

KARADENİZ KALKAN BALIĞINDA (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758)
YUMURTA KALİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ

Serpil YAVUZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ
ANABİLİM DALI

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARADENİZ KALKAN BALIĞINDA (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758) YUMURTA
KALİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ

SERPİL YAVUZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ
ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
PROF. DR. RECEP BİRCAN

SİNOP – 2011

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma, jürimiz tarafından 01/08/2011 tarihinde yapılan sınav ile Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.


Başkan : Prof. Dr. Recep BİRCAN



Üye : Yrd. Doç. Dr. Orhan ARAL



Üye : Yrd. Doç. Dr. Süleyman ÖZDEMİR



ONAY :

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.

03.08/2011

Doç. Dr. Hünkar Avni DUYAR
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



KARADENİZ KALKAN BALIĞINDA (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758) YUMURTA KALİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ

ÖZET

Bu çalışmada, Karadeniz kalkan balığında (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758) yumurta kalitesini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu sebeple, 32 gün (21 Nisan- 23 Mayıs 2011 tarihleri arasında) süreyle yürütülen çalışmada 8 yaşında, 4 adet damızlık Karadeniz kalkan balığının üreme döneminin farklı evrelerine ait yumurtaların, yağ asidi kompozisyonları, döllenme ve larva çıkış oranları ve yaşama oranları karşılaştırılmıştır.

Üreme sezonunun başı, ortası ve sonundaki yumurta partilerinin döllenme oranları sırasıyla, % 54.91±5.90 , % 60.36±1.61 , % 71.69±1.56 olarak tespit edilmiş ve partiler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir (p<0.05). Larva çıkış oranları sırasıyla, % 34.67, % 42.22 ve % 84.41 olarak belirlenmiş ve partiler arasındaki fark istatistiki olarak önemli tespit edilmiştir (p<0.05). Yaşama oranları ise sırasıyla, % 2.86±1.31, % 12.34±1.29 ve % 11.14±2.90 olarak hesaplanmış ve partiler arasındaki yaşama oranının istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Toplam doymuş yağ asit (SAFA) miktarları sırasıyla, % 23.65±0.44, % 18.89±0.49 ve % 22.77±0.56 olarak saptanmış, ilk ve orta partiler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir (p<0.05). Toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarı sırasıyla % 22.78±0.27, % 20.44±0.30, %21.21±0.57 olarak tespit edilmiş ve partiler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu (p<0.05) görülmüştür.

Sonuç olarak partilerin yağ kompozisyonları arasındaki fark önemli olsa da bu parametre yumurta kalite kriteri olarak kullanılamayabilir. Ancak döllenme ve larva çıkış oranı sezon boyunca sürekli bir artış göstermiştir. Döllenme ve larva çıkış oranı sezon sonunda en yüksek olmasına rağmen yaşama oranının sezon ortasında daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu sebeple, döllenme ve larva çıkış oranı yumurta kalite kriteri olarak değerlendirildiğinde sezon sonunda, yaşama oranı esas alındığında ise sezon ortasında bırakılan yumurtaların yüksek kalitedeki yumurtalar olduğu söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Kalkan balığı (*Psetta maxima*), yumurta kalitesi, yağ asidi kompozisyonu, yaşama oranı, döllenme oranı, larva çıkış oranı

EXAMINATION OF PARAMETERS THAT AFFECT THE EGG QUALITY OF BLACK SEA TURBOT (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758)

ABSTRACT

In this study, determination of the parameters that affect the egg quality of Black Sea turbot (*Psetta maxima*) was aimed. Therefore the fatty acid compositions, fertilization and hatching rate and survival rate of the eggs of different spawning seasons from 8-year old 4 captive Black Sea turbot were compared.

Fertilization rates of first, middle and the end of the spawning seasons were determined as 54.91 ± 5.90 % , 60.36 ± 1.61 % , 71.69 ± 1.56 % , respectively and that these values were significantly different ($p < 0.05$). hatching rates were determined as 34.67 % , 42.22 ve 84.41 % and the difference between spawning seasons were significant ($p < 0.05$). Survival rate were calculated as 2.86 ± 1.31 % , 12.34 ± 1.29 % ve 11.14 ± 2.90 % and the difference between seasons were determined statistically significant ($p < 0.05$). Total saturated fatty acids (SAFA) were calculated as 23.65 ± 0.44 % , 18.89 ± 0.49 % ve 22.77 ± 0.56 % in first, middle and last of the spawning seasons and the difference between first and the middle seasons were significant ($p < 0.05$). Total polyunsaturated fatty acids were determined as 22.78 ± 0.27 % , 20.44 ± 0.30 % , 21.21 ± 0.57 % , respectively and the differences between seasons were determined as statistically significant ($p < 0.05$).

As a result, although the difference between the fatty acid composition of the spawning seasons were determined as important, this parameter may not be used as a egg quality criteria. Although fertilization and hatching ratio increased throughout the spawning season, survival rate was determined as the highest in the middle of the season. Therefore, it can be said that, when the fertilization and hatching ratios were considered as egg quality criterias, the eggs taken in the last season may have high quality. When the survival rate was considered, eggs taken in the middle of the season have high quality.

Key words: Turbot (*Psetta maxima*), egg quality, fatty acid composition, survival rate, fertilization rate, hatching rate

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında yardımını ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Recep BİRCAN'a, denemenin düzenlenmesinde, uygulanmasında ve laboratuvar analizlerinin yapılmasında hiçbir fedakarlıktan çekinmeyen başta Enstitü Müdürü Sayın Dr. Atilla ÖZDEMİR Bey olmak üzere, Dr. Gülnur ÖZDEMİR, Hamza POLAT, İlhan AYDIN, Ercan KÜÇÜK, Sebahattin KUTLU, Gülsüm BALÇIK MISIR, Özlem GÜL ve emeği geçen tüm personele, hocalarım Doç. Dr. M. Emin ERDEM, Yrd. Doç. Dr. Orhan ARAL, Yrd. Doç. Dr. Süleyman ÖZDEMİR ve Yrd. Doç. Dr. Funda ÜSTÜN, Arş. Gör. Gaye DOĞAN'a, arkadaşlarım Ayşe PARLAK, İrfan KESKİN, Elif Seda GÜRCAN, Arzu ÇAM, Can ERK, Olcay KIRIKOĞLU, Gülçin SEYHAN, Kezban OKUYAN ve Mücahit KÜÇÜK'e, maddi ve manevi olarak her zaman desteklerini gördüğüm değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER ve ÇİZELGELER LİSTESİ	vi
SEMBOLLER ve KISALTMALAR LİSTESİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
1.1.Kalkan Balığının Sistematikteki Yeri	3
1.2.Morfolojisi ve Anatomisi	3
1.3.Dağılımı ve Biyolojisi	4
1.4.Üreme Özellikleri	5
1.5.Ekonomik Önemi	7
1.6.Yağ Asitleri	8
1.6.1. Deniz Balıklarında Yağ Asitleri	10
1.7.Yumurta Kalitesi	11
3. LİTERATÜR ÖZETİ	13
4. MATERYAL VE YÖNTEM	17
4.1. Materyal	17
4.1.1. Araştırmanın Yapıldığı Yer	17
4.1.2. Araştırmada Kullanılan Anaçlar	17
4.1.3. Kullanılan Deniz Suyu	18
4.1.4. Anaçların Muhafaza Edildiği Tanklar ve Kullanılan Malzemeler	18
4.1.5. Hormon Malzemeleri	20
4.1.5. Yumurta İnkübasyon Malzemeleri	20
4.2. Yöntem	21
4.2.1. Hormon Hazırlama ve Uygulama	21
4.2.2. Anaç Yönetimi ve Döl Alımı	23
4.2.3. Yumurtaların Döllenmesi	24
4.2.4. Yumurtaların İnkübasyonu	24

4.2.5. Döllenme, Çıkış ve Anormallik Oranlarının Hesaplanması	25
4.2.6. Yumurtada Protein Analizi	26
4.2.7. Yumurtada Yağ Analizi	27
4.2.8. Yumurtada Yağ Asiti Analizi	27
4.2.9. Yumurtada Nem Tayini	27
4.2.10. Yumurtada Kül Tayini	28
4.2.11. Verilerin İstatistiksel Analizi	28
5. BULGULAR	29
5.1. İnkübasyon Suyu Sıcaklıkları	29
5.2. Yumurtaların Biyokimyasal Kompozisyonuna İlişkin Bulgular	29
5.3. Yağ Asitleri Kompozisyonuna İlişkin Bulgular	30
5.3.1. Toplam Doymuş (SAFA) Yağ Asitlerine İlişkin Bulgular	30
5.3.2. Toplam Tekli Doymamış (MUFA) Yağ Asitlerine İlişkin Bulgular	33
5.3.3. Toplam Çoklu Doymamış (PUFA) Yağ Asitlerine İlişkin Bulgular	34
5.4. Larvaların Büyüme Performansı ve Yaşama Oranına İlişkin Bulgular	39
5.4.1. Döllenme ve Larva Çıkış Oranı	39
5.4.2. Yumurtadan Çıkış Sonrası Gözlemlenen Anormallikler	40
5.4.3. Larvaların Büyüme Performansına İlişkin Bulgular	42
5.4.4. Larvaların Yaşama Oranına İlişkin Bulgular	43
6. TARTIŞMA	45
6.1. Biyokimyasal Kompozisyon	45
6.2. Yağ Asitleri	46
6.2.1. Yumurtalarda SAFA Profilleri	46
6.2.2. Yumurtalarda MUFA Profilleri	48
6.2.3. Yumurtalarda n-3 ve n-6 PUFA Profilleri	49
6.2.4. Yumurtalarda n-3/n-6 PUFA ve DHA/EPA Oranları	51
6.3. Döllenme ve Larva Çıkış Oranı	52
6.4. Yaşama Oranı	53
7. SONUÇ	54
8. KAYNAKLAR	56
ÖZGEÇMİŞ	63

ŞEKİLLER ve ÇİZELGELER LİSTESİ

ŞEKİLLER

	Sayfa No
Şekil 2.1. Karadeniz kalkan balığı, <i>Psetta maxima</i>	4
Şekil 2.2. Kalkan balığı vücudunda bulunan tüberküllü yapılar	5
Şekil 2.3. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Su Ürünleri Hali kalkan balığı 2010 yılı aylık ortalama kilogram fiyatı	8
Şekil 2.4. Balıklarda yumurta kalitesini etkileyen faktörler	12
Şekil 4.1. Karadeniz kalkan balığı; A) üstten görünüş, B) alttan görünüş	17
Şekil 4.2. SUMAE Deniz suyu filtrasyon ünitesi	18
Şekil 4.3. Deneme boyunca anaçların muhafaza edildiği adaptasyon tankları	19
Şekil 4.4. Kanülasyon seti; A) Kanül, B) Cam şişe	19
Şekil 4.5. Hormon hazırlamada kullanılan malzemeler; A) Kolesterol, B) Kakao yağı, C) LHRH-a toz, D) Seramik havan, E) Peletleme kalıbı	20
Şekil 4.6. Denemenin gerçekleştirildiği inkübatör	21
Şekil 4.7. Kanülasyon	22
Şekil 4.8. Hormon uygulama işlemi	22
Şekil 4.9. Yumurta sağım uygulaması	24
Şekil 4.10. İnkübasyonda kullanılan deniz suyu ve filtrasyon sistemi	25
Şekil 5.1. Denemede Kullanılan İnkübasyon Su Sıcaklığı	29
Şekil 5.2. Kalkan balığı yumurtasının biyokimyasal kompozisyonu a) Nem (%), b) Protein (%), c) Kül (%), d) Yağ (%)	30
Şekil 5.3. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtada miristik asit (C14:0, a), palmitik asit (C16:0, b), stearik asit (C18:0, c), araşidik asit (C20:0, d), lignoserik asit (C24:0) ve toplam doymuş yağ asidi (ΣSAFA, g) miktarları	32

Şekil 5.4. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtada palmitoleik asit (C16:1, a), oleik asit (C18 ω 9, b), eikosoik asit (C20:1 ω 9, c), erusik asit (C22:1 ω 9, d), nervonik asit (C24:1 ω 9, e) ve toplam tekli doymamış yağ asidi (Σ MUFA, f) miktarları	34
Şekil 5.5. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtada linoleik asit (C18:2 ω 6, a), araşidonik asit (C20:4 ω 6, b) linolenik asit (C18:3 ω 3, c), eikosapentaenik asit (C20:5 ω 3, d), dekosaheksaenik asit (C22:6 ω 3, e) ve toplam çoklu doymamış yağ asidi (Σ PUFA, f) miktarları	36
Şekil 5.6. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtada a) Σ PUFA ω 6, b) Σ PUFA ω 3, c) n-3/n-6 oranı	38
Şekil 5.7. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtada DHA/EPA oranı	39
Şekil 5.8. Üreme sezonunun farklı devrelerinde a) dölleme Oranı (%) ve b) larva Çıkış Oranı (%)	40
Şekil 5.9. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtalardan çıkış sonrası prelarvalarda a) kuyruk ve b) notokord deformasyonları	41
Şekil 5.10. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurta çıkış sonrası larvalarda gözlenen anormallik oranları (%)	42
Şekil 5.11. Üreme sezonunun farklı devrelerinde larvalarının yumurta çıkış sonrası ve besin kesesini tükettikten sonraki boyları arasındaki fark	42
Şekil 5.12. Üreme sezonunun farklı devrelerinde a) yumurtadan çıkan larvaların boyları, b) besin kesesini tüketmiş larva boyları	43
Şekil 5.13. Üreme sezonunun farklı devrelerinde a) besin kesesini tüketmiş larvaların yaşama oranı, b) larvaların yaşama oranı	44

ÇİZELGELER

	Sayfa No
Çizelge 2.1. İspanya Vigo balıkçı hali 2010 Şubat ayı kültür ve doğal kalkan balığı fiyatları	7
Çizelge 2.2. Hayvansal ve bitkisel yağlarda bulunan başlıca doymuş yağ asitleri	9
Çizelge 2.3. Doymamış yağ asitleri	9
Çizelge 5.1. Kalkan balığı yumurtasının biyokimyasal kompozisyonu (kuru madde).	30
Çizelge 5.2. Üreme sezonunun farklı devrelerinde SAFA miktarları (%)	31
Çizelge 5.3. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtada tekli doymamış yağ asitlerinin (MUFA) miktarları (%) verilmiştir	33
Çizelge 5.4. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtada çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarları (%)	35
Çizelge 5.5. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtada toplam çoklu doymamış yağ asitlerinden PUFA Omega-6, PUFA Omega-3 miktarları ve n-3/n-6 oranı (%).	37
Çizelge 5.6. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtada bulunan DHA ve EPA değerleri ile DHA/EPA oranı (%)	39
Çizelge 5.7. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtaların döllenme ve larva çıkış oranları	40
Çizelge 5.8. Yumurtadan çıkış sonrasında larvalarda gözlemlenen anormallikler (%)	41
Çizelge 5.9. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtadan çıkan larvaların boyları	43
Çizelge 5.10. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtalardan çıkan larvaların besin kesesini tükettince ve besin kesesini tükettikten sonraki ilk üç günün sonundaki yaşama oranları (%)	44

SEMBOLLER ve KISALTMALAR LİSTESİ

SEMBOLLER

C14:0	Miristik Asit
C16:0	Palmitik Asit
C18:0	Stearik Asit
C18:1 ω 9	Oleik Asit
C18:2 ω 6	Linoleik Asit
C18:3 ω 3	Linolenik Asit
C20:0	Araşidik Asit
C20:1	Eikosanoik Asit
C20:4 ω 6	Araşidonik Asit
C20:5 ω 3	Eikosapentaenoik Asit
C22:1 ω 9	Erusik Asit
C22:6 ω 3	Dekosahegzaenoik Asit
C24:0	Lignoserik Asit
C24:1 ω 9	Nervonik asit
g	gram
H ₂ S	Hidrojen Sülfür
kg	kilogram
l	litre
m ²	Metre kare
ml	mililitre
mm	milimetre
%	yüzde
±sh	standart hata
°C	santigrat derece
‰	binde
€	Euro
μ	mikron
Σ	Toplam
ω	Omega

KISALTMALAR

DHA	Dekosahegzaenoik Asit
EFA	Essential fatty acid (Esansiyel yağ asitleri)
EPA	Eikosapentaenoik Asit
FAO	Food and Agriculture Organization
FRP	Fiberglass Reinforced Plastic
HUFA	Aşırı Doymamış Yağ Asitleri
JICA	Japan International Cooperation Agency
LHRH-a	Luteinizan hormonu salgılatma hormonu türevi
MUFA	Tekli Doymamış Yağ Asitleri
PUFA	Çoklu Doymamış Yağ Asitleri
SAFA	Doymuş Yağ Asitleri
SUMAE	Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UV	Ultra Viyole Işın

1.GİRİŞ

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) istatistiklerine göre 2009 yılında dünyada su ürünleri üretimi 162.9 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Üretimin yaklaşık 90 milyon tonu avcılık yoluyla, 73.0 milyon tonu ise yetiştiricilik yoluyla sağlanmıştır. Avcılıkla elde edilen üretimin 79.9 milyon tonu denizlerden, 10.1 milyon tonu iç sulardan, yetiştiricilikte ise 33.8 milyon ton iç sulardan, 34.8 milyon ton denizden ve 4.4 milyon tonda acı sulardan sağlanmıştır. Toplam su ürünleri üretiminin 117.8 milyon tonu insan gıdası olarak, 27.3 milyon tonu ise gıda dışında (balık unu - yağı üretimi) kullanılmıştır (FAO, 2010).

Ülkemizde ise TÜİK verilerine göre 2010 yılı su ürünleri üretimi 653 000 ton olarak gerçekleşmiştir. Üretimin 485 939 tonu avcılık yoluyla, 167 141 tonu ise yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir. Yetiştiricilikten elde edilen miktarın % 47'si iç sularda, % 53'ü ise denizlerde yapılan yetiştiricilik ile elde edilmiştir. Yetiştiriciliği en çok yapılan türler iç sularda % 46.77 ile alabalık, denizlerde % 30.39 ile levrek ve % 16.85 ile çipuradır (TÜİK, 2011).

Ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan gökkuşacağı alabalığı, çipura ve levrek üretimindeki artış fiyatlarda düşmeye neden olmuş ve bu durum, yetiştiricileri yeni tür arayışına itmiştir. Türkiye karasularındaki doğal stoklarının gittikçe azalması ve piyasa fiyatının yüksek olması sebebiyle kalkan balığı yetiştiriciliğini cazip hale getirmiştir (Hara, 2001).

Kalkan balığı yetiştiriciliği konusundaki en eski bilgi 21. yüzyılın başında sağım la larva elde edildiğine ilişkindir. Fakat bu konudaki çalışmalar esas olarak ilk kez İngiltere ve Fransa'da 1970'li yıllarda yapılmıştır. İspanya'da ise ilk yetiştiricilik denemeleri 1980'li yılların başında gerçekleşmiştir. Karadeniz kalkan balığının yavru üretimi ile ilgili çalışmalar Rusya ve Ukrayna'da 1990'da başlatılmıştır, fakat günümüzde sadece devlet destekli Rusya kuluçka ünitesi ve Rusya'nın güneyinde yer alan Anapa'da bulunan özel bir tesis bu konuda çalışmaktadır. Burada yapılan çalışmalarda yalnızca doğal stokların desteklenmesi hedeflenmektedir (Aksungur, 2003).

Ülkemizde ise 1997 yılında Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ile Japon Uluslararası İşbirliği Kuruluşu (JICA) arasındaki bir proje gereğince; Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nde kontrollü döl alım ve büyütme çalışmaları yürütülmüş ve bu çalışmalar hala devam etmektedir. Trabzon'da Su Ürünleri Merkez Araştırma

Enstitüsü'nde sürdürülen çalışmalarda kalkan balığının üretim tekniklerinin geliştirilmesi ve anaç stoku oluşturulmasına yönelik olarak sürdürülen çalışmalarda başarılı sonuçlar alınmıştır (Aksungur, 2003).

En yüksek sayı ve kalitede yumurta ve larva elde etmek, balık üretiminde temel amaçtır. Yumurta kalite parametreleri, normal koşullarda yumurtaların döllenmesi, embriyonik gelişim ve larvaların yaşama oranı üzerinde rol oynayan yumurta özellikleri olarak tanımlanmaktadır. Kültürü yapılan veya kültüre alma çalışmaları devam eden birçok balık türü için kaliteli yumurta üretimi önemli bir etkidir (Bromage ve ark., 1992). Ülkemizde de Karadeniz kalkanının yavru üretimi son on yıldır başarıyla yapılmaktadır. Kaliteli larva elde edebilmek için yumurta kalitesini etkileyen kriterlerin belirlenmesine ihtiyaç vardır. Yumurta kalitesini belirleyen en temel kriterler döllenme ve larva çıkış oranıdır. Ancak döllenme ve larva çıkış oranı yumurta kalitesini belirlemek için tek başlarına yeterli değildir. Yumurtanın toplam lipit içeriği ile döllenme oranı ve larva çıkışı arasında pozitif korelasyon bulunmaktadır (Zhukinsky ve Kim, 1981). Bu nedenle yapılan çalışmada kalkan balığı yumurtalarının yaşayabilirliğini güvenilir bir şekilde belirlemek amacıyla ana parametre olarak yağ asiti kompozisyonu kullanılmıştır. Ayrıca döllenme ve larva çıkış oranı ile yaşama oranına ve yumurtanın biyokimyasal kompozisyonuna da bakılmıştır.

Bu araştırmada, Karadeniz kalkan balığının yumurta kalitesini etkileyen faktörlerin incelenmesi ve düşük kalitedeki yumurta partilerini imha ederek işletmelerin zaman ve para yönünden tasarruf etmesinin sağlanması böylelikle kültüre alma çalışmaları devam eden Karadeniz kalkan balığının üretiminin hızlandırılması amaçlanmıştır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Kalkan Balığının Sistematikteki yeri

Sınıf	: Kemikli balıklar (Osteichthyes)
Alt sınıf	: Işın yüzgeçliler (Acanthoptergii)
Bölüm	: Hakiki kemikli balıklar (Teleostei)
Takım	: Yassı balıklar (Pleuronectiformes)
Aile	: Kalkan balıkları (Scophthalmidae)
Cins	: Psetta (Scophthalmus)
Tür	: <i>Psetta maxima</i> (Linnaeus, 1758) <i>Scophthalmus maximus</i> , <i>Psetta maxima maeotica</i>

Kalkan balığı 14 aile ve 716 türden oluşan yassı balıklar (Munreo, 2005) takımının bir üyesidir. Kalkan balığının sistematikteki yerine ilişkin çeşitli çalışmalar bulunmasına rağmen isimlendirmede tam olarak birlik sağlanamamıştır. Karadeniz kalkan balığının Atlantik kalkanından morfolojik olarak farklı olduğu (vücudun her iki yanındaki kemiksi dikenlerden dolayı) ancak taksonomik olarak aynı oldukları bildirilmiştir (Amaoka ve ark., 2001). Karadeniz kalkanı; Amaoka ve ark., (2001) tarafından *Psetta maxima* olarak ifade edilirken, Froese ve ark., (2007) tarafından *Psetta maxima maeotica* olarak isimlendirmektedir. Chanet (2003), Karadeniz’de yaşayan kalkan balığının *Psetta maxima maeotica* olarak ifade edildiğini bildirmektedir. Bununla birlikte aynı yazar Karadeniz kalkanının *Scophthalmus maximus* ile aynı tür içinde değerlendirilmesinin en ılımlı yaklaşım olduğunu bildirmektedir. Amaoka ve ark., (2001) Karadeniz’de iki alt türden bahsetmişler fakat bu alt türlerin birbirlerinden kolayca ayıramayacağını bildirmişlerdir. Bundan dolayı çeşitli kaynaklarda kullanılan *Scophthalmus* ve *Psetta* cins isimleri birbirlerinin sinonimleri olarak kabul edilmektedir (Polat 2011; Aydın, (2008)’ dan).

2.2. Morfolojisi ve Anatomisi

Yuvarlak vücut yapısına sahip olan kalkan balığının gözleri vücudun sol tarafında ve küçüktür. Burun genişliği göz çapından daha geniştir. Ağız maksimum uzunluğu aşağı kısımdaki gözün alt sınırına kadar uzanır ya da geçer. Yan çizgi iki tarafta iyi gelişmiş ve pektoral yüzgecin üstünde bir kavis oluşturmuştur. Vücutta tipik

karakteristik pullar yoktur fakat her iki tarafta kemikli ya da kemiksiz genişlikleri değişiklik gösteren tüberküllü yapılar bulunur. Tüberküllü yapılar göz çapından daha küçük ya da geniş olabilirler. Dorsal ve anal yüzgeçlerde pul bulunmaz ve bu yüzgeçlerin uç kısımlarında ayrılmış ışınlar yoktur. Ventral yüzgeçler uzun ve basit yapılı ve 1. ışın kör tarafta buna karşılık 2. ışın gözlü tarafta bulunur. Solungaç üzerinde 10-12 adet dikenimsi yapı bulunur (Memiş, 2010). Gözlerinin bulunduğu taraf düğmelerle örtülü bir kalkan şeklindedir ve sırt yüzgecinin ilk ışını basit ve dallanmamıştır. Gözlerinin bulunduğu taraf kahverengimsi yeşil, grimsi sarı harenmiştir. Yüzgeçleri kahverengi beneklidir (Bat ve ark., 2008).

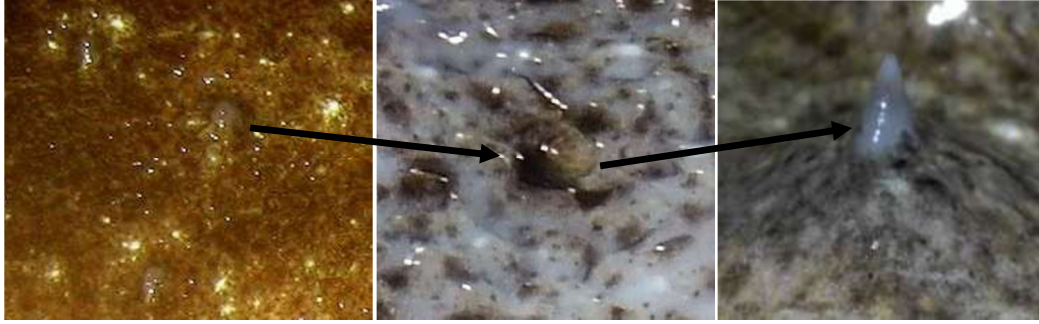


Şekil 2.1. Karadeniz kalkan balığı, *Psetta maxima* (Aydın, 2008)

2.3. Dağılımı ve Biyolojisi

Norveç'ten Avrupa'nın Atlantik kıyıları boyunca Akdeniz ve Karadeniz'e kadar dağılım gösteren kalkan balığı (*Psetta maxima* L., 1758), yüksek ekonomik değeri nedeniyle birçok ülkede yetiştiricilikte hedef bir tür olmuştur (Aksungur, 2003). Kuzey'de Baltık ve İzlanda kıyılarından, İskandinavya'nın 68. enlemine kadar olan sahilleri ile güneyde Fas kıyıları, Akdeniz ve Karadeniz'e kadar yayılırlar. Türlerin ayrılmasında temel olarak vücut üzerindeki Şekil 2.2'de gösterilen tüberküllü yapıların boyutları esas alınır (Memiş, 2010). Yassı bir balık türü olan kalkan balığı diğer denizlere (Marmara ve Akdeniz) nazaran Karadeniz'de daha bol bulunur. Boyu 1 m'ye ulaşabilen bu tür 70-100 m derinliğe kadar kumlu ve çamurlu dip alanlarda yayılım

gösterir. Kalkan balığı, yumurta bırakmak için mart ortasından mayıs ortasına kadar kıyı sularına göç eder (Hara, 2001).



Şekil 2.2. Kalkan balığı vücudunda bulunan tüberküllü yapılar (Sevgili ve ark., 2010)

Kalkan balıklarının yaşama dönemlerine göre davranışları ve buldukları ortam değişiklik gösterir. Yumurtadan çıkan larvalar yaz boyunca denizin açıklarında, 18-25°C'deki su sütununun üst tabakalarında bulunurlar. Bu devrenin ilk iki ayında pelajik olan larvalar zooplankton ile beslenir. Metamorfozdan sonra yazın ikinci yarısında bentik yaşama geçen larvalar, sığ kıyı sularında, kumlu koylarda toplanarak küçük krustaseler ile beslenirler. Eylül-ekim aylarında, suların soğuması ile birlikte yavru balıklar, kıydan uzaklaşarak 15-20 m derinliğe inerler. Genel olarak henüz eşeyssel olgunluğa ulaşmamış bir veya iki yaşındaki genç bireyler ile üç yaşındaki balıkların bir kısmı, 15-30 m derinliklerde yayılım gösterirler. Başlıca kabuklular (Crustacea), küçük balık ve balık yavruları (Kaya balığı, hamsi, gümüş balığı vb.) ile beslenirler. Ergin ve eşeyssel olgunluğa ulaşmış balıklar ise mevsime ve fizyolojik durumlarına bağlı olarak, Karadeniz'de bütün kıta sahanlığından 120 m derinliğe kadar dağılım gösterirler. Daha yaşlı olan gruplar derinlerde, genellikle termoklin tabakanın altında ve 80 m derinlikteki soğuk su tabakalarında yaşarlar. Bu balıkların başlıca besinlerini dip ve pelajik balık türleri, kabuklu ve yumuşakçalar oluşturur. Beslenme faaliyeti, üreme döneminde yavaşlamakta, üreme sonrasında ise yoğunlaşmaktadır (Altundağ, 2010; Slastenenko, (1956)' dan).

2.4. Üreme özellikleri

Karadeniz'deki kalkan balığının ilk eşeyssel olgunluk yaşı, çeşitli bilim adamlarınca farklı bildirilmiştir. Fisher ve ark., (1987), dişilerin eşeyssel olgunluğa 3 veya 4. yılında nadiren de 2 ve 5 yaşlarında ulaştıklarını ifade etmektedirler.

Bulgaristan ve Türkiye kıyılarındaki kalkanların çok azı 2 yaşında cinsi olgunluğa ulaşırken, büyük kısmı 3 ve 5 yaşlarında erginleşir. Bulgaristan kıyılarında 3 yaşındaki kalkan balıklarının % 40'ı, 5 yaşındakilerin ise % 75'i cinsel olgunluğa ulaşır. Eski Sovyetler Birliği kıyılarında 3 ve 4 yaşındaki balıkların %3-5'i ve 5 ile 6 yaşındaki çoğu erkek balıkların ise sadece % 60-70'i erginleşmektedir. Dişilerin cinsi olgunluğa ulaşmaları ise ancak 6-8 yaşında yoğunlaşmaktadır (Ivanov ve Beverton, 1985).

Ülkemizde Doğu Karadeniz'de yapılan çalışmalarda ise; üreme yaşı ve boyu, dişi balıklarda 4 yaş (Genç ve ark., 1999) ve 38,8 cm (Zengin, 2000) olarak bildirilmiştir. Kuluçkahanede üretilen dişi balıklar ise 4-5 yaşında (2,5 kg) ve erkekler 3-4 yaşında (>2 kg) gamet vermeye başlarlar. Dişilerin gonad gelişimi mart sonu nisan başı gibi başlamaktadır (Aydın, 2008). Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Deniz Balıkları Kuluçkahanesi'nde tutulan dişi balıkların bazılarında 24 aylık iken yumurta alınmıştır (Hara, 2002).

Kalkan balıkları (*Scophthalmus maximus*) üreme dönemlerinde 2-3 aylık periyot süresince yumurtalarını partiler halinde yaklaşık 10 haftada bırakan ve yaz döneminde yumurtlayan yassı balıklardır (McEvoy ve ark., 1993). Yumurtlama sıklığı su sıcaklığı ve gün uzunluğuna göre değişiklik gösterir (McEvoy, 1989). Dişi bireylerin yumurta boyutları dönemselsel bir azalma gösterir. Kültür kalkan balığı dişileri ilk ovulasyonlarından yaklaşık olarak iki hafta öncesinde başlayarak üreme dönemleri boyunca yem almazlar (McEvoy ve ark., 1993).

Kalkan balığı mart-haziran ayları arasında 8-12 °C'lerde (Ivanov ve Beverton, 1985), Karadeniz'de ise nisan-haziran ayları arasında su sıcaklığının dipte 8-9 °C, yüzeyde 12-13 °C olduğu dönemde yumurta bırakmaya başlar (Spectorova ve ark., 1974; Genç ve ark., 1999; Zengin, 2000; Samsun, 2004).

Atlantik kalkanının ortalama yumurta sayısı, ergin bireyler için 3.5-4.2 milyon (Jones, 1974), Karadeniz kalkanının yıllık toplam yumurta miktarı ise 9 milyondur (Samsun, 2004). Svetovidov (1964) ise balık ağırlığına bağlı olarak yumurta veriminin çok yüksek olduğu ve bir kalkanın üreme sezonu süresince 3 ile 13 milyon arasında yumurta bırakabileceğini ifade etmiştir (Zengin, 2000; Samsun, 2004).

Pelajik kalkan balığı yumurtaları düzgün ve küresel, perivitellin mesafesi dar, vitellüsleri homojendir ve ayrıca posterior konumlu tek bir yağ damlası içerir. İnkübasyon süresi su sıcaklığına bağlı olarak değişmekte olup; 10 °C 'de 9-10 gün, 12 °C'de 7 gün ve 14.5 °C'de yaklaşık 5 gündür. Yumurtadan yeni çıkmış larva genellikle 2.14-2.80 mm uzunluğundadır. Bu dönemde larvalar planktoniktir ve dalga

hareketleri ile kıyıya yakın, yaklaşık 10 m derinlikteki sulara taşınırlar. Larva boyu yaklaşık 6 mm'ye ulaştığında yüzgeç ışınları gelişmeye baslar. Pelajik evre yaklaşık 60 günde sona erer. Bu safhanın sonunda metamorfoza uğrayan balık dibe göç eder ve gelişimini dipte sürdürür (Polat, 2011; Russell, (1976)'dan).

2.5. Ekonomik Önemi

Avrupa'da kalkan balığının toplam üretimi son 15 yıldır 10 100- 14 100 ton arasında değişmektedir. 2008'de üretim 71. 31 milyon Euro (7.9 €/kg) değerle 9 000 tona ulaşmıştır. İspanya'yı takip eden Fransa ve Portekiz toplam kalkan balığı üretiminin % 85'ini oluşturarak üretimde önde gelen ülkeler olmuştur.

Kalkan balığının satış fiyatı balık ağırlığı arttıkça artmaktadır. İspanya'da kalkan balığının yoğun olarak üretiminin yapıldığı Vigo'da Şubat 2010 tarihinde kalkan balığı fiyatının Çizelge 2.1'de görüldüğü gibi 6 ile 12 € /kg arasında değiştiği tespit edilmiştir (Sevgili ve ark., 2010).

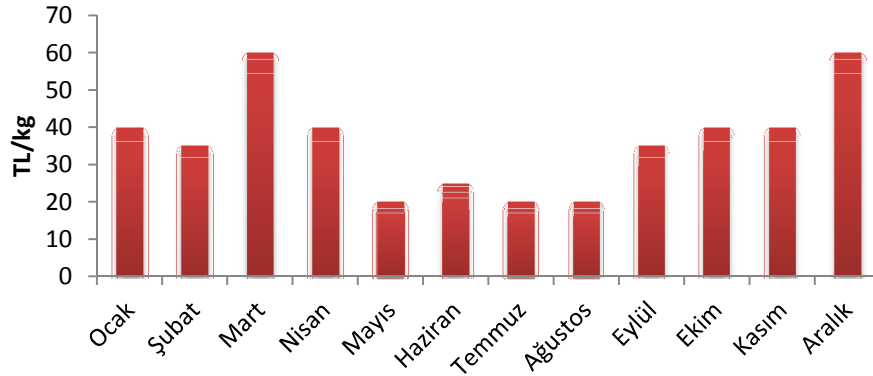
Çizelge 2.1. İspanya Vigo balıkçı hali 2010 Şubat ayı kültür ve doğal kalkan balığı fiyatları (Sevgili ve ark., 2010).

Ağırlık	Doğal kalkan	Kültür kalkanı
300-500 g	-	6 €/kg
600-800 g	11 €/kg	6.5 €/kg
1000-1500 g	16 €/kg	7 €/kg
1500-2000	20 €/kg	8 €/kg
≥2000 g ve üzeri	≥25 €/kg	≥12 €/kg

Fransa'da genellikle 1 kg ve üzerindeki kalkan balıkları tüketimde tercih edilmektedir. Fransa'da kalkan balığı fiyatı İspanya'ya göre daha sabit bir seyir izlemekte ve 1 kg'lık kültür kalkan balığının fiyatı marketlerde yaklaşık 20 € civarında alıcı bulabilmektedir. Fransa yıllar itibariyle uygulamış olduğu üretim politikası sebebiyle kültür kalkanının satış fiyatında sürekli bir artış yakalamasına rağmen İspanya'da 2002 yılından itibaren kültür kalkanı satış fiyatında düşüş olmuş ve günümüzde 6,5 €/kg civarında sabitlenmiştir (Sevgili ve ark., 2010).

Karadeniz'de en fazla avlanan ekonomik dip balıkları mezgit, barbunya ve kalkan balığıdır. Kalkan balığı, bu ekonomik dip balıkları arasında en değerli olanıdır. Ülkemizde kalkan balığı kilogram fiyatı yıl içerisindeki av miktarına bağlı olarak

farklılık göstermektedir. Şekil 2.3’de kalkan balığının 2010 yılı aylık ortalama kilogram fiyatı verilmiştir.



Şekil 2.3. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Su Ürünleri Hali kalkan balığı 2010 yılı aylık ortalama kilogram fiyatı (İBB, 2011)

2.6. Yağ Asitleri

Bütün yağ asitleri bir ucunda metil grubu, uzun bir hidrokarbon zinciri ve diğer bir uçta da bir karboksil grubu içermektedir. Ayrıca yağ asitleri çok farklı sayılarda karbon atomu içermekte, bu karbon atomları arasındaki bağın sayısı ve yeri de değişmektedir. Ayrıca içerdikleri bağın tek veya çift oluşuna göre de “doymuş (tek bağlı)” ve “doymamış (çift bağlı)” yağ asitleri olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Hoşsu ve ark., 2008).

Doymuş yağ asitlerinin kimyasal yapıları $C_nH_{2n}O_2$ şeklindedir. Hayvansal ve bitkisel yağlarda bulunan başlıca doymuş yağ asitleri şunlardır:

Çizelge 2.2. Hayvansal ve bitkisel yağlarda bulunan başlıca doymuş yağ asitleri

Yağ Asidinin Adı	Karbon Sayısı	Moleküler Formülü
Asetik Asit	2	C ₂ H ₄ O ₂
Bütirik Asit	4	C ₄ H ₈ O ₂
Kaproik Asit	6	C ₆ H ₁₂ O ₂
Kaprilik Asit	8	C ₈ H ₁₆ O ₂
Kaprinik Asit	10	C ₁₀ H ₂₀ O ₂
Lavrik Asit	12	C ₁₂ H ₂₄ O ₂
Miristik Asit	14	C ₁₄ H ₂₈ O ₂
Palmitik Asit	16	C ₁₆ H ₃₂ O ₂
Stearik Asit	18	C ₁₈ H ₃₆ O ₂
Araşidik Asit	20	C ₂₀ H ₄₀ O ₂
Behenik Asit	22	C ₂₂ H ₄₄ O ₂
Lignoserik Asit	24	C ₂₄ H ₄₈ O ₂
Serotik Asit	26	C ₂₆ H ₅₂ O ₂
Montanik Asit	28	C ₂₈ H ₅₆ O ₂
Melisik Asit	30	C ₃₀ H ₆₀ O ₂
Lekseronik Asit	32	C ₃₂ H ₆₄ O ₂

Genel olarak doymamış yağ asitlerinin isimleri ve sayısal formülleri ise şöyledir:

Çizelge 2.3. Doymamış yağ asitleri

Yağ Asidinin Adı	Moleküler Formülü	Numerik Formülü
Palmitoleik Asit	C ₁₆ H ₃₀ O ₂	16:1ω7
Oleik Asit	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	18:1ω9
Vaksonik Asit	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	18:1ω7
Linoleik Asit	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	18:2ω6
Linolenik Asit	C ₁₈ H ₃₀ O ₂	18:3ω3
Araşidonik Asit	C ₂₀ H ₃₂ O ₂	20:4ω6

Molekül dizilişlerinde karbon atomu sayısı 18-20 arasında olan ve 2-4 arasında da çift bağ bulunduran yağ asitlerine PUFA (polyunsaturated fatty acids), 20' den fazla karbon atomu ve 4'den fazla sayıda çift bağ içeren yağ asitlerine ise HUFA (highly unsaturated fatty acids) adı verilmektedir.

Yağ asitleri balıkların vücutlarında sentezlenebilme ve sentezlenememe özelliklerine göre de “esansiyel” ve “esansiyel olmayan” yağ asitleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Esansiyel yağ asitleri (EFA) balıklar tarafından vücutta sentezlenememektedir. Bu sebeple dışarıdan yemle birlikte verilmeleri zorunludur. Esansiyel yağ asitleri, birden fazla çift bağ içeren linoleik ve linolenik asitleridir. Balıklara verilen yemlerin bu yağ asitleri bakımından eksik olması sonucunda, gelişimin

durmasından ölüme değin birçok eksiklik belirtileri görülmektedir (Hoşsu ve ark., 2008).

Balıkların özellikle n-3 ve n-6 grubu yağ asitlerini sentezleme yetenekleri olmadığından bu yağ asitlerinin balıklar için EFA olduğu ve yemlerle birlikte alınması gerektiği görüşüne varılmıştır. Genelde soğuksu balıkları çoklu doymamış yağ asitlerinden n-3 serisine ihtiyaç duyarken ılık su balıkları hem n-3 hem de n-6 serisine ihtiyaç duymaktadırlar. EFA'yı yeterince ihtiva eden balık yemleri özellikle dişi balıkların üreme öncesi gelişiminde, yumurta üretiminde ve balık gelişiminin erken safhalarında kullanılmaları büyük önem teşkil etmekle beraber eksikliklerinde embriyoda bozukluklara, yumurtadan çıkış oranının düşmesine sebep olabilmektedir (Hoşsu ve ark., 2008).

2.6.1. Deniz Balıklarında Yağ Asitleri

Deniz balığı türlerinin esansiyel yağ asidi ihtiyaçlarına yönelik yapılan çalışmaların çoğu n-3 PUFA üzerinde yoğunlaşmıştır. Ancak bunun yanı sıra, balıkların eikosapentaenoik (EPA) ve dokosaheksaenoik (DHA) yağ asitlerine yönelik ihtiyaçlarının da araştırılması gerekmektedir (Sargent ve ark., 1995). Balık yumurtalarının lipid bileşimi ve lipid içerikleri türlere göre değişiklik göstermektedir. Ringa (*Clupea harengus*), mezgıt (*Malenogrammus aeglefinus*), morina (*Gadus morhua*) gibi birçok deniz balığı türlerine ait yumurtaların lipid içerikleri (genellikle kuru ağırlığın %5'i kadar) tatlı su balıklarıninkine oranla daha düşüktür. Senegal dil balığı (*Solea senegalensis*), sinagrit (*Dentex dentex*), deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) ve kalkan (*Scophthalmus maximus*) gibi balıkların yumurtalarında nötral lipidlerin oranı (< %50) daha yüksektir. Bütün türlerde yumurtalar birbirine benzer yağ kürecikleri içerirler. Deniz balığı yumurtalarında nötral lipidler içerisinde triagliseroller de yer almaktadır (Özgür, 2009). Çoğu deniz balığı yumurtalarında toplam lipid incelenmiş ve bunların yüksek oranda çift bağ içeren doymamış yağ asitleri (HUFA) bakımından zengin oldukları görülmüştür. Bu balıkların diğer dokuları da fosfolipitler ve HUFA'lar bakımından zengindir (Sargent ve ark., 1989). Bundan dolayı; ringa, mezgıt, kalkan, pisi balığı ve Senegal dil balığı gibi balık türlerinin yumurtalarında EPA ve DHA yağ asitleri yüksek miktarda bulunur. Yumurtalardaki yağ asidi kompozisyonları balığın vücut kompozisyonunun diğer dokularında bulunan yağ asidi kompozisyonlarından daha dayanıklıdır.

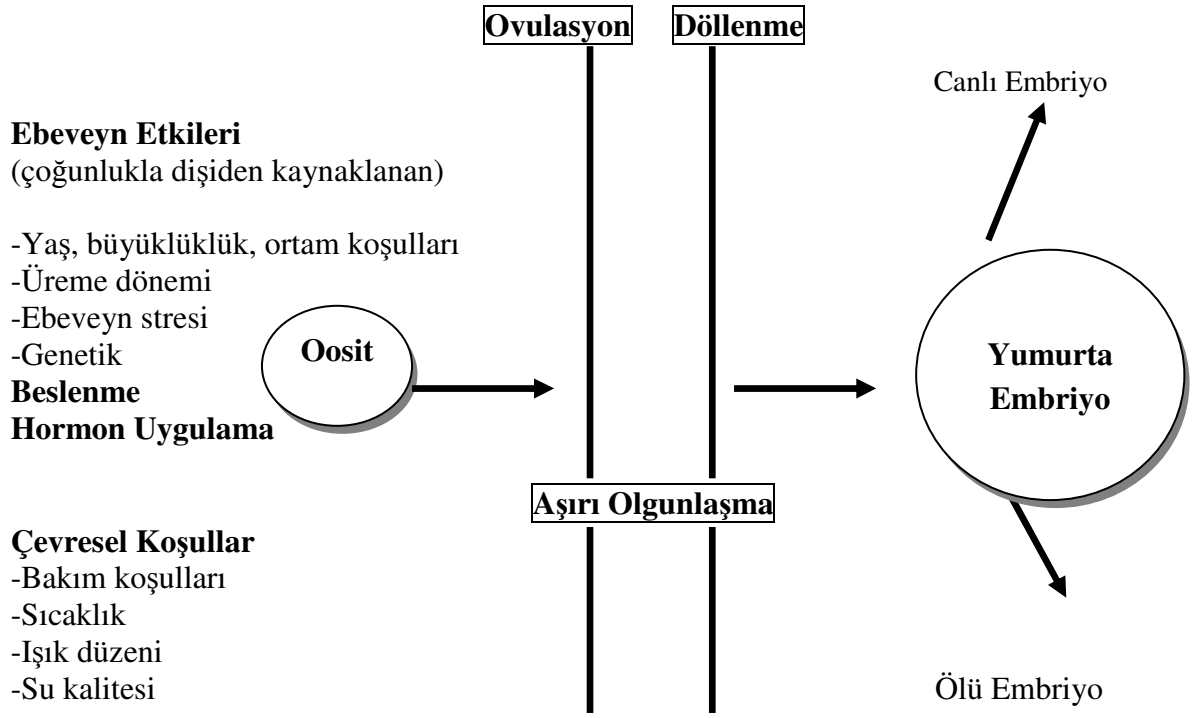
Deniz balıklarının embriyonik ve larval gelişim dönemlerinde lipidlerden ve yağ asitlerinden ne kadar yararlandığını tespit etmek amacıyla yapılan çalışmalarda, Lampuga (*Coryphaene hipposus*), pisi balığı, kalkan ve deniz levreğinin embriyogenesis ve erken larval döneminde fosfolipitlerin büyük önem taşıdığı görülmüştür (Özgür, 2009).

2.7. Yumurta Kalitesi

Yumurta kalitesini etkileyen faktörler, yumurtanın kendi özellikleri ile yumurtanın döllendiği ve inkübe edildiği ortamla değerlendirilir. Balıklarda yumurta kalitesi oldukça değişkendir. Yumurta kalitesini etkileyen faktörler arasında yumurtanın büyüdüğü dışının hormonal durumu, damızlığın besini, yumurtaya depolanan besin maddelerinin içeriği ve yumurtaların inkübe edildiği suyun fizikokimyasal koşulları sayılmaktadır. Kültür damızlıklarında yumurta alınacak balığın bakımı da yumurta kalitesini etkileyen önemli bir faktördür. Yumurta kalitesi üzerinde genetik etkilere dair bilgiler oldukça sınırlıdır. Ebeveynlerden alınan genlerin yumurta verimi ve yumurta kalitesini önemli ölçüde etkilediği bildirilmiştir (Brooks ve ark., 1997). Şekil 2.4 'de balıklarda yumurta kalitesini etkileyen faktörler verilmiştir.

Kuluçka yönetiminin en önemli safhası, yumurta partilerinin yaşayabilir olup olmadıklarının değerlendirilmesidir. Bu değerlendirme işlemi, gelişimin erken döneminde yapılarak düşük kaliteye sahip yumurta grubu üzerinde değerli kaynakların harcanmasının önüne geçilebilir.

Balık yetiştiriciliğinde birçok deniz türü için yumurtanın morfolojisi, döllenme başarısı, bölünmenin ilk safhalarında normal blastomer oranı gibi parametreler yumurta kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılabilir. Ayrıca bu parametreler gelişen embriyo, larva ve juvenillerin olası yaşayabilirliklerinin tahmin edilmesi amacıyla kullanılmaktadır (Moksness ve ark., 2004).



Şekil 2.4. Balıklarda yumurta kalitesini etkileyen faktörler (Moksness ve ark., 2004)

3. LİTERATÜR ÖZETİ

Kalkan balığında, yumurta kalitesi ile ilgili yapılan araştırmalar oldukça azdır. Yapılan alışmalar genellikle blastomer morfolojisinin yumurta kalitesine etkisi üzerinedir. Dolayısıyla bir fikir vermesi açısından diğer balık türleri ile yapılan yumurta kalitesi çalışmalarına da yer verilmiştir

Devauchelle ve ark. (1988), kalkan balığının embriyonik gelişimi için uygun koşulları bulmak amacıyla, kalkan balığı yumurtasının çapı, döllenme ve larva çıkış oranı, anormal larva sayısı, yumurtalardan larva çıkışı gözlenene kadar geçen tüm evreleri ve bu evrelerdeki yağ asidi kompozisyonu ile biyokimyasal kompozisyonunu incelemişlerdir.

McEvoy ve ark. (1993) olgun dişilerde yumurtlama hızının son dönemde üretilmiş olan yumurtaların lipid kompozisyonunu etkileyip etkilemediğini araştırmışlardır. Bunun için üreme sezonu başlangıcı, ortası ve bitişinden alınan yumurta örnekleriyle kültür kalkan balığı yumurtalarının yağ asidi kompozisyonlarını incelemişlerdir. Yumurta başına düşen toplam lipidin üreme sezonu devam ettikçe azalma gösterdiğini bildirmişlerdir. Erken dönem yumurtalara kıyasla geç dönem yumurtaların C18:3n-3 (P<0.05), C22:4n-6 (P<0.01) ve C22:5n-3 (P<0.01) seviyelerinin önemli oranda arttığını, C20:5n-3 ve C22:6n-3 seviyelerinin sezon boyunca tamamen sabit kaldığını tespit etmişlerdir.

Bruce ve ark. (1993), Atlantik halibutunda (*Hippoglossus hippoglossus*) yumurta kalitesinin, yumurtanın içerdiği lipid sınıfı ve yağ asidi kompozisyonu ile ilişkisini incelemişlerdir. Atlantik halibutunun bırakmış olduğu sekiz parti yumurtayı döllenme oranı, blastomer simetri ve inkübasyon başarısına göre döllenmiş ve döllenmemiş olarak sınıflandırmışlardır. Yumurta partileri arasında lipid sınıfı ve yağ asit kompozisyonunun kolesterol dışında çok benzer olduğunu, kolesterolün de döllenmemiş yumurtalarda önemli derecede daha büyük olduğu bildirmişlerdir.

Silversand ve ark. (1996), kalkan balıklarının embriyonik ve larva gelişiminin erken dönemlerindeki beslenme ihtiyaçlarını belirlemek amacıyla, yabani ve kültür kalkan balıklarından elde edilen yumurtaların ihtiva ettiği lipidlerin yağ asidi kompozisyonunu incelemişlerdir. Yabani ve kültür kalkan balığı yumurtalarının kuru ağırlığının sırasıyla % 13.8±0.5 ve % 13.2±0.7 oranında lipid içerdiğini bulmuşlardır. Çalışmanın sonucunda yabani ve kültür kalkan balığı yumurtalarında lipitlerin içerdiği yağ asidi dağılımının benzerlik gösterdiğini ancak bazı yağ asitlerinde büyük oranda

farklılık gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Yabani kalkan balığı yumurtalarında doymamış yağ asidi oranının yüksek olduğunu ve PUFA zenginliğinin özellikle EPA ve DHA miktarının yüksek olması nedeniyle bu yağ asitlerinin embriyo ve besin keseli larvaların önemli bir besin maddesi olduğunu bildirmişlerdir.

Evans ve ark. (1996), iki tane ilk defa yumurta veren ve bir tane daha önceden yumurta vermiş Atlantik halibutunun yumurtalarının biyokimyasal kompozisyonu, aminoasit kompozisyonu, toplam lipid, yağ asidi kompozisyonunu ve yumurtaların dölleme oranı ile larva yaşama oranı arasında ilişki olup olmadığını incelemişlerdir. Daha önce yumurta veren anacın yumurtalarının % 81, ilk defa yumurta verenlerin yumurtalarının ise % 56 dölleme oranına sahip olduğunu tespit etmişlerdir. İlk kez yumurta veren balıkların yumurtalarının kuru ağırlık ($P<0.01$), toplam lipid ($P<0.05$), triaçilgliserol ($P<0.01$) ve sterol ($P<0.05$) miktarlarının önemli derecede düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca bu yumurtaların DHA ve araşidonik asit oranlarının da oldukça düşük olduğunu bildirmişlerdir ($P<0.05$ ve $P<0.05$). Sonuç olarak daha önce yumurta alınmış Atlantik halibutundan ilk kez yumurta veren balıklara göre biyokimyasal yönden farklı yumurtalar elde edildiğini ve bunun sonucunda da önceden yumurta alınmış Atlantik halibutu yumurtalarının dölleme başarısı ve larva yaşama oranına göre diğerlerinden daha kaliteli olabileceğini bildirmişlerdir.

Biri kültür diğer ikisi yabani olan üç farklı damızlık *Stizostedion vitreum*' dan alınan yumurtaların toplam yağ içerikleri ve yağ asidi kompozisyonlarını karşılaştıran Czesny ve Dabrowski (1998), kültür şartlarında yetiştirilen damızlıklardan alınan yumurtaların toplam lipid konsantrasyonunu % 8.6 ± 1.0 , yabani türlerinki ise % 13.3 ± 0.9 ve % 10.5 ± 0.6 olarak belirlemişlerdir. Yumurtaların yağ asidi kompozisyonlarının üç araştırma grubu arasında önemli derecede farklı olduğunu bildirmişlerdir.

Güner ve Tekinay (2002), Ege bölgesinde bir alabalık üretim işletmesinde yetiştirilen gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) anaçlarının yumurta verim özellikleri olan yumurta ve larva kalitesi araştırmışlardır. Mutlak yumurta verimini 2659 ± 100.5 adet/anaç, nisbi yumurta verimini 1708 ± 44.2 adet/kg olarak belirlemişlerdir. Dölleme oranını ortalama % 91.87 ± 1.55 , sağılan toplam yumurta verimine göre, döllendikten sonra gözlenme evresine kadar geçen sürede yaşama oranını % 86.02 ± 1.91 , çıkışa kadar olan yaşama oranını % 64.83 ± 4.48 , serbest yüzme evresine (16. gün) kadar olan yaşama oranını % 41.87 ± 0.34 ve 16.-120. gün arasındaki yaşama oranını ise % 28.98 ± 3.58 olarak tespit etmişlerdir. Anaç balık ağırlığı ile

yumurta çapı, mutlak yumurta verimi arasında pozitif, anaç ağırlığı ile nisbi yumurta verimi arasında pozitif fakat zayıf, mutlak yumurta verimi ile yumurta çapı arasında pozitif ilişkiler, döllenmiş yumurta sayısı ile gözlenme, çıkış, serbest yüzme evreleri arasındaki ilişkilerde pozitif korelasyon bulmuşlardır.

Aras ve ark. (2003), üç yaşındaki gökkuşuğu alabalıklarının yumurta ve spermalarının yağ asidi kompozisyonlarını, aldıkları yem yağ asidi profili ile karşılaştırmışlardır. Rasyonun toplam olarak doymuş yağ asitleri (SAFA), tekli doymamış yağ asitleri (MUFA), çoklu doymamış yağ asitleri, n-3 ve n-6 PUFA, n-3/n-6 ve EPA/DHA oranı bakımından sperm ile yumurta dokusu arasındaki farkların istatistiki olarak önemli ($P < 0.01$) olduğunu bildirmişlerdir.

Bulut (2004), levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve çipura (*Sparus aurata*) balıklarının döllenmiş yumurtalarının biyokimyasal kompozisyonunu, % protein, nem, kül, yağ ve yağ asitleri analizleri yaparak belirlemiştir. Yapılan analizlerde levrek yumurtasında, nem % 74.25 ± 0.615 , protein % 11.57 ± 0.252 , kül % 2.57 ± 0.078 , yağ % 4.97 ± 0.075 ve doymuş yağ asitleri ise % 28.74 ± 1.020 , MUFA % 39.05 ± 0.067 , PUFA % 31.36 ± 0.020 olarak belirlemiştir. Çipura yumurtasında yapılan analizlerde; nem % 79.851 ± 0.4 , protein % 9.83 ± 0.15 , kül % 2.85 ± 0.06 , yağ % 2.29 ± 0.11 ve doymuş yağ asitleri % 40.45 ± 0.612 , MUFA % 34.40 ± 0.130 , PUFA % 24.68 ± 0.341 olarak belirlemiştir.

Damızlık yabani, yabani/beslenmiş ve kültür morinaların yumurtalarının lipid içeriği, lipid sınıfı kompozisyonu, yağ asidi kompozisyonu ve pigment içeriği yönünden farklılıklarını inceleyen Salze ve ark (2005), bunların döllenme oranı, hücre bölünmelerinin simetrisi ve larvaların yaşama oranına etkisini araştırmışlardır. Yabani morinaların kültür morinalardan daha yüksek döllenme oranı, hücre simetrisi ve larva yaşama oranına sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Furuita ve ark (2006), Japon yılan balıklarında (*Anguilla japonica*) yapay indüksiyon ile elde edilen yumurtalardan döllenme ve larva çıkış oranı, larvaların yaşama oranını incelemiştir. Yüksek kaliteli yumurtaların (>% 80 yaşama oranı, 8 günlük kuluçka sonrası) toplam ve polar lipid seviyelerinin düşük kaliteli yumurtalardan (yumurtadan çıkış ve yaşama oranı sıfır) düşük olduğunu ancak yüksek kalitedeki yumurtaların polar lipidlerindeki DHA seviyesinin düşük kaliteli yumurtalardan yüksek olduğunu belirlemiştir. DHA'nın aksine araşidonik asit seviyesinin düşük kaliteli yumurtalarda daha yüksek bulunarak negatif bir korelasyon gösterdiğini tespit etmişlerdir. Yumurta lipid ve yağ asidi bileşenlerinin çoğu düşük

kaliteli yumurtalarda, yüksek kalitedeki yumurtalardan daha büyük değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Sirkecioğlu (2007), 3 yaşı damızlık gökkuşaağı, dere (*Salmo trutta fario*) ve kaynak (*Salvelinus fontinalis*) alabalıklarının kuluçka dönemlerine (döllü, gözlü, keseli ve serbest yüzme olarak) ait yağ ve yağ asitleri kompozisyonlarını karşılaştırmıştır. Ortalama çapları 4.71 ± 0.35 mm olan yumurtaların kuluçka süresi ve keseli dönem sonu, gökkuşaağı alabalığında 48 gün olurken dere alabalığında 68 gün ve kaynak alabalığında 72 gün olarak tespit etmiştir. Yumurtadan yüzme evresine kadar ki kuluçka randımanını sırası ile gökkuşaağı, dere ve kaynak alabalıklarında % 94.43 ± 0.76 , % 88.21 ± 0.72 ve % 80.87 ± 0.53 olarak bulmuştur. En yüksek yağ değeri bütün türlerin döllenmemiş yumurtalarında % 11.53 ± 0.80 bulunurken, en düşük yağ değerinin ise spermlerinde % 1.9 ± 0.29 olduğunu tespit etmiştir. Toplam doymuş yağ asitlerini (SAFA) sırası ile gökkuşaağı, dere ve kaynak alabalıklarının spermlerinde % 61.31 ± 1.74 , % 58.58 ± 1.71 ve % 52.44 ± 0.19 , döllenmiş yumurtalarda ise sırası ile % 32.69 ± 2.14 , % 30.89 ± 1.27 ve % 33.69 ± 6.34 olarak bulmuştur. Toplam SAFA içerisinde baskın olan yağ asidi ise palmitik asit olmuştur. Döllü yumurtalarda tekli doymamış toplam yağ asitlerinin (MUFA) serbest yüzme döneminde % 10 oranında azaldığını, aynı safhalarda toplam n-3 çoklu doymamış yağ asitlerinin (n-3 PUFA) % 10 oranında artış gösterdiğini, bütün türlerin n-3/n-6 PUFA oranlarının döllü döneme göre serbest yüzme devresinde ortalama % 5 civarına yükseldiğini, balıkların kuluçka randımanı ile DHA arasında pozitif, araşidonik asit ile negatif bir korelasyonun olduğunu bildirmiştir.

Yanes-Roca ve ark. (2009), *Centropomus undecimalis* yumurtalarının üreme sezonu boyunca yağ asidi profilini incelemiş ve yağ asitlerinin yumurta kalitesi ve larvaların yaşama oranına etkisini araştırmışlardır. Yumurtaların araşidonik asit profilinin (toplam yağ asidinin % 3.68'i) yüksek seviyede, çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) (toplam yağ asidinin % 37.5 - % 29.4'ü) üreme sezonu boyunca değiştiğini ve mayıs, haziran ve temmuzda en iyi kalitede olduğunu bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda yüksek oranda DHA içeren yumurtaların döllenme, yumurtadan çıkış ve larva yaşama oranlarının yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

4. MATERYAL ve YÖNTEM

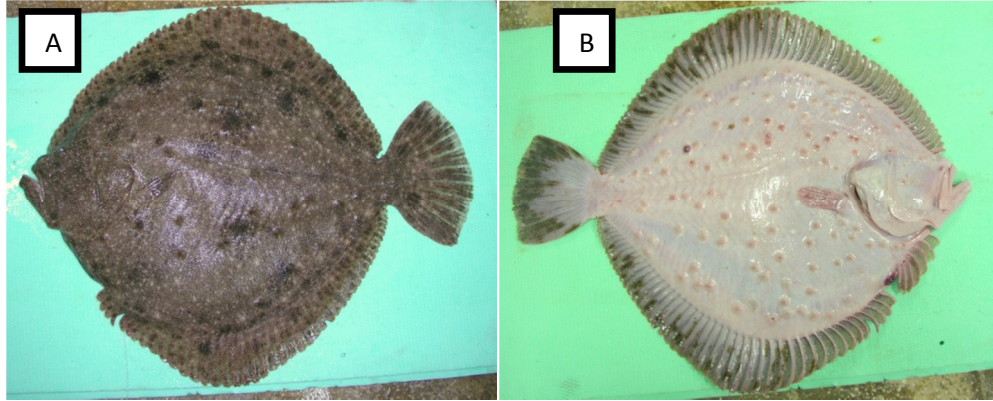
4.1. Materyal

4.1.1. Araştırmanın Yapıldığı Yer

Araştırma, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğüne bağlı Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü (SUMAE) deniz balıkları kuluçkahanesi ve laboratuvarında 21 Nisan- 23 Mayıs 2011 tarihleri arasında yürütülmüştür.

4.1.2. Araştırmada kullanılan anaçlar

Araştırmada, Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü (SUMAE) deniz balıkları kuluçkahanesinde üretilen 8 yaşında, ortalama total boyu 63.73 ± 1.59 cm (min: 60.6 cm mak: 68.3 cm) ve ortalama ağırlığı 5374.25 ± 439.97 g olan (min: 4200 g, mak: 6600 g) 4 adet dişi ve 5 yaşında ortalama total boyu 46.57 ± 1.29 cm (min: 40.2 cm, mak: 58.7 cm) ve ortalama ağırlığı 1898.16 ± 182.81 g olan (min: 1142 g, mak: 3823.8 g) 15 adet erkek anaç Karadeniz kalkan balığı (Şekil 4.1) kullanılmıştır.



Şekil 4.1. Karadeniz kalkan balığı; A) üstten görünüş, B) alttan görünüş (Orijinal)

Damızlıklar yıl boyunca dondurulmuş mezgıt ile beslenmiştir. Balıklar haftada 3 gün elle doyana kadar yaş yem ile yemlenmiştir. Ayrıca üreme sezonunun 6 ay öncesinden Süpervit Forte ticari isimli vitamin 10 mg/kg olacak şekilde yaş yeme ilave edilmiştir.

4.1.3. Kullanılan deniz suyu

Kuluçkahanenin deniz suyu alım ünitesi her biri 60 m³/saat kapasiteli 3 farklı su alım hattından oluşmaktadır. Bu hatlarla kıydan 500 m açıktan ve 15 m derinlikten, 650 m açıktan ve 40 m derinlikten, 850 m açıktan ve 56 m derinlikten su alınmaktadır. Alınan deniz suyu ilk önce kaba ön filtreden geçirilerek dinlendirme havuzuna oradan rezerv tankına aktarılmaktadır. Rezerv tankındaki su sırasıyla 0.8 mm çapındaki antrasit ve kum içeren mekanik filtreden, 5 µ'luk kartuş filtreden ve son olarak da mor ötesi ışınla (UV) muamele edilerek kuluçkahane ünitesine dağıtılmaktadır. İnkübasyon suyu ise tekrar 5 µ ve 1 µ'luk kartuş filtreden, son olarak da UV'den geçirilerek kullanılmaktadır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. SUMAE Deniz suyu filtrasyon ünitesi (Orijinal)

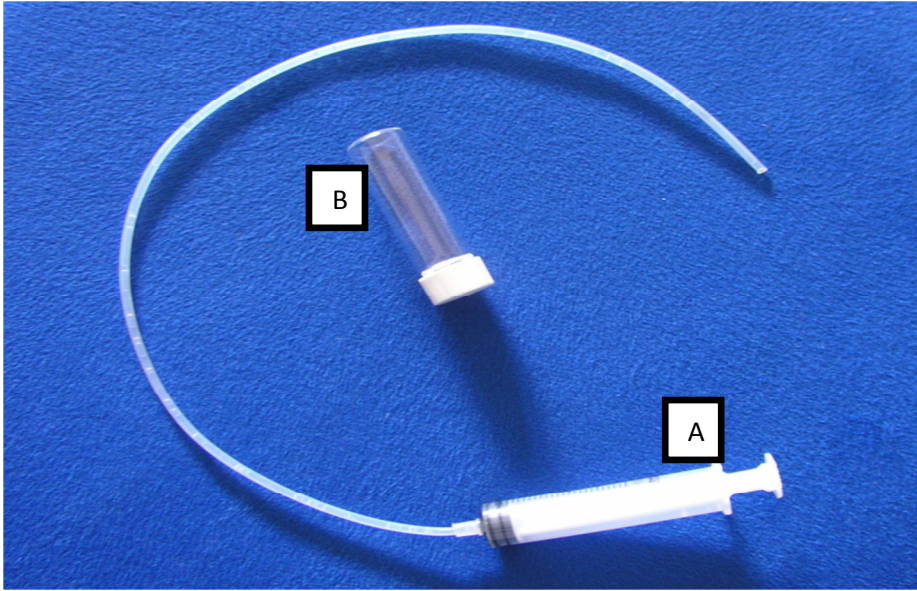
4.1.4. Anaçların muhafaza edildiği tanklar ve kullanılan malzemeler

Anaçlar üretim sezonuna kadar 15 m²'lik taban alanına sahip altıgen beton havuzlarda muhafaza edilmiştir. Daha sonra adaptasyon için Şekil 4.3'de gösterilen 1×2×0.5 m ebatlarında delikli bir plastik paravan ile ortasından iki bölüme ayrılmış 4 adet FRP adaptasyon tankı kullanılmıştır. Anaçların olgunluk kontrolü ve sağımı için sağım masası kullanılmıştır.



Şekil 4.3. Deneme boyunca anaçların muhafaza edildiği adaptasyon tankları (Orijinal)

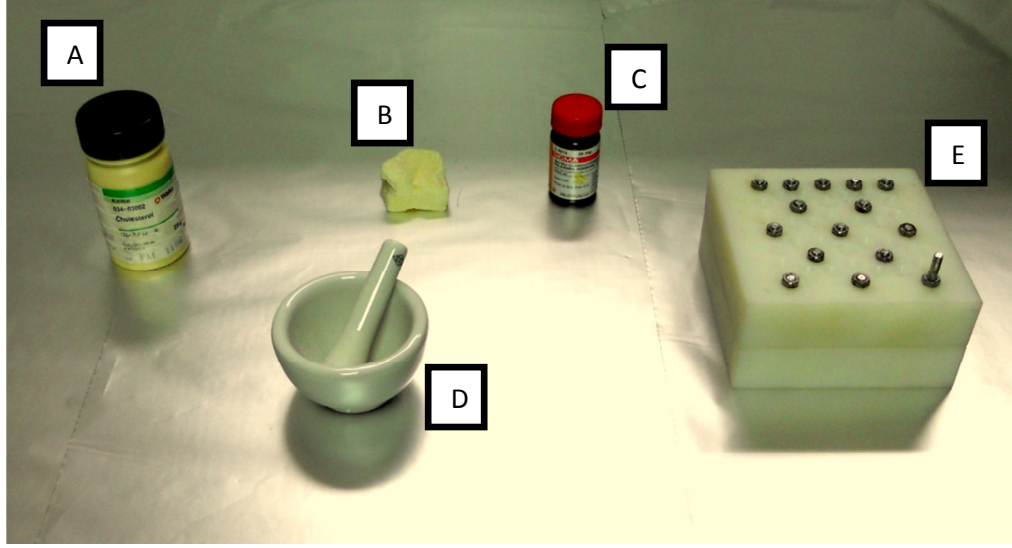
Dişi balıkların gonadlarından oosit örneği almak için iç çapı 1.5 mm olan kanül ve cam şişelerden oluşan ve Şekil 4.4’de gösterilen kanülasyon seti kullanılmıştır. Anaçların taşınmasında ise özel tasarlanmış kepçeler kullanılmıştır. Anaçların ağırlık tartımında 0.1 g hassasiyetli terazi, boy ölçümlerinde ise 1 mm hassasiyetli ölçüm tahtası kullanılmıştır.



Şekil 4.4. Kanülasyon seti; A) Kanül, B) Cam şişe (Orijinal)

4.1.5. Hormon malzemeleri

Anaç kalkan balıkları için gerek duyulduğunda kullanılmak üzere pelet formunda hormon hazırlanmıştır. Pelet formunda hormon hazırlamak için Şekil 4.5’de görülen toz halinde luteinizan hormonu salgılatma hormon türevi (LHRH-a Sigma L4513), kakao yağı, kolesterol, etanol, pipet, porselen havan, havan eli, el çekici, hassas terazi, deliklerinin iç çapı 3 mm olan pelet kalıbı kullanılmıştır (Aydın, 2008)



Şekil 4.5. Hormon hazırlamada kullanılan malzemeler; A) Kolesterol, B) Kakao yağı, C) LHRH-a toz, D) Seramik havan, E) Peletleme kalıbı (Orijinal)

4.1.6. Yumurta inkübasyon malzemeleri

Yumurtaların inkübasyonu 14 °C’de, 500 ml’lik cam beherlerde gerçekleştirilmiştir. İnkübatör olarak ısıtmalı ve soğutmalı inkübatör (Şekil 4.6), sıcaklıkların ölçümünde 0.1 °C hassasiyetli dijital termometre kullanılmıştır (Polat, 2011).



Şekil 4.6. Denemenin gerçekleştirildiği inkübatör (Orijinal)

4.2. Yöntem

4.2.1. Hormon hazırlama ve uygulama

Öncelikle toz halinde 5 mg LHRH-a seramik havan içerisinde döküldükten sonra üzerine 1 ml % 60'lık etanol ilave edilmiş ve havanda karıştırılmıştır. Daha sonra karışımın üzerine 625 mg kolesterol ilave edildikten sonra iyice karıştırılmıştır. Karışım 25 °C'de belli bir süre dinlendirmeye alınarak (1–2 saat) bekletilmiştir. Dinlendirilmiş olan bu karışımın üzerine 125 mg kakao yağı ilave edilerek karışım toz haline gelene kadar kuvvetlice karıştırılmıştır. Elde edilen karışım 20–35 mg ağırlıklarda tartıldıktan sonra peletleme aparatında pelet hale getirilmiştir. Her bir pelet bireysel olarak tartılmıştır. Ağırlıkları alınan peletlerin içerdikleri hormon miktarı hesaplanmış ve kullanıma hazırlanmıştır (Aydın, 2008). 30 mg ağırlığındaki bir pelet 200 µg LHRH-a içermektedir. Peletler kullanılıncaya kadar -18°C'de cam şişelerde muhafaza edilmiştir (Polat, 2011).

Olgunlaşmakta olan dişi kalkan balıklarının genital açıklığından gonadın içine doğru sertlik hissedilene kadar kanül tüpü sokularak kanülün uç kısmına yerleştirilen şırınga yardımı ile sifonlama yapılmış ve oosit örneği alınmıştır (Şekil 4.7). Oositler, içerisinde kalkan ringer solüsyonu bulunan cam şişelere boşaltılmıştır. Oositlerin çapları mikroskop altında 40x büyütme ile ölçülmüştür (Hara, 2002; Aydın, 2008; Polat, 2011).



Şekil 4.7. Kanülasyon (Orijinal).

Ortalama 400 μm 'den büyük çapta oosite sahip dişi balıklara hormon uygulanmıştır. Kullanılacak hormon miktarı balığın ağırlığına göre hesaplandıktan (1 kg dişi balık için 100 μg) sonra uygun pelet (Şekil 4.8) seçilerek balığın dorsal bölgesinin baş kısmına yakın bölgede kas içine 0.5 mm iç çapı olan metal aparat yardımı ile yerleştirilmiştir (Çiftçi ve ark., 2002; Aydın, 2008; Polat, 2011).



Şekil 4.8. Hormon uygulama işlemi (Orijinal)

4.2.2. Anaç yönetimi ve döl alımı

SUMAE deniz balıkları kuluçkahanesinde muhafaza edilen anaç kalkan balıkları sağım öncesi adaptasyon tanklarına nakledilmiştir. Buldukları 10 °C'lik su sıcaklığı günde 0.5 °C artırılarak 14 °C'ye çıkarılmıştır (Polat, 2011).

Suni dölleme amacıyla önce erkek balıklar kontrol edilmiş ve olgun erkekler seçilmiştir. Erkek balıkların gonad kısmına parmaklar yardımı ile baskı yapılarak sperm verenler olgun olarak değerlendirilmiştir. Olgun balıklardan sperm elde edilmeden önce karın bölgesine masaj uygulanarak idrar ve boşaltım atıkları uzaklaştırılmıştır. Karın bölgesine, özellikle testislerin üst kısmına yapılan masajla elde edilen sperm, döllemede kullanılmıştır (Çiftçi ve ark., 2002; Aydın, 2008; Polat, 2011)

Erkek balıklardan yeterli miktarda sperm elde edilebildiğinden hormon uygulaması yapılmamıştır. Dişi balıklarda ise hormon uygulamasından yaklaşık bir hafta sonra yumurta olgunlaşmış ve olgunlaşan yumurtalar suni sağım yöntemiyle alınmıştır. Günlük yapılan kontroller sonucunda karınlarında şişlik görülen anaçlar sağım için değerlendirilmiştir. Sağım masasında balığın gözleri temiz bir havlu ile kapatılmış ve gonad bölgesi hafifçe sıvazlanarak yumurta alımı gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.9) (Polat, 2011). Sağım işlemi esnasında anaçlardan 50 ml'lik tüplere döllelenmemiş yumurta alınmıştır. Alınan yumurta numuneleri analiz yapıncaya kadar (sağımdan yaklaşık 2 hafta sonra) -80 °C'de muhafaza edilmiştir. Bu işlem üreme sezonu boyunca devam etmiştir. Üreme döneminin farklı devrelerinde olabilecek farklılıkları ortaya çıkarmak için sezon başı, ortası ve sonundan alınan örnekler analiz edilmiştir.



Şekil 4.9. Yumurta sağım uygulaması (Orijinal).

4.2.3. Yumurtaların döllemesi

Oluşturulan yumurta ve sperm stokundan embriyonik gelişim takibinin yapılacağı 14 °C sıcaklıkta ve ‰ 18 tuzluluktaki suya yeterli sayıda yumurta konularak sperm stokundan alınan sperm bunların üzerine ilave edilmiş ve steril bir cam çubukla hafifçe karıştırma işlemi yapılarak dölleme gerçekleştirilmiştir.

Yumurtaların suni olarak döllemesinde yaş dölleme metodu (Chereguini ve ark., 1999; Maslova, 2002; Kjørsvik ve ark., 2003; Aydın, 2008) kullanılmıştır.

Dölleme zamanı olarak spermin yumurta ile birleşme anı kabul edilmiştir. Yumurtaların döllemeden sonra yaşama kalitesini artırmak amacıyla yumurta üzerindeki sperm ve ovaryum sıvısını uzaklaştırmak için deneme sıcaklığı ve tuzluluğundaki stok suyu ile döllemiş yumurtaların yıkama işlemi yapılmıştır.

4.2.4. Yumurtaların İnkübasyonu

Yumurtaların inkübasyonunda kullanılan deniz suyu önce Şekil 4.10'de gösterilen 5 µm'lik ve 1 µm'lik kartuş filtreden geçirilmiş ve mor ötesi ışın (UV) ile sterilize edilmiştir.

Döllenme ve çıkış oranının, anormalliklerin belirlenmesi amacıyla sezon boyunca her partiden 500 ml'lik 3 behere yaklaşık 100'er adet yumurta rastgele yerleştirilmiştir.

Yumurtaların inkübe edildiği suya, olası bakteriyel gelişimi engellemek amacıyla anti bakteriyel ilave edilmiştir (Streptomycin 0.05g/l). İnkübasyon suyu günlük olarak 2/3 oranında aynı özellikteki rezerv suyu ile değiştirilmiştir. Günlük kontroller yapılarak ölü yumurta ve larvalar beherden uzaklaştırılmıştır (Nissling ve ark., 2006; Aydın, 2008; Polat, 2011).



Şekil 4.10. İnkübasyonda kullanılan deniz suyu ve filtrasyon sistemi (Orijinal)

4.2.5. Döllenme, çıkış ve anormallik oranlarının hesaplanması

Yumurta gelişimi 2-64 hücreli durumda örnekleme yapılarak döllenmiş yumurta sayısı belirlenmiştir. Sadece temiz ve şeffaf yumurtalar (her bir beherde 100 adet yumurta) kullanılarak hücre bölünmesi durumuna göre hücre bölünmeleri görünüyorsa döllenmiş, bölünmeler görünmüyorsa döllenmemiş olarak kaydedilmiştir (Howell ve ark., 1991, Aydın, 2008; Polat, 2011).

Döllenme oranının hesaplanmasında beherdeki bulunan yaklaşık 100 adet yumurtanın tamamı gözlemlenerek değerlendirilmiştir. Döllenme oranı döllenmiş yumurtanın toplam yumurta sayısına oranı ile hesaplanmıştır (Howell ve ark., 1991; Nissling ve ark., 2006; Aydın, 2008; Polat, 2011).

$$\text{Döllenme Oranı (\%)} = \frac{\text{Döllenmiş yumurta sayısı}}{\text{Toplam yumurta sayısı}} \times 100 \quad (4.1)$$

Çıkış oranı çıkan larvaların tamamı sayılarak döllenmiş yumurtaya oranı ile hesaplanmıştır.

$$\text{Çıkış Oranı (\%)} = \frac{\text{Toplam çıkan larva sayısı}}{\text{Toplam yumurta sayısı}} \times 100 \quad (4.2)$$

Anormalliklerin belirlenmesinde morfolojik olarak gözlemlenen şekil bozuklukları anormal larva olarak değerlendirilmiştir ve toplam larva sayısına oranlanarak hesaplanmıştır. Tüm bu hesaplamalar % olarak ifadelendirilmiştir.

$$\text{Anormal larva sayısı (\%)} = \frac{\text{Toplam anormal larva sayısı}}{\text{Toplam çıkan larva sayısı}} \times 100 \quad (4.3)$$

4.2.6. Yumurtada Protein Analizi

Üreme döneminin farklı evrelerinde alınan yumurta numunelerine Kjeldahl yöntemi ile protein analizi yapılmıştır (AOAC, 1995). Yumurta numunelerinden 1-2 g arasında örnek tartılmış ve Kjeldahl balonuna konulmuştur. Üzerine Kjeldahl tableti (CuSO_4) ve 15 ml % 97'lik H_2SO_4 ilave edilerek balonlar yakma ünitesine yerleştirilmiştir. 420 °C'de çeker ocak altında vakum açılarak 1-1.5 saat süreyle yakma işlemi tamamlanmıştır. Bu işlem sonucunda örnek yanmış ve berraklaşmıştır. Daha sonra numune oda sıcaklığına soğutulmuştur. Üzerine 50 ml distile su ilave edilerek distilasyon ünitesine yerleştirilmiştir. 50 ml % 40'luk NaOH çözeltisinden kjeldahl tüpüne çekilmiştir. 50 ml % 4'lük Borik asit çözeltisinden erlene koyulmuş ve yaklaşık 5 dakika distilasyon yapılmıştır.

0.1 N HCl çözeltisi ile titrasyon yapılmış ve sarfiyat kaydedilmiştir. Aşağıdaki eşitliğe göre toplam ham protein yüzdesi hesaplanmıştır.

$$\% \text{ HP} = ((14.008 \times \text{Sarfiyat} \times 0.1) / (\text{Örnek} \times 10)) \times 6.25 \quad (4.4)$$

4.2.7. Yumurtada Yağ Analizi

Üreme döneminin farklı evrelerinde alınan yumurta örnekleri -80 °C'den çıkartıldıktan sonra iyice süzülüp yaklaşık 20 g kadar numune petri kutusuna alınmıştır. Etüvde 105 °C'de 1.5 saat bekletilerek nem muhtevası uçurulmuştur. Nemi alınan numune tartılarak soxhlet kartuşuna yerleştirilmiştir. Dört saat boyunca Soxhlet sisteminde petrol eteri ile ekstraksiyon uygulanmıştır (AOAC, 1995). Ekstraksiyon sonunda evaporatör yardımıyla çözücünün uzaklaştırılmasından sonra kalıntı tartılarak yağ miktarı aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\text{Yağ (\%)} = \frac{\text{Balonun son tartısı (g)} - \text{Balon dara (g)}}{\text{Örnek Miktarı (g)}} \times 100 \quad (4.5)$$

4.2.8. Yumurtada Yağ Asiti Analizi

Kalkan balığı üreme sezonu boyunca ilk, orta ve son partilerden alınan yumurta numuneleri aşağıda belirtilen işlemlerle yağ asitleri metil esterleri haline dönüştürülerek gaz kromatografisinde yağ asidi bileşimi belirlenmiştir.

Yumurta numunelerinden Soxhlet sisteminde yağ ekstrakte edildikten sonra 1-2 g kadar örnek alınmıştır (AOAC, 1995). Numuneye 2 ml hekzan ilave edilerek çözülmüştür. Hekzanda çözünen numune cam santrifüj tüpüne alınarak üzerine 4 ml 2 M metanollü KOH ilave edilerek iyice karıştırılmıştır (Ichihara, 1996). Numune 4 °C'de 4000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Oluşan üst faz ayrı bir tüpe alınarak parafilm ile kaplanmıştır. Daha sonra örnekten 1 ml alınarak GC' ye enjekte edilmiştir. Standart yağ asiti örneğinin kromatogramı ile karşılaştırılarak örneklerin yağ asiti yüzdelerinin hesaplaması yapılmıştır.

4.2.9. Yumurtada Nem Tayini

Deneme boyunca kullanılan dört adet dişi (A1, A2, A3, A4) Karadeniz kalkan anacından alınan yumurta örneklerinde nem oranını belirlemek için 4-5 g alınan örnekler 105 °C'de 18 saat kurutma dolabında kurutulmuştur. Kurutulan numuneler desikatöre alınıp 30 dakika sonra tartılmıştır. Elde edilen son ağırlık nem oranını vermiştir (AOAC, 1995; Akyıldız, 1984).

$$\text{Nem (\%)} = [1 - (\text{Kurutma sonrası ağırlık}) / (\text{Kurutma öncesi ağırlık})] \times 100 \quad (4.6)$$

4.2.10. Yumurtada Kül Tayini

Deneme boyunca kullanılan dört adet dişi (A1, A2, A3, A4) Karadeniz kalkan anacından alınan yumurta örneklerinden yaklaşık 1.5-2 g numune porselen yakma kaplarına konulmuş ve 550 °C'de 4 saat süreyle yakılmıştır. Numune 100 °C'ye kadar soğutulduktan sonra desikatöre konulup 30 dakika sonra tartılmıştır (AOAC, 1995; Akyıldız, 1984).

$$\text{Ham Kül (\%)} = (\text{Kül ağırlığı} / \text{Örnek ağırlığı}) \times 100 \quad (4.7)$$

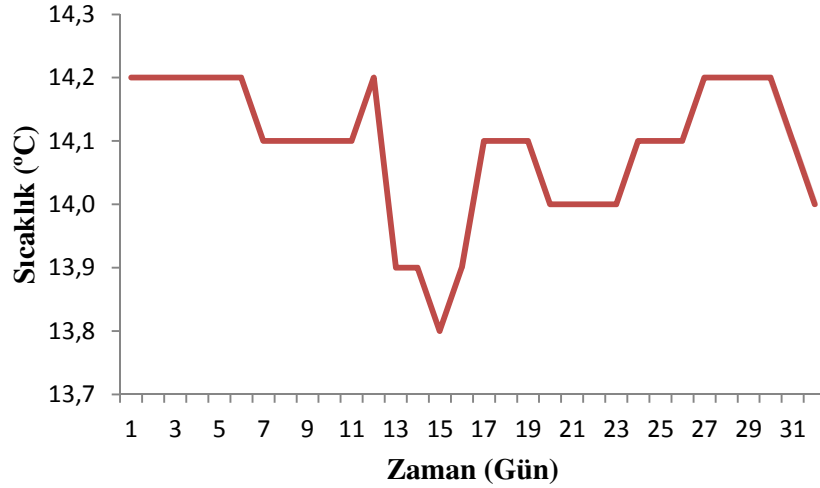
4.2.11. Verilerin istatistiki analizi

Üreme sezonu boyunca ilk, orta ve son partilerdeki yumurtaların döllenme, çıkış ve anormallik oranlarının karşılaştırılması, partiler arasındaki larva boyları, yaşama oranları, yağ asiti farklılıkları ve yumurtaların biyokimyasal kompozisyonu tek yönlü varyans analiz testi ile (ANOVA) yapılmıştır. Fark Tukey testi ile test edilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde Minitab 15 ve Excel 2007 bilgisayar programları kullanılmıştır.

5. BULGULAR

5.1. İnkübasyon Suyu Sıcaklıkları

Embriyonik gelişimin takip edildiği deneme boyunca inkübasyon suyu sıcaklığı ortalama $14.08 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.01$ olarak bulunmuştur (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Denemede kullanılan inkübasyon su sıcaklığı

5.2. Yumurtaların Biyokimyasal Kompozisyonuna İlişkin Bulgular

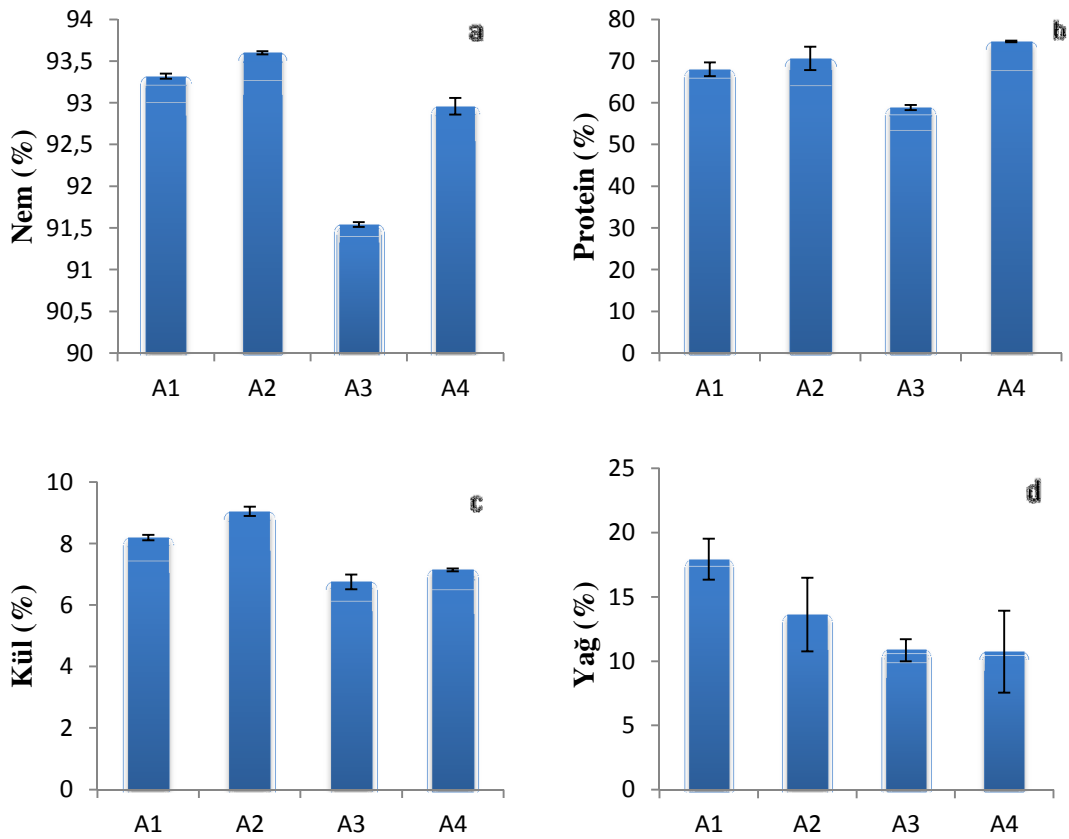
Araştırmada, deneme boyunca dört adet dişi (A1, A2, A3, A4) Karadeniz kalkan anacından alınan yumurta örnekleri biyokimyasal kompozisyon yönünden incelenerek (nem, ham protein (HP), ham yağ (HY) ve ham kül (HK) oranları) Çizelge 5.1 ve Şekil 5.2’de verilmiştir.

Dört anaçtan alınan yumurta örneklerine yapılan analiz sonucunda elde edilen nem değerleri sırasıyla $\% 93.32 \pm 0.03$, $\% 93.60 \pm 0.02$, $\% 91.54 \pm 0.03$ ve $\% 92.96 \pm 0.10$ tespit edilmiştir. Ham protein değerleri sırasıyla $\% 68.03 \pm 1.62$, $\% 70.61 \pm 2.80$, $\% 58.83 \pm 0.62$, $\% 74.67 \pm 0.19$ olarak saptanmıştır. Ham kül oranları sırasıyla $\% 8.19 \pm 0.09$, $\% 9.04 \pm 0.15$, $\% 6.75 \pm 0.24$, $\% 7.14 \pm 0.05$ olarak belirlenmiştir. Ham yağ oranları sırasıyla $\% 17.92 \pm 1.60$, $\% 13.61 \pm 2.86$, $\% 10.85 \pm 0.86$, $\% 10.74 \pm 3.19$ olarak saptanmıştır.

Çizelge 5.1. Kalkan balığı yumurtasının biyokimyasal kompozisyonu (kuru madde).

Anaç Adı	Nem (%)	HP (%)	HY (%)	HK (%)
A1	93.32±0.03	68.03±1.62	17.92±1.60	8.19±0.09
A2	93.60±0.02	70.61±2.80	13.61±2.86	9.04±0.15
A3	91.54±0.03	58.83±0.62	10.85±0.86	6.75±0.24
A4	92.96±0.10	74.67±0.19	10.74±3.19	7.14±0.05

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.



Şekil 5.2. Kalkan balığı yumurtasının biyokimyasal kompozisyonu a) Nem (%), b) Protein (%), c) Kül (%), d) Yağ (%)

5.3. Yağ Asitleri Kompozisyonuna İlişkin Bulgular

5.3.1. Toplam Doymuş (SAFA) Yağ Asitlerine İlişkin Bulgular

Kalkan balığının üreme sezonunun ilk, orta ve son partilerinden alınan yumurtalarında belirlenen toplam doymuş yağ asit (SAFA) miktarları Çizelge 5.2 ve Şekil 5.3’de verilmiştir. Anaçlardan alınan yumurtalardaki toplam SAFA dağılımı sırasıyla ilk, orta ve son partiler için % 23.65±0.44, % 18.89±0.49 ve % 22.77±0.56

olarak bulunmuş ve ilk (% 23.65±0.44) ve orta (% 18.89±0.49) partiler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Yapılan istatistiksel analizler sonucunda doymuş yağ asitlerinden miristik asit (C14:0) ve stearik asit (C18:0) miktarı bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur (p>0.05). Bununla birlikte palmitik asit (C16:0) bakımından ilk (% 14.53±0.32) ve orta (% 11.67±0.47), orta (% 11.67±0.47) ve son (% 14.50±0.46) partiler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu (p<0.05), ilk ve son partiler arasındaki farklılığın ise önemsiz olduğu (p>0.05) tespit edilmiştir. Araşidik asit (C20:0) miktarı bakımından ilk (% 2.49±0.03), orta (% 1.16±0.05) ve son (% 1.96±0.16) partiler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır (p<0.05). Lignoserik asit (C24:0) miktarı bakımından ilk (% 0.44±0.02) ve orta (% 0.35±0.02), ilk (% 0.44±0.02) ve son (% 0.35±0.02) partiler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu (p<0.05), orta ve son partiler arasındaki farklılığın ise önemsiz olduğu (p>0.05) tespit edilmiştir.

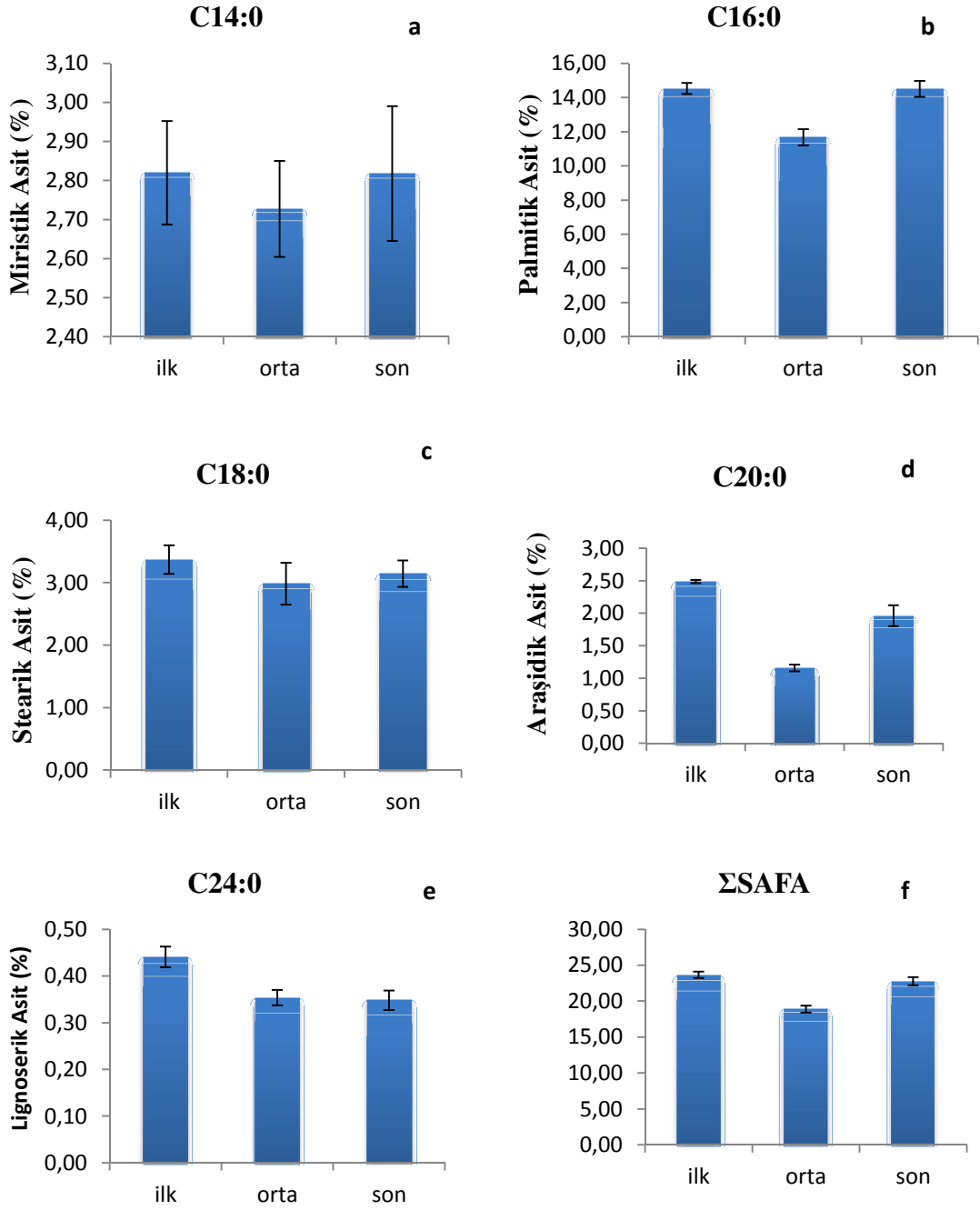
Çizelge 5.2. Üreme sezonunun farklı devrelerinde SAFA miktarları (%)

Yağ asitleri	İlk	Orta	Son
C14:0	2.82±0.13 ^a	2.73±0.12 ^a	2.82±0.17 ^a
C16:0	14.53±0.32 ^a	11.67±0.47 ^b	14.50±0.46 ^a
C18:0	3.37±0.23 ^a	2.98±0.33 ^a	3.14±0.21 ^a
C20:0	2.49±0.03 ^a	1.16±0.05 ^b	1.96±0.16 ^c
C24:0	0.44±0.02 ^a	0.35±0.02 ^b	0.35±0.02 ^b
ΣSAFA	23.65±0.44^a	18.89±0.49^b	22.77±0.56^a

SAFA=Yumurtada toplam doymuş yağ asidi (%)

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).



Şekil 5.3. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtada miristik asit (C14:0, a), palmitik asit (C16:0, b), stearik asit (C18:0, c), araşidik asit (C20:0, d), lignoserik asit (C24:0) ve toplam doymuş yağ asidi (ΣSAFA, g) miktarları

5.3.2. Toplam Tekli Doymamış (MUFA) Yağ Asitlerine İlişkin Bulgular

Kalkan balığının üreme sezonunun ilk, orta ve son partilerinden alınan yumurtalarında belirlenen toplam tekli doymamış yağ asit (MUFA) miktarları Çizelge 5.3 ve Şekil 5.4'de verilmiştir. Toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) miktarı ortalama olarak ilk, orta ve son partiler için sırasıyla % 26.05±0.30, % 24.53±1.61, % 25.16±0.76 olarak bulunmuş ve yapılan istatistiki analiz sonucunda aradaki farkın önemsiz olduğu tespit edilmiştir (p>0.05). Tekli doymamış yağ asitlerinden oleik asit (18:1ω9) miktarı istatistiki olarak değerlendirildiğinde ilk, orta ve son partiler arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir (p>0.05). Palmitoleik asit (16:1) miktarı bakımından ilk (% 6.72±0.12) ve orta (% 5.56±0.19) partiler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu (p<0.05), orta ve son partiler ile ilk ve son partiler arasındaki farklılığın ise önemsiz olduğu (p>0.05) bulunmuştur. Eikosanoik asit (C20:1) miktarı bakımından ilk (% 0.46±0.01) ve orta (% 0.59±0.02), orta (% 0.59±0.02) ve son (% 0.38±0.04) partiler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu (p<0.05), ilk ve son partiler arasındaki farklılığın ise önemsiz olduğu (p>0.05) tespit edilmiştir. Erusik asit (C22:1ω9) miktarı bakımından ilk (% 0.35±0.01) ve orta (% 0.30±0.02) partiler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu (p<0.05), orta ve son partiler ile ilk ve son partiler arasındaki farklılığın ise önemsiz olduğu (p>0.05) bulunmuştur. Nervonik asit (C24:1ω9) miktarı bakımından ilk (% 0.37±0.01) ve orta (% 0.27±0.01), orta (% 0.27±0.01) ve son (% 0.33±0.01) partiler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu (p<0.05), ilk ve son partiler arasındaki farklılığın ise önemsiz olduğu (p>0.05) tespit edilmiştir.

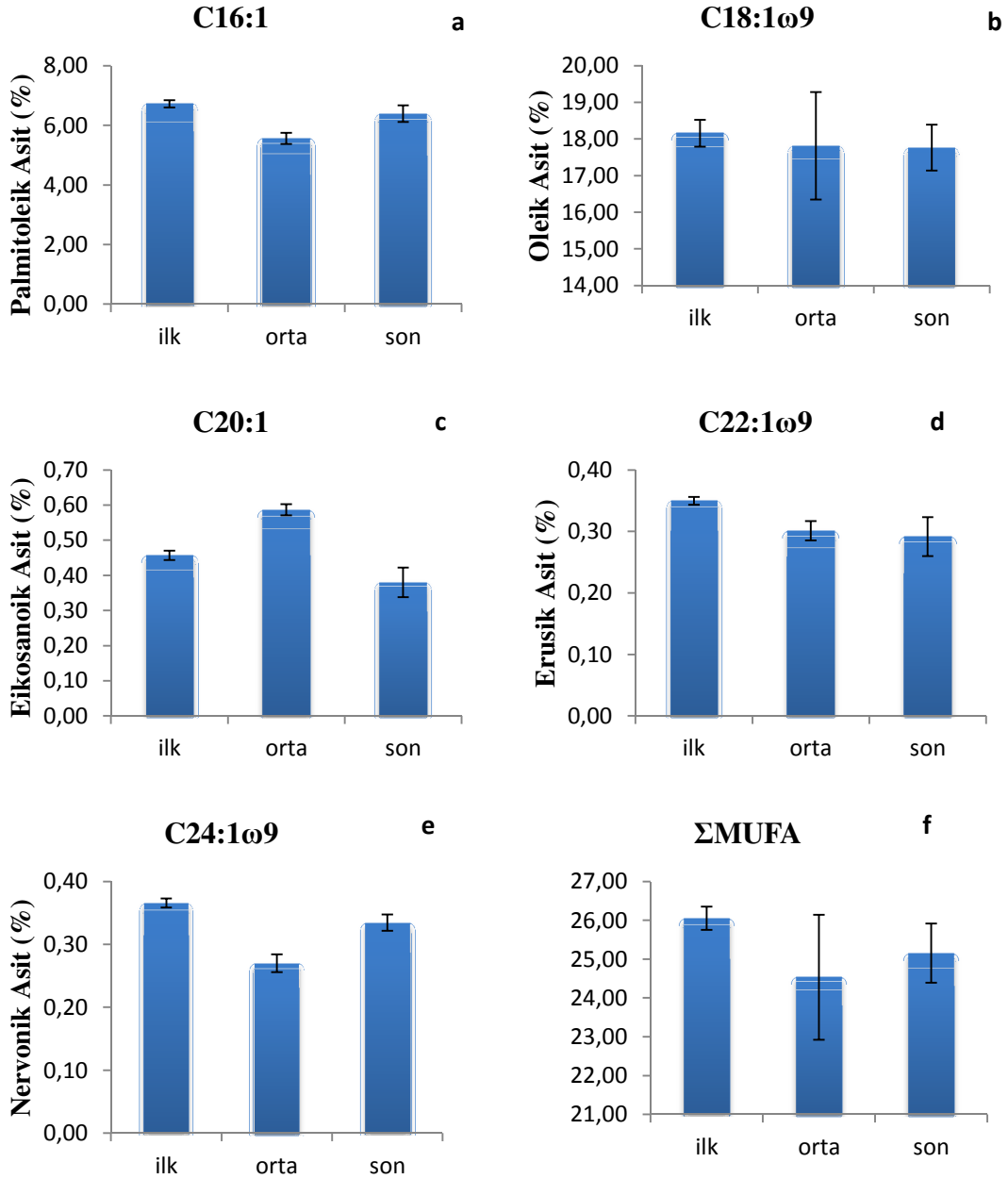
Çizelge 5.3. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtada tekli doymamış yağ asitlerinin (MUFA) miktarları (%) verilmiştir

Yağ Asitleri	İlk	Orta	Son
C16:1	6.72±0.12 ^a	5.56±0.19 ^b	6.39±0.28 ^{a,b}
C18:1ω9	18.16±0.37 ^a	17.81±1.47 ^a	17.76±0.63 ^a
C20:1	0.46±0.01 ^a	0.59±0.02 ^b	0.38±0.04 ^a
C22:1ω9	0.35±0.01 ^a	0.30±0.02 ^b	0.29±0.03 ^{a,b}
C24:1ω9	0.37±0.01 ^a	0.27±0.01 ^b	0.33±0.01 ^a
ΣMUFA	26.05±0.30^a	24.53±1.61^a	25.16±0.76^a

MUFA=Yumurtada tekli doymamış yağ asidi (%)

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).



Şekil 5.4. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtada palmitoleik asit (C16:1, a), oleik asit (C18ω9, b), eikosanoik asit (C20:1ω9, c), erusik asit (C22:1ω9, d), nervonik asit (C24:1ω9, e) ve toplam tekli doymamış yağ asidi (ΣMUFA, f) miktarları

5.3.3. Toplam Çoklu Doymamış (PUFA) Yağ Asitlerine İlişkin Bulgular

Kalkan balığının üreme sezonunun ilk orta ve son partilerinden alınan yumurtalarında belirlenen toplam çoklu doymamış yağ asit (PUFA) miktarları Çizelge 5.4 ve Şekil 5.5’de verilmiştir. Toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarı ortalama olarak ilk, orta ve son partiler için sırasıyla % 22.78±0.27, % 20.44±0.30, %21.21±0.57 olarak bulunmuş ve yapılan istatistiki analiz sonucunda ilk ve orta parti

arasındaki farkın önemli olduğu ($p<0.05$) ancak orta ve son ile ilk ve son partiler arasındaki farkın önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$). Çoklu doymamış yağ asitlerinden linoleik asit (C18:2 ω 6) ve araşidonik asit (C20:4 ω 6) miktarları bakımından partiler arasındaki fark yapılan istatistiksel analizler sonucunda önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Çoklu doymamış yağ asitlerinden linolenik asit (C18:3 ω 3) miktarı bakımından partiler arasındaki farkın önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$). Eikosapentaenik asit (C20:5 ω 3) miktarı bakımından ilk (% 3.27 \pm 0.11) ve orta (% 2.75 \pm 0.12) partiler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu, orta ve son partiler ile ilk ve son partiler arasındaki farklılığın ise önemsiz olduğu ($p>0.05$) bulunmuştur. Dekosaheksaenik asit (C22:6 ω 3) miktarı bakımından ilk (% 13.29 \pm 0.03) ve orta (% 11.87 \pm 0.30), ilk (% 13.29 \pm 0.03) ve son (% 11.76 \pm 0.31) partiler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu ($p<0.05$), orta ve son partiler arasındaki farklılığın ise önemsiz olduğu ($p>0.05$) tespit edilmiştir.

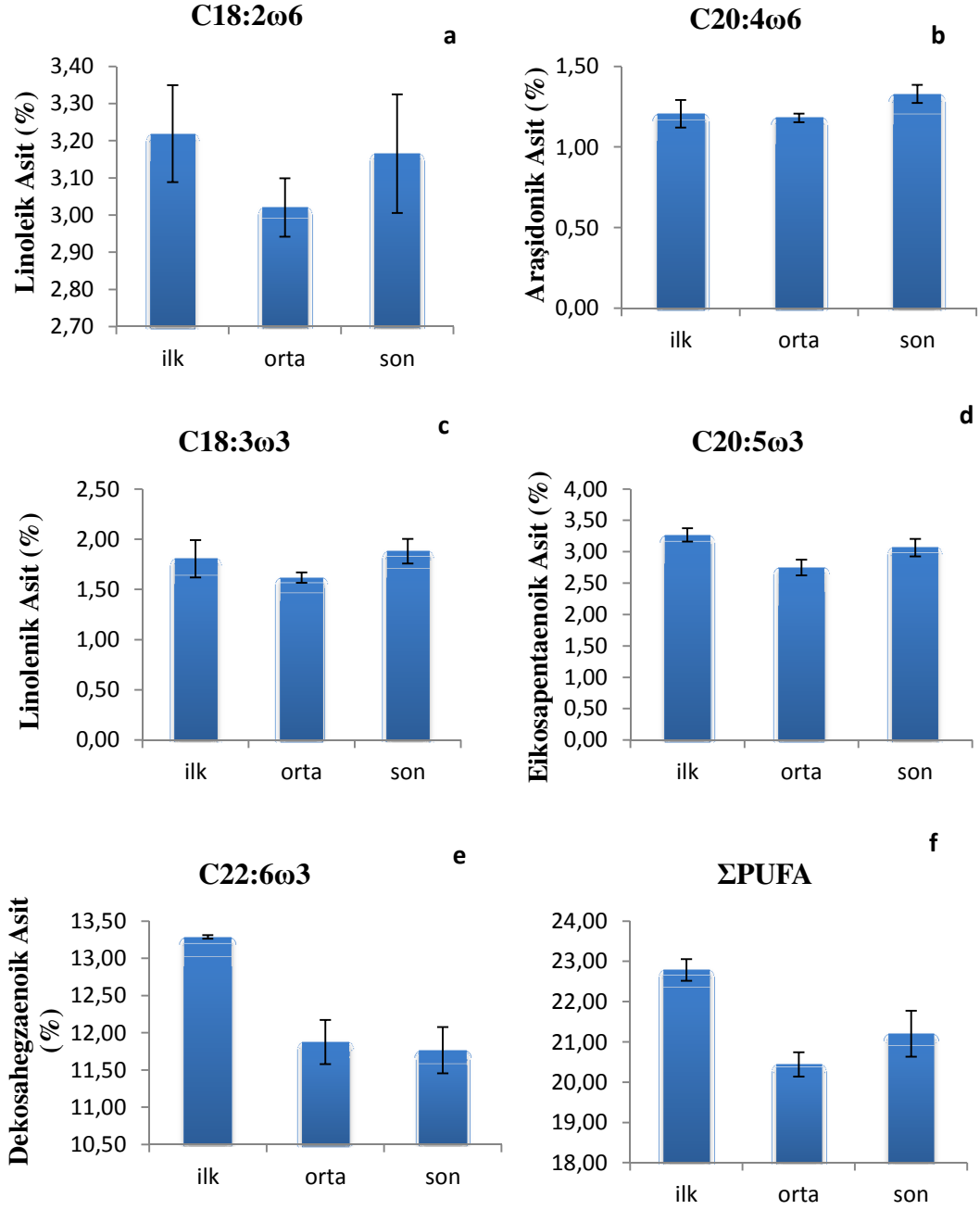
Çizelge 5.4. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtada çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarları (%)

Yağ Asitleri	İlk	Orta	Son
C18:2ω6	3.22 \pm 0.13 ^a	3.02 \pm 0.08 ^a	3.17 \pm 0.16 ^a
C20:4ω6	1.21 \pm 0.09 ^a	1.18 \pm 0.03 ^a	1.33 \pm 0.06 ^a
C18:3ω3	1.81 \pm 0.19 ^a	1.62 \pm 0.05 ^a	1.88 \pm 0.12 ^a
C20:5ω3	3.27 \pm 0.11 ^a	2.75 \pm 0.12 ^b	3.07 \pm 0.14 ^{a,b}
C22:6ω3	13.29 \pm 0.03 ^a	11.87 \pm 0.30 ^b	11.76 \pm 0.31 ^{a,b}
ΣPUFA	22.78\pm0.27^a	20.44\pm0.30^b	21.21\pm0.57^{a,b}

PUFA=Yumurtada çoklu doymamış yağ asidi (%)

Her değer ortalama \pm standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$)



Şekil 5.5. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtada linoleik asit (C18:2 ω 6, a), araşidonik asit (C20:4 ω 6, b) linolenik asit (C18:3 ω 3, c), eikosapentaenik asit (C20:5 ω 3, d), dekosahegzaenik asit (C22:6 ω 3, e) ve toplam çoklu doymamış yağ asiti (Σ PUFA, f) miktarları

Üreme sezonunun farklı devrelerinde toplam çoklu doymamış yağ asitlerinden PUFA Omega-6, PUFA Omega-3 miktarları ve n-3/n-6 oranı Çizelge 5.5 ve Şekil 5.6'da verilmiştir. Toplam çoklu doymamış yağ asitlerinden PUFA Omega-6 miktarı ortalama olarak ilk, orta ve son partiler için sırasıyla % 4.42 \pm 0.13, % 4.20 \pm 0.08, %4.49 \pm 0.10 olarak bulunmuş ve yapılan istatistikî analizler sonucunda orta ve son parti

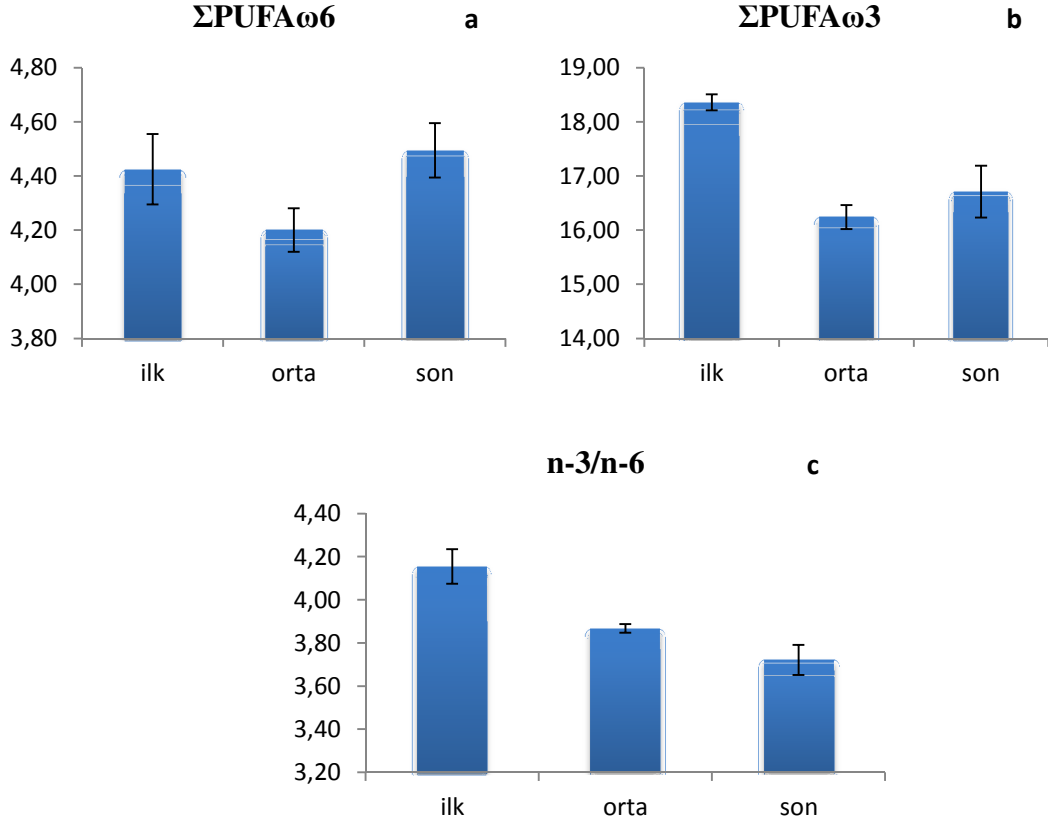
arasındaki farkın önemli olduğu ($p<0.05$), ilk ve orta ile ilk ve son partiler arasındaki farklılığın önemsiz olduğu ($p>0.05$) tespit edilmiştir. PUFA Omega-3 miktarı ortalama olarak ilk, orta ve son partiler için sırasıyla % 18.36 ± 0.15 , % 16.24 ± 0.22 , % 16.71 ± 0.48 bulunmuş ve yapılan istatistiki analizler sonucunda ilk ve orta partiler arasındaki farkın önemli olduğu ($p<0.05$), orta ve son partiler ile ilk ve son partiler arasındaki farklılığın ise önemsiz olduğu ($p>0.05$) bulunmuştur. PUFA Omega-3'ün PUFA Omega-6'ya oranı bakımından ilk (% 4.16 ± 0.08) ve orta (% 3.87 ± 0.02), ilk (% 4.16 ± 0.08) ve son (% 3.72 ± 0.07) partiler arasındaki fark önemli ($p<0.05$) iken orta ve son partiler için önemsiz olduğu ($p>0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 5.5. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtada toplam çoklu doymamış yağ asitlerinden PUFA Omega-6, PUFA Omega-3 miktarları ve n-3/n-6 oranı (%).

Yağ Asitleri	İlk	Orta	Son
Σ PUFA ω 6	4.42 ± 0.13^a	4.20 ± 0.08^a	$4.49\pm0.10^{a,b}$
Σ PUFA ω 3	18.36 ± 0.15^a	16.24 ± 0.22^b	$16.71\pm0.48^{a,b}$
n-3/n-6	4.16 ± 0.08^a	3.87 ± 0.02^b	3.72 ± 0.07^b

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$)



Şekil 5.6. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtada a)ΣPUFAω6, b) ΣPUFAω3, c) n-3/n-6 oranı

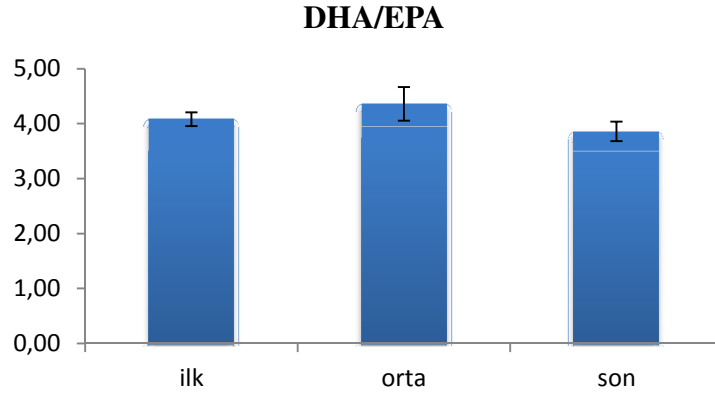
Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtada bulunan DHA ve EPA değerleri ile DHA/EPA oranı (%) Çizelge 5.6 ve Şekil 5.7’de verilmiştir. Anaçlardan alınan yumurtalarda çoklu doymamış yağ asitlerinden DHA (C22:6ω3) ve EPA (C20:5ω3) miktarları belirlenmiş ve sırasıyla ilk, orta ve son partiler için DHA/EPA oranları bulunmuştur. DHA/EPA oranı ilk, orta ve son partiler için sırasıyla % 4.08±0.12, % 4.36±0.30, % 3.86±0.18 olarak bulunmuş ve yapılan istatistiki analiz sonucunda aralarındaki farkın önemsiz ($p>0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.6. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtada bulunan DHA ve EPA değerleri ile DHA/EPA oranı (%)

Yağ Asitleri	İlk	Orta	Son
C20:5ω3	3.27 \pm 0.11 ^a	2.75 \pm 0.12 ^b	3.07 \pm 0.14 ^{a,b}
C22:6ω3	13.29 \pm 0.03 ^a	11.87 \pm 0.30 ^b	11.76 \pm 0.31 ^{a,b}
DHA/EPA	4.08\pm0.12^a	4.36\pm0.30^a	3.86\pm0.18^a

Her değer ortalama \pm standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)



Şekil 5.7. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtada DHA/EPA oranı

5.4. Larvaların Büyüme Performansı ve Yaşama Oranına İlişkin Bulgular

5.4.1. Döllenme ve Larva Çıkış Oranı

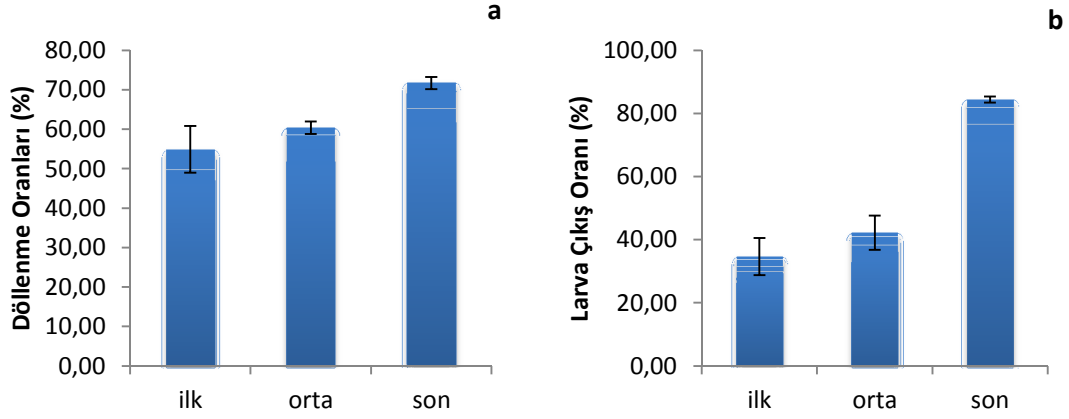
Karadeniz kalkan balığından üreme sezonu boyunca ilk, orta ve son partilerden alınan yumurtaların döllenme ve larva çıkış oranı Çizelge 5.7 ve Şekil 5.8'de verilmiştir. Döllenme oranı ilk, orta ve son partiler için sırasıyla % 54.91 \pm 5.90, % 60.36 \pm 1.61, % 71.69 \pm 1.56 olarak bulunmuş ve partiler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Larva çıkış oranı sırasıyla ilk, orta ve son partiler için % 34.67 \pm 5.89, % 42.22 \pm 5.43 ve % 84.41 \pm 0.98 olarak bulunmuş ve yapılan istatistiki analiz sonucunda partiler arasındaki larva sayısı farkının önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.05).

Çizelge 5.7. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtaların döllenme ve larva çıkış oranları

%	İlk	Orta	Son
Döllenme Oranı	54.91±5.90 ^a	60.36±1.61 ^b	71.69±1.56 ^c
Larva Çıkış Oranı	34.67±5.89 ^a	42.22±5.43 ^b	84.41±0.98 ^c

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

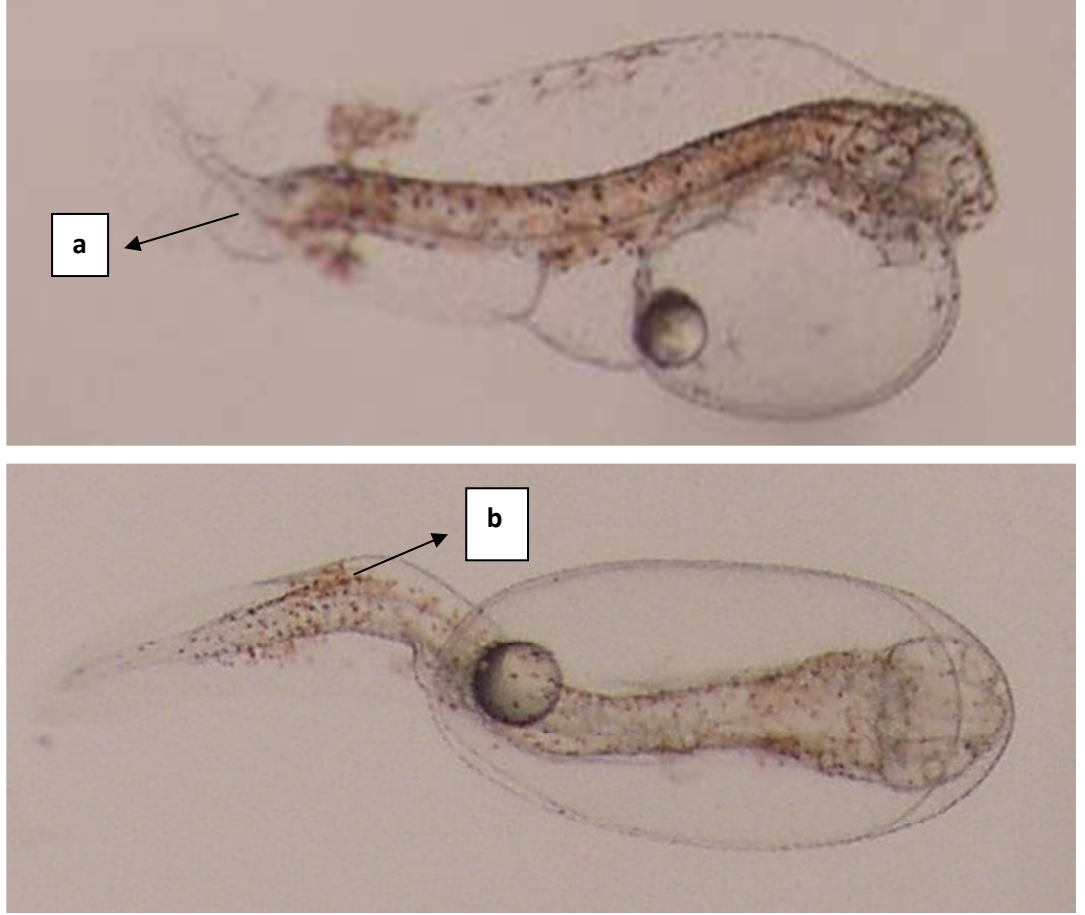
Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)



Şekil 5.8. Üreme sezonunun farklı devrelerinde a) Döllenme Oranı (%) ve b) Larva Çıkış Oranı (%)

5.4.2. Yumurtadan Çıkış Sonrası Gözlemlenen Anormallikler

Karadeniz kalkan balığından üreme sezonu boyunca ilk, orta ve son partilerden alınan yumurtalardan çıkış sonrası prelarvalarda notokord ve kuyruk deformasyonları görülmüştür (Şekil 5.9). Deneme boyunca yumurtadan çıkış sonrası görülen anormallik oranları Çizelge 5.8 ve Şekil 5.10'da verilmiştir. Deneme boyunca yapılan anormallik incelemelerinde ilk, orta ve son partilerde sırasıyla anormallik oranı % 28.84±5.60, % 30.92±3.46, % 13.35±0.84 olarak bulunmuş ve orta ve son parti arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu (p<0.05) ancak ilk ve orta, ilk ve son partiler arasındaki farkın önemsiz olduğu tespit edilmiştir (p>0.05).



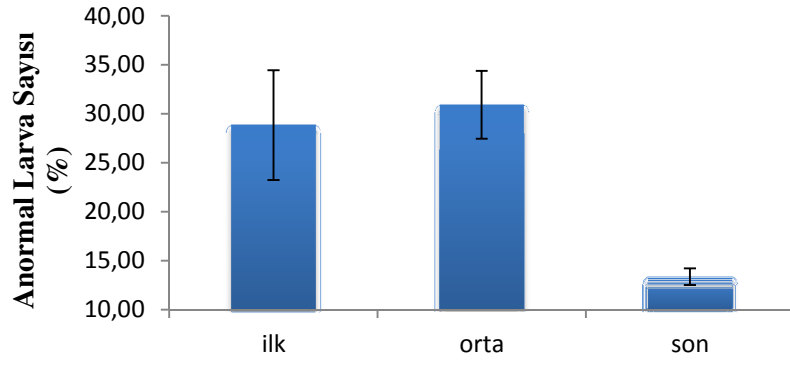
Şekil 5.9. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtalardan çıkış sonrası prelarvalarda a) kuyruk ve b) notokord deformasyonları (Orijinal).

Çizelge 5.8. Yumurtadan çıkış sonrasında larvalarda gözlemlenen anormallikler (%)

%	İlk	Orta	Son
Anormallik Oranı	28.84±5.60 ^{a,b}	30.92±3.46 ^a	13.35±0.84 ^b

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

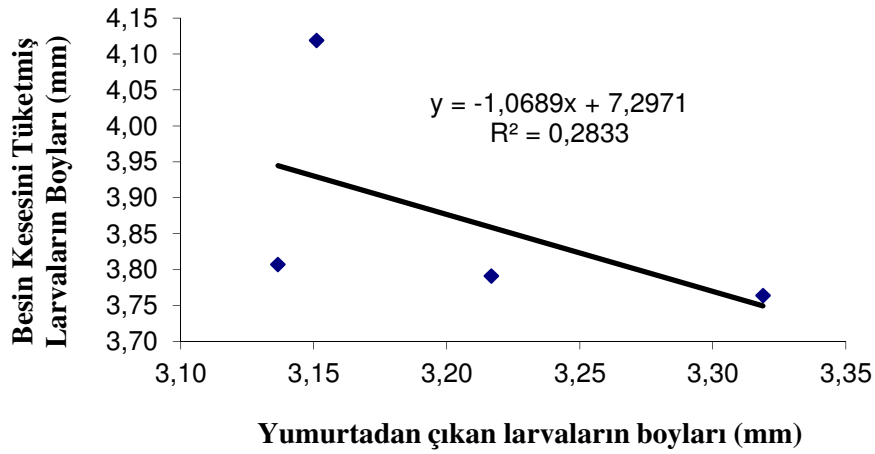
Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)



Şekil 5.10. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurta çıkış sonrası larvalarda gözlenen anormallik oranları (%)

5.4.3. Larvaların Büyüme Performansına İlişkin Bulgular

Yapılan istatistiki analiz sonucunda kalkan balığı larvalarının yumurta çıkış sonrası ve besin kesesini tükettikten sonraki boyları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$) (Şekil 5.11).



Şekil 5.11. Üreme sezonunun farklı devrelerinde larvaların yumurta çıkış sonrası ve besin kesesini tükettikten sonraki boyları arasındaki regresyon ilişkisi

Yapılan regresyon analizi sonucunda, yumurtadan çıkıştan besin kesesini tüketinceye kadar olan dönemde larvaların boyca uzamalarının düzenli olmadığı ($r^2=0.28$) görülmüştür.

Kalkan balığının üreme sezonunun ilk, orta ve son partilerinden alınan yumurtalarından çıkan larvaların boyları Çizelge 5.9 ve Şekil 5.12’de verilmiştir. Yumurtadan çıkan larvaların boy ölçüleri sırasıyla ilk, orta ve son partiler için

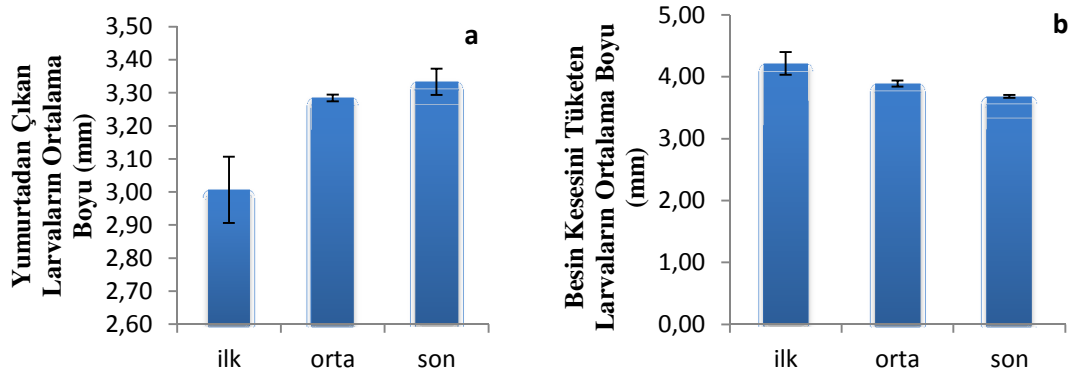
3.01 mm±0.10 mm, 3.28 mm±0.01 mm ve 3.33 mm±0.04 mm olarak bulunmuş ve partiler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Besin kesesini tüketen larvaların boy ölçüleri ise sırasıyla ilk, orta ve son partiler için 4.22 mm±0.18 mm, 3.89 mm±0.05 mm ve 3.68 mm±0.02 mm olarak bulunmuş ve yapılan istatistiki analiz sonucunda partiler arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur (p<0.05).

Çizelge 5.9. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtadan çıkan larvaların boyları

Larva Boyu	İlk	Orta	Son
Yumurtadan çıkan	3.01±0.10 ^a	3.28±0.01 ^b	3.33±0.04 ^c
Besin kesesini tüketmiş	4.22±0.18 ^a	3.89±0.05 ^b	3.68±0.02 ^c

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)



Şekil 5.12. Üreme sezonunun farklı devrelerinde a) yumurtadan çıkan larvaların boyları, b) besin kesesini tüketmiş larva boyları

5.4.4. Larvaların Yaşama Oranına İlişkin Bulgular

Kalkan balığının üreme sezonunun ilk orta ve son partilerinden alınan yumurtalardan çıkan larvaların besin kesesini tükettince ve besin kesesini tükettikten sonraki ilk üç günün sonundaki yaşama oranları Çizelge 5.10 ve Şekil 5.13'de verilmiştir. Besin kesesini tüketen larvaların yaşama oranları sırasıyla ilk, orta ve son partiler için % 9.85±1.32, % 40.45±8.17 ve % 44.79±7.98 olarak bulunmuş ve partiler arasında larva sayıları bakımından görülen farklılığın istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.05).

Larvaların besin keselerini tükettikten sonraki üç gün boyunca yaşama oranları incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda üç günün sonundaki larvaların yaşama

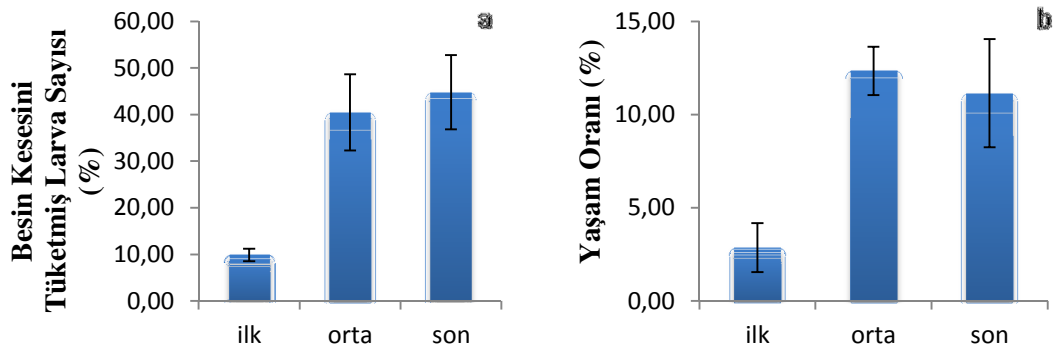
oranları sırasıyla ilk, orta ve son partiler için % 2.86±1.31, % 12.34±1.29 ve % 11.14±2.90 olarak bulunmuş ve yapılan istatistiki analiz sonucunda partiler arasındaki yaşama oranının önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.05).

Çizelge 5.10. Üreme sezonunun farklı devrelerinde yumurtalardan çıkan larvaların besin kesesini tüketince ve besin kesesini tükettikten sonraki ilk üç günün sonundaki yaşama oranları (%)

Yaşama Oranı (%)	İlk	Orta	Son
Besin Kesesini Tüketmiş	9.85±1.32 ^a	40.45±8.17 ^b	44.79±7.98 ^c
Besin Kesesini Tükettikten Sonraki 3. Gün	2.86±1.31 ^a	12.34±1.29 ^b	11.14±2.90 ^c

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)



Şekil 5.13. Üreme sezonunun farklı devrelerinde a) besin kesesini tüketmiş larvaların yaşama oranı, b) larvaların yaşama oranı

6. TARTIŞMA

Bu çalışma, Karadeniz kalkan balığının yumurta kalitesini etkileyen bazı faktörleri belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Balıklarda yumurta, embriyo ve larva kalitesi ile yumurta verimini biyotik ve abiyotik olmak üzere birçok faktör etkilemektedir (Bromage ve Roberts, 1995). Bunun için dört dişi kalkan balığının üreme sezonu boyunca partiler halinde bırakmış olduğu yumurtalar ilk, orta ve son parti olarak belirlenip yağ asiti, döllenme ve larva çıkış oranı, yumurtadan çıkış ve besin kesesini tükettikten sonraki larva boyları ve besin keselerini tüketen larvaların üç günlük yaşama oranları karşılaştırılmıştır. Ayrıca, bu dört anaçtan alınan yumurtaların biyokimyasal kompozisyonu yönünden genel profillerine de bakılmıştır.

6.1. Biyokimyasal Kompozisyon

Yüksek yaşama oranına sahip larva üretebilmek için yumurtaların biyokimyasal kompozisyonunun açıklığa kavuşturulması gereklidir. Embriyo evresinden besin keseli larva evresine kadar olan süreçte, gelişim için yalnızca içsel (endojen) beslenme yapıldığı için yumurtanın biyokimyasal bileşimi, yumurta kalitesini belirleyen etkenlerden biridir. Bu sebeple, yüksek kalitedeki yumurtalar muhafaza ettiği her bir besini optimum miktarda içermesi gerekir (Furuita ve ark., 2006). Yumurtanın biyokimyasal bileşiminde bulunan lipitler balık yumurtalarında önemli enerji kaynaklarından biri ve biyomembran yapısının en önemli bileşenidir (Falk-Petersen ve ark., 1989). Aynı zamanda yumurtalar döllendikten sonra ve özellikle larvalar serbest yüzmeye başladıklarında enerji ihtiyacı arttığı için lipitlerin kullanımı da artmaktadır (Tocher, 2003).

A1, A2, A3, A4 olarak adlandırılan dört adet dişi Karadeniz kalkan balığının üreme sezonu boyunca bıraktıkları yumurtaların biyokimyasal kompozisyonu incelenmiş ve nem değerleri sırasıyla % 93.32±0.03, % 93.60±0.02, % 91.54±0.03 ve % 92.96±0.10 olarak saptanmıştır. Ham protein değerleri sırasıyla % 68.03±1.62, % 70.61±2.80, % 58.83±0.62, % 74.67±0.19 olarak tespit edilmiştir. Ham kül oranları sırasıyla % 8.19±0.09, % 9.04±0.15, % 6.75±0.24, % 7.14±0.05 olarak belirlenmiştir. Ham yağ oranlarının ise sırasıyla % 17.92±1.60, % 13.61±2.86, % 10.85±0.86, % 10.74±3.19 olduğu görülmüştür.

Benzer şekilde Devauchelle ve ark. (1988) kalkan balığının embriyonik gelişimi için uygun koşulları bulmak amacıyla yaptıkları çalışmada kalkan balığı yumurtasının

biyokimyasal kompozisyonunu ortalama % 91.46 nem, % 15.98 lipid, % 65.38 protein ve % 10.52 kül (kuru ağırlık) olarak bulmuşlardır. Falk- Petersan ve ark., (1986) Atlantik halibutunun lipid sınıfları ve yağ asidi kompozisyonu üzerine yapmış olduğu çalışma sonucunda toplam lipid miktarının % 12 (kuru ağırlık) olduğunu bildirmişlerdir. McEvoy ve ark., (1993) kalkan balığında olgun dişilerde yumurtlama hızının son dönemde üretilmiş olan yumurtaların lipid kompozisyonunu etkileyip etkilemediğini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada toplam lipid miktarını % 14.1-17.2 (kuru ağırlık) bulmuşlardır. Silversand ve ark., (1996) yabani ve kültür kalkan balığında embriyo ve prelarva gelişimi sırasındaki besin ihtiyaçlarını tahmin edebilmek için yaptıkları çalışmada yabani ve kültür kalkan balığı yumurtalarının toplam lipid miktarını sırasıyla % 13.8±0.5, %13.2±0.7 (kuru ağırlık) olarak bulmuşlardır. Furuita ve ark., (2006) Japon yılan balığında (*Anguilla japonica*) yüksek yaşama oranına sahip larva üretimi için gerekli lipid ve yağ asidi kompozisyonunu belirlemek için yapmış oldukları çalışmada toplam lipid miktarını düşük kaliteli yumurtalarda % 44.4±5.3 ve yüksek kaliteli yumurtalarda % 40.2±1.7 olarak belirlemişlerdir. Mevcut çalışmada elde edilen veriler literatür bilgileri ile uyumluluk göstermektedir. Ancak yılan balığının yumurtasının kalkan balığı yumurtasından daha yağlı olduğu görülmektedir. Bunun nedeni yılan balıklarının uzun göç yolculukları için vücutlarında yağ depo etmeleri ve cinsel olgunluğa ulaştıklarında yağ oranının çok yüksek olmasından kaynaklanabilir.

6.2. Yağ Asitleri

Yumurtaların içerdiği yağ asitleri balık embriyoları ve larvalarının gelişimi için hem enerji kaynağı, hem de yapısal eleman olarak kullanılmaktadır. Larval ve embriyonal gelişim esnasında bazı yağ asitleri larva dokularındaki yapısal lipitlere katılırken diğer yağ asitleri katabolize olmaktadır (Sirkecioğlu, 2007; Wiegand (1996)'dan). Gelişimin ilk sıralarında katabolize edilen n-3 PUFA ve SAFA sonraki safhalarda enerji üretimi için kullanılmaktadır (Falk-Peterson ve ark., 1989).

6.2.1. Yumurtalarda SAFA Profilleri

Fosfolipidlerin ana bileşeni olan ve embriyogenesis boyunca membran oluşumunda çok önemli bir yer tutan palmitik asit (C16:0), SAFA'lar içerisinde dominant bir yağ asitidir (Dantagnan ve ark., 2007). Bunun yanı sıra Vázquez ve ark., (1994) C16:0'nın kuluçka evresinde enerji kaynağı olarak kullanıldığını bildirmişlerdir.

Anaçlardan alınan yumurtalardaki toplam SAFA dağılımı sırasıyla ilk, orta ve son partiler için % 23.65±0.44, % 18.89±0.49 ve % 22.77±0.56 olarak bulunmuş ve ilk (% 23.65±0.44) ve orta (% 18.89±0.49) partiler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli (p<0.05) olduğu tespit edilmiştir. Yapılan istatistiki analizler sonucunda doymuş yağ asitlerinden miristik asit (C14:0) ve stearik asit (C18:0) miktarı bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz (p>0.05) bulunmuştur. Bununla birlikte palmitik asit (C16:0) bakımından ilk (% 14.53±0.32) ve orta (% 11.67±0.47), orta (% 11.67±0.47) ve son (% 14.50±0.46) partiler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli (p<0.05) olduğu, ilk ve son partiler arasındaki farklılığın ise önemsiz (p>0.05) olduğu tespit edilmiştir. Araşidik asit (C20:0) miktarı bakımından ilk (% 2.49±0.03), orta (% 1.16±0.05) ve son (% 1.96±0.16) partiler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli (p<0.05) olduğu bulunmuştur. Lignoserik asit (C24:0) miktarı bakımından ilk (% 0.44±0.02) ve orta (% 0.35±0.02), ilk (% 0.44±0.02) ve son (% 0.35±0.02) partiler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli (p<0.05) olduğu, orta ve son partiler arasındaki farklılığın ise önemsiz (p>0.05) olduğu tespit edilmiştir.

Benzer şekilde McEvoy ve ark., (1993) kalkan balığında olgun dişilerde yumurtlama hızının son dönemde üretilmiş olan yumurtaların lipid kompozisyonunu etkileyip etkilemediğini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada üreme sezonu boyunca bırakılan yumurtalardan sezon başı, ortası ve sonundan örnek almış ve yumurtaların yağ asidi içeriklerini incelemiştir. Yapılan yağ asidi analizi sonucu elde edilen verilere göre SAFA grubundan yalnızca C16:0 ve C18:0 değerlerini tespit etmişlerdir. Elde edilen verilere göre C16:0'nın sezon sonunda daha yüksek, sezon ortasında en düşük olduğunu, C18:0'ın ise sezon sonunda en yüksek ve sezon başında en düşük olduğunu saptamışlardır. Araştırma sonucuna göre palmitik asit (C16:0) miktarının diğer SAFA grubu yağ asitlerine oranla yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise C16:0 miktarının sezon başı ve sonunda aynı seviyede sezon ortasında en düşük olarak, C18:0 miktarının ise sezon boyunca farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Bunun nedeni çalışmada kullanılan anaçların yaş, boy ve ağırlık farklılıkları ile çalışmada kullanılacak örneklerin muhafazasındaki farklılıklar olabilir.

Silversand ve ark., (1996) yabancı ve kültür kalkan balığında embriyo ve prelarva gelişimi sırasındaki besin ihtiyaçlarını tahmin edebilmek için yaptıkları çalışmada yabancı ve kültür kalkan balığı yumurtalarının yağ asidi kompozisyonlarını incelemiştir. Çalışma sonucunda yabancı ve kültür kalkan balığı yumurtalarında yağ asidi değerlerini sırasıyla SAFA (% 2.7±0.2, % 3.5±0.2), palmitik asit (% 16.1±0.3,

% 14.9±0.5), stearik asit (% 4.0±0.5, % 2.8±0.1) olarak tespit etmişler ve palmitik asit miktarının SAFA grubu diğer yağ asitlerine göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışma ile mevcut araştırmadan elde edilen veriler uyumluluk göstermektedir. Literatürde de belirtildiği gibi kalkan balığında yapılan çalışmalar ile yapmış olduğumuz araştırma sonucunda palmitik asit (C:16)'in SAFA grubu yağ asitleri içerisinde miktar olarak en fazla olduğu tespit edilmiştir.

6.2.2. Yumurtalarda MUFA Profilleri

Yumurtadan ilk beslenme evresindeki larvalara kadar geçen gelişim sürecinde 16:1 n-7, 18:1 n-7 ve 18:1 n-9 gibi tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır (Vázquez ve ark., 1994).

Toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) miktarı ortalama olarak ilk, orta ve son partiler için sırasıyla % 26.05±0.30, % 24.53±1.61, % 25.16±0.76 olarak bulunmuş ve yapılan istatistiki analiz sonucunda aradaki farkın önemsiz ($p>0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Tekli doymamış yağ asitlerinden oleik asit (C18:1 ω 9) miktarı istatistiki olarak değerlendirildiğinde ilk, orta ve son partiler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir. Palmitoleik asit (C16:1) miktarı bakımından ilk (% 6.72±0.12) ve orta (% 5.56±0.19) partiler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) olduğu, orta ve son partiler ile ilk ve son partiler arasındaki farklılığın ise önemsiz ($p>0.05$) olduğu bulunmuştur. Eikosanoik asit (C20:1) miktarı bakımından ilk (% 0.46±0.01) ve orta (% 0.59±0.02), orta (% 0.59±0.02) ve son (% 0.38±0.04) partiler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) olduğu, ilk ve son partiler arasındaki farklılığın ise önemsiz ($p>0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Erusik asit (C22:1 ω 9) miktarı bakımından ilk (% 0.35±0.01) ve orta (% 0.30±0.02) partiler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) olduğu, orta ve son partiler ile ilk ve son partiler arasındaki farklılığın ise önemsiz ($p>0.05$) olduğu bulunmuştur. Nervonik asit (C24:1 ω 9) miktarı bakımından ilk (% 0.37±0.01) ve orta (% 0.27±0.01), orta (% 0.27±0.01) ve son (% 0.33±0.01) partiler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) olduğu, ilk ve son partiler arasındaki farklılığın ise önemsiz ($p>0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

Benzer şekilde McEvoy ve ark., (1993) kalkan balığında olgun dişilerde yumurtlama hızının son dönemde üretilmiş olan yumurtaların lipid kompozisyonunu etkileyip etkilemediğini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada üreme sezonu boyunca bırakılan yumurtalardan sezon başı, ortası ve sonundan örnek almış ve

yumurtaların yağ asiti içeriklerini incelemişlerdir. Analiz sonucu elde edilen yağ asidi verilerine göre MUFA grubundan yalnızca oleik asit (C18:1 ω 9), palmitoleik asit (C16:1), eikosanoik asit (C20:1), erusik asit (C22:1 ω 9) ve nervonik asit (C24:1 ω 9) değerlerini tespit etmişlerdir. MUFA grubu yağ asitlerinden C18:1 ω 9' un sezon ortasında daha yüksek, sezon sonunda en düşük, C16:1'in ve C20:1'in sezon sonunda en düşük olduğunu bulmuşlardır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre oleik asit (C18:1 ω 9) değerlerinin diğer MUFA grubu yağ asitlerine oranla yüksek olduğu görülmüştür.

Silversand ve ark., (1996) yabani ve kültür kalkan balığında embriyo ve prelarva gelişimi sırasındaki besin ihtiyaçlarını tahmin edebilmek için yaptıkları çalışmada yabani ve kültür kalkan balığı yumurtalarının yağ asidi kompozisyonlarını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda yabani ve kültür kalkan balığı yumurtalarında sırasıyla MUFA (% 32.5 \pm 1.2, % 29.9 \pm 1.2), oleik asit (% 15.9 \pm 1.0, % 13.08 \pm 0.5), palmitoleik asit (% 6.6 \pm 1.1, % 5.6 \pm 0.5), eikosanoik asit (% 0.5 \pm 0.1, % 0.2 \pm 0.0), erusik asit (kültür kalkan balığı yumurtasında % 0.2 \pm 0.1) ve nervonik asit (% 0.2 \pm 0.0, %0.2 \pm 0.0) olarak tespit etmişler ve oleik asit miktarının MUFA grubu diğer yağ asitlerine göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada MUFA grubu yağ asidi miktarı diğer yağ asidi gruplarına oranla daha yüksek bulunmuştur. Bunun sonucunda yumurtanın embriyonik gelişim için yüksek miktarda enerji içerdiği söylenebilir.

6.2.3. Yumurtalarda n-3 ve n-6 PUFA Profilleri

Deniz balıklarında esansiyel yağ asiti olarak yüksek miktarda bulunan DHA'nın beyin ve sinir sistemi gelişiminde etkili olduğu bildirilmektedir (Evans ve ark., 1996). Bu sebeple embriyo gelişiminde ve buna ilaveten larva dönemde DHA'nın önemli rolü olduğu söylenebilir (Furuita ve ark., 2006). Yumurtada yüksek oranda bulunan DHA miktarı gelişim sırasında azalır çünkü DHA erken larva döneminde büyüme ve enerji kaynağı olarak tüketilmektedir (Takeuchi, 1997). Balık olağandışı ortamlara ya da stres seviyelerini artıran durumlara maruz kaldığında araşidonik asit (ARA) değerleri artış gösterir (Yanes-Roca ve ark., 2009). Yapmış olduğumuz çalışmada araşidonik asit miktarı sezon boyunca farklılık göstermemiştir. Bunun nedeni de balığın kültür ortamında yetiştirilmesi olabilir. Watanabe, (1993) hücre membranının enzim aktivitesi ve fizyolojik dengesi üzerinde DHA'nın EPA'dan daha önemli bir rolü olduğunu belirtmiştir. DHA yetersizlikleri larvalarda davranış bozukluğuna yol açabilir

(Sargent, 1995). Bell ve ark., (1995) lipidlerin biyokimyasal işlevinde DHA'nın EPA'dan daha önemli olduğunu ileri sürmüşlerdir. Koven ve ark., (1993) çipura larvalarında yapmış oldukları çalışmada EPA'nın kaybı üzerine DHA'nın korunmuş olduğunu gözlemleyerek literatürü teyit etmişlerdir. Bu çalışmada elde ettiğimiz verilere göre PUFA grubu yağ asitlerinde DHA miktarının EPA'dan daha yüksek olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla mevcut çalışma literatürü desteklemektedir.

Toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarı ortalama olarak ilk, orta ve son partiler için sırasıyla % 22.78±0.27, % 20.44±0.30, % 21.21±0.57 olarak bulunmuş ve yapılan istatistiki analiz sonucunda ilk ve orta parti arasındaki farkın önemli ($p<0.05$) olduğu ancak orta ve son, ilk ve son partiler arasındaki farkın önemsiz ($p>0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Çoklu doymamış yağ asitlerinden linoleik asit (C18:2 ω 6), araşidonik asit (C20:4 ω 6) ve linolenik asit (C18:3 ω 3) miktarları bakımından partiler arasındaki fark yapılan istatistiki analizler sonucunda önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Eikosapentaenik asit (C20:5 ω 3) miktarı bakımından ilk (% 3.27±0.11) ve orta (% 2.75±0.12) partiler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) olduğu, orta ve son partiler ile ilk ve son partiler arasındaki farklılığın ise önemsiz ($p>0.05$) olduğu bulunmuştur. Dekosaheptaenik asit (C22:6 ω 3) miktarı bakımından ilk (% 13.29±0.03) ve orta (% 11.87±0.30), ilk (% 13.29±0.03) ve son (% 11.76±0.31) partiler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) olduğu, orta ve son partiler arasındaki farklılığın ise önemsiz ($p>0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

Benzer şekilde McEvoy ve ark., (1993) kalkan balığında olgun dişilerde yumurtlama hızının son dönemde üretilmiş olan yumurtaların lipid kompozisyonunu etkileyip etkilemediğini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada üreme sezonu boyunca bırakılan yumurtalardan sezon başı, ortası ve sonundan örnek almış ve yumurtaların yağ asidi içeriklerini incelemiştir. Yağ asidi verilerine göre PUFA grubundan linoleik asit, araşidonik asit, linolenik asit, EPA ve DHA değerlerini tespit etmişlerdir. C18:2 ω 6, C20:4 ω 6, C18:3 ω 3 ve C20:5 ω 3'ün sezon sonunda daha yüksek, sezon başında en düşük ve C22:6 ω 3'ün sezon sonunda en düşük olduğunu bulmuşlardır. Aynı zamanda DHA miktarının PUFA grubu diğer yağ asitlerine göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Silversand ve ark., (1996) yabani ve kültür kalkan balığında embriyo ve prelarva gelişimi sırasındaki besin ihtiyaçlarını tahmin edebilmek için yaptıkları çalışmada yabani ve kültür kalkan balığı yumurtalarının yağ asidi kompozisyonlarını incelemiştir. Çalışma sonucunda yabani ve kültür kalkan balığı yumurtalarında

sırasıyla PUFA (% 43.9±1.3, % 48.4±1.5), C18:2ω6 (% 1.2±0.3, % 7.4±0.7), C20:4ω6 (% 3.0±0.4, % 1.2±0.1), C18:3ω3 (% 0.5±0.1, % 1.1±0.1), C20:5ω3 (% 7.8±0.4, % 8.8±0.5) ve C22:6ω3 (% 23.8±1.1, % 23.0±1.9) olarak tespit etmişler ve DHA miktarının PUFA grubu diğer yağ asitlerine göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışma sonucunda elde edilen yağ asidi verileri mevcut çalışma ile uyumluluk göstermektedir.

Evans ve ark., 1996 yapmış oldukları çalışmada ilk defa ve ikinci defa yumurta bırakan damızlık Atlantik halibutu yumurtalarının biyokimyasal içeriğinin dölleme başarısı ve larva yaşama oranına etkisini incelemişler ve çalışma sonucunda ilk kez bırakılan yumurtalarla ikinci kez bırakılan yumurtaların yağ asitleri arasında önemli derecede ($p<0.05$) farklılık olduğunu bulmuşlardır. İlk kez bırakılan yumurtaların DHA oranının ikinci kez yumurta bırakandan daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Araşidonik asitin ikinci kez bırakılan yumurtalarda önemli derecede yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Buna karşın yapmış olduğumuz çalışmada ilk kez bırakılan yumurtanın DHA içeriği daha yüksek bulunmuş ve Araşidonik asit miktarı bakımından partiler arasında farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$).

6.2.4. Yumurtalarda n-3/n-6 PUFA ve DHA/EPA Oranları

Toplam çoklu doymamış yağ asitlerinden PUFA Omega-6 miktarı ortalama olarak ilk, orta ve son partiler için sırasıyla % 4.42±0.13, % 4.20±0.08, %4.49±0.10 olarak bulunmuş ve yapılan istatistiki analizler sonucunda orta ve son parti arasındaki farkın önemli ($p<0.05$) olduğu, ilk ve orta ile ilk ve son partiler arasındaki farklılığın önemsiz ($p>0.05$) olduğu görülmüştür. PUFA Omega-3 miktarı ortalama olarak ilk, orta ve son partiler için sırasıyla % 18.36±0.15, % 16.24±0.22, % 16.71±0.48 bulunmuş ve yapılan istatistiki analizler sonucunda ilk ve orta partiler arasındaki farkın önemli ($p<0.05$) olduğu, orta ve son partiler ile ilk ve son partiler arasındaki farklılığın ise önemsiz ($p>0.05$) olduğu bulunmuştur. Omega-3'ün Omega-6'ya oranı bakımından ilk (% 4.16±0.08) ve orta (%3.87±0.02), ilk (% 4.16±0.08) ve son (% 3.72±0.07) partiler arasındaki fark önemli ($p<0.05$) iken orta ve son partiler için önemsiz ($p>0.05$) olduğu bulunmuştur.

Furuuta ve ark., (2006) n-6 yağ asitlerinin Japon yılan balığının yumurta kalitesi üzerine negatif etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada ise elde edilen verilere göre en yüksek n-6 yağ asidi miktarı ve en iyi dölleme ve larva çıkış oranı son

partide bulunmuştur. Bu nedenle kalkan balıklarında n-6 yağ asitleri ile yumurta kalitesi arasında önemli bir ilişki olduğu söylenebilir.

Pickova ve ark., (1997) DHA:EPA oranı ile yumurta kalite kriterlerinin doğru orantılı olduğunu bildirmişlerdir. Tocher, (2010) DHA:EPA oranının artması ile larvaların n-3 HUFA ihtiyaçlarının azaldığını saptamışlardır.

Anaçlardan alınan yumurtalarda tekli doymamış yağ asitlerinden DHA (C22:6 ω 3) ve EPA (C20:5 ω 3) miktarları belirlenmiş ve sırasıyla ilk, orta ve son partiler için DHA/EPA oranları hesaplanmıştır. DHA/EPA oranı ilk, orta ve son partiler için sırasıyla % 4.08 \pm 0.12, % 4.36 \pm 0.30, % 3.86 \pm 0.18 olarak bulunmuş ve yapılan istatistiki analiz sonucunda aralarındaki farkın önemsiz ($p>0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

Furuita ve ark., (2006) Japon yılan balıklarıyla yapmış oldukları çalışma sonucunda düşük kaliteli yumurtalar ile yüksek kaliteli yumurtaların DHA:EPA oranlarının arasında önemli bir fark olmadığını ($p>0.05$) bildirmişlerdir.

6.3. Döllenme ve Larva Çıkış Oranı

Karadeniz kalkan balığından üreme sezonu boyunca ilk, orta ve son partilerden alınan yumurtaların döllenme ve larva çıkış oranı bu çalışmada tespit edilmiştir. Döllenme oranı ilk, orta ve son partiler için sırasıyla % 54.91, % 60.36, % 71.69 olarak bulunmuş ve partiler arasındaki fark istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) saptanmıştır. Larva çıkış oranı ise sırasıyla ilk, orta ve son partiler için % 34.67, % 42.22 ve % 84.41 olarak hesaplanmış ve yapılan istatistiksel analiz sonucunda partiler arasındaki larva sayısı farkının önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Sezon boyunca birbirleriyle paralel şekilde artış gösteren döllenme oranı ve larva çıkış oranı arasında önemli ($p<0.05$) bir ilişki olduğu söylenebilir.

Deniz balıklarında döllenme oranının yumurta kalite kriteri olarak kullanılması konusunda yeteri kadar çalışma bulunmamaktadır (McEvoy, 1984; Aydın ve Polat, 2007). Ancak Kjorsvik ve ark., (2003) Atlantik kalkan balığı ile yapmış oldukları çalışma sonucunda döllenme oranı ile çıkış oranı arasında pozitif korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmanın aksine Aydın ve Polat, (2007) yaptıkları araştırmada Karadeniz kalkan balığında böyle bir ilişkinin gözlemlenemediğini saptamışlardır. Evans ve ark., (1996) ise yapmış oldukları çalışmada; ilk defa ve ikinci defa yumurta bırakan damızlık Atlantik halibutu yumurtalarının biyokimyasal içeriğinin döllenme başarısı ve larva yaşama oranına etkisini incelemiş ve ilk kez yumurta bırakan balıkların

yumurtalarının dölleme oranının % 56, ikinci kez yumurta bırakan balıkların yumurtalarının dölleme oranını ise % 81 olarak bulmuşlardır.

6.4. Yaşama Oranı

Kalkan balığının üreme sezonunun ilk, orta ve son partilerinden alınan yumurtalarından çıkan larvaların sayıları bu çalışmada hesaplanmıştır. Besin kesesini tüketen larvaların yaşama oranları sırasıyla ilk, orta ve son partiler için % 9.85, % 40.45 ve % 44.79 olarak bulunmuş ve partiler arasındaki larva sayıları bakımından görülen farkın önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca larvaların besin keselerini tükettikten sonraki üç gün boyunca yaşama oranları da incelenmiştir. Yapılan incelemelerde üç günün sonundaki larvaların yaşama oranları sırasıyla ilk, orta ve son partiler için % 2.86, % 12.34 ve % 11.14 olarak bulunmuş ve yapılan istatistiki analizlere göre partiler arasındaki yaşama oranının önemli ($p<0.05$) olduğu gözlenmiştir.

Evans ve ark., (1996) Atlantik halibutu ile yaptıkları çalışma sonucunda dölleme oranı ile larvaların yaşama oranları arasında pozitif korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Atlantik halibutunun aksine yapmış olduğumuz çalışmada elde ettiğimiz verilere göre en iyi dölleme oranının sezon sonunda olduğu ve en iyi yaşama oranına sezon ortasında ulaşıldığı tespit edilmiştir.

Yanes-Roca ve ark., (2009) *Centropomus undecimalis* ile yaptıkları çalışmada DHA miktarı ile dölleme, larva çıkış ve yaşama oranları arasında önemli bir ilişki olduğunu ve DHA miktarının yükselmesi ile bu üç parametrenin yüzde değerlerinin de arttığını bildirmişlerdir. Furuita ve ark., (2006) Japon yılan balıklarıyla yapmış oldukları çalışma sonucunda DHA miktarının larva çıkışı ve yaşama oranı üzerine pozitif etkisi olduğunu saptamışlardır. Mevcut çalışmada elde edilen verilere göre DHA miktarı ile dölleme, larva çıkış ve yaşama oranları arasında önemli bir ilişki olmadığı gözlenmiştir. Yapılan çalışmalarda elde edilen bu sonuçlar tür farklılığından kaynaklanabilir.

7. SONUÇ

Su ürünleri yetiştiriciliğinde, larva üretiminde yaşama oranını etkileyen en önemli faktörlerden biri yumurta kalitesidir. Yumurta kalitesini etkileyen birçok faktör olmasına rağmen bunların ne kadar etki ettiği belirgin olarak tespit edilememiştir. Larva gelişiminde PUFA, MUFA ve özellikle DHA ile EPA'nın önemli bir rolü olduğunu, bu sebeple yağ asitlerinin yumurta kalite kriteri olarak kullanılabilmesi ifade edilmiştir.

Bu çalışmada; kültüre alma çalışmaları belli bir seviyeye ulaşan Karadeniz kalkan balığının yumurta kalite kriterlerini belirlemek için yumurtanın biyokimyasal ve yağ asidi kompozisyonu ile bunların döllenme, larva çıkış ve yaşama oranlarına etkisi araştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen verilere göre yağ asidi kompozisyonunun yumurta kalitesini değerlendirmek için yeterli olmadığı ancak bazı yağ asitlerinin yumurta kalite kriteri olarak kullanılabilmesi belirlenmiştir.

Bu çalışma sonucunda kalkan balığının üreme sezonu boyunca farklı zamanlarda bıraktıkları yumurtaların yağ asidi değerleri ilk, orta ve son parti için birbirine yakın miktarlarda bulunmuştur.

Kuluçka evresinde enerji kaynağı olarak kullanılan palmitik asit (C16:0) miktarı diğer SAFA grubu yağ asitlerine oranla daha yüksek miktarda tespit edilmiştir.

Yumurtadan, ilk beslenme evresindeki larvalara kadar geçen gelişim süresi içerisinde enerji kaynağı olarak kullanılan MUFA grubu yağ asitlerinden oleik asit (C18:1ω9) miktarının yüksek oranda olduğu belirlenmiştir.

Beyin ve sinir sistemi gelişiminde etkili olan DHA'nın ilk partide en yüksek değerde olduğunu ve genel DHA profiline bakılınca PUFA grubu yağ asitleri içerisinde DHA'nın daha baskın olduğu tespit edilmiştir. Anacın stres ve olağandışı durumlara maruz kalmasından dolayı miktarı yükselen araşidonik asidin üreme sezonu boyunca sabit değerde olduğu belirlenmiştir. Kalp gelişiminde ve bağışıklık sisteminde önemli rolü olan EPA'nın ilk partide daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Omega 3 PUFA yağ asitlerinin ilk partide, Omega 6 yağ asitlerinin ise son partide yüksek olduğu saptanmıştır. DHA/EPA oranının partiler arasında önemli bir fark göstermediği belirlenmiştir.

Döllenme ve larva çıkış oranının sezon boyunca birbirleriyle paralel şekilde artış gösterdiği tespit edilmiştir. En iyi yaşama oranı sezon ortasında gözlenmiştir.

Sonuç olarak partilerin yağ kompozisyonları arasındaki fark önemli olsa da bu parametre yumurta kalite kriteri olarak kullanılamaz. Ancak döllenme ve larva

ıkış oranı sezon boyunca sürekli bir artış göstermiştir. Döllenme ve larva çıkış oranı sezon sonunda en yüksek olmasına rağmen yaşama oranının sezon ortasında daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu sebeple, döllenme ve larva çıkış oranı yumurta kalite kriteri olarak değerlendirildiğinde sezon sonunda, yaşama oranı esas alındığında ise sezon ortasında bırakılan yumurtaların yüksek kalitedeki yumurtalar olduğu söylenebilir.

8. KAYNAKLAR

- Aksungur, N. 2003. Karadeniz’de kalkan balığı (*Psetta maxima*) yetiştiriciliğinin araştırılması. SÜMAE, Yunus Araştırma Bülteni, 3:3
- Akyıldız, A. R. 1984. Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:895, Uygulama Kılavuzu: 213, Ankara Üniv. Basımevi, Ankara, 236 s.
- Altundağ M.Ş., 2010. Kalkan balığı (*Psetta maxima*) yeminde aspir yağı kullanımının büyüme, yem değerlendirme ve vücut kompozisyonu üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, 81s.
- Amaoka, K., Yoseda, K., Şahin, T., Üstündağ, C., Çiftçi, Y. 2001. Flatfishes (Order Pleuronectiformes) Found in Black Sea and Its Adjacent Waters. Special publication No.1, Central Fisheries Research Institute, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Trabzon, Turkey, 27, Pp.
- AOAC, 1995. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Aras, N.M., Haliloğlu, H.İ., Atamanalp, M., Kocaman, E.M., 2003. Damızlık gökkuşağı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) yumurta ve spermelerinin yağ asidi kompozisyonunun karşılaştırılması, Turk. J. Vet. Anim. Sci., 27, 833-837.
- Aydın, İ., Polat, H., 2007. Karadeniz kalkan balığında yumurta inkübasyonu, Türkiye’de Kalkan Balığı Yetiştiriciliği Çalıştayı, 15-16 Kasım, Trabzon.
- Aydın, İ. 2008. Karadeniz kalkan balığı (*Psetta maxima* Linnaeus,1758) yumurta kalitesinin blastomer morfolojisi ile tahmin edilmesi ve triploid uygulamasının yumurta kalitesine etkilerinin belirlenmesi. Rize Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi 90 s.
- Bat, L., Erdem, Y., Tırıl Ustaoglu, S., Yardım, Ö., 2008. Balık Sistematığı, Nobel Yayın No:1330, Ankara, 260s.
- Bell, J.G., Castell, J.D., Tocher, D.R., McDonald, F.M., 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.
- Bromage, N. R., Jones, J., Randall, C., Thrush, M., Davies, B., Springate, J., Duston, J., Barker, G., 1992. Broodstock management, fecundity, egg quality and timing of egg production in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 100, 141-166.

- Bromage, R. N., Roberts, R. J. 1995. Broodstock Management and Egg and Larval Quality, Blackwell Science, London, 424 s.
- Brooks, S., Tyler, C.R., Sumpter, J.P., 1997. egg quality in fish: what makes a good egg? Reviews in Fish Biology and Fisheries, 7, 387- 416.
- Bruce, M.P., Shields, R.J., Bell, M.V., Bromage, N. R., 1993. Lipid class and fatty acid composition of eggs of atlantic halibut, *Hippoglossos hippoglossus* (L.), in relation to egg quality in captive broodstock. Aquaculture Research, 24:3, 417-422.
- Bulut, M., 2004. Levrek (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) ve çipura (*Sparus aurata* L., 1758) yumurtalarının biyokimyasal kompozisyonu. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, 21:1-2,129-132.
- Chanet, B., 2003. Interrelationships of Scopthamid fishes (Pleuronectiformes):
- Chereguini, O., Garcia de la Banda, I., Rasines, I., Fernandez, A., 1999. Artificial fertilization in turbot, *Scophthalmus maximus* (L.): different methods and determination of the optimal sperm-egg ratio. Aquaculture Research, 30, 319-324.
- Czesny, S., 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.
- Çiftçi, Y., Üstündağ, C., Erteken, A., Özongun, M., Ceylan, B., Haşimoglu, A., Güneş, E., Yoseda, K., Sakamoto, F., Nezaki, G., Hara, S. 2002. Karadeniz’de Kalkan Balığı (*Psetta maxima*) Yavru Üretim Tekniği. Özel yayın No: 2, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Trabzon, Türkiye ve Japonya Uluslar Arası İşbirliği Ajansı:1-80.
- Dantagnan, H., Bórquez, A. S., Valdebenito, I. N., Salgado, I. A., Serrano, E. A., Izquierdo, M. S., 2007. Lipid and fatty acid composition during embriyo and larval development of puye *Galaxias maculatus* Jenyns, 1842, obtained from estuarine, freshwater and cultured populations. Journal of Fish Biology, 70, 770–781.
- Devauchelle, N., Alexandre, J.C., Le Corre, N., Letty, Y., 1988. Spawning of turbot (*Scophthalmus maximus*), in captivity. Aquaculture, 69, 159-184.
- Evans, R.P., Parrish, C.C., Brown, J.A., Davis, P.J., 1996. Biochemical composition of eggs from repeat and first-time spawning captive Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). Aquaculture, 139, 139-149.

- Falk-Peterson, S., Falk-Peterson, I.-B., Sargent, J.R., Haug, T., 1986. Lipid class and fatty acid composition of eggs from the Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). *Aquaculture*, 52: 207-211.
- Falk-Peterson, S., Sargent, J.R., Fox, C., Falk-Peterson, I.-B., Haug, T., Kjorsvik, E., 1989. Lipids in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) eggs from planktonic samples in Northern Norway. *Mar. Biol.*, 101:553-556.
- FAO, 2010. The state of world fisheries and aquaculture
Fish Physiology and Biochemistry, 15(1), 21–27.
- Fisher, W. 1987. Shneider, M., Bauchet, M.L., Mediterranee et Mer Noire Zone De Peche 37, Volume II, Vertebres, Des Nations Unies Pour L'Alimentation et L'Agriculture FAO et CEE Rev., Rome, pp: 1280-1289.
- Froese, R., ve Pauly, D. 2007. Fish base. www.fishbase.org
- Furuita, H., Unuma, T., Nomura, K., Tanaka, H., Okuzawa, K., Sugita, T., Yamamoto, T., 2006. Lipid and fatty acid composition of eggs producing larvae with high survival rate in the Japanese Eel. *Journal of Fish Biology*, 69, 1178–1189.
- Genç, Y., Zengin, M., Bahar, S., Tabak, İ., Ceylan, B., Çiftçi, Y., Üstündağ, C., Akbulut, B., Şahin, T., 1999, Ekonomik deniz ürünleri araştırma projesi, sonuç raporu, No: TAGEM/ IY/96/17/3/001, 007 Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Trabzon
- Güner, Y., Tekinay, A. A., 2002. Ege Bölgesi'nde ticari bir işletmedeki gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) anaçlarının yumurta verimi ve yavrularının büyüme özelliklerinin araştırılması, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 19 (3-4), 359-369.
- Hara, S., 2001. Karadeniz kalkan balığından (*Psetta maxima*) döllenmiş yumurta ve larva elde edilmesi. SÜMAE, Yunus Araştırma Bülteni, 1:1.
- Hara, S. 2002. Present status of fish culture development project in the Black Sea under JICA program. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2, 1-3.
- Hoşsu, B., Korkut, A.Y., Kop Fırat, A., 2008. Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I (Balık Besleme Fizyolojisi ve Biyokimyası), Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No: 50, Bornova, İzmir, 276s.
- Howell, B.R., Child, A.R., Houghton, R.G., 1991. Fertilisation rate in a natural population of the common sole (*Solea solea* L.). *ICES J. Mar. Sci.*, 48, 53–59.
- Ichihara, K., Shibahara, A., Yamamoto, K., Nakayama, T. 1996. An Improved Method for Rapid Analysis of The Fatty Acids of Glycerolipids, *Lipids*, 31, 535-539.

- Ivanov, L., Beverton, R.J.H. 1985. The fisheries resources of the Mediterranean , Part 2, Black Sea Etud. Rev., CGPM, (1985) pp:60, 135. Ukrainian Academy of Sciences Sevastopol, Hydrobiologicals Journal 31, 3, 76-86.
- İBB, 2011. 2010 Yılı aylık kalkan balığı ortalama kilogram fiyatları. <http://application2.ibb.gov.tr/NewIBBUserControls/HalFiyatlari.aspx> (Erişim Tarihi: 06.07.2011)
- Jones, A. 1974. Sexual Maturity, Fecundity and Growth of the Turbot (*Scophthalmus maximus* L.) J. Mar. Biol. Ass. 54, 109–125. UK.
- Kjørsvik, E., Hoehne-Reitan, K. Reitan, K.I. 2003. Egg and larval quality criteria as predictive measure for juvenile production in turbot (*Scophthalmus maximus* L.). Aquaculture, 227: 9-20.
- Koven, W.M., Tandler, A., Sklan, D., Kissil, G.W., 1993. The association of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids in the main phospholipids of different age *Sparus aurata* larvae with growth. Aquaculture, 116, 71-82.
- Maslova, O.N., 2002. Problems and achievements in seed production of the Black Sea turbot in Russia. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2, 23-27.
- McEvoy, L., 1984. Ovulatory rhythms and over-ripening of eggs in cultivated turbot, *Scophthalmus maximus* L. Journal of Fish Biology, 24, 437–448.
- McEvoy, L., 1989. A Reproduction of Turbot (*Scophthalmus maximus* L.) in Captivity, Caudernos de Area de Ciencias Marinas, Seminario de Etudes Galegos, pp: 9-28.
- McEvoy, L., Holland, D., McEvoy, j., 1993. Effect of spawning fast on lipid and fatty acid composition of eggs of captive turbot (*Scophthalmus maximus* L.). Aquaculture, 114:131-139.
- Memiş, D., 2010. Deniz Balıkları Yetiştiriciliği. Filiz Kitabevi, İstanbul, 152-172.
- Moksness, E., Kjørsvik, E., Olsen, Y., 2004. Culture of Cold-Water Marine Fish. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, pp.156-175.
- Munroe, T.A., 2005. Systematic Diversity of the Pleuronectiformes in: Flatfishes Biology and Exploitation, Gibson, R.N., Blackwell Science, UK, 391s.
- Nissling, A., Johansson, U., Jacobsson, M., 2006. Effects of salinity and temperature conditions on the reproductive success of turbot (*Scophthalmus maximus*) in the Baltic Sea. Fisheries Research, 80, 230-238

- Özgür, M. E., 2009. Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) üretiminde yumurta, embriyo ve larva kalitesine yeme katılan n-3 serisi esansiyel yağ asitlerinin etkisi. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 119s.
- Pickova, J., Dutta, P.C., Larsson, P.O., Kiessling, A., 1997. Early embryonic cleavage pattern, hatching success, and egg-lipid fatty acid composition: comparison between two cod (*Gadus morhua*) stocks. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 54, 2410–2416.
- Polat, H., 2011. Farklı sıcaklık ve tuzlulukta inkübe edilen Karadeniz kalkan balığı (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758) yumurtalarının embriyonik gelişimi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 85s.
- Press, New York, USA, 245 pp.
- Rusell, F.S. 1976. The Eggs and Planctonic Stages of British Marine Fishes, Academic
- Salze, G., Tocher, D.R., Roy, W.J., Robertson, D.A., 2005. Egg quality determinants in cod (*Gadus morhua* L.): egg performance and lipids in eggs from farmed and wild broodstock. Aquaculture Research, 36, 1488-1499.
- Samsun, N., 2004. Sinop yöresinde avlanan kalkan (*Scophthalmus maeoticus* Pallas, 1811) balıklarının bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 171s., Samsun.
- Sargent J.R., Henderson R.J., 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. 1995. Origins and Functions of Egg Lipids: Nutritional İmplications. (Edited by Bromage, N.R., Roberts R.J). Broodstock Management and Egg and Larval Quality. Blackwell, Oxford, pp. 353-372.
- Scophthalmidae). Cybium, 27, 275-286.
- Sevgili, H., Kurtoğlu, A., Çeliköz, B., Polat, H., Ertekin, H., Nezaki, G., 2010. Turbot Culture in France and Spain. Study Trip Report, Mediterranean Fisheries Research, Production and Training İnstitute, V1.2, 34p. Antalya
- Silversand, C., Norberg, B., 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.
- Sirkecioğlu, A. N., 2007. Gökkuşığı (*Oncorhynchus mykiss*), dere (*Salmo trutta fario*) ve kaynak (*Salvelinus fontinalis*) alabalıklarının kuluçka randımanları ile

- kuluçka ve serbest yüzme dönemlerine ait yağ ve yağ asidi kompozisyonlarının karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 66s.
- Slastenenko, E. 1956. Karadeniz Havzası Balıkları, Rusça'dan çeviren; Altan, H.E., E.B.K. Umum Müdürlüğü, İstanbul, 711 s.
- Spectorova, V. L. , Aranovich, t. M., Doroshev, S., Papova V. P., 1974. Artificial rearing of the Black sea turbot larvae (*Scophthalmus maetoticus*). Aquaculture, 4, 329-340.
- Svetovidov, A. N., 1964. The Fishes of Black Sea. Opred. Faune SSSR, 86, 550.
- Takeuchi, T. (1997). Essential fatty acid requirements of aquatic animals with emphasis on fish larvae and fingerlings. Reviews in Fisheries Science 5, 1–25.
- Tocher, D.R., 2003. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. Reviews in Fisheries Science 11, 107–184.
- Tocher, D.R., 2010. Fatty Acid Requirements in ontogeny of marine and freshwater fish. Aquaculture Research, 41, 717-732.
- TÜİK, 2011. 2010 Yılı su ürünleri istatistikleri. (Erişim Tarihi: 02.08.2011) http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?tb_id=47&ust_id=13
- Vazquez, R., Gonzalez, S., Rodriguez, A., 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., 1993. Importance of docosahexaenoic acid in marine larval fish. Journal of World Aquaculture Society 24, 495–501.
- Wiegand, M. D., 1996. Utilization of yolk fatty acids by goldfish embryos and larvae.
- Yanes- Roca, C., Rhody, N., Nystrom, M., Main, K.L., 2009. Effects of fatty acid composition and spawning season patterns on egg quality and larval survival in common snook (*Centropomous undecimalis*). Aquaculture, 287. 335-340.
- Zengin, M., 2000. Türkiye'nin Doğu Karadeniz kıyılarındaki kalkan (*Scophthalmus maetoticus* Pallas, 1811) balığının biyoekolojik özellikleri ve populasyon parametreleri. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 221s, Trabzon.
- Zhukinsky, V.N., Kim, D., 1981. Characteristics of age related variability in the composition of amino acids and lipids in mature and overripe eggs of the azov

roach *Rutilus rutilus* and the bream *Abramis brama*. Journal of Ichthyology 20, 121–132.

ÖZGEÇMİŞ

Serpil YAVUZ, 1985 yılında Kayseri’de doğdu. İlköğrenimini Rize’de, orta ve lise öğrenimini Ankara’da tamamladı. Lisans öğrenimini Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sinop Su Ürünleri Fakültesinde tamamladı. 2009 yılında Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Anabilim Dalı’nda yüksek lisans öğrenimine başladı ve halen devam etmektedir.