toplam Enerji	4085,20	3809,30	4704,53

Tablo 3.2. Araştırma yemlerinin ham besin madde (kuru maddenin %'si olarak) ve enerji (kkal/kg) düzeyleri

Ham besin maddeleri ve enerji	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3
Protein	44,97	45,00	44,96	44,99
Yağ	19,34	19,39	19,30	19,36
Kül	6,71	6,68	6,66	6,70
Lif	2,60	2,57	2,59	2,56
Azotsuz öz madde	18,83	18,35	18,39	18,31
Kuru madde	95,95	95,99	95,90	95,92
Toplam enerji	4849,35	4837,84	4827,13	4830,93
Metabolize edilebilir enerji *	3618,91	3618,91	3618,91	3618,91

* Hamsi unu, soya küspesi ve mısır glutenininin gökkuşuğu alabalığı için metabolize edilebilir enerji düzeyleri sırasıyla; 4328, 2566 ve 3554 kkal/kg olarak alınmıştır (NRC, 1999).



Şekil 3.1. Araştırma yemlerinin n-3 serisi yağ asidi düzeyleri.

Tablo 3.3. Araştırma yemlerinin yağ asidi düzeyleri.

Yağ asitleri (%)	Araştırma yemleri			
	Kontrol (N=3)	Deneme 1 (N=3)	Deneme 2 (N=3)	Deneme 3 (N=3)
<i>Doymuş yağ asitleri</i>				
C12:0 Lavrik asit	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
C14:0 Miristik asit	3,10±0,01	3,10±0,02	3,20±0,01	3,11±0,04
C15:0 Pentadekanik asit	0,30±0,06	0,08±0,003	0,43±0,04	0,55±0,001
C16:0 Palmitik asit	10,33±0,05	10,16±0,08	12,39±0,02	14,06±0,03
C17:0 Heptadekanik asit	0,42±0,002	0,67±0,97	0,65±0,002	0,86±0,002
C18:0 Stearik asit	3,74± 0,01	3,74±0,02	3,84±0,002	3,90±0,03
C20:0 Araşidik asit	0,37±0,001	0,26±0,004	0,48±0,002	0,58±0,01
C21:0 Henikosanoik asit	0,08±0,01	0,05±0,001	0,11±0,002	0,14±0,001
C22:0 Behenik asit	0,54±0,03	0,62±0,01	0,45±0,01	0,43±0,03
C23:0 Trikosanoik asit	0,07±0,001	0,05±0,001	0,06±0,001	0,11±0,01
C12:0 Lavrik asit	0,24±0,04	0,25±0,04	0,20±0,002	0,20±0,003
<i>Doymamış yağ asitleri</i>				
C14:1 Miristoleik asit	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
C15:1 cis-10-Pentadesanoik asit	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
C16:1 Palmitoleik asit	2,27±0,01	1,24±0,02	3,40±0,003	4,33±0,01
C17:1 cis-10-Heptadesanoik asit	0,17±0,01	0,08±0,002	0,29±0,002	0,39±0,01
C18:1n-9 trans-Elaidik asit	0,06±0,001	0,05±0,002	0,07±0,01	0,10±0,003
C18:1n-9 cis-Oleik asit	26,86±0,06	31,51±0,11	23,43±0,04	20,42±0,14
C18:2n-6 trans-Linoleaidik asit	0,14±0,001	0,06±0,01	0,22±0,002	0,34±0,07
C18:2n-6 cis-Linoleik asit	37,77±0,08	46,47±0,34	28,71±0,07	20,59±0,08
C18:3n-6 gama-Linoleik asit	0,06±0,003	< 0,001	0,09±0,002	0,11±0,001
C18:3n-3 alfa-Linolenik asit	0,52±0,01	0,19±0,01	0,70±0,02	0,94±0,01
C20:1n-9 cis-11-Eikosanoik asit	0,37±0,05	0,37±0,001	0,72±0,001	0,63±0,004
C20:2 cis-11, -14-Eikosadienik asit	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
C20:3n-3 cis-11, -14, -17 –Eikosatrienik asit	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
C22:2 Dokosadienik asit	0,34±0,12	0,13±0,01	0,5±0,02	0,65±0,07
C22:1n-9 Erusik asit	0,12±0,11	0,09±0,01	0,09±0,02	0,18±0,07
C20:5n-3 cis-5, -8, -11, -14,-17-Eikosapentaenik asit	3,19±0,06	0,96±0,03	4,88±0,002	6,76±0,08
C24:1n-9 Nervonik asit	0,14±0,004	0,06±0,001	0,23±0,001	0,29±0,001
C22:6n-3 cis-4, -7, -10, -13, -16, -19 –Dokosaheksanoik asit	3,50±0,03	0,07±0,02	7,87±0,02	11,73±0,12
Diğer yağ asitleri	6,09±1,62	3,94±1,96	6,67±1,29	7,26±1,08
<i>Yağın %'si olarak</i>				
∑ n-3	7,20±0,09	1,22±0,06	13,50±0,03	19,50±0,21
∑ n-6	38,36±0,20	46,66±0,35	29,55±0,09	21,81±0,22
∑ n-3/∑ n-6	0,19	0,03	0,46	0,89
<i>Yemin %'si olarak</i>				
∑ n-3	1,18±0,02^b	0,20±0,01^a	2,20±0,01^c	3,19±0,04^d
∑ n-6	6,27±0,03^c	7,65±0,06^d	4,82±0,02^b	3,57±0,04^a
∑ n-3/∑ n-6	0,19	0,03	0,46	0,89

*Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (± standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli (P<0.05, Duncan Testi).

Kontrol, 1, 2 ve 3 nolu deneme yemlerinin toplam n-3 serisi yağ asidi düzeyleri sırasıyla; %1.18±0.02, %0.20±0.01, %2.20±0.01 ve %3.19±0.04 olup, bu değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05).

3.2. Balıkların Büyüme Değerleri

Araştırma gruplarındaki erkek anaç balıkların; canlı ağırlıkları Tablo 3.4’de, toplam boyları Tablo 3.5’de, deneme başlangıcında ve sonunda anaç balıkları kondisyon faktörleri Tablo 3.6’da verildi.

Erkek anaç balıkların 45 gün süreyle araştırma yemleriyle beslenmesi sonucunda en yüksek canlı ağırlık Deneme 2 grubundan sağlanırken, bunu sırasıyla Deneme 3, Kontrol ve Deneme 1 grupları izledi (Tablo 3.4). Araştırma gruplarındaki balıkların canlı ağırlıkları arasındaki farklılıklar deneme başlangıcınca önemsiz (P>0.05) olup, deneme sonundaki mevcut farklılıklar önem taşımaktadır (P<0.05).

Tablo 3.4. Erkek anaç gökkuşuğu alabalıklarının deneme başlangıcında ve sonundaki canlı ağırlıkları.

Canlı ağırlık (g) *	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3
Deneme başlangıcı	48	1000±21,41	1000±21,57	1000±19,17	1000±26,12
Deneme sonu	48	1050±15,90	1020±20,14	1060±18,11	1055±25,22

* Aynı satırdaki ortalama (± standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemsiz (P>0.05).

Deneme sonunda, en yüksek toplam boy değeri Deneme 3 grubundaki balıklardan elde edildi. Bunu sırasıyla Kontrol, Deneme 2 ve Deneme 1 grupları izledi (Tablo 3.5). Bununla birlikte araştırma gruplarındaki erkek anaç balıkların deneme sonundaki toplam boylarına ait değerleri arasındaki farklılıklar önemsiz (P>0.05) bulundu.

Tablo 3.5. Erkek anaç gökkuşuğu alabalıklarının çalışma başlangıcında ve sonundaki toplam boyları.

Toplam boy (cm) *	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3
Deneme başlangıcı	48	42,2±0,16	42,23±0,09	42,19±0,15	42,19±0,12
Deneme sonu	48	42,95±0,10	42,74±0,13	42,95±0,12	42,97±0,12

* Aynı satırdaki ortalama (± standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemsiz (P>0.05).

Deneme sonunda, kondisyon faktörü bakımından ise en yüksek değerler Deneme 2, kontrol ve Deneme 3 gruplarında gözlemlenirken, en düşük değer Deneme 1 grubundan sağlandı (Tablo 3.6). Bununla birlikte, çalışma başlangıcında araştırma gruplarındaki balıkların kondisyon değerleri arasındaki farklılıklar önemsiz ($P>0.05$) bulundu.

Tablo 3.6. Anaç gökkuşuğu alabalıklarının çalışma başlangıcında ve sonundaki kondisyon değerleri.

Kondisyon faktörleri*	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3
Deneme başlangıcı	48	1,35±0,02	1,35±0,01	1,35±0,05	1,35±0,01
Deneme sonu	48	1,36±0,01	1,35± 0,01	1,36±0,01	1,36±0,01

*Aynı satırdaki ortalama (\pm standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemsiz ($P>0.05$).

3.3. Araştırmada Kullanılan Erkek Gökkuşuğu Alabalıkların Hepatosomatik ve Gonadosomatik İndeks Değerleri

Araştırmada kullanılan erkek gökkuşuğu alabalıklarının hepatosomatik ve gonadosomatik indeks değerleri Tablo 3.7 ve 3.8’de gösterildi.

Deneme sonunda en yüksek hepatosomatik indeks değeri sırasıyla Deneme 2 grubundaki balıklardan sağlandı. Bunu sırasıyla Deneme 3, Kontrol ve Deneme 1 grupları izledi. Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonundaki hepatosomatik indeks değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu belirlendi.

Çalışmada en yüksek gonadosomatik indeks değeri Deneme 2, Deneme 3 ve Kontrol grubu balıklarından sağlanırken, Denem 1 grubu en düşük değere sahip oldu. Kontrol, Deneme 2 ve Deneme 3 gruplarına ait balıkların gonadosomatik indeks değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) olduğu, Deneme 1 ile diğer araştırma gruplarına ait mevcut değerler arasındaki farklılıkların ise önemli ($P<0.05$) olduğu tespit edildi.

Tablo 3.7. Anaç gökkuşuğu alabalıklarının deneme başlangıcındaki heptosomatik ve gonadosomatik indeks değerleri.

Parametreler (%) *	N	
Hepatosomatik indeks	6	1,08±0,3
Gonadosomatik indeks	6	4,14±0,4

Tablo 3.8. Anaç gökkuşuğu alabalıklarının deneme sonundaki heptosomatik ve gonadosomatik indeks değerleri.

Parametreler (%) *	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3
Hepatosomatik indeks	6	1,09±0,01 ^a	1,03±0,01 ^a	1,4±0,01 ^b	1,17±0,01 ^c
Gonadosomatik indeks	6	4,28±0,05 ^b	3,85±0,02 ^a	4,45±0,09 ^b	4,35±0,05 ^b

* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (\pm standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($P < 0.05$, Duncan Testi).

3.4. Araştırmada Kullanılan Anaç Gökkuşuğu Alabalıklarına Ait Sperma

Kalite Parametreleri

Araştırmada erkek gökkuşuğu alabalıklarından elde edilen toplam sperma hacmi, başlangıç hareketlilik oranı, toplam hareketlilik süresi, %50'ye kadar hareketlilik süresi, sperma pH'sı, sperm yoğunluğu ve ejakulat toplam sperm sayısı Tablo 3.9'da verildi. Bu parametrelere ait değerler sırasıyla Şekil 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 ve 3.6'da ayrıca görülmektedir.

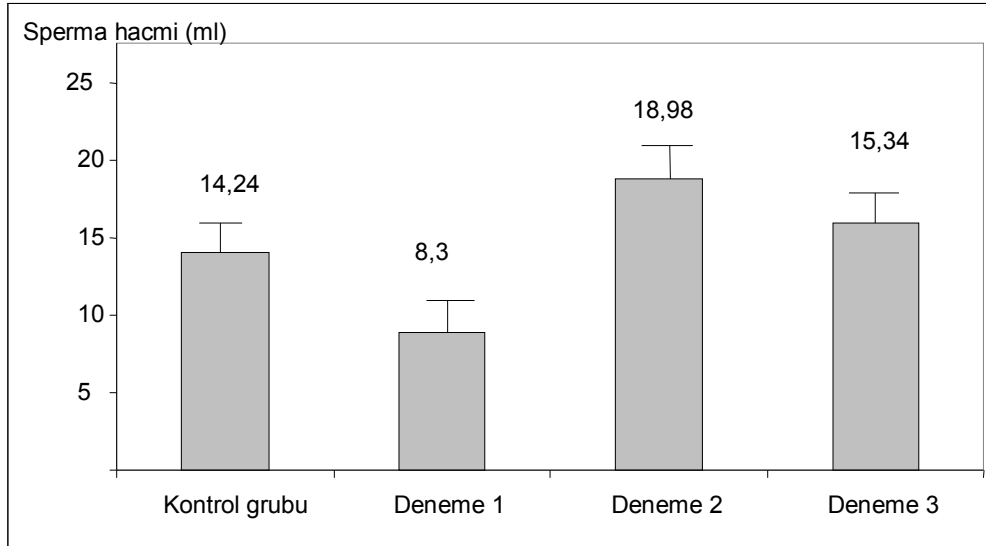
Araştırma gruplarına ait erkek anaç balıkların sperma hacmi, hareketliliği, toplam yaşam süresi, %50'ye kadar yaşam süresi, yoğunluğu ve toplam sperm sayısı bakımından en yüksek değerler Deneme 2 grubundan sağlandı. Bunu sırasıyla Deneme 3, Kontrol ve Deneme 1 grupları izledi (Tablo 3.8, Şekil 3.3 ve 3.4). Araştırma gruplarına ait anaç balıkların toplam sperm sayıları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) bulundu. Sperm hareketliliği bakımından en yüksek değer Deneme 2 grubundan elde edilirken, bunu sırasıyla Deneme 3, Kontrol ve Deneme 1 grupları izledi (Şekil 3.4). Araştırma gruplarına ait sperm hareketlilik oranı arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) olduğu belirlendi. Gruplardaki balıklara ait spermaların pH'ları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0.05$) bulundu. Bunun yanı sıra araştırma guruplarına ait spermaların toplam ve %50'ye kadar yaşam süreleri arasındaki farklılıkların

istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu belirlendi. Sperma hacimleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) saptandı.

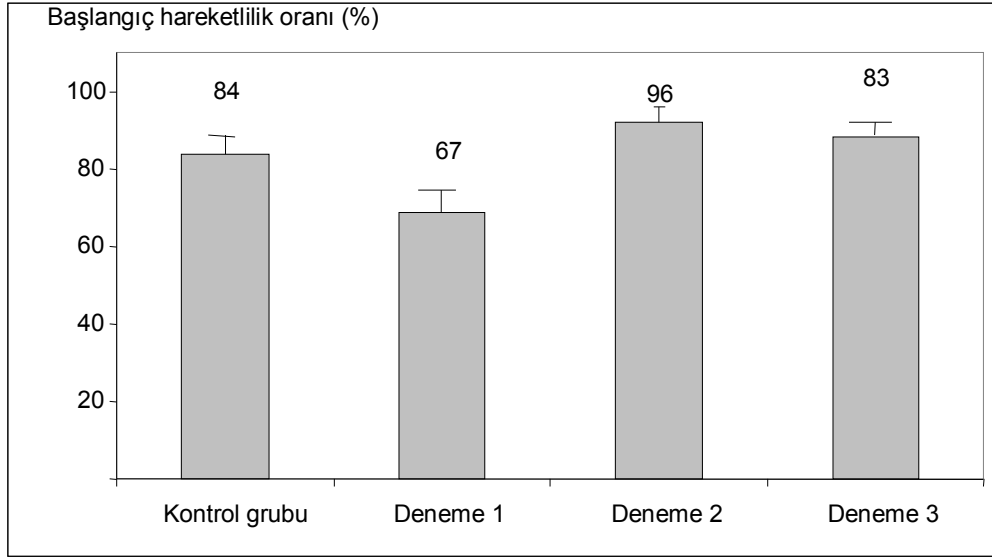
Tablo 3.9. Araştırma gruplarına ait anaç gökkuşağı alabalıklarının sperma kalite parametreleri.

Sperma kalite parametreleri *	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3
Sperma hacmi	48	14,24±1,12 ^b	8,3±1,13 ^a	18,98±1,92 ^c	15,34±1,06 ^b
Başlangıç hareketlilik oranı (%)	48	84±4 ^b	67±4 ^a	96±4 ^c	83±4 ^b
Hareketlilik (%50'ye kadar) süresi (sn)	48	220±19 ^b	141±21 ^a	360±25 ^d	245±15 ^c
Toplam hareketlilik süresi	48	400±20 ^b	270±18 ^a	760±35 ^d	445±29 ^c
Sperma pH'sı	48	8,27±0,39	8,21±0,34	8,31±0,12	8,29±0,14
Sperm yoğunluğu (...x10 ⁹)	48	12,875±1,213 ^b	10,743±1,987 ^a	19,978±2,457 ^d	15,382±3,634 ^c
Toplam sperm sayısı (...x10 ⁹)	48	183,34±2,43 ^b	89,16±3,21 ^a	379,18±5,654 ^d	235,95±2,431 ^c

* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (\pm standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($P<0.05$, Duncan Testi).



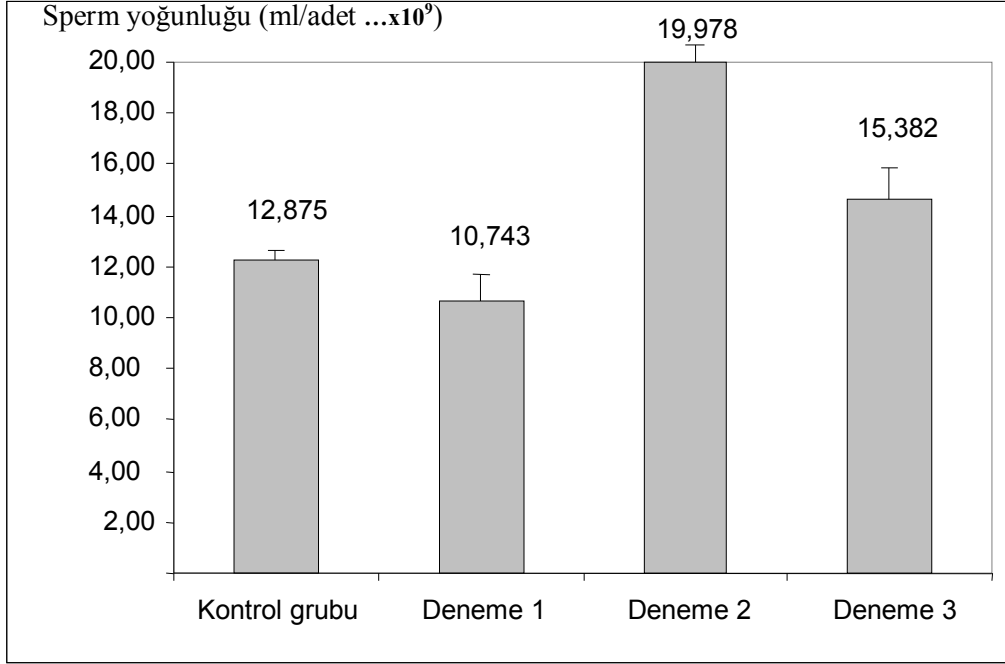
Şekil 3.2. Gökkuşağı alabalığının sperma hacmi (ortalama \pm standart hata).



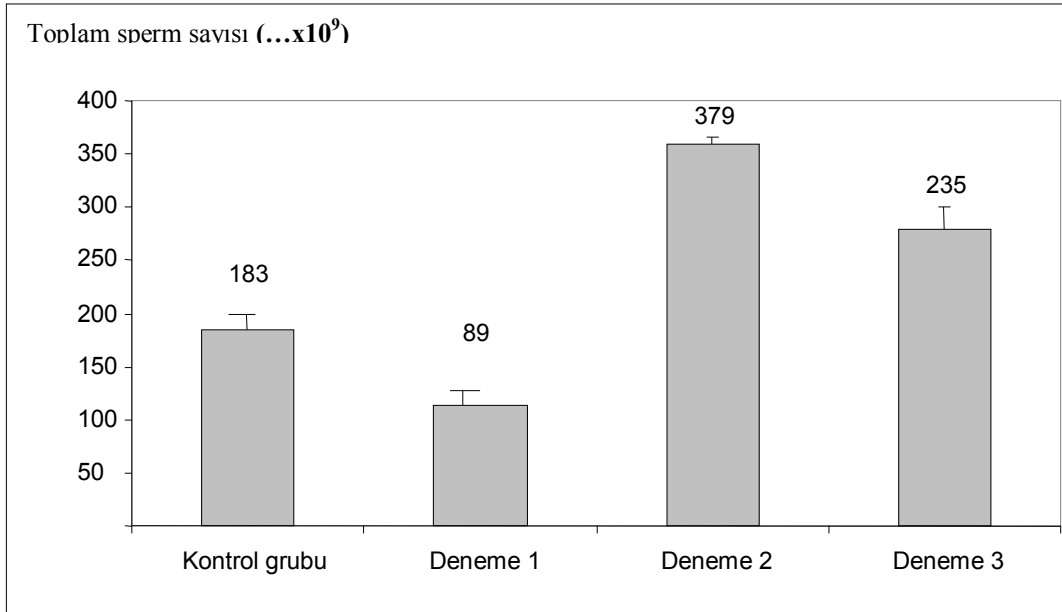
Şekil 3.3. Gökkuşığı alabalığı spermının başlangıç hareketlilik oranı (ortalama \pm standart hata).



Şekil 3.4. Gökkuşığı alabalığı spermının toplam hareketlilik süresi (ortalama \pm standart hata).



Şekil 3.5. Gökkuşığı alabalığının sperm yoğunluğu (ml/adet ...x10⁹) (ortalama ± standart hata).



1

Şekil 3.6. Gökkuşığı alabalığının toplam sperm sayısı (ortalama ± standart hata).

3.5. Gökkuşığı Alabalığı Sperminin Yağ Asidi ve Kolesterol Düzeyleri

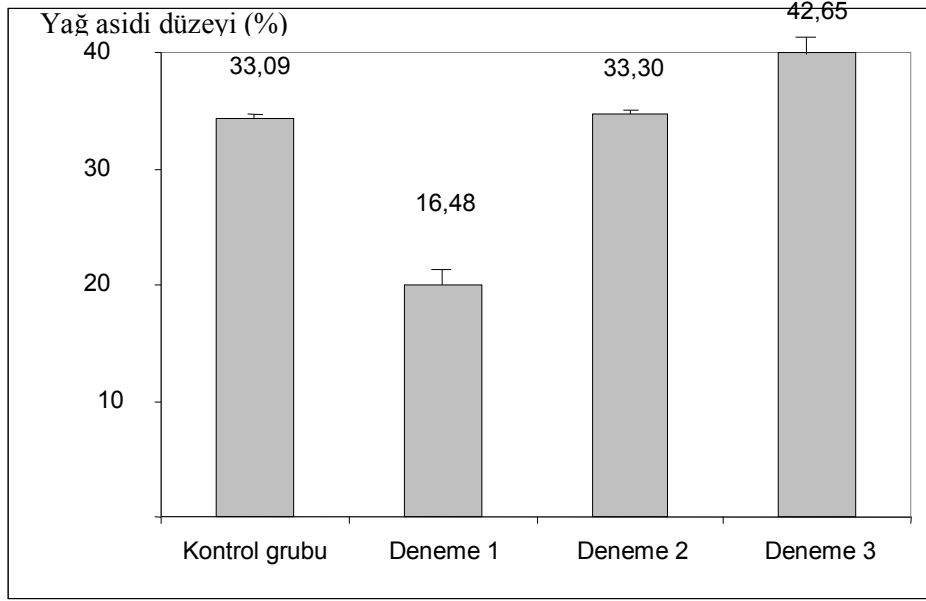
Deneme yemleriyle beslenen gökkuşığı alabalıklarına ait spermilerin n-3 serisi yağ asidi düzeyleri Tablo 3.10 ve Şekil 3.7’de verildi. Spermilerin toplam n-3 serisi yağ asidi düzeyleri bakımından en yüksek değer Deneme 3 grubuna ait balıklardan sağlandı. Bunu sırasıyla Deneme 2, Kontrol ve Deneme 1 grupları izledi. Deneme gruplarına ait spermilerin toplam n-3 serisi yağ asidi düzeyleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulundu. Spermlerdeki toplam n-6 serisi yağ asidi bakımından ise en yüksek değer Kontrol grubundan elde edildi. Bunu sırasıyla Deneme 1, Deneme 2 ve Deneme 3 grupları izledi. Deneme gruplarına ait spermaların toplam n-6 serisi yağ asidi düzeyleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu tespit edildi. Bu spermlerdeki doymamış yağ asidi oranları ($\sum n-3/\sum n-6$) bakımından en yüksek değer Deneme 3 grubundan sağlandı. Bunu sırasıyla Deneme 2, Kontrol ve Deneme 1 grupları takip etti (Tablo 3.10, Şekil 3.7).

Spermlerdeki kolesterol düzeyi bakımından en yüksek değer ise Deneme 2 gurubundan elde edildi. Bunu sırasıyla Deneme 3, Kontrol ve Deneme 1 gurupları izledi (Şekil 3.8). Deneme gruplarına ait spermilerin kolesterol düzeyleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulundu ($P<0.05$).

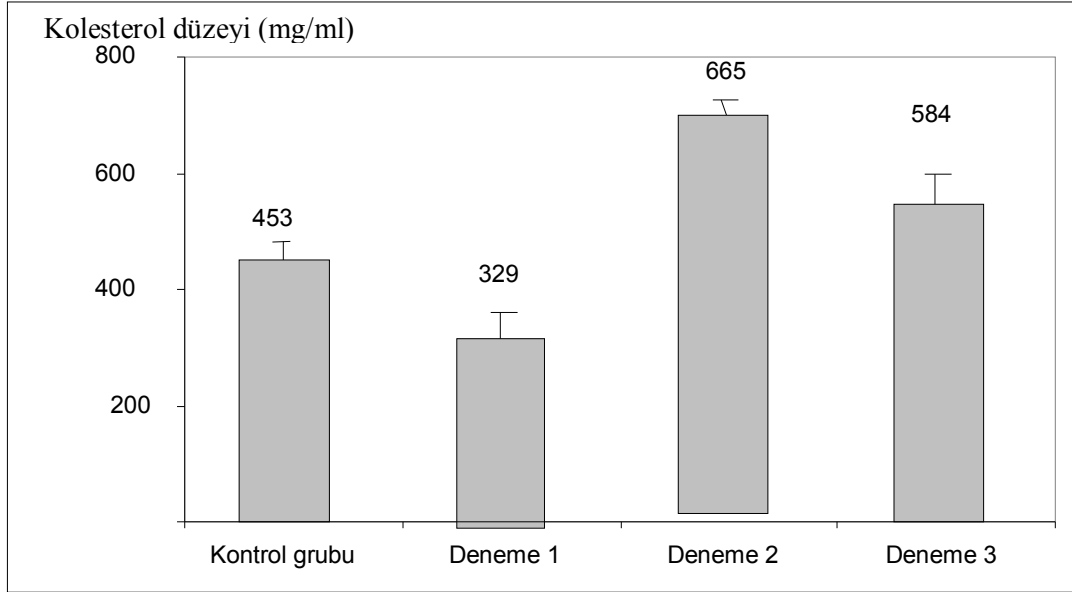
Tablo 3.10. Gökkuşığı alabalığının sperm yağ asidi düzeyleri.

Yağ asitleri (toplam yağ asitlerinin %'si)	Kontrol (N=12)	Deneme 1 (N=12)	Deneme 2 (N=12)	Deneme 3 (N=12)
<i>Doymuş yağ asitleri</i>				
C12:0 Lavrik asit	0,05±0,002	0,04±0,003	0,04±0,001	0,04±0,002
C14:0 Miristik asit	3,04±0,02	3,18±0,021	3,06±0,006	3,10±0,02
C15:0 Pentadekanik asit	0,35±0,003	0,36±0,004	0,29±0,001	0,30±0,004
C16:0 Palmitik asit	8,88±0,06	9,99±0,02	10,04±0,06	10,26±0,04
C17:0 Heptadekanik asit	0,49±0,04	0,45±0,04	0,40±0,01	0,42±0,05
C18:0 Stearik asit	3,04±0,06	2,97±0,09	3,12±0,02	3,10±0,002
C20:0 Araşidik asit	0,47±0,004	0,42±0,01	0,42±0,01	0,42±0,01
C21:0 Henikosanoik asit	0,26±0,004	0,24±0,01	0,29±0,001	0,28±0,003
C22:0 Behenik asit	0,08±0,001	0,08±0,003	0,07±0,001	0,07±0,002
C23:0 Trikosanoik asit	0,07±0,013	0,06±0,01	0,06±0,01	0,06±0,02
C24:0 Lignoserik asit	0,05±0,01	0,04±0,002	0,05±0,003	0,04±0,01
<i>Doymamış yağ asitleri</i>				
C14:1 Miristoleik asit	0,08 ±0,001	0,09±0,003	0,10±0,002	0,10±0,001
C15:1 cis-10-Pentadesanoik asit	0,08±0,002	0,07±0,002	0,07±0,001	0,07±0,003
C16:1 Palmitoleik asit	5,13±0,09	4,52±0,13	4,38±0,01	4,46±0,03
C17:1 cis-10-Heptadesanoik asit	0,47±0,01	0,47±0,03	0,43± 0,03	0,46±0,05
C18:1n-9 trans-Elaidik asit	0,10±0,002	0,09±0,004	0,10±0,001	0,09±0,01
C18:1n-9 cis-Oleik asit	27,38±0,28	28,30±0,40	28,99±0,12	28,44±0,08
C18:2n-6 trans- Linoleaidik asit	0,20± 0,01	0,19±0,001	0,20±0,004	0,19±0,003
C18:2n-6 cis-Linoleik asit	8,12±0,10	7,34±0,03	6,95±0,04	6,81±0,003
C18:3n-6 gama-Linoleik asit	0,10±0,001	0,10±0,002	0,10±0,003	0,10±0,001
C18:3n-3 alfa-Linolenik asit	1,19±0,004	1,18±0,01	1,31±0,01	1,34±0,01
C20:1n-9 cis-11-Eikosanoik asit	2,80±0,07	2,51±0,09	3,00±0,002	2,93±0,001
C20:2 cis-11, -14-Eikosadienik asit	0,58±0,01	0,49±0,01	0,53±0,001	0,53±0,001
C20:3n-3 cis-11, -14, -17 –Eikosatrienik asit	0,27±0,003	0,28±0,001	0,28±0,01	0,28±0,001
C22:2 Dokosadienik asit	0,77±0,01	0,69±0,01	0,70±0,001	0,70±0,01
C22:1n-9 Erusik asit	0,36±0,01	0,30±0,01	0,37±0,01	0,36±0,01
C20:5n-3 cis-5, -8, -11, -14,-17-Eikosapentaenik asit	8,66±0,17	5,54±0,03	9,75±0,04	12,77±0,02
C24:1n-9 Nervonik asit	0,27±0,002	0,22±0,01	0,26±0,002	0,26±0,001
C22:6n-3 cis-4, -7, -10, -13, -16, -19 –Dokosaheksaenik asit	22,97±0,35	17,48±0,31	21,96±0,01	28,26±1,19
Diğer yağ asitleri	10,68 ± 1,09	10,30 ± 1,10	9,73 ± 1,13	8,71± 1,12
<i>Yağın %'si olarak</i>				
Σ n-3	33,09±0,53^{ab}	24,48±0,34^a	33,30±0,06^{ab}	42,65±1,22^c
Σ n-6	9,77±0,13^c	8,82±0,05^b	8,47±0,05^a	8,33±0,02^a
Σ n-3/ Σ n-6	3,38	2,77	3,93	5,12

* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (\pm standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($P < 0,05$, Duncan Testi).



Şekil 3.7. Gökkuşığı alabalığı sperminin toplam n-3 serisi yağ asidi düzeyi.



Şekil 3.8. Gökkuşığı alabalığı sperminin kolesterol düzeyi.

3.6. Çalışmada Kullanılan Kuyu Suyunun Sıcaklık, pH ve Çözünmüş Oksijen Değerleri

Fırat üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi “Çip Balık Üretim Tesisi” ndeki kuyu suyunun; çözünmüş oksijen miktarı ve pH değerleri çalışma sahasında günlük olarak ölçüldü. Araştırma süresince su sıcaklığı 9 ± 2 °C, pH $8,01\pm 0,3$ ve çözünmüş oksijen $10,4\pm 0,2$ mg/L olarak tespit edildi (Tablo 3.11). Deneme süresince su sıcaklığı, pH ve çözünmüş oksijen değerlerinin çok fazla değişim göstermediği, farklılığın istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) olduğu belirlendi.

Tablo 3.11. Çalışmada kullanılan kuyu suyunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Parametreler	Ortalama \pm standart hata (N=45)
Sıcaklık (°C)	$9,0\pm 2$ ($P>0,05$, t-test)
pH	$8,0\pm 0,30$ ($P>0,05$, t-test)
Çözünmüş oksijen (mg/L)	$10,4\pm 0,20$ ($P>0,05$, t-test)

4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Balık üretiminde en yüksek miktarda ve kalitede sperma ve elde etmek temel amaçlardan biridir. Kültürü yapılan veya yapılmaya çalışılan birçok balık türü için kaliteli sperma ve yumurta üretimi önemli bir problemdir.

Balıklarda sperma verimini ve kalitesini birçok biyotik ve abiyotik faktörün etkilediği bildirilmiştir (Bromage ve Roberts, 1995). Damızlık balıkların beslenmesi (Watanabe, 1985; Kjørsvik vd., 1990), stres faktörleri (Campbell vd., 1992), sperma kalitesini doğrudan etkilemektedir. Her ne kadar besinin balığın üreme fizyolojisi üzerinde çok önemli etkisi olsa da bu değişimlerin sperma kalitesine etki edebildiğine dair az kanıt vardır (Hardy, 1985; Watanabe, 1985; Bromage vd., 1992). Bununla birlikte yağ asitlerinden özellikle ÇDYA'lar içinde yer alan dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitler ve onların türevlerini içeren n-3 serisi yağ asitleri, vitaminler (özellikle A, C ve E vitaminleri), karotenoidler ve çeşitli iz elementler döl verimi üzerinde etkili olmaktadır (Bromage ve Roberts, 1995).

Tatlı su balıklarının çoğunda dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitler linolenik asidin görevlerini yerine getirebilmektedirler. Omurgalılarda n-3 serisi yağ asitlerinin değişik şekilleri eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik yağ asitlerinin biyolojik aktiviteleri sonucu meydana gelir. Bu durum tatlı su balıklarında deniz balıklarına oranla daha belirgindir (Sargent vd., 1989). Anaç tatlı su balıklarının lipitler özellikle n-3 serisi yağ asitleri bakımından da dengeli olan yemlerle beslenmesi; sperma verimi ve kalitesiyle yakından ilgilidir. Bununla birlikte, anaç tatlı su balıklarının lipit ihtiyaçları üzerine çok az çalışma yapılmıştır (Vazquez vd., 1994; De Silva ve Anderson, 1995; Palacios vd., 1995; Ibeas vd., 1996; Lovell, 1998; Polat ve Beklevik, 1999; Lavens vd., 1999; NRC, 1999; Asturiano vd., 2001; Izquierdo vd., 2001; Sargent vd., 2002; Menoyo vd., 2005; Li vd., 2005; Ballestrazzi vd., 2006). Otha ve Watanabe (1996) ile Emidio vd. (1993), normal gelişim için gökkuşığı alabalığı büyütme yeminde %1 oranında n-3 serisi yağ asidinin bulunması gerektiğini bildirmişlerdir.

4.1. Hepatosomatik İndeks

Araştırma gruplarındaki balıklardan elde edilen hepatosomatik indeks değerleri %1,03-1,41 arasında olup, bu değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Gökkuşığı alabalığı üzerine yapılan diğer çalışmalarda

hepatosomatik indeks değerini; Memiş ve Gün (2004) %1,24-1,43, Kennedy vd. (2007) %1,3-1,5 ve Engin (2008) %2,07-2,25 olarak belirlemişlerdir. Çetinkaya (1995) alabalıklarda hepatosomatik indeks değerinin %3'den fazla olmasının karaciğerde aşırı glikojen birikiminin veya yemin enerji seviyesinin yüksek olduğunun bir göstergesi olduğunu bildirmiştir. Çalışmada balıklardan elde edilen hepatosomatik indeks değerleri Memiş ve Gün (2004), Kennedy vd. (2007) ve Engin (2008)'in bulduğu değerlerden düşüktür. Bunun nedeni, bu çalışmalarda kullanılan yemlerdeki karbonhidrat ve yağ oranları ile enerji seviyelerindeki farklılıklara bağlanabilir.

4.2. Gonadosomatik İndeks

Bu çalışmada elde edilen gonadosomatik indeks değerleri %3,85-4,45 arasında hesaplandı. Bu değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulundu. Gökkuşağı alabalığı üzerine yapılan diğer çalışmalarda gonadosomatik indeks değerini; Kennedy vd. (2007) %4,5-4,8 ve Engin (2008) %3,7-4,5 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada balıklardan elde edilen gonadosomatik indeks değerleri Kennedy vd. (2007)'nin bildirdiği değerlerden düşük olup, Engin (2008)'in bulguları ile paralellik göstermektedir. Bu durum balıkların beslenme biçimleri, miktarları ve fizyolojik isteklerindeki farklılıklardan kaynaklanabilir.

4.3. Sperma Verimi

Anaç balıklardan elde edilen sperma verimi, toplam sperm sayısı, yoğunluğu ve sperma hacmi olarak ele alınmıştır. Toplam sperm sayısı (adet sperma/birey... $\times 10^9$) 89-379 arasında, sperma yoğunluğu (adet sperma/1 ml ... $\times 10^9$) ise 10,7-19,9 arasında ve sperma hacimleri (ml) ise 8,3-18,98 arasında bulunmuştur. Dışarıdan n-3 serisi yağ asidi ilave edilmeyen yemle beslenen Deneme 1 grubu balıklarına ait toplam sperm sayısı değerleri Kontrol, Deneme 2 ve Deneme 3 gruplarına göre önemli ($P<0.05$) derecede düşük bulunmuştur. En yüksek sperm sayısı Deneme 2 gurubunda sağlanmış ve bunu sırasıyla Deneme 3 ve Kontrol gurupları izlemiştir ($P<0.05$). Gökkuşağı alabalıklarında sperma verimi ile ilgili diğer çalışmalarda sperma yoğunluğu (adet spermatozoa/1 ml sperma... $\times 10^9$); Ekingen (1983) 12, Sharma vd. (1989) 12, Billard ve Cosson (1992) 11,3, elikkale (1994) 11-14, Karataş (1997) 17, Köprücü ve Gr (1999) 11 ve Aydın ve elebi (2000) 10,4 olarak bildirmişlerdir. Bu araştırmada Kontrol ve Deneme guruplarındaki balıklardan sağlanan spermlerin yoğunluğu, Deneme 1 gurubundan elde edilen değerler literatürde bildirilen değerlerden daha düşük çıkmıştır. Kontrol gurubundaki balıklardan

alınan spermelerin yoğunluğu ise literatürlerde bildirilen sonuçlarla paralellik göstermiştir. Deneme 3 ve Deneme 2 gurubundan elde edilen değerler ise literatürlerde bildirilen değerlerden daha yüksek oranda çıkmıştır. Fakat Deneme 3 gurubunki sperm yoğunluğu Deneme 2 gurubundan düşük çıkmıştır. Bu durum ise; n-3 serisi yağ asitlerinin fazla miktarda kullanılmasının olumsuz etkisine bağlanmıştır.

Sperma hacmi ise n-3 serisi yağ asidi ilave edilmemiş olan yemle beslenen Deneme 1 gurubunda en düşük miktarda olmuştur. Bunu sırasıyla Kontrol, Deneme 3 ve Deneme 2 gurupları izlemiştir. En yüksek sperma hacmi %2 oranında n-3 yağ asidi ilave edilen yemle beslenen Deneme 2 gurubunda sağlanmış olup guruplar arasındaki farklılıklar statiksel olarak önemli görülmüştür ($P<0.05$). Gökkuşuğu alabalıklarında sperma verimi ile ilgili diğer çalışmalarda sperma hacmi (ml sperma/kg canlı ağırlık); Ekingen (1983) 11, Sharma vd. (1989) 12, Billard ve Cosson (1992) 14, Çelikkale (1994) 11-14, Karataş (1997) 17 ve Aydın ve Çelebi (2000) 13 olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada, Deneme 1 gurubundan sağlanan sperma hacmi yukarıdaki literatürlerde bildirilen mevcut değerlerden düşük bulundu. Kontrol gurubundaki balıklardan alınan spermaların hacimleri literatürlerde bildirilmiş olan değerlerle paralellik gösterdi. Deneme 3 ve Deneme 2 gurubundan sağlanan spermaların hacmi ise literatürlerde bildirilmiş olan değerlerden yüksek olduğu saptandı. Diğer yandan, Deneme 3 gurubunki sperma hacmi Deneme 2 gurubundakine göre daha düşük bulundu. Bu durum, ilgili literatürde bildirilen n-3 serisi yağ asitlerinin fazla miktarda kullanılmasının olumsuz etkisine bağlanabilir.

4.4. Sperm Hareketliliği ve Yaşam Süresi

Anaç balıklardan elde edilen spermelerin, ilk hareketlilik oranları yüzde (%) olarak, toplam hareketlilik süreleri ise saniye (sn) olarak ele alındı. Sperm hareketlilik oranı bakımından en yüksek değer Deneme 2 (%96) gurubundaki balıklardan sağlandı, bunu sırasıyla Kontrol (%84) ve Deneme 3 (%83) gurupları izledi. Deneme 1 (%67) gurubuna ait balık spermelerinin ise en düşük hareketlilik oranına sahip olduğu gözlemlendi. Dışarıdan n-3 serisi yağ asidi ilave edilmeyen yemle beslenen Deneme 1 grubu balıklarına ait sperm hareketlilik oranı Kontrol, Deneme 2 ve Deneme 3 guruplarındakine göre önemli ($P<0.05$) derecede düşük bulundu. Morisawa vd., (1983) %80-85; Billard ve Cosson (1986) %75, Billard vd. (1987) %80; Cosson vd. (1991) %77; Boitano ve Omoto (1991) %81; Miura vd. (1992) %78, Mansour vd. (2009) % 74 olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada, Deneme 1 gurubundaki balıklardan sağlanan spermelerin hareketlilik oranı yukarıda belirtilen

literatürde bildirilen değerlerden düşük çıkmıştır. Kontrol ve Deneme 3 guruplarındaki değerler mevcut çalışmalardaki değerlerle paralellik göstermiştir. Deneme 2 gurubundan elde edilen değerler ise literatürlerde bildirilen değerlerden yüksek çıkmıştır. Ayrıca, Deneme 3 gurubundaki balıkların sperm hareketlilik oranının Deneme 2 gurubundakine göre daha düşük çıkmasının nedeni; ilgili literatürde bildirilen n-3 serisi yağ asitlerinin fazla miktarda kullanılmasının olumsuz etkisine bağlanabilir.

Spermilerin hareketlilik süresi bakımından en yüksek değer Deneme 2 (760 sn) gurubunda sağlandı, bunu Deneme 3 (445 sn) ve Kontrol (400 sn) gurupları izledi. Bunun yanı sıra; Deneme 1 (270 sn) gurubu balıkların spermleri ise en düşük hareketlilik süresine sahip oldukları gözlemlendi. Dışarıdan n-3 serisi yağ asidi ilave edilmeyen yemle beslenen Deneme 1 grubu balıklarına ait hareketlilik süresi Kontrol, Deneme 2 ve Deneme 3 guruplarına göre önemli ($P<0.05$) derecede düşük bulundu. Morisawa vd., (1983) 25-30 sn; Billard ve Cosson (1986) 60 sn, Billard vd. (1987) 45-60 sn; Cosson vd. (1991) 20-25 sn; Boitano ve Omoto (1991) 35-45 sn; Miura vd. (1992) 60 sn; Mansour vd. (2009) 60-120sn olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada Kontrol ve Deneme guruplarındaki balıklardan sağlanan spermilerin hareketlilik süreleri belirtilen literatürlerde bildirilen mevcut değerlerden yüksektir. Bunun yanı sıra; %3 oranında n-3 serisi yağ asidi ilave edilen yemle beslenen Deneme 3 gurubu balıkların spermelerinin hareketlilik süresinin düşük çıkması yüksek oranda esansiyel yağ asitlerinin olumsuz etki yaptığı sonucuna varıldı.

4.5. Spermin Yağ Asidi ve Kolesterol Düzeyleri

Bu çalışmada, araştırma guruplarındaki balıklardan elde edilen spermelerin toplam n-3 ($\sum n-3$) serisi yağ asidi oranları %24,48-42,65 ve toplam n-6 ($\sum n-6$) serisi yağ asidi oranları ise %8,33-9,77 arasında bulundu. Bu spermelere ait toplam n-3 serisi yağ asitlerinin, toplam n-6 serisi yağ asitlerine oranının ($\sum n-3/\sum n-6$) ise 2,77-5,12 arasında olduğu tespit edildi. Araştırma guruplarındaki balıklara ait spermelerin $\sum n-3$ ve $\sum n-6$ serisi yağ asitlerine ait değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulundu ($P<0.05$).

Alabalık spermelerinin $\sum n-3$ ve $\sum n-6$ serisi yağ asidi düzeyleri ile $\sum n-3/\sum n-6$ oranı üzerine yapılan bir çalışmada; Muller vd. (2008), $\sum n-3$ serisi yağ asitlerini %10-30, $\sum n-6$ serisi yağ asitlerini %7-9 ve $\sum n-3/\sum n-6$ oranını ise 3,04-4,69 olarak bulmuşlardır. Mevcut çalışmada ise, Kontrol (%33.09), Deneme 2 (%33.30) ve Deneme 3 (%42.65) guruplarına ait balık spermelerinde belirlenen $\sum n-3$ serisi yağ asidi oranları Muller vd., (2008)

bildirdiği değerlerden yüksektir. Deneme 1 gurubundan elde edilen oran (%24.48) ise Muller vd., (2008)'nin bulgularıyla paralellik sağlamaktadır.

Araştırma gruplarındaki balıklara ait spermlerin kolesterol seviyeleri arttıka spermlerin kalite parametrelerinin de yükseldiği görülmüştür. Bu pozitif ilişki, Muller vd. (2008) tarafından da tespit edilmiştir.

4.6. Kullanılan Suyun Sıcaklık, pH ve znmş Oksijen Değerleri

Alabalıkların reme döneminde optimum su sıcaklık isteklerinin kulučka döneminde 8-12 °C ve pH'sının 6,5-8,5 aralığında olması, çözünmüş oksijen miktarının ise 8-10 mg/L'den az olmaması gerektiği bildirilmektedir (Sedgwick, 1978; Karaca, 1987). Bu çalışmada kullanılan kuyu suyunda yapılan ölçümler neticesinde elde edilen su sıcaklığı (9 ± 0.2 °C), pH (8 ± 0.3) ve çözünmüş oksijen (10.4 ± 0.2 mg/L) değerlerinin literatürlerde belirtilen optimum değerler aralığında bulunduğu, Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Tarımsal retim ve Geliřtirme Genel Müdürlüđü'nün Su rnleri Yetiřtiriciliđi Yönetmeliđine İlişkin Uygulama Esasları (2006-1) genelgesinde alabalık üretimi için belirlenmiş kriterlere uygun olduğu görülmüştür (Anonim, 2006).

5. ÖNERİLER

Ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan gökkuşuğu alabalığının anaç üretimine ve sperma verimliliğine ilişkin veriler oldukça sınırlıdır. Gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliğinin artışına paralel olarak yeterli sayıda ve kalitede yumurtaya ve dolayısıyla yüksek kalite ve miktarda spermaya olan ihtiyaç da artmaktadır. Türkiye’de özellikle büyük işletmeler kış veya yaz yumurtası adı altında yurt dışından gökkuşuğu alabalığı yumurtası teminine gitmektedirler. Kaliteli yavru balık üretimi ancak kaliteli anaç balıklara sahip işletmelerde, optimal şartlar altında, özellikle n-3 serisi yağ asitleri başta olmak üzere diğer besin madde düzeyleri bakımından da dengeli olan karma yemlerle anaçların uygun şekilde beslenmesi sonucu mümkün olmaktadır. Çünkü diğer balık türlerinde olduğu gibi, gökkuşuğu alabalığı anaçlarından verimli yumurta ve döl alımını da birçok faktör etkilemektedir. Bu kriterlerin başında ise anaçların beslenmesinde kullanılan yem ve içeriğindeki esansiyel yağ asidi düzeyleri gelmektedir. Anaç balıkların yeterli düzeyde n-3 serisi yağ asitlerini içeren yemlerle beslenmesi, yüksek miktarda ve kalitede sperma elde edilebilmesinde büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, anaç gökkuşuğu alabalığı yemine farklı oranlarda katılan n-3 serisi esansiyel yağ asitlerinin; balıkların sperma kalitesi üzerine olumlu etkileri tespit edildi. İncelenen parametreler bakımından en iyi sonuçlar Deneme 2 grubundan elde edildi. Bunu sırasıyla; Deneme 3 ve Kontrol grupları izledi. En düşük sonuçlar ise n-3 serisi esansiyel yağ asitleri ilave edilmeyen Deneme 1 grubundan sağlandı. Hepatosomatik indeks, sperma hacmi, sperm yoğunluğu, başlangıç hareketlilik oranı, %50’ye kadar yaşama süreleri, toplam yaşama süreleri, spermin toplam n-3 serisi yağ asidi ve kolesterol düzeyleri bakımından Kontrol ve Deneme grupları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu tespit edildi.

Bu çalışmada elde edilen verilerin ışığı altında, yüksek miktarda ve kalitede sperma elde etmek için; anaç gökkuşuğu alabalığı yemlerinin en az %2,2 oranında n-3 serisi esansiyel yağ asitlerini içermesi gerektiği sonucuna varıldı.

KAYNAKLAR

- Aas, G.H., Refstie, T. and Gjerde B.**, 1991, Evaluation of milt quality of Atlantic salmon, *Aquaculture*, 95, 125-32.
- Aksnes, A., Gjerde, B. and Ronald, S.O.**, 1986. Biological, chemical and organoleptic changes during maturation of farmed Atlantic salmon, *Salmo salar*, *Aquaculture*, **53**, 7-20.
- Anderson, A.J. and Arthington, A.H.**, 1989. Effect of dietary lipid on the fatty acid composition of silver perch (*Leiopotherapon bidyanus*) lipids, *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, **93** (3) 715-720.
- Ando, Y., Kotake, M. and Ota, T.**, 1997. Lipids and fatty acids in *Artemia nauplii* enriched with fish oil triacylglycerols containing docosahexaenoic acid in different positional distribution patterns, *Fisheries Sci.*, **63**, 605-609.
- APHA (American Public Health Association)**, 1985. Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. 16 th. Edition, Washington, 1268.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists)**, 1995. Official Methods of Analysis. 16 th Edn., *AOAC*, Arlington, V.A.
- Asturiano, J.F., Sorbera, L.A., Carrillo, M., Zanuy, S., Ramos, J., Navarro, J.C. and Bromage, N.**, 2001. Reproductive performance in male European sea bass *Dicentrarchus labrax*, L. fed two PUFA-enriched experimental diets: a comparison with males fed a wet diet, *Aquaculture*, **194**, 173-190.

- Atamanalp, M., Kocaman, E.M. ve Aras, S., 1996.** Farklı yaşlardaki gökkuşuğu alabalığı dişilerinin yumurta verimleri ve aynı yaştaki erkek balık sperması ile döllenmesinin bazı üreme özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması, *4. Ulusal Nükleer Tarım ve Hayvancılık Kongresi*, 25-27 Eylül, Bursa, 132- 142.
- Aydın, S. ve Akyurt, İ., 1993.** Farklı şartlarda yetiştirilen gökkuşuğu alabalığı sürüsü arasında çaprazlama çalışmaları, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **24(1)**, 119-141.
- Aydın, H. ve Çelebi, R., 2000.** Gökkuşuğu alabalığında damızlık yaşının yumurta verimi ve gelişimine etkisi, *Su Ürünleri Sempozyumu*, 20-22 Eylül, Sinop, 219-224.
- Ballestrazzi, R., Rainis, S. and Maxia, M., 2003.** The effect of dietary coconut oil on reproductive traits and egg fatty acid composition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture International*, **11**, 289-299.
- Ballestrazzi, R., Rainis, S. and Maxia, M., 2006.** The replacement of fish oil with refined coconut oil in the diet of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Ital. J. Anim. Sci.*, **5**, 155-164.
- Benau, D. and Turner, C., 1980,** Initiation, prolongation and reactivation of the motility of salmonid spermatozoa, *Gamete Research*, **3**, 247-57.
- Bell, M.V., Henderson, R.J., Pirie, B.J.S. and Sargent, J.R., 1985.** Effect of dietary polyunsaturated fatty acid deficiencies on mortality, growth and gill structure in the turbot, *Scophthalmus maximus*, *Journal of Fish Biology*, **26**, 181–191.
- Bell, J.G., Castell, J.D., Tocher, D.R., McDonald, F.M. and Sargent, J.R., 1995.** Effects of different dietary arachidonic acid: docosahexaenoic acid ratios on phospholipid fatty acid compositions and prostaglandin production in juvenile turbot, *Scophthalmus maximus*, *Fish. Physiol. Biochem.*, **14**, 139-151.

- Bell, M.V., McEvoy, L.A. and Navarro, J.C., 1996a.** Deficit of didocosahexaenoyl phospholipid in the eyes of larval sea bass fed an essential fatty acid deficient diet, *Journal of Fish Biology*, **49**, 941-952.
- Bell, M.V., Dick, J.R., Thrush, M. and Navarro, J.C., 1996b.** Decreased 20:4n-6/20:5n-3 ratio in sperm from cultured sea bass, *Dicentrarchus labrax*, broodstock compared to wild fish, *Aquaculture*, **144**, 189-199.
- Bell, M.V., Dick, J.R. and Buda, C.S., 1997.** Molecular speciation of fish sperm phospholipids: large amounts of dipolyunsaturated phosphatidylserine, *Lipids*, **32**, 1085-1091.
- Bessonart, M., Izquierdo, M.S., Salhi, M., Hernández-Cruz, C.M., Gonzalez, M.M. and Fernandez-Palacios, H., 1999.** Effect of dietary arachidonic acid levels on growth and survival of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) larvae, *Aquaculture*, **179**, 265-275.
- Billard, R. and Cosson, M.P., 1989.** Measurement of sperm motility in trout and carp, *In Aquaculture and Biotechnology in Progress*, European Aquaculture Society, Bredene, Belgium, 499-503.
- Billard, R. and Cosson, M.P., 1992.** Some problems related to the assessment of sperm motility in freshwater fish, *Journal of Experimental Zoology*, **261**, 122-31.
- Brauge, C., Corraze, G. and Medale, F., 1995,** Effect of dietary levels of lipid and carbohydrate on growth performance, body composition nitrogen excretion and plasma glucose levels in rainbow trout reared at 8 or 18 °C, *Elsevier/NRA, Reprod. Nutr. Dev.*, **35**, 277-290.
- Bromage, N. and Cumaranatunga, R., 1988.** Egg Production In The Rainbow Trout, *In Recent Advances in Aquaculture*, Vol. IV (eds J.F. Muir and R.J. Roberts), Croom Helm/Timber Press., London and Sydney/Portland, Oregon, 63-138.

- Bromage, N.**, 1988. Propagation and Stock Improvement, *In Intensive Fish Farming*, (Eds J., Shepherd and N. Bromage), *Blackwell Science*, Oxford, 103-50.
- Bromage, N., Shields, R., Basavaraja, N., Bruce, M., Young, C., Dye, J., Smith, P., Gillespie, M., Gamble, J. and Rana, K.**, 1994. Egg quality determinants in finfish: the role of overripening with special reference to the timing of stripping in the Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus*, *Journal of the World Aquaculture Society*, 25.
- Bromage, R.N. and Roberts, J.R.**, 1995. Broodstock Management and Egg Larval Quality, Blackwell Science Ltd., Cambridge, 1-75.
- Bromage, N., Jones, J., Randall, C., Thrush, M., Davies, B., Springate, J., Duston, J. and Barker, G.**, 1992. Brood stock management, fecundity, egg quality and the timing of egg production in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*, **100**, 141-166.
- Brooks, S., Tyler, C.R. and Sumpter, J.P.**, 1997. Egg quality in fish: what makes a good egg? Reviews in *Fish Biology and Fisheries*, **7**, 387-416.
- Bruce, M., Oyen, F., Bell, G., Asturiano, J.F., Farndale, B., Carrillo, M., Zanuy, S., Ramos, J. and Bromage, N.**, 1999. Development of broodstock diets for the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) with special emphasis on the importance of n-3 and n-6 highly unsaturated fatty acid to reproductive performance. *Aquaculture*, **177**, 85-97.
- Büyükhatoğlu, S. and Holtz, W.**, 1984. Sperm output in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) effect of age, timing and frequency of stripping and presence of females, *Aquaculture*, **37**, 63-71.
- Campbell, P.M., Pottinger, T.G. and Sumpter, J.P.**, 1992. Stress reduces the quality of gametes produced by rainbow trout, *Biology of Reproduction*, **47**, 1140-50.

- Carillo, M., Bromage, N., Zanuy, S., Serrano, R. and Prat, F.,** 1989. The effect of modifications in photoperiod on spawning time, ovarian development and egg quality in the sea bass (*Dicentrarchus labrax*), *Aquaculture*, **81**, 351-365.
- Carillo, M., Zanuy, S., Prat, F., Serrano, R. and Bromage, N.,** 1993. Environmental and hormonal control of reproduction in sea bass, *In Recent Advances in Aquaculture*, Vol. IV (eds J.F., Muir and R.J. Roberts), Blackwell Science, Oxford, 43-54.
- Chambeyron, F. and Zohar, Y.,** 1990, A diluent for sperm cryopreservation of gilthead sea bream *Sparus aurata*, *Aquaculture*, 90, 345-52.
- Chao, N.H., Tsai, H.P. and Liao, I.C.,** 1992, Short-term cryopreservation of sperm and sperm suspension of the grouper, *Epinephelus malabaricus* (Bloch and Schneider). *Asian Fisheries Science*, 5(1), 3-116.
- Chou, B.S. and Shiau, S.Y.,** 1999. Both n-6 and n-3 fatty acids are required for maximal growth of juvenile hybrid tilapia, *North America J. Aquaculture*, **61**, 13-20.
- Chu, F.L.E. and Ozkizilcik, S.,** 1995. Lipid and fatty acid composition of striped bass (*Morone saxatilis*) larvae during development, *Comp. Biochem. Physiol.*, **111 B**, 665-674.
- Company, R., Caldach-Giner, J.A., Kaushik, S.J. and Perez-Sanchez, J.,** 1999. Growth performance and adiposity in gilthead sea bream (*Sparus aurata*): Risks and benefits of high energy diets, *Aquaculture*, **171**, 279-292.
- Cosson, M.P., Billard, R., Gatti, J.L. and Christen, R.,** 1985, Rapid and quantitative assessment of trout spermatozoa motility using stroboscopy, *Aquaculture*, 46, 71-5.
- Cosson, M.P., Cosson, J. and Billard, R.,** 1991, cAMP dependence of movement initiation in intact and demembrated trout spermatozoa, *Proceeding of the Fourth International Symposium on the Reproductive Physiology of Fish*, University of East Anglia, Norwich, UK, 7-12/07/1991, pp. 262-4.

- Czesny, S. and Dabrowski, K.,** 1998. The effect of egg fatty acid concentrations on embryo viability in wild and domesticated walleye (*Stizostedion vitreum*), *Aquatic Living Resources*, **11**, 371-378.
- Çelik, M.,** 2000. Su sirkülasyonunun gökkuşuğu alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarında omega-3 yağ asitleri miktarına etkisi, *Turkish J. Vet. Anim. Sci.*, **24**, 605-607.
- Çelikkale, M.S.,** 1988. İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği, K.T.Ü. Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu, Fakülte Yayın No: 2, Trabzon, 419.
- Çelikkale, M.S.,** 1994. Alabalık Üretim Tekniği. İçsularda Balık Yetiştiriciliği ve Sorunları Semineri, M.P.M. Yayınları, No: 3.
- Çetinkaya, O.,** 1995. Balık Besleme, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 9, Van, 137s.
- De Silva, S.S. and Anderson, T.A.,** 1995. Fish Nutrition in Aquaculture, First Edition, Chapman and Hall, London, 319p.
- Devauchelle, N. and Coves, D.,** 1988. The Characteristic sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) eggs: Description, biochemical composition and hatching performances, *Aquatic Living Resource*, **1**, 223-230.
- Dublinsky, D.,** 1982, Sperm motility of northern pike and chain pickerel at various pH values, *Transactions of the American Fisheries Society*, **11**, 768-71.
- Emidio, F., Gomes, G.C. and Kaushik, S.,** 1993. Effects of dietary incorporation of a co-extruded plant protein (rapeseed and peas) on growth, nutrient utilization and muscle fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*, **113** (4), 339-353.

- Engin, V.**, 2008. Yeme Katılan Farklı Bitkisel Lipit Kaynaklarının Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792)'nın Büyüme, Yem Değerlendirme ve Et Kalitesine Etkileri, *Yüksek Lisans Tezi*, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 41s.
- Erkoçak, A.**, 1980. Özel Histoloji, Dolasım/Lenfatik/_ç Salgı/Üriner Genital ve Sinir Sistemleri. Ankara Üniversitesi Yayınları, 389, 270 s.
- Ersoy, E. ve Bayşu, N.**, 1986. Biyokimya Ders Kitabı, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Yayın No: 408, Ankara Üniversitesi Basımevi Ankara, 989s.
- Estay, F., Diaz, N.F., Neira, R. and Fernandez, X.**, 1994. Analysis of Reproductive Performance of Rainbow Trout in a Hatchery in Chile, *The Progressive Fish Culturist*, **55**, 244-249.
- Estevez, A. and Kanazawa, A.**, 1996. Fatty acid composition of neural tissues of normally pigmented and unpigmented juveniles of japanese ounder using Rotifer and Artemia enriched in n-3 HUFA, *Fisheries Sci.*, **62**, 88-93.
- Estevez, A., Ishikawa, M. and Kanazawa, A.**, 1997. Effects of arachidonic acid on pigmentation and fatty acid composition of Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus* (Temminck and Schlegel), *Aquacult. Res.*, **28** (4), 279-289.
- Estevez, A., McEvoy, L.A., Bell, J.G. and Sargent, J.R.**, 1999. Growth, survival, lipid composition and pigmentation of turbot (*Scophthalmus maximus*) larvae fed live-prey enriched in Arachidonic and Eicosapentaenoic acids, *Aquaculture*, **180** (3-4), 321-343.
- Evans, R.P., Parrish, C.C., Brown, J.A. and Davis, P.J.**, 1996. Biochemical composition of eggs from repeat and first-time spawning captive Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*), *Aquaculture*, **139**, 139-149.

- Finn, R.N., Henderson, R.J. and Fyhn, H.J.**, 1995. Physiological energetics of developing embryos and larvae of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) II. Lipid metabolism and enthalpy balance, *Marine Biology*, **124**, 371-379.
- Fremont, L., Leger, C., Petridou, B. and Gozzelino, M.T.**, 1984. Effect of polyunsaturated fatty acid deficient diet on profiles of serum vitellogenin and lipoprotein in vitellogenic trout (*Salmo gairdneri*), *Lipids*, **19** (7), 522- 528.
- Fraser, A.J., Gamble, J.C. and Sargent, J.R.**, 1988. Changes in lipid content, lipid class composition, and fatty acid composition of developing eggs and unfed larvae of cod (*Gadus morhua*), *Mar. Biol.*, **99**, 307-313.
- Furuita, H., Tanaka, H., Yamamoto, T., Shiraishi, M. and Takeuchi, T.**, 2000. Effects of n-3 HUFA levels in broodstock diet on the reproductive performance and egg and larval quality of the Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*, *Aquaculture*, **187**, 387-398.
- Furuita, H., Tanaka, H., Yamamoto, T., Suzuki, N. and Takeuchi, T.**, 2002. Effects of high levels of n-3 HUFA in broodstock diet on egg quality and egg fatty acid composition of Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*, *Aquaculture*, **210**, 323-333.
- Furuita, H., Ohta, H., Unuma, T., Tanaka, H., Kagawa, H., Suzuki, N. and Yamamoto, T.**, 2003. Biochemical composition of eggs in relation to egg quality in the Japanese eel, *Anguilla japonica*, *Fish Physiology and Biochemistry*, **29**, 37-46.
- Gerking, S.**, 1982. The sensitivity of reproduction in fish to stressful environmental condition, *In Reproductive Physiology of Fish*, Pudoc Press, The Netherlands, 224-228.
- Gillet, C.**, 1991. Egg production in an Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) broodstock: effects of temperature on the timing of spawning and the quality of the eggs, *Aquatic Living Resources*, **4**, 109-116.

- Gisbert, E., Williot, P. and Castello-Orvay, F.,** 2000. Influence of egg size on growth and survival of early stages of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) under small scale hatchery conditions, *Aquaculture*, **183**, 83-94.
- Goryczko, K. and Tomasik, L.,** 1975, an influence of males on the variability and fertilization degree of trout eggs, *Acta Ichthology and Pisciculture*, **5**, 3-11.
- Güner, Y. ve Tekinay, A. A.,** 2002. Ege Bölgesi'nde ticari bir işletmedeki gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, walbaum, 1792) anaçlarının yumurta verimi ve yavrularının büyüme özelliklerinin araştırılması, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, **19** (3-4), 359-369.
- Gür, S. ve Köprücü, K.,** 1999. Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W.)'nin spermatolojik özelliklerindeki değişimler, *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, **13** (3), 379-383.
- Haliloğlu, H.İ., Aras, N.M. and Yetim, H.,** 2002. Comparison of Muscle Fatty Acids of Three Trout Species (*Salvelinus alpinus*, *Salmo trutta fario*, *Oncorhynchus mykiss*) Raised under the Same Conditions, *Turkish J. Vet. Anim. Sci.*, **26**, 1097-1102.
- Haliloğlu, H.İ., Aras, N.M., Yanık, T., Atamanalp, M. and Kocaman, E.M.,** 2003. Investigation of changes in fatty acid composition at early development stages of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Turkish J. Vet. Anim. Sci.*, **27**, 1105-1109.
- Halver, J.E.,** 1972. Fish Nutrition, Academic Press Inc., New York, 723p.
- Hardy, R.,** 1985. Salmonid Broodstock Nutrition, In Salmonid Reproduction, (eds R. Iwamoto and S.Sower), Washington Sea Grant Programme, University of Washington, Seattle, 98-108.

- Harel, M., Tandler, A. and Kissil, G.W.**, 1992. The kinetics of nutrient incorporation into body tissues of gilthead seabream *S. aurata* females and subsequent effects on egg composition and egg quality, *Isr. J. Aquacult. Bamidgeh* **44** (4), 127.
- Haşimoğlu, S. ve Aksoy, A.**, 1977. Rasyon Hesaplama Metotları ve Yemleme Prensipleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Yayın No: 224, Erzurum, 439s.
- Higgs, D.A., Dosanjh, B.S., Plotnikoff, M.D., Markert, J.R., Lawseth, D., McBride, J.R. and Buckley, J.T.**, 1992. Influence of dietary protein to lipid ratio and lipid composition on the performance and marine survival of hatchery reared chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*), *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada*, **92**, 3, 46-48.
- Hines, R. and Yashouw, A.**, 1971, Some environmental factors influencing the activity of spermatozoa of *Mugil capito* Cuvier, a grey mullet, *Journal of Fish Biology*, 3, 123-7.
- Hoşsu, B. ve Korkut, A.Y., Fırat, A.**, 2003. Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I (Balık Besleme Fizyolojisi ve Biyokimyası), Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No: 50, Bornova, İzmir, 276s.
- Ibeas, C., Cejas, J., Gomez, T., Jerez, S. and Lorenzo, A.**, 1996. Influence of dietary n-3 highly unsaturated fatty acids levels on juvenile gilthead seabream (*Sparus aurata*) growth and tissue fatty acid composition, *Aquaculture*, **142**, 221-235.
- Izquierdo, M.S.**, 1996. Essential fatty acid requirements of cultured marine fish larvae, *Aquaculture Nutrition*, **2**, 183-191.
- Izquierdo, M.S., Fernandez-Palacios and H., Tacon, A.G.J.**, 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish, *Aquaculture*, **197**, 25-42.
- Jobling, M.**, 1994. Fish Bioenergetics, Chapman & Hall, London, 294p.

- Jones, J. and Bromage, N.**, 1987. The influence of ration size on the reproductive performance of female rainbow trout, *In Reproductive Physiology of Fish* (eds D. Idler, L. Crim and J. Walsh), Marine Science Laboratory. St. Johns. Newfoundland, 202p.
- Jonsson, B. and Svavarsson, E.**, 2000. Connection between egg size and early mortality in arctic charr, *Salvelinus alpinus*, *Aquaculture*, **187**, 315-317.
- Kamler, E., Zuromska, H. and Nissinen, T.**, 1982. Bioenergetical evaluation of environmental and physiological factors determining egg quality and growth in *Coregonus albula* (L.), *Polskie Archiwum Hydrobiologie*, **29**, 71-121.
- Kayali, H., Satiroglu, G., Tasyürekli, M.**, 1992. İnsan Embriyolojisi. Tıp Dizisi 2, 29, İstanbul, 312 s.
- Kennedy, S.R., Bickerdike, R., Berge, R.K., Dick, J.R. and Tocher, D.R.**, 2007. Influence of conjugated linoleic acid (CLA) or tetradecylthioacetic acid (TTA) on growth, lipid composition, fatty acid metabolism and lipid gene expression of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*, **272**, 489-501.
- Khorevin, L.D.**, 1988. Production and qualitative characteristics of semen in autumn Chum salmon, *J. Ichthyol.*, **28** (3), 46-51.
- Kiesling, A., Pickova, J., Johansson, L., Asgard, T., Storebakken, T. and Kiessling, K.H.**, 2001. Changes in fatty acid composition in muscle and adipose tissue of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age, *Food Chemistry*, **73**, 271-284.
- Kjorsvik, E., Mangor-Jensen, A. and Holmefjord, I.**, 1990. Egg quality in fishes, *Advances in Marine Biology*, **26**, 71-113.

- Knutsen, G.M. and Tilseth, S.,** 1985. Growth, development and feeding success of Atlantic cod larvae *Gadus morhua* related to egg size, *Transactions of American Fisheries Society*, **114**, 507-511.
- Kocaman, E.M. ve Akyurt, İ.,** 1993. Aynı yaştaki dişi gökkuşığı alabalıkları ile farklı yaşlardaki erkek balıklar arasında yapılan çiftleştirmenin bazı üreme özelliklerine ve yavruların büyüme özellikleri üzerine etkileri, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **1** (24), 142-158.
- Koven, W.M., Tandler, A., Sklan, D. and Kissil, G.W.,** 1993. The association of eicosapentaenoic and docosaheptaenoic acids in the main phospholipids of different-age *Sparus aurata* larvae with growth, *Aquaculture*, **116**, 71-82.
- Köprücü, K. ve Gür, S.,** 1999. Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W.)'nin sperma ve yumurta kalitesinin döl verimi üzerine etkisi, *Hayvancılık Araştırma Dergisi*, **9** (1-2), 81-86.
- Kruger, J.C.de W., Smit, G.L., Van Vuren, J.H.J. and Ferreira, J.T.,** 1984, Some chemical and physical characteristics of the semen of *Cyprinus carpio* (L.) and *Oreochromis mossambicus* (Peters), *Journal of Fish Biology*, **24**, 263-72.
- Lavens, P., Lebegue, E., Jaunet, H., Brunel, A., Dhert, P.H. and Sorgeloos, P.,** 1999. Effect of dietary essential fatty acids and vitamins on egg quality in turbot broodstocks, *Aquaculture International*, **7**, 225-240.
- Li, Y., Chen, W., Sun, Z., Chen, J. and Wu, K.,** 2005. Effects of n-3 HUFA content in broodstock diet on spawning performance and fatty acid composition of eggs and larvae in *Plectorhynchus cinctus*, *Aquaculture*, **245**, 263-272.
- Lie, O., Mangor-Jensen, A. and Hemre, G.I.,** 1993. Broodstock nutrition in cod (*Gadus morhua*) effect of dietary fatty acids, *Fiskeridir*, Skr., Ser. Ernaer., **6**, 11- 19.

- Linhart, O., Billard, R. and Proteau, J.P.**, 1992, Cryopreservation of European catfish *Silurus glanis* L. Spermatozoa, *Aquaculture*, 115, 347-59.
- Lovell, T.**, 1989. Nutrition and Feeding of Fish, An. AVI Book, Published by Van Nostrand Reinhold, New York, 260p.
- Lovell, T.**, 1998. Nutrition and Feeding of Fish, Second Edition, Kluwer Academic Publishers, London, 261p.
- Mac, M.J., Edsal, C.C. and Seelye, J.G.**, 1985. Survival of Lake Trout Eggs and Fry Reared in Water from the Upper Great Lakes, *J. Great Lakes Res.*, **11** (4), 520- 529.
- McAndrew, B.J., Rana, K. and Penman, D.J.**, 1993, Conservation and preservation of genetic variation in aquatic organisms, In Recent Advances in Aquaculture, Vol, IV (eds J.F. Muiet and R.J. Roberts), Blackwell Science, Oxford, pp. 295-336
- Memiş, D. and Gün, H.**, 2004. Effects of different diets on the growth performance, gonad development and body composition at first sexual maturity of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Turkish Journal Vet. Anim. Sci.*, **28**, 315-322.
- McEvoy, L., A.**, 1984. Ovulatory rhythms and over-ripening of eggs in cultivated turbot, *Scophthalmus maximum* L., *Journal of Fish Biology*, **24**, 437-48.
- Mattson, N.S. and Riple, T.H.**, 1989. Metomidate, a better anaesthetic for cod (*Gadus morhua*) in comparison with benzocain, MS-222, choloro butanol and phenoxyethanol, *Aquaculture*, **83**, 89-94.
- Menoyo, D., Lopez-Bote, C.J., Obach, A. and Bautista, J.M.**, 2005. Effect of dietary fish oil substitution with linseed oil on the performance, tissue fatty acid profile, metabolism, and oxidative stability of Atlantic salmon, *J. Anim. Sci.*, **83**, 2853-2862.

- Morisawa, M., Suzuki, K.**, 1980, Osmolality and potassium ion: their roles in initiation of sperm motility in teleosts, *Science*, 210, 1145-6.
- Morisawa, M. and Morisawa, S.**, 1985, Acquisition and initiation of sperm motility, In *Controls of Sperm Motility: Biological and Clinical Aspects*, CRC Press. Boca Raton, FL., pp. 137-51.
- Moruente, G. and Odriozola, J.M.**, 1990. Effect of broodstock diets on lipid classes and their fatty acid composition of larvae of gilthead seabream (*Sparus aurata*), *Fish Physiol. and Biochem.*, **8** (2), 103-110.
- Mourete, G., Rodríguez, A., Grau, A. and Pastor, E.**, 1999. Utilization of lipid by *Dentex dentex* L. (Osteichthyes, Sparidae) larvae during lecitotrophia and subsequent starvation, *Fish Physiology and Biochemistry*, **21**, 45-48.
- Munkittrick, K.R. and Moccia, R.D.**, 1987. Seasonal changes in the quality of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) semen: Effect of a delay in stripping on spermatozoa, motility, volume and seminal plasma constituents, *Aquaculture*, **64** (2), 147-156.
- Nassour, I. and Leger, C.L.**, 1989. Deposition and mobilization of body fat during sexual maturation in female trout *Salmo gairdneri* R, *Aquatic Living Resources*, **2**, 153-159.
- Navarro, J.C., McEvoy, L.A., Bell, M.V., Amat, F., Hontoria, F. and Sargent, J.R.**, 1997. Effect of different dietary levels of docosahexaenoic acid (DHA, 22:6n-3) on the DHA composition of lipid classes in sea bass larvae eyes, *Aquaculture International*, **5**, 509-516.
- Navarro, J.C., Henderson, R.J., McEvoy, L.A., Bell, M.V. and Amat, F.**, 1999. Lipid conversion during enrichment of Artemia, *Aquaculture*, **174**, 155-166.
- NRC (National Research Council)**, 1990. Nutrient Requirement of Coldwater Fishes, National Academy Press, Third Printing, Washington D.C., 63 p.

- NRC (National Research Council)**, 1999. Nutrient Requirements of Fish, National Academy Press, Washington D.C., 114 p.
- Ostrowski, A.C. and Divakaran, S.**, 1991. Energy Substrates for eggs and prefeeding larvae of the dolphin *Coryphaena hippurus*, *Marine Biology*, **109**, 149-155.
- Otha, M. and Watanabe, T.**, 1996. Energy requirements for maintenance of body weight and activity and for maximum growth in rainbow trout, *Fisheries Science*, **62** (5), 737-744.
- Palacios, H.F., Izquierdo, M.S., Robaina, L., Valencia, A., Salhi, M. and Vergara, J.**, 1995. Effect of n-3 HUFA level in broodstock diets on egg quality of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.), *Aquaculture*, **132** (3-4), 325-337.
- Peres H. and Olivia-Teles A.**, 1999. Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilisation by European sea bass juveniles (*Dicentrarchus labrax*), *Aquaculture*, **179**, 325-334.
- Pickova, J., Dutta, P., Larsson, P.O. and Kiessling, A.**, 1997. Early embryonic cleavage pattern, hatching success and egg-lipid fatty acid composition: Comparison between two cod stocks (*Gadus morhua*), *Can. J. of Fish. and Aquat. Sci.*, **54**, 2410-2416.
- Piironen, J. and Hyvarinen, H.H.**, 1983, Cryopreservation of spermatozoa of the hitefish *Coregonus muksun* Pallas, *Journal Fish Biology*, **22**, 159-64.
- Polat, A. and Beklevik, G.**, 1999. Deniz balıkları larvalarının beslenmesinde n-3 serisi yağ asitlerinin önemi ve son gelişmeler, *Turkish J. Of Veterinary and Animal Sciences*, **23** (3), 525-530.
- Rainuzzo, J.R., Reitan, K.I. and Jorgensen, L.**, 1992. Comparative study on the fatty acid and lipid composition of four marine fish larvae, *Comp. Biochem. Physiol.*, **103** B, 21-26.

- Rainuzzo, J.R., Reitan, K.I., Jorgensen, L. and Olsen, Y.,** 1994. Lipid composition in turbot larvae fed live feed cultured by emulsion of different lipid classes, *Comp. Biochem. and Physiol.*, **107** (4), 699-710.
- Rana, K.J.,** 1995, Cryopreservation of fish spermatozoa, In Cryopreservation and Freeze Drying Protocols, The Humana Press Inc, New Jersey.
- Rinchar, J., Czesny, S. and Dabrowski, K.,** 2007. Influence of lipid class and fatty acid deficiency on survival growth and fatty acid composition in rainbow trout juveniles, Science Direct, *Aquaculture*, **264**, 363-371.
- Robitaille, P.M.L., Munford, K.G. and Brown, G.,** 1987, ³¹P nuclear magnetic resonance study of trout spermatozoa at rest, after motility and during short-term storage, *Biochemistry and Cell Biology*, **65**, 474-85.
- Ronnestad, I., Koven, W.M., Tandler, A., Harel, M. and Fyhn, H.J.,** 1994. Energy metabolism during development of eggs and larvae of gilthead sea bream (*Sparus aurata*), *Mar. Biol.*, **120**, 187-196.
- Ronnestad, I., Koven, W.M., Tandler, A., Harel, M. and Fyhn, H.J.,** 1998. Utilization of yolk fuels in developing eggs and larvae of European seabass (*Dicentrarchus labrax*), *Aquaculture*, **162**, 157-170.
- Rouhonen, K., Vielma, J. and Grove, D.J.,** 1998. Growth and food utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed low-fat herring and dry diets enriched with fish oil, *Aquaculture*, **163**, 275-281.
- Quellet, P., Lambert, Y. and Berube, I.,** 2001. Cod egg characteristics and viability in relation to low temperature and maternal nutritional condition, *ICES Journal of Marine Science*, **58**, 672-686.

- Sandnes, K., Ulgenes, Y., Braekkan, O.R. and Utne, F., 1984.** The effect of askorbic acid supplementation in broodstock feed on reproduction of rainbow trout (*Salmo gairdneri*), *Aquaculture*, **43**, 166-177.
- Salhi, M., Izquierdo, M.S., Hernandez-Cruz, C.M., Gonzales, M. and Fernandez-Palacios, H., 1994.** Effect of lipid and n-3 HUFA levels in microdiets on growth, survival and fatty acid composition of larval gilthead seabream (*Sparus Aurata*), *Aquaculture*, **24**, 275-282.
- Salhi, M., Hernandez-Cruz, C.M., Bessonart, M., Izquierdo, M.S. and Fernandez-Palacios, H., 1999.** Effect of different dietary polar lipids levels and different n-3 HUFA content in polar lipids on the gut and liver histological structure of seabream (*Sparus Aurata*) larvae, *Aquaculture*, **179**, 253-263.
- Sargent J.R., Henderson R.J. and Tocher D.R., 1989.** The Lipids, 153–218. *In*: Halver J.E. (ed.) *Fish nutrition*, 2nd edn. Academic Press, San Diego, CA.
- Sargent, J.R., Bell, M.V., Henderson, D.R. and Tocher, D.R., 1990.** Polyunsaturated fatty acids in marine and terrestrial food webs, *In Comparative Physiology*, Vol. 5 (eds R. Kinne et al.), S. Karger, Basel, Switzerland, 11-23.
- Sargent, J.R., Bell, J.G., Bell, M.V., Henderson, R.J. and Tocher, D.R., 1995a.** Origin and functions of n 3 polyunsaturated fatty acids in marine organisms, 248-259. In G. Ceve and F. Paltauf (Eds.), *Phospholipids: Characterization, Metabolism and Novel Biological Applications* Am. Oil Chem. Soc. Press, Champaign, II, USA.
- Sargent, J.R., Bell, J.G., Bell, M.V., Henderson, R.J. and Tocher, D.R., 1995b.** Dietary origins and functions of longchain (n-3) polyunsaturated fatty acids in marine fish, *J. Mar. Biotechnol.*, **3**, 26-28.
- Sargent, J.R., Mcevoy, L.A. and Bell, J.G., 1997.** Requirements, presentation and sources of polyunsaturated fatty acids in marine fish larval feeds, *Aquaculture*, **155**, 117-127.

- Sargent, J. R., Toche D. R. and Bell, J. G.,** 2002. The Lipids. In: J. E. Halver & R. W. Hardy, editors, *Fish nutrition*, 3rd ed., San Diego, Academic Pres., 182-257.
- Schlenk, W. and Kahmann,** 1938, The chemical composition of seminal fluids and their physiological importance study with trout sperm, *Biochemical Zoology*, German, 295, 283-301.
- Shields, R.J., Brown, N.P. and Bromge, N.R.,** 1997. Blastomere morphology as a predictive measure of fish egg viability, *Aquaculture*, **155**, 1-12.
- Silversand, C., Norberg, B. and Haux, C.,** 1996. Fatty-acid composition of ovulated eggs from wild and cultured turbot (*Scophthalmus maximus*) in relation to yolk and oil globule lipids, *Mar. Biol.*, **125**, 269-278.
- Springate, J., Bromage., N., Elliott, J.A.K. and Hudson, D.L.,** 1984. The timing of ovulation and stripping and the effects on the rates of fertilization and survival to eying, hatch and swim-up in the rainbow trout (*Salmo gairdneri* L.), *Aquaculture*, **43**, 313-22.
- Suquet, M., Omnes, M.H., Normant, Y. and Fauvel, C.,** 1992, Assessment of sperm concentration and motility in turbot *Scophthalmus maximus*, *Aquaculture*, 101, 177-85.
- Sumpter, J.P., Carragher, J., Pottingher, T.G. and Pickering, A.D.,** 1987. The interaction of stress and reproduction in trout, *Proceedings of the 3rd International Symposium on the Reproductive Physiology of Fish*, Newfoundland, 299-302.
- Takeuchi, T., Shiina, Y. and Watanabe, T.,** 1991. Suitable protein and lipid levels in diet for fingerlings of red sea bream, *Pagrus major*, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **58**, 509-514.

- Takeuchi, T., Shiina, Y., Watanabe, T., Sekiya, S. and Imaizumi, K.,** 1992. Suitable levels of n-3 highly unsaturated fatty acids in diet for fingerlings of yellowtail, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **58** (7), 1341-1346.
- Tandler, A., Harel, M., Koven, W.M. and Kolkovsky, S.,** 1995. Broodstock and larvae nutrition in gilthead seabream *Sparus aurata* new findings on its involvement in improving growth, survival and swim bladder inflation, *Isr. J. Aquacult. Bamidgeh* **47**, 95-111.
- Tinoco, J.,** 1982. Dietary requirements and functions of α -linolenic acid in animals, *Prog. Lipid Res.*, **21**, 1-45.
- Thrope, J.E., Miles, M.S. and Keay, D.S.,** 1984. Developmental rate, fecundity and egg size in Atlantic salmon, *Salmo salar* L, *Aquaculture*, **43**, 313-332.
- Tocher, D.R. and Sargent, J.R.,** 1984. Studies on triacylglycerol, wax ester and sterol ester hydrolases in intestinal caeca of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed diets rich in triacylglycerols and wax esters, *Com. Biochem. Physiol.*, **77 B** (3), 561-571.
- Tocher D.R., Fraser A.J., Sargent J.R. and Gamble J.C.,** 1985a. Fatty acid composition of phospholipids and neutral lipids during embryonic and early larval development in Atlantic herring (*Clupea harengus*, L.), *Lipids*, **20** (2), 69-74.
- Tocher, D.R., Fraser, A.J., Sargent, J.R. and Gamble, J.C.,** 1985b. Lipid class composition during embryonic and early larval development in Atlantic herring (*Clupea harengus* L.), *Lipids*, **20**, 84-89.
- Trenzado, C.E., Higuera, M. and Morales, A.E.,** 2007. Influence of dietary vitamins E and C and HUFA on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) performance under crowding conditions, *Science Direct, Aquaculture*, **263**, 249-258.

- Uysal, İ. ve Albaz, A.,** 2003, Abant alabalığı ile gökkuşuğu alabalığı yumurtalarının dölleme, gözlenme, larva çıkış ve yaşama oranlarının karşılaştırılması, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **20** (1-2), 95-101.
- Vassallo-Agius, R., Watanabe, T., Yoshizaki, G., Satoh, S. and Takeuchi, Y.,** 2001. Quality of eggs and spermatozoa of rainbow trout fed and n-3 essential fatty acid-deficient diet and its effects on the lipid and fatty acid components of eggs, semen of livers, *Fisheries Science*, **67**, 818-827.
- Vazquez, R., Gonzalez, S., Rodriguez, A. and Mourente, G.,** 1994. Biochemical composition and fatty acid content of fertilized eggs, yolk sac stage larva and first-feeding larvae of the Senegal sole (*Solea senegalensis* Kaup), *Aquaculture*, **119**, 273-286.
- Watanabe, T.,** 1982. Lipid Nutrition in Fish, *Comp. Biochem. Physiol.*, **73 B**, 3-15.
- Watanabe, T., Takeuchi, T., Saito, M. and Nishumura, K.,** 1984. Effect of low protein high calorie or essential fatty acid deficiency diet on reproduction of rainbow trout, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **50** (7), 1207-1215.
- Watanabe, T.,** 1985. Importance of the study of broodstock nutrition for further development of aquaculture, *In Nutrition and Feeding of Fish*, (Eds: C. Cowey, A. Mackie and J. Bell), Academic Press, London, 395-414.
- Watanabe, T., Izquierdo, M.S., Takeuchi, T., Satoh, S. and Kitajima C.,** 1989. Comparison between eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids in larval red seabream, *Nippon Suisan Gakkaishi*., **55** (9), 1636-1640.
- Watanabe, T.,** 1993. Importance of docosahexaenoic acid in marine larval fish, *J. World Aquacult. Soc.*, **24** (2), 152-161.

- Yıldız, M. and Şener, E.,** 1997. Effect of dietary supplementation with soybean oil, sunflower oil or fish oil on the growth of seabass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758), *Proceedings of the Workshop of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM)*, Jointly Organized by CIHEAM, FAO and IEO Mazarron (Spain), 24-26 June 1996. Eds: A. Tacon, B. Basurco., 225-233.
- Yıldız, M., Şener, E. ve Fenerci, S.,** 2000. Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ve deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*)'nin yağ asidi ihtiyacı ve vücut yağı kompozisyonu, *Su Ürünleri Sempozyumu, 20-22 Eylül, Sinop*, 574-587.
- Yıldız, M. and Şener, E.,** 2004. The effect of dietary oils of vegetable origin on the performance, body composition and fatty acid profiles of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) juveniles, *Turkish. J. Vet. Anim. Sci.*, **28**, 553-562.
- Yıldız, M., Şener, E. and Gün, H.,** 2006. Effect of refrigerated storage on filet lipid quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W.) fed a diet containing different levels of DL alfa-tocopherol acetat, *Turkish J. Vet. Anim. Sci.*, **30**, 143-150.
- Zaho, Y.C. and Brown, J.A.,** 2001. Impacts of egg size and larval size on survival and growth of Atlantic cod under different feeding conditions, *Journal of Fish Biology*, **59**, 569-581.