



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



**Yüksek Lisans Tezi**

**UN KURDU (*Tenebrio molitor*) ile BESLENEN KARADENİZ  
ALABALIĞI (*Salmo trutta labrax*) ANAÇLARINDA GAMET  
KALİTESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

**İrem GELİNÇEK**

**Su Ürünleri Yetiştiriciliği ve Hastalıkları Anabilim Dalı**

**Su Ürünleri Yetiştiriciliği Programı**

**DANIŞMAN  
Dr. Öğr. Üyesi Güneş YAMANER**

**Temmuz, 2019**

**İSTANBUL**



T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Yüksek Lisans Tezi

UN KURDU (*Tenebrio molitor*) ile BESLENEN KARADENİZ  
ALABALIĞI (*Salmo trutta labrax*) ANAÇLARINDA GAMET  
KALİTESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

İrem GELİNÇEK

Su Ürünleri Yetiştiriciliği ve Hastalıkları Anabilim Dalı

Su Ürünleri Yetiştiriciliği Programı

DANIŞMAN  
Dr. Öğr. Üyesi Güneş YAMANER

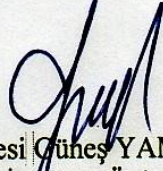
Temmuz, 2019

İSTANBUL

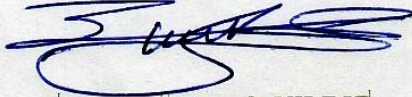
Dr. Öğr. Üyesi  
Güneş YAMANER

Bu çalışma, 16.07.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Yetiştiriciliği ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

**Tez Jürisi**



Dr. Öğr. Üyesi Güneş YAMANER (Danışman)  
İstanbul Üniversitesi  
Su Bilimleri Fakültesi



Prof. Dr. Mustafa YILDIZ  
İstanbul Üniversitesi  
Su Bilimleri Fakültesi



Prof. Dr. Nadir BAŞÇINAR  
Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

## ÖNSÖZ

Bu araştırma, Un kurdu (*Tenebrio molitor*) ile beslemenin Karadeniz alabalığı anaçlarının (*Salmo trutta labrax*) gamet kalitesine etkisini belirlemek amacıyla İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi İç Su Ürünleri Üretimi Uygulama ve Araştırma Birimi'nde gerçekleştirilmiştir.

Bu araştırmanın gerçekleştirilmesi sırasında bana her türlü yardımı, özveriyi, anlayışı, sabrı ve desteği gösteren, sevgili danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Güneş YAMANER'e, yem analizleri için her türlü desteği sağlayan değerli hocam Prof. Dr. Mustafa YILDIZ'a, Bölüm başkanı Sayın Prof.Dr.Devrim MEMİŞ'e, araştırma süresince yardımlarını esirgemeyen İ.Ü. Su Bilimleri Fakültesi İç Su Ürünleri Üretimi Uygulama ve Araştırma Birimi Yöneticisi Bahattin KAYA, Füsun DEMİR, Muhammed BALTACI'ya ve birimin diğer çalışanlarına ve beni bugünlere getiren aileme sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Temmuz 2019

İrem GELİNÇEK

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ .....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ .....	viii
TABLO LİSTESİ.....	x
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ .....	xi
ÖZET .....	xiii
SUMMARY .....	xv
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL KISIMLAR.....</b>	<b>7</b>
2.1. KARADENİZ ALABALIĞININ ( <i>Salmo trutta labrax</i> ) GENEL ÖZELLİKLERİ.....	7
2.2. KARADENİZ ALABALIĞINDA ÜREME ÖZELLİKLERİ VE ÜREME BİYOLOJİSİ .....	8
2.2.1. Spermatogenez .....	8
2.2.2. Seminal Plazma ve Spermatozoon .....	9
2.2.3. Sperm Kalitesi .....	12
2.2.3.1. Sperm Miktarı .....	12
2.2.3.2 Spermatozoa Yoğunluğu .....	12
2.2.3.3 Spermatozoa Motilitesi ve Motiliteye ait Kinematik Parametreler .....	13
2.2.4. Oogenez ve Yumurta Hücresi .....	15
2.2.4.1.Oogenez .....	15
2.2.4.2. Yumurta Kalitesi .....	16
2.4.2.3. Yumurta Hücresi.....	16
2.4.2.4. Yumurta Miktarı.....	17
2.3. GAMET KALİTESİ VE BESLENME İLİŞKİSİ .....	17
2.4. YEM KAYNAĞI OLARAK BÖCEKLER .....	20
2.5. SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE BÖCEK KULLANIMI VE UN KURDU ( <i>Tenebrio molitor</i> ).....	21
<b>3. MALZEME VE YÖNTEM.....</b>	<b>25</b>
3.1. MALZEME .....	25
3.1.1. Deneme Yeri ve Tarihi .....	25

3.1.2. Denemede Kullanılan Su Kaynağı ve Tanklar .....	25
3.1.3. Denemede Kullanılan Balıklar .....	25
3.1.4. Denemede Kullanılan Cihazlar.....	26
3.1.5. Denemede Kullanılan Kimyasal Malzemeler.....	27
3.1.6. Denemede Kullanılan Yem Materyalleri.....	27
3.2. YÖNTEM.....	29
3.2.1. Denemede Kullanılan Su Kaynağının Fiziko-kimyasal Parametrelerinin Belirlenmesi .....	29
3.2.2. Deneme Gruplarının Oluşturulması .....	29
3.2.3. Deney Balıklarının Beslenmesi ve Yemleme Programı.....	31
3.2.4. Deneme Balıklarında Büyüme Performanslarının Belirlenmesi .....	31
3.2.5. Denemede Kullanılan Yemlerde Yapılan Kimyasal Analizler .....	31
3.2.6. Denemede Kullanılan Erkek Anaç Balıkların Sağımları.....	33
3.2.7. Sperma Örneklerinde Spermatolojik Özelliklerin Belirlenmesi.....	34
3.2.7.1. Sperm Miktarının Belirlenmesi.....	34
3.2.7.2. Spermatozoa Yoğunluğunun Belirlenmesi.....	34
3.2.7.3. Spermatozoa'ya Ait Motilitite ve Motilitiye Bağlı Kinematik Parametrelerin Belirlenmesi.....	35
3.2.8. Denemede Kullanılan Dişi Anaç Balıkların Sağımları .....	37
3.2.9. Denemede Elde Edilen Yumurta Örneklerinde Yumurta Kalitesinin Belirlenmesi .....	39
3.2.9.1. Fekonditeninin Belirlenmesi.....	39
3.2.9.2. Yumurta Çaplarının Belirlenmesi.....	39
3.2.10. İstatistiksel Analiz .....	40
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>41</b>
4.1. DENEY TANKLARINDAKİ SUYUN FİZİKSEL VE KİMYASAL DEĞERLERİ.....	41
4.2. BALIKLARIN BÜYÜME PERFORMANSLARI .....	42
4.2.1. Balıklarda Canlı Ağırlık Artışı .....	42
4.2.1.1. Dişi Balıklarda Canlı Ağırlık Artışı.....	42
4.2.1.2. Erkek Balıklarda Canlı Ağırlık Artışı.....	43
4.3. BALIKLARDA GAMET KALİTESİ.....	44
4.3.1. Dişi Balıklarda Gamet Kalitesi.....	44
4.3.1.1. Fekondite ve Yumurta Çapı .....	45
4.3.2. Erkek Balıklarda Gamet kalitesi.....	47
4.3.2.1. Sperm miktarı ve Spermatozoa yoğunluğu .....	47

4.3.2.2. <i>Sperm Hücrelerine ait Kinematik Parametreler</i> .....	50
4.4. DENEMEDE KULLANILAN YEMLERİN HAMMADDE VE YAĞ ASİDİ ANALİZ SONUÇLARI .....	54
4.4.1. Denemede Kullanılan Ticari Yemin ve Kurdun Hammadde Analiz Sonuçları .....	54
4.4.2. Denemede Kullanılan Un Kurdunun Aminoasit Profili Analiz Sonuçları .....	55
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....</b>	<b>56</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>69</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>80</b>





## ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1: Balıklarda spermatogenez süreci . . . . .	9
Şekil 2.2: Spermatozoon yapısı . . . . .	10
Şekil 2.3: Spermatozoon flagellasındaki aksonem ve mikrotübüller . . . . .	11
Şekil 2.4: Karadeniz alabalığı spermatozoasının taramalı elektron mikroskopundaki görüntüsü . . . . .	12
Şekil 2.5: Sperm hücresinin motilitesine ait kinematik parametreler . . . . .	15
Şekil 2.6: Balıklarda oogenez süreci . . . . .	16
Şekil 2.7: Teleost balıklarda yumurta A: Animal kutup B: Vejetatif kutup . . . . .	17
Şekil 2.8: Balıklarda gamet kalitesini etkileyen faktörler ve gamet kalitesinin karakterize edilmesi . . . . .	18
Şekil 2.9: Un kurdunun yaşam döngüsü . . . . .	23
Şekil 3.1: Denemede balıkların bakıldığı yuvarlak fiberglass tanklar . . . . .	25
Şekil 3.2: Denemede kullanılan dişi balıklar (Orjinal) . . . . .	26
Şekil 3.3: Denemede kullanılan erkek balıklar (Orjinal) . . . . .	26
Şekil 3.4: Denemede kullanılan ticari yem . . . . .	28
Şekil 3.5: Denemede ticari yeme ilaveten verilen un kurdu larvası (Orjinal) . . . . .	28
Şekil 3.6: Denemede kullanılan erkek balıkların sağımı . . . . .	33
Şekil 3.7: Sağılan sperm örneklerini . . . . .	33
Şekil 3.8: Sağılan sperm örneklerinde sperm hacminin belirlenmesi . . . . .	34
Şekil 3.9: Alınan sperm örneklerinin mikroskopta incelenmesi . . . . .	36
Şekil 3.10: Alınan sperm örneklerinin bilgisayarlı otomatik sperm analiz sistemi ile analizi . . . . .	36
Şekil 3.11: Bilgisayarlı otomatik sperm analiz sisteminde bulunan ve kaydedilmiş video kaydı ile spermatolojik özelliklerin analizi . . . . .	37
Şekil 3.12: Denemede kullanılan dişi balıkların sağım işlemi . . . . .	38

<b>Şekil 3.13:</b> Sağılan yumurtaların tartımı. ....	38
<b>Şekil 3.14:</b> Alınan yumurta örneklerinde alt örnekleme. ....	39
<b>Şekil 3.15:</b> Alınan yumurta örneklerinde yumurta çaplarının ölçüldüğü mikroskop sistemi.....	40
<b>Şekil 3.16:</b> Yumurta çapının ölçüldüğü yumurta örneği. ....	40
<b>Şekil 4.1:</b> Deney tanklarındaki suyun sıcaklık değerleri (°C).....	41
<b>Şekil 4.2:</b> Deney tanklarındaki suyun çözünmüş oksijen değerleri (mg/L).....	41
<b>Şekil 4.3:</b> Dişi balıkların bireysel canlı ağırlık artışları (Ortalama ± SD). ....	43
<b>Şekil 4.4:</b> Erkek balıkların bireysel canlı ağırlık artışları (Ortalama ± SD).....	44
<b>Şekil 4.5:</b> Deneme gruplarında dişi bireylerin toplam fekondite değerleri (Ortalama±Standart sapma).....	46
<b>Şekil 4.6:</b> Deneme gruplarında dişi bireylerden elde edilen yumurtalarda yumurta çapı değerleri (Ortalama±Standart sapma).. ....	47
<b>Şekil 4.7:</b> Deneme gruplarında erkek bireylerden elde edilen sperma miktarları (Ortalama±Standart sapma).....	49
<b>Şekil 4.8:</b> Deneme gruplarında erkek bireylerden elde edilen spermde spermatozoa yoğunluğu ( $10^9$ hücre/ml) (Ortalama±Standart sapma). ....	49
<b>Şekil 4.9:</b> Deneme gruplarında erkek bireylerden elde edilen spermde sperm hücrelerinin toplam motilite değerleri (%) (Ortalama±Standart sapma).....	51
<b>Şekil 4.10:</b> Deneme gruplarında erkek bireylerden elde edilen spermde sperm hücrelerinin progresif motilite değerleri (%) (Ortalama±Standart sapma). ....	52
<b>Şekil 4.11:</b> Deneme gruplarında erkek bireylerden elde edilen spermde sperm hücrelerinin toplam VCL değerleri ( $\mu\text{m}/\text{sn}$ ) (Ortalama±Standart sapma). ....	53
<b>Şekil 4.12:</b> Deneme gruplarında erkek bireylerden elde edilen spermde sperm hücrelerinin progresif VCL değerleri ( $\mu\text{m}/\text{sn}$ ) (Ortalama±Standart sapma). ....	54

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa No

<b>Tablo 1.1:</b> Dünya su ürünleri üretimi (FAO, 2018).....	1
<b>Tablo 1.2:</b> Türkiye su ürünleri üretimi (TÜİK, 2018). ....	2
<b>Tablo 1.3:</b> Türkiye alabalık üretimi (TÜİK, 2018).....	3
<b>Tablo 2.1:</b> Balık unu, soya küspesi ve üç farklı böcek türünün ham protein ve ham yağ içerikleri .....	21
<b>Tablo 2.2:</b> Un kurdunun sistematığı . ....	22
<b>Tablo 3.1:</b> Denemede kullanılan erkek bireylerin deneme başlangıcındaki ağırlık ve tam boy değerleri.....	30
<b>Tablo 3.2:</b> Denemede kullanılan dişi bireylerin deneme başlangıcındaki ağırlık ve tam boy değerleri.....	30
<b>Tablo 4.1:</b> Denemede kullanılan dişi balıkların deneme gruplarına göre toplam ve ortalama canlı ağırlık artışları ve yemden yararlanma oranları.....	42
<b>Tablo 4.2:</b> Denemede kullanılan erkek balıkların deneme gruplarına göre toplam ve ortalama canlı ağırlık artışları ve yemden yararlanma oranları (Ortalama±SD). ....	44
<b>Tablo 4.3:</b> Deneme gruplarında dişi balıklara ait fekondite (adet/birey) ve yumurta çapı (mm) değerleri (Ortalama±SD). ....	46
<b>Tablo 4.4:</b> Erkek bireylerden elde edilen sperm miktarları (ml) ve spermatozoa yoğunlukları (10 <sup>9</sup> hücre/ml) .....	48
<b>Tablo 4.5:</b> Deneme süresince elde edilen sperm örneklerinde sperm hücrelerin motilite ve motilitiye ait kinematik parametre değerleri (Toplam motilite (%), Progresif motilite (%), Toplam VCL (µm/sn), Progresif VCL (µm/sn).....	50
<b>Tablo 4.6:</b> Denemede kullanılan yem maddelerinin besin maddeleri miktarları (% Kuru Madde) (Ortalama±Standart sapma). ....	55
<b>Tablo 4.7:</b> Denemede kullanılan un kurdunun aminoasit içeriği (g/100 g Kuru Madde). ....	55
<b>Tablo 5.1:</b> Un kurdunun besin maddeleri ve yüzdeleri.....	60

## SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
°	: Derece
μ	: Mikron
±	: Artı Eksi
<	: Küçüktür
>	: Büyüktür
%	: Yüzde
gr	: Gram
Na	:Sodyum
Cl	: Klorit
Kg	: Kilogram
ml	: Mililitre
pH	: Hidrojenin gücü
sn	: Saniye
μm	: Mikronmetre
mm	: Milimetre
m	: Metre
cm	: Santimetre
m <sup>3</sup>	: Metreküp
+	: Artı
mg	: Miligram
lt	: Litre
Kkal	: Kilokalori
mm <sup>3</sup>	: milimetreküp
Σ	: Toplam
♂	: Erkek
♀	: Dişi

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
<b>FAO</b>	: Gıda ve Tarım Örgütü
<b>TÜİK</b>	: Türkiye İstatistik Kurumu
<b>VCL</b>	: Eğrisel Hız
<b>MÖ</b>	: Milattan Önce
<b>DNA</b>	: Deoksiribo Nükleik asit
<b>ATP</b>	: Adenozin Trifosfat
<b>CASA</b>	: Bilgisayarlı Otomatik Sperm Analiz Sistemi
<b>VSL</b>	: Doğrusal Hız
<b>VAP</b>	: Ortalama Yol Hızı
<b>LIN</b>	: Eğrisel Hızın Doğrusallığı
<b>KM</b>	: Kuru Madde
<b>USA</b>	: Amerika Birleşik Devletleri
<b>Sd</b>	: Standart Sapma
<b>YYO</b>	: Yemden Yararlanma Oranı
<b>CAA</b>	: Canlı Ağırlık Artışı
<b>AEM</b>	: Azotsuz Ekstrakt Maddeler
<b>HP</b>	: Ham Protein
<b>HY</b>	: Ham Yağ
<b>MOE</b>	: Metabolize Olabilir Enerji
<b>TVCL</b>	: Toplam Eğrisel Hız
<b>PVCL</b>	: Progresif Eğrisel Hız
<b>FCR</b>	: Yemden Yararlanma Oranı
<b>HİG</b>	: Haftada İki Gün Kurt Verilen Grup
<b>HÜG</b>	: Haftada Üç Gün Kurt Verilen Grup
<b>Kİ</b>	: Kontrol Grubu Bireysel İlk Ağırlık
<b>KS</b>	: Kontrol Grubu Bireysel Son Ağırlık
<b>HİGİ</b>	: Haftada İki Gün Kurt Verilen Grup Bireysel İlk Ağırlık
<b>HİGS</b>	: Haftada İki Gün Kurt Verilen Grup Bireysel Son Ağırlık
<b>HÜGİ</b>	: Haftada Üç Gün Kurt Verilen Grup Bireysel İlk Ağırlık
<b>HÜGS</b>	: Haftada Üç Gün Kurt Verilen Grup Bireysel Son Ağırlık
<b>Min</b>	: Minimum
<b>Mak</b>	: Maksimum

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

**UN KURDU (*Tenebrio molitor*) ile BESLENEN KARADENİZ ALABALIĞI  
(*Salmo trutta labrax*) ANAÇLARINDA GAMET KALİTESİ ÜZERİNE BİR  
ARAŞTIRMA**

**İrem GELİNÇEK**

**İstanbul Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Su Ürünleri Yetiştiriciliği ve Hastalıkları Anabilim Dalı**

**Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Güneş YAMANER**

Bu tez çalışmasında Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*) anaçlarının üreme döneminden önce ticari yeme ilaveten 50 gün boyunca Un kurdu larvası (*Tenebrio molitor*) verilmesinin gamet kalitesi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Benzer ağırlıkta ve boyda seçilen dişi ve erkek balıklar, her bir tankta 5 adet olmak üzere toplam altı tanka yerleştirilmişlerdir. Kontrol grubu olarak belirlenen grup sadece ticari yem ile beslenmişken, dişi ve erkek bireylerden oluşturulan deneme gruplarından birine hafta iki gün un kurdu larvası, diğerine ise hafta üç gün un kurdu larvası ek protein kaynağı olarak verilmiştir. Anaç balıklar 8 mm çapındaki ticari yem ile vücut ağılıklarının % 0,5-1 oranları ile günde iki kez; un kurdu ise ticari yem miktarının %20-25'ne tekabül edecek miktarda ticari yeme ilave olarak verilmiştir. Deneme gruplarında büyüme parametrelerine ilaveten, dişi balıklarda yumurta sayısı (adet/birey) ve elde edilen yumurtalarda yumurta çapı (mm) incelenmiştir. Erkek bireylerde ise sperme ait sperm hacmi (ml); spermatozoa yoğunluğu ( $\times 10^9$  hücre/ml) spermatozoa toplam motilitesi (%), spermatozoa progresif motilite (%) ve bu motilite değerlerine ait ortalama eğrisel hız (VCL,  $\mu\text{m/s}$ ) belirlenmiştir. Çalışma sonunda dişi balıklarda canlı ağırlık artışı kontrol grubunda 128,2 g haftada iki gün kurt ilavesi yapılan grupta 72,6 g ve haftada üç gün kurt ilavesi yapılan grupta 37,6 g olarak hesaplanmıştır. Erkek balıklarda ise en yüksek canlı ağırlık artışı kontrol grubunda 46,2 g olarak bulunmuştur. Fekondite değerleri kontrol grubunda  $4362 \pm 1638$  adet/birey, iki gün kurt verilen grupta  $3436 \pm 1016$  adet/birey ve haftada üç gün kurt verilen grupta  $3797 \pm 1130$  adet/birey olarak bulunmuştur. Yumurta çapları ise sırası ile kontrol grubunda  $4,3 \pm 1,8$  mm; haftada iki gün kurt verilen grupta  $4,5 \pm 1,4$  mm ve hafta üç gün kurt verilen grupta ise  $4,5 \pm 1,8$

mm tespit edilmiştir. Denemede erkek balıklardan alınan spermada sırası ile kontrol grubu, haftada iki gün kurt verilen grup ve haftada üç gün kurt verilen grup için sperma miktarları; için  $5,8\pm 1,6$  ml,  $10\pm 2,9$  ml,  $12\pm 3$  ml ve spermatozoa yoğunluğu;  $3,96\pm 0,2\times 10^9$  hücre/ml,  $4,04\pm 0,1\times 10^9$  hücre/ml,  $3,92\pm 0,1\times 10^9$  hücre/ml; Sperm hücrelerine ait toplam motilite değeri  $\%72,1\pm 26$  ,  $\%82,47\pm 8$  ,  $\%85,7\pm 8,2$ ; progresif motilite değerleri ise  $\%28,74\pm 15$ ;  $30,5\pm 18,4$  ve  $23,7\pm 9,8$ ; sperm hücrelerinin motilitesine ait kinematik parametrelerden toplam VCL  $97,9\pm 36$   $\mu\text{m/sn}$ ,  $122,7\pm 26$   $\mu\text{m/sn}$  ,  $93,9\pm 11,7$   $\mu\text{m/sn}$ ; progresif motiliteye ait VCL değerleri ise  $143\pm 28$   $\mu\text{m/sn}$ ,  $140\pm 34,3$   $\mu\text{m/sn}$  ,  $115,7\pm 17,6$   $\mu\text{m/sn}$  olarak bulunmuştur. Sonuç olarak dişi bireylerde ticari yeme ilave olarak un kurdunun verilmesinin yumurta miktarları üzerinde bir etki yaratmadığı ( $p>0,05$ ) ancak yumurta çaplarının kontrol grubunda daha küçük olduğu ve kurt verilen gruplar ile farklı olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Spermatolojik özelliklerde ise incelenen tüm parametreler içerisinde sadece sperm miktarının, gruplar arasında farklılık gösterdiği ( $p<0,05$ ); diğer tüm parametrelerinin istatistiksel olarak birbirlerine benzerlik gösterdiği bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Sperm miktarının un kurdu miktarının artırılması ile artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Temmuz 2019, 96 sayfa.

**Anahtar kelimeler:** *Salmo trutta labrax*, karadeniz alabalığı, un kurdu, *Tenebrio molitor*, gamet kalitesi

## SUMMARY

### M.Sc. THESIS

## AN INVESTIGATION ON THE GAMETE QUALITY OF BLACK SEA TROUT (*Salmo trutta labrax*) BRODSTOCK FED WITH MEALWORM (*Tenebrio molitor*)

İrem GELİNÇEK

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Sciences

Department of Aquaculture and Fish Diseases

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Güneş YAMANER

In this thesis, the effect of feeding mealworm larvae (*Tenebrio molitor*) for 50 days before the breeding period in addition to commercial feed on gamete quality Black Sea trout (*Salmo trutta labrax*) broodstocks was investigated. Female and male fishes of similar weight and size were placed in a total of six tanks, each containing 5 fishes. While the control group was only fed with commercial feed, mealworm larvae were given as an additional protein source two days a week and three days a week to the experimental groups formed from female and male individuals. Broodstocks were fed with 8-mm diameter commercial feed twice a day at 0.5-1% ratio of body weight and; larvae were given with the commercial feed as an addition, at 20-25% ratio of the feed. In addition to the growth parameters in the experimental groups, the number of eggs (number/individual) in the female fish and the egg diameter (mm) in the eggs obtained were examined. In male individuals; sperm volume (ml), density of spermatozoa ( $\times 10^9$  cell/ml), total motility of spermatozoa (%), progressive motility of spermatozoa (%) and average curvilinear velocity (VCL,  $\mu\text{m/s}$ ) of these motility values were determined. At the end of the study, the live weight gain of the female fish was calculated as 128.2 g in the control group and 72.6 g in the two days group and 37.6 g in the three days group. The highest live weight gain was found as 46.2 g in the control group of male. Fecundity values were found as  $4362 \pm 1638$  numbers/individuals in the control group,  $3436 \pm 1016$  numbers/individuals in the two days group and  $3797 \pm 1130$  numbers/individuals in the three days group. The egg diameters were  $4.3 \pm 1.8$  mm in the control group;  $4.5 \pm 1.4$  mm in the worm group and  $4.5 \pm 1.8$  mm in the



worm group. Values of sperm volume;  $5,8\pm 1,6$  ml,  $10\pm 2,9$  ml,  $12\pm 3$  ml, spermatozoa concentration  $3,96\pm 0,2\times 10^9$  cell/ml,  $4,04\pm 0,1\times 10^9$  cell/ml,  $3,92\pm 0,1\times 10^9$  cell/ml were determined from control group, two days group and three days group respectively. Sperm motility were analyzed by CASA system and Total motility  $\%72,1\pm 26$  ,  $\%82,47\pm 8$  ,  $\%85,7\pm 8,2$ ; progressive motility  $\%28,74\pm 15$ ;  $30,5\pm 18,4$  ve  $23,7\pm 9,8$ ; VCL  $97,9\pm 36$   $\mu\text{m}/\text{sec}$ ,  $122,7\pm 26$   $\mu\text{m}/\text{sec}$ ,  $93,9\pm 11,7$   $\mu\text{m}/\text{sec}$ ; progressive VCL  $143\pm 28$   $\mu\text{m}/\text{sec}$ ,  $140\pm 34,3$   $\mu\text{m}/\text{sec}$  ,  $115,7\pm 17,6$   $\mu\text{m}/\text{sec}$  were determined from control group, two days group and three days group respectively. As a result, it was determined that giving mealworm larvae as an addition to the commercial feed in female individuals did not have an effect on the amount of eggs ( $p>0,05$ ) but the egg diameters were smaller in the control group and were different with the mealworm groups ( $p<0,05$ ). In spermatological characteristics, it was observed that only the amount of sperm was different between the groups ( $p<0,05$ ); all other parameters were found to be similar to each other statistically ( $p>0,05$ ). It was determined that the amount of sperm was increased by increasing the amount of mealworm

July 2019, 96 pages.

**Keywords:** *Salmo trutta labrax*, Black Sea trout, Meal worm, *Tenebrio molitor*, Gamete quality

## 1. GİRİŞ

Sürekli artış gösteren Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 9,6 milyar olacağı düşünülmektedir ve bu durumun beraberinde gıda sorununu da getireceği beklenmektedir (Kobayashi ve diğ., 2015). Su ürünleri, özellikle balık gıda maddeleri içerisinde önemli hayvansal protein kaynağını oluşturmaktadır ve su ürünlerine olan talep giderek artış göstermektedir (FAO, 2015). Dünya genelinde avcılık yolu elde edilen ve en ulaşılabilir hayvansal protein kaynağı olan balık stokları çökmüş ya da çökmek üzere olarak sınıflandırılmaktadır. Dünya nüfusunun artışı, tatlısu ve deniz suyu kaynaklarının kullanımında ortaya çıkan değişiklikler, biyo-çeşitlilik kaybı, iklim değişikliği ve doğal su kaynaklarının kalitesindeki bozulma insanoğlunu, dünya gıda sektörünün ihtiyacını karşılamada alternatif protein kaynaklarının arayışına yöneltmiştir. Su ürünleri yetiştiriciliği hayvansal protein kaynağının karşılanmasında ana rollerden birini oynamakta ve en hızlı büyüyen gıda sektörlerinden biri olmaya devam etmektedir (Rockstrom ve diğ., 2009; Foley ve diğ., 2011; Tilman ve diğ., 2011). Dünya Gıda Örgütü'nün (FAO) 2018 yılında yayınlamış olduğu su ürünleri yetiştiriciliği ve avcılığın dair istatistiksel raporda; 2016 yılında 80 milyon ton sucul organizmanın yetiştirildiği ve bu rakamın bir önceki yıldan %5,2 oranında daha fazla olduğu rapor edilmiştir. Yine aynı rapora göre dünya genelinde yetiştiricilikten gelen balık üretiminin 54,1 milyon ton, diğer sucul organizmaların (kabuklu, yumuşakça vd.) üretiminin ise 26 milyon ton olduğu belirtilmiştir (Tablo 1.1) (FAO, 2018)

**Tablo 1.1:** Dünya su ürünleri üretimi (FAO, 2018).

Yıllar	Avcılık ( milyon ton)			Yetiştiricilik (milyon ton)			TOPLAM (ton)
	Deniz	İçsu	Toplam	Deniz	İçsu	Toplam	
2010	77	11	89	22	36	59	148
2011	82	11	93	23	38	62	155
2012	79	11	91	24	41	66	158
2013	80	11	92	25	44	70	162
2014	81	11	93	26	47	73	167
2015	81	12	93	27	48	76	170
2016	79	11	90	28	51	80	170

Türkiye’ de su ürünleri yetiştiriciliği çalışmalarına 1960’ lı yılların sonlarına doğru Sazan (*Cyprinus carpio*) ve gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ile başlandığı ve 1980 yılından itibaren çipura (*Sparus aurata*) ve deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) yetiştiriciliği ile çalışmalara devam edildiği bilinmektedir (Demir 2008). Su ürünleri üretim miktarı 2000’li yılların başında 79.031 ton iken 2017 yılında 276.502 tona ulaşarak yaklaşık % 300 arttığı görülmüştür (Tablo1.2). Bu üretimin 109 bin tonunu tatlı su balıkları yetiştiriciliği, 103 bin tonunu ise alabalıklar oluşturmaktadır (Tablo 1.3).

**Tablo 1.2:** Türkiye su ürünleri üretimi (TÜİK, 2018).

Yıllar	AVCILIK (bin ton)			YETİŞTİRİCİLİK (bin ton)			TOPLAM (bin ton)
	Deniz	İçsu	Toplam	Deniz	İçsu	Toplam	
2000	460	42	503	35	43	79	582
2001	484	43	527	29	37	67	594
2002	522	43	566	26	34	61	627
2003	463	44	507	39	40	79	587
2004	504	45	550	49	44	94	644
2005	380	46	426	69	48	118	544
2006	488	44	533	72	56	128	661
2007	589	43	632	80	59	139	772
2008	453	41	494	85	66	152	646
2009	425	39	464	82	76	158	623
2010	445	40	485	88	78	167	653
2011	477	37	514	88	100	188	703
2012	396	36	432	100	111	212	644
2013	339	35	374	110	123	233	607
2014	266	36	302	126	108	235	537
2015	397	34	431	138	101	240	672
2016	301	33	335	151	101	253	588
2017	322	32	354	172	104	276	630

**Tablo 1.3:** Türkiye alabalık üretimi (TÜİK, 2018).

Yıllar	Balık Türü ( bin ton)	
	Alabalık (Gökkuşaağı) ( <i>Rainbow trout</i> ) (bin ton)	Alabalık Trout ( <i>Salmo</i> <i>sp.</i> ) (ton)
2008	65	—
2009	75	—
2010	78	—
2011	100	—
2012	111	—
2013	122	—
2014	107	450
2015	100	755
2016	99	1 585
2017	101	1 944

Yetiştirilen türün ne olduğuna bakılmaksızın, tüm yetiştiricilik işletmelerinde en önemli konu beslemedir. Besin içeriği canlıların metabolik ve fizyolojik faaliyetlerini belirlemede en önemli etkidir. Akuakültür sektöründe en önemli girdi ve çıktı konusu yemdir. Su ürünleri yetiştiriciliğindeki miktar artışı, yetiştiricilikte kullanılan yem tüketimini de arttırmıştır. Ülkemizde 2014 yılında balık yetiştiriciliğinin sağlanması için 355.621 ton balık yemi üretimi yapılmıştır (Yıldırım, 2016). Su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan yemlerin başlıca içeriği olan balık unu ve balık yağı doğadan avcılık yolu ile temin edilen balıklardan sağlanmaktadır ve ihtiyaç duyulan yem miktarının artışı balık unu ve balık yağına olan ihtiyacı da arttırmıştır. (Hardy 2010; Oliva-Teles ve diğ., 2015; Tacon ve Metian 2008). Dünya Gıda Örgütü'nün raporuna göre 2016 yılında avlanan 21 milyon ton ürünün %76'sı balık unu ve balık yağı yapımında kullanılmıştır (FAO, 2016). Yüksek protein içeriği (%73), esansiyel amino asitlerce dengeli olan yapısı, özellikle yüksek oranda doymamış yağ asidi bakımından zengin olmaları, tüketim ve sindirilebilirliğinin yüksek olması gibi özellikleri ile su ürünleri yetiştiriciliğinde yem üretim sektörü için vazgeçilmez olan balık unu ve balık yağı, doğal stokların azalması ve buna paralel olarak maliyetinin artması gibi sebepler ile günümüzde ulaşılması zor balık yemi ham maddesi olarak sıfatlandırılmaktadır (Tacon ve Metian, 2008; Hardy 2010; Oliva-Teles ve diğ., 2015). Son yıllarda balık unu ve yağındaki bu durum, su ürünleri sektöründe balık yeminde kullanılmak üzere sektör paydaşlarını alternatif protein kaynaklarına yönelmiştir. Bitkisel proteinin daha kolay ulaşılabilir ve ucuz olması balık yemlerinde balık unu ve yağına

alternatif olarak kullanılmasını sağlamıştır (Gatlin ve diğ. 2007; Naylor ve diğ. 2009; Oliva-Teles ve ark. 2015). Ancak, balık yemlerinde balık unu ve yağının eksikliği, balıklarda büyüme ve sağlık problemleri yaratmıştır. Buna ilaveten, son yıllarda bitkisel proteinlerin balık yemlerinde kullanılması; bitkisel proteine erişiminde ekonomik artışa sebebiyet vermiş ve tarım sektörü, biyodizel üretim sektöründe ve insan tüketimi için kullanıldığı her sektörde rekabete ortamı yaratmıştır (Pinotti ve diğ., 2014; Moutinho ve diğ., 2017). Bitkisel protein kaynaklarının balık yemlerinde kullanımı halen güncelliğini korumakta ve çalışmalar devam etmektedir. Buna ilaveten su ürünleri yemlerinde kan unu, et ve kemik unu, kanatlı hayvanların yan ürünlerinden olan tüy unu ve hayvansal protein unlarının kullanımı da artmaya başlamıştır (Gasco ve diğ., 2018).

Böcekler, balık yemlerinde balık ununun ihtiva ettiği protein oranına benzer protein ve yağ oranları, kolay ve ucuz ulaşılabilir kaynak olmaları gibi özellikleri ile balık yemlerinde balık unu yerine önemli alternatif hayvansal protein kaynaklarından biri olarak gösterilmektedir. Böcekler, birçok aminoasitin ve fosforun doğal kaynağı olarak bilinmektedirler ve doğada birçok balık türünün doğal besinini oluşturmaktadırlar (Howe ve diğ., 2014; Barroso ve diğ., 2014; Henry ve diğ., 2015). Sürdürülebilir yetiştiricilik için gerekli olan balık yemlerinde böcek kullanımı Avrupa Birliği'nin 24 Mayıs 2017 tarihinde almış olduğu karar ile serbest hale gelmiş böcekler su ürünleri sektöründe yem ham maddesi olarak kullanılmaya başlanmıştır (Commission Regulation, 893/2017).

Su ürünleri yetiştiriciliği ticari öneme sahip türlerin üreme biyolojileri ile ilgili her türlü bilinmezlerin ortadan kalkması ile bu gün gelmiş olduğu noktaya ulaşmıştır. Son yıllarda alternatif türlerin yetiştiricilik şartlarına adaptasyonun sağlanması ile üretime eklenmesi, sektörün önümüzdeki yıllarda genişleyeceğinin göstergesidir. Bu türlerden biri olan Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*, Pallas, 1814) ülkemizde doğal olarak bulunan bir Salmonid balık türüdür. Dünyada ve Türkiye'de yetiştiriciliği en yaygın olarak yapılan Salmonid türlerinden biri olan gökkuşuğu alabalığının da dahil olduğu Salmonidae familyasına ait 13 adet tür Uluslar Arası Doğa Koruma Birliği-Tehdit Altındaki Türlerin Kırmızı Listesi-International Union of Conservation of Nature – Red List of Threatened Species/ (IUCN) listesinde “Endişe mevcut”, “Tehlike altında”, “Kritik olarak Tehlikede”, “Tehlikeye açık” olarak sınıflandırılmıştır. Karadeniz alabalığı Karadeniz’e akan nehirlerde dağılım gösteren bir türdür ve kırmızı listede “endişe mevcut” olarak ifade edilebilecek “least concern” sınıflandırma grubu altında yer

almaktadır (IUCN Red List, 2013). Son yıllarda doğal popülasyonlarının azalması ve ekonomik değere sahip olması nedeni ile ülkemizde Karadeniz alabalığı yetiştiriciliği üzerinde çalışmalar ağırlık kazanmıştır. AR-GE çalışmalarının halen devam ettiği bu tür başta Karadeniz Bölgesi olmak üzere, gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapan işletmelerde üretime kazandırılmış durumdadır. Karadeniz alabalığı ile ilgili olarak yapılan akademik çalışmalar ise beslenme rejimi ve besin özellikleri, habitat; ıslah, hastalık üzerine yoğunlaşmış durumdadır.

Karadeniz alabalığı üzerinde yapılan çalışmalarda, gamet kalitesinin düşüklüğü, büyüme oranının düşük olması, yüksek su kalitesine ihtiyaç duyması ve beslenme ile ilgili sorunlardan bahsedilmektedir. (Aksungur vd., 2005; Çelikkale ve diğ., 1998; Aydın ve Yandı, 2002). TÜİK verilerine göre, Türkiye'nin yetiştiricilik üretiminin %37'lik kısmını kaplayan alabalık türleri içerisinde henüz yer almamaktadır (TÜİK, 2018).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde larval yetiştiricilik, hastalık teşhisi ve kontrolü, yem ham maddeleri ve formülasyonu, yetiştiricilik sistemlerinde her aşamada mekanizasyonun daha yoğun kullanılması, anaç yönetiminde biyo-teknolojik ve genetik uygulamaların daha yaygın hale gelmesi ve bunun gibi birçok alanda gerçekleşmiş olan teknolojik gelişmeler daha kontrollü bir üretimi mümkün hale getirmiştir. "Su ürünlerinin yetiştiricilik bakımından ekstansif, yarı entansif ve entansif olarak bakım ve beslenmelerinin yapılması" ile sözlükte kendine yer bulan su ürünleri yetiştiriciliğinde ilk hedef yavru balık üretimidir ve sağlıklı ve yeterli miktarda yavru balık üretiminin ilk gerekliliği de, üretimde kullanılacak anaç birey sayısı ve anaçların sahip olduğu gametlerin kalitesidir.

Bu tezde, protein içeriğince zengin olan un kurdu larvalarının (*Tenebrio molitor*), üreme döneminden iki ay önce, Karadeniz alabalığı anaçlarının beslenmesinde kullanılmasının, anaç balıklardan elde edilecek gametlerde, gamet kalitesi üzerindeki etkisinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda tez çalışmasının hedeflerini ise;

Üreme döneminden önce, normal yemleme prosedürüne ek olarak, proteince zengin olan ve canlı yem kategorisinde sınıflandırılan un kurdu larvalarının, anaçların beslenmesinde ağırlık artışına olan etkisini ortaya koymak;

- Standart yemleme prosedürüne ek olarak, dişi balıkların beslenmesinde günlük olarak besleme prosedürüne eklenecek un kurdu vasıtası ile ilave protein katkısının, Karadeniz alabalığı dişi anaçlarında yumurta kalitesine bir etkisinin olup olmadığını ortaya koymak;

- Standart yemleme prosedürüne ek olarak, erkek balıkların beslenmesinde günlük olarak besleme prosedürüne eklenecek un kurdu vasıtası ile, ilave protein katkısının, Karadeniz alabalığı erkek anaçlarında spermin kantitatif ve kalitatif özellikleri üzerinde bir etkisinin olup olmadığını ortaya koymak oluşturmuştur.



## 2. GENEL KISIMLAR

### 2.1. KARADENİZ ALABALIĞININ (*Salmo trutta labrax*) GENEL ÖZELLİKLERİ

Kuzey Yarımkürenin tümünde dağılım gösteren Salmonidae familyasına ait olan kahverengi alabalıklar (*Salmo trutta*) Norveç'in kuzeyinden Rusya'nın doğusuna; Güney'de ise Afrika'nın Atlas Dağları'na kadar dağılım göstermektedir ve bu türün yeryüzündeki dağılımında Avrupa'da yaşanan buzul çağıının (MÖ 70.000-10.000) etkili olduğu bildirilmektedir (Pennel ve Barton, 1996; Behnke, 1968; Berra, 2001; Bernatchez, 2001; Çiftçi, 2006; Kocabaş, 2009). Buzul çağıının sona ermesi ile birlikte (MÖ 13.000-10.000) göç etmeye başlayan Salmonidae familyası türleri, Kuzeye doğru hareket ile tatlı sularda da görülmeye başlamışlardır (Bernatchez, 2001). Kahverengi alabalıklar, Avrupa kıtasında yaygın olarak bulunmaktadır. Ülkemizde de doğal olarak bulunan kahverengi alabalıklar, çok sayıda tür ve alttür ile sınıflandırılmış ancak sahip olunan bu biyolojik zenginlik üzerinde fazla durulmamıştır. Türkiye iç sularında yaşayan balık türlerinin içerisinde 21 tür temsil edilen Salmonidlerden (Çiçek vd., 2015) olan kahverengi alabalıklar, ülkemizde yaygın olarak kırmızı benekli, göl, doğal ve deniz balığı isimleriyle bilinmektedirler (Baki, 2002).

Yapılan moleküler ve morfometrik yöntemlerle iki farklı türe ayrılmış olan Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*, Berg, 1962) ilk olarak Karadeniz'de saptanmıştır (Arıman ve Kocaman, 2003). Çoruh alabalığı (*Salmo coruhensis*), Karadeniz alabalığı; Dağ alabalığı/Kırmızı benekli alabalığın (*Salmo rizeensis*) ise *Salmo trutta macrostigma* olduğu bildirilmiştir (Turan ve diğ., 2009).

Karadeniz alabalığının akarsuların aşağı ve orta kısımlarında, deniz seviyesinden yüksekte temiz ve yavaş akan geniş akarsu yataklarına sahip kesimlerde yaşadıkları; su kalitesi bakımından diğer doğal alabalık türlerine nazaran daha toleranslı oldukları; sular çok soğduğunda Karadeniz'e doğru aşağı-akıntı yönünde kış göçleri yaptıkları ve kıyısal akarsu sistemlerini (5-15 km) tercih ettikleri bildirilmiştir (Turan ve diğ., 2009).

Vücut fuziform yapıda, yanlardan hafifçe yassılaştırmış, genellikle mekik şeklindedir. Sırt yüzgeçlerinin gerisinde bulunan "adipöz" adını alan yağ yüzgeçleri alabalık için karakteristiktir. Yanal çizgi üzerinde 120-130, adipöz yüzgeç ve yanal çizgi arasında ise 13-19



küçük pul bulunur. Vomer üzerindeki dişler çok fazla sayıda ve çok iyi gelişmiştir. Kahverengi alabalık, 3-4 dorsal diken, 11-15 dorsal yumuşak ışın, 3-4 anal diken, 914 anal yumuşak ışın, 57-59 omur ve 18-19 ışınlı kaudal yüzgece sahiptir. Başları pulsuz, vücudun devamı şeklinde, erkeklerde çene uzun ve baş hafif basıktır. Vücutları küçük, renklenme ve beneklenmeyi kapatmayacak şekilde şeffaf, sert ve sikloid yapıda pullarla örtülüdür. Kuyruk yüzgeci dallanmış yumuşak ışınlı olup çatal veya diffuserk tiptedir ve kaudalda güçlü şekilde vücuda bağlanır. Karadeniz alabalığı vücut renk ve deseniyle rahatça ayırt edilebilmektedir. Ergin bireylerinde vücudun yanlarında ve sırt kısmında siyah ve kırmızı benekler bulunmaktadır (Turan ve diğ., 2009).

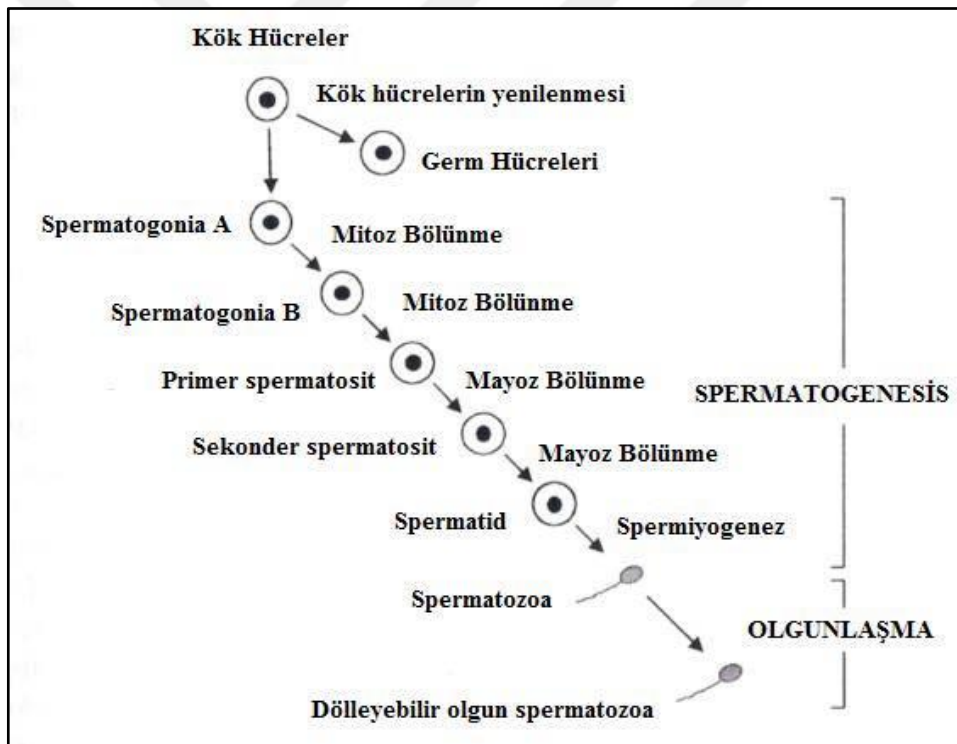
## **2.2. KARADENİZ ALABALIĞINDA ÜREME ÖZELLİKLERİ VE ÜREME BİYOLOJİSİ**

Karadeniz alabalıkları yaşamlarının büyük bir kısmını beslenmek amacı ile denizlerde geçirip üremek için tatlı sulara göç ederler. Üreme yaşına 2-4 yaş aralığında ulaşan deniz alabalıkları, salmonların aksine gametleri bıraktıktan sonra ölmezler, tekrar denizlere dönüp üreme göçünü tekrar ederler (Çelikkale, 2002). Yumurtlama genellikle Kasım-Aralık aylarında başlamakta ve Şubat ayının sonuna kadar devam etmektedir. Yumurtlamak için çakıllı alanları tercih eden Karadeniz alabalıkları 8-10 °C de ürerler. Dişilerin %80'de kasım ayı içerisinde yumurtlama görülür (Okumuş, 2004). Dişi bireyler kumda ya da çakılda kuyruk darbeleriyle hazırladıkları çukura yumurtalarını bırakırlar ve spermin bırakılması ile döllenme gerçekleşmiş olur. Doğal üreme başlangıcı olarak dişi bireyler için 2-3; erkek bireyler için ise 3-4 yaş başlangıç yaşı olarak bildirilmiştir. Tatlı sularda olan genç bireylerin vücutların da dağılık halde çok sayıda siyah ve kırmızı beneklere sahipken denizlere göçtükten sonra bu renkler kaybolmakta ve balık gümüşi bir renk almaktadır (Kocabaş, 2009).

### **2.2.1. Spermatogenez**

Vücut ağırlığının %0,2-10'u arasında değişiklik gösteren testis büyüklüğü her balık türü arasında farklılık göstermektedir. Vücudun her iki yanında uzunlamasına yer alan testisler kemikli balıklarda çift yapıdadır ve böbreklerin hemen altında, karın boşluğu ve yüzme kesesi arasında yer almaktadır. Dokusu krem-beyaz renkli olan testisler, hava kesesine mesenterium ile asılı vaziyettedir. Yassı özellikte bir organ olan testisler; spermatogenez sonucu spermatozoa'nın meydana geldiği tübül veya kese şeklindeki lobüllerden oluşmuştur. Üç ana

safhaya ayrılan spermatogenez; ilk olarak spermatogonia hücreleri mitoz bölünme geçirmektedir. Spermatozoid hücrelerinin meydana geldiği bu bölünme ile spermatozoid hücreleri mayoz bölünme geçirir ve spermatid hücrelerini oluşturur. Spermatozoid hücreleri ise flagellalı spermatozoona dönüştüğü üçüncü evreyi geçirir (Şekil 2.1). Hücre bölünmesi görülmeyen bu evrede hücre dönüşümü meydana gelir. Spermatozogenезisin tamamlanması ile flagellalı spermatozoalar testiküler boşluk ya da kanal içerisine bırakılır. Olgunlaşma evresine geçen sperm hücreleri bu aşamada dölleme yeteneği kazanmaktadır. Günümüzde “süt”, “sperm” ya da “sperma” diye ifade edilen bu yapı kanal sisteminin özel salgısıyla oluşmaktadır ve “Seminal plazma”+“Sperm hücreleri” bileşenlerini içermektedir. Sperm, uygun çevre şartları sağlanıncaya kadar dinlenme durumunda kalmaktadır (Hoar, 1969; Ginzburg, 1972; Billard ve diğ., 1995; Schulz ve Miura, 2002; Mananos ve diğ., 2009).



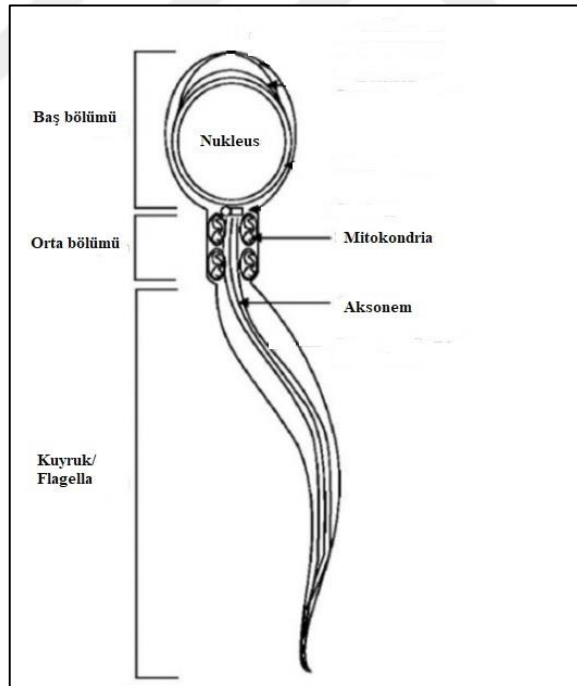
Şekil 2.1: Balıklarda spermatogenez süreci (Mananos vd., 2009; Karayücel ve Karayücel, 2016).

### 2.2.2. Seminal Plazma ve Spermatozoon

Bir çok balık türünde testislerden ya da sperm kanalından salgılanan seminal plazma yüksek omurgalılara nazaran daha düşük miktarda protein, sodyum, magnezyum, kalsiyum, potasyum gibi ana mineraller, hormon, kolesterol, gliserol, serbest aminoasitler, vitamin, şeker, sitrik asit ve yağ gibi organik maddeleri içermektedir (Billard ve diğ., 1995a; Ciereszko, 2007; Lahnsteiner ve diğ., 2004; Li ve diğ., 2009; Mananos ve diğ., 2009). İçerisindeki sperm

hücrelerini in vivo olarak muhafaza eden seminal plazma, sperm hücrelerini korumak kadar bu hücreleri hareketsiz (immotil) tutma özelliğine de sahiptir. Her balık türünde seminal plazmanın ihtiva ettiği organik, inorganik maddeler ve enzimler birbirinden farklıdır ve seminal plazmanın hem ihtiva ettiği bu maddeler hem de sahip olduğu ozmolarite sperm hücrelerinin motilitesinde en önemli rolü oynamaktadır (Morisawa ve Suzuki, 1980; Morisawa ve diğ., 1983; Lahnsteiner, 2003; Cosson, 2004; Ciereszko, 2007; Karayücel ve Karayücel, 2016). Yapılan çalışmalarda tatlı su teleostlarının seminal plazmasının iyon konsantrasyonunun, hem tatlı su hem deniz Chondrostei türlerinden her zaman daha fazla olduğu ifade edilmiştir (Mims, 1991; Toth ve diğ., 1997; Cosson, 2004).

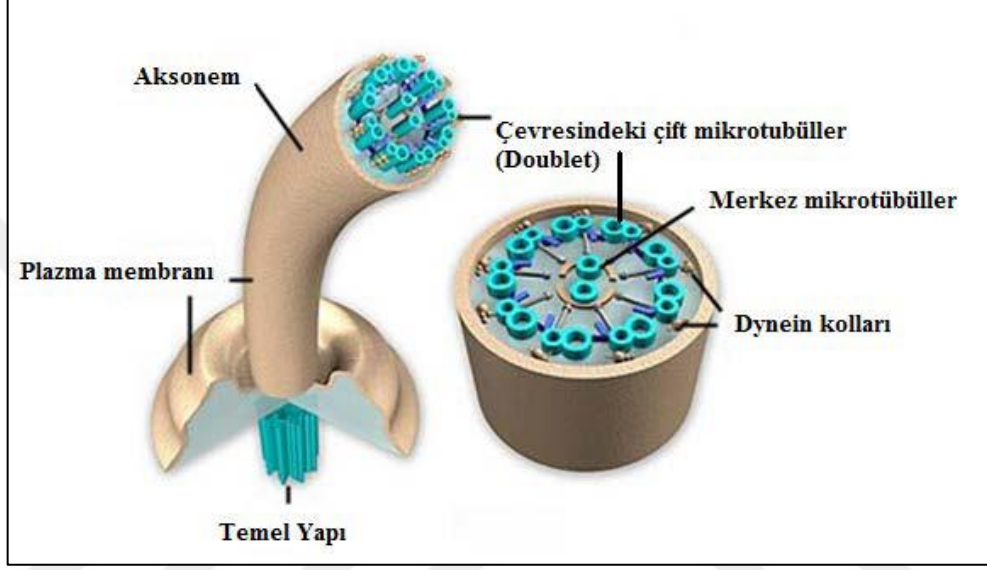
Tekil olarak “spermatozoon” çoğul olarak “spermatozoa” olarak ifade edilen sperm hücresi erkek cinsiyetinin haploid kromozom setini yumurtaya taşımaktadır. Karadeniz alabalığı basit bir sperm hücresine sahiptir ve üç ana bölümden oluşmaktadır. Bu üç ana bölüm Nukleus ve DNA’yı ihtiva eden baş bölmü; ATP rezervini oluşturan Mitokondriye sahip orta bölüm ve sperm hücresinin ileri hareketini sağlayan kuyruk bölümüdür (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: Spermatozoon yapısı (Cabrita ve diğ., 2008).

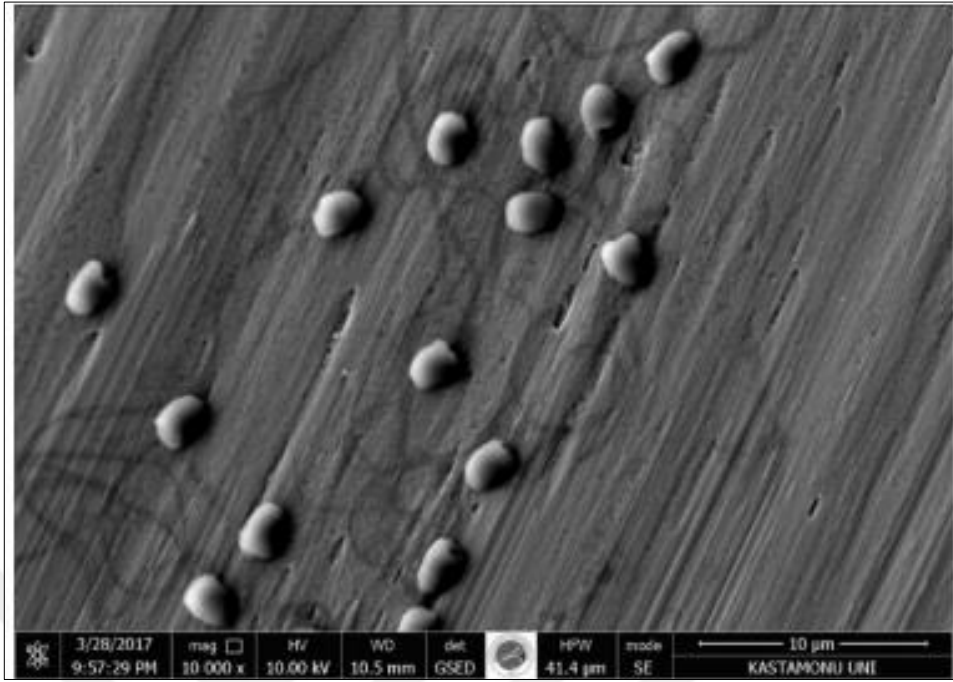
Spermatozoonun flagellasında mikrotübül esaslı bir yapı vardır ve bu yapı “Aksonem” ismini alır. Aksonem yaklaşık 250 proteinden oluşmaktadır ve motor proteinleri adı da verilen “dynein” proteini içermektedir. Aksonemde merkezde bir çift, çevresinde ise 9 çift mikrotübül

bulunur ve bu yapı  $9(2)+2$  şeklinde ifade edilir. Merkezdeki çift mikrotübül ve çevresinde çift mikrotübüller (doublet) arasındaki bağlantı radial kollar ile sağlanmakta ve çevredeki her bir mikrotübül çifti birbirine dynein kolları ile tutunmaktadır. Plazma membranı ile çevrili bu yapı, spermatozoonun hareket etmesini sağlar. Flagellanın hareketi dıştaki çift mikrotübüllerin motor proteinleri ile kaydırılması sonucu gerçekleşir (Şekil 2.3) (Inaba, 2003; Cosson, 1996; Cosson, 2007b).



Şekil 2.3: Spermatozoon flagellasındaki aksonem ve mikrotübüller (Cosson, 1996).

Bir çok balık türünde yapılan mikroskopik incelemeler ile sperm hücresinin baş uzunluğunun ve kuyruk uzunluğunun türler arası ve tür içi farklılık gösterdiği ve baş şeklinin elipsoidal türden ovoidal türe kadar değişebileceği ortaya konmuştur. Bir çok teleost balık türünde baş 2-4  $\mu\text{m}$  büyüklüğünde ve küre şeklindedir. Karadeniz alabağının sperm hücresi Şekil 2.4'te gösterilmiştir.



**Şekil 2.4:** Karadeniz alabalığı spermatozoasının taramalı elektron mikroskopundaki görüntüsü (Özdemir, 2018).

### 2.2.3. Sperm Kalitesi

#### 2.2.3.1. Sperm Miktarı

Testisten dışarı verilen sperm tamamının hacmi sperm miktarı olarak ifade edilir. Derecelendirilmiş kaplar, ölçüm pipetleri vb. materyallerle ml olarak hesaplanan sperm miktarı, bir üreme döneminde balık türleri arasında farklılık gösterdiği gibi, aynı türün bireyleri arasında da farklılık gösterebilmektedir. Spermin elde edilme yöntemi, üzerinde çalışılan türün üreme döneminde sağım sıklığı ve sayısı, yetiştiricilik şartlarındaki suyun sıcaklığı, üzerinde çalışılan bireyin yaşı, çevre ve beslenme gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilen sperm miktarı, Karadeniz alabalığının da içinde bulunduğu Salmonidae familyasında 5-20 ml arasında değişiklik göstermektedir (Büyükhatipoğlu ve Holtz, 1984; Alavi ve diğ. 2008; Babaoğlu, 2007; Dziewulska ve diğ. 2008; Gjerde, 1984; Tekin ve diğ. 2007).

#### 2.2.3.2 Spermatozoa Yoğunluğu

Spermatozoa yoğunluğu/Sperm konsantrasyonu gibi isimler ile adlandırılan bu sperm kalite parametresi, elde edilen sperm ml'de bulunan spermatozoa sayısını ifade etmektedir. Hemositometrik, spermatokrit ve Spektrofotometrik yöntemleri ile hesaplanabilen spermatozoa yoğunluğu, sperm hücrelerinin aktivasyonu esnasında kullanılacak sulandırma oranının

belirlenmesi kadar, yapay dölleme esnasında spermatozoon/yumurta oranının belirleyebilmek adınada kullanılan bir parametredir (Hatef ve diğ., 2007; Alavi, 2008; Cabrita ve diğ., 2009; Ciereszko ve diğ., 2014). Balık türleri arasında ve tür içinde farklılık gösteren spermatozoa yoğunluğu üreme sezonu süresince birey bazında da değişiklik gösterebilmektedir. Üzerinde çalışılan türün yaşı, ağırlığı ve uzunluğu gibi biyolojik parametreler ile beslenme düzeni ve çevresel faktörler gibi biyolojik olmayan parametreler ile gamet kalitesi arasındaki ilişki günümüze kadar genellikle dişi bireylerde yapılan çalışmalar ile ortaya konmuş ancak erkek bireylerde bu parametrelerin sperm kalitesi üzerindeki etkisi birkaç balık türü dışında yaygın bir çalışma alanı bulamamıştır (Nynca ve diğ., 2014).

Kahverengi alabalık (*Salmo trutta*), Atlantik salmonu (*Salmo salar*) gibi balık türleri ile yapılan çalışmalarda balık ağırlıkları ile spermatozoa yoğunluğunun arasında negatif korelasyon görülmüşken (Daye ve diğ., Glebe, 1984; Vladic ve diğ., 2002); gökkuşacağı alabalığı ile yapılan çalışmada ise balığın yaşı ile spermatozoa yoğunluğu arasında negatif yönlü bir ilişki olduğu ifade edilmiştir (Tekin ve diğ., 2003). Gökkuşacağı alabalığında ifade edilen bu sonucun tam tersi olarak balığın üreme yaşı ile spermatozoa yoğunluğu arasında bir ilişkinin olmadığını ifade eden çalışmalarda mevcuttur (Dietrich ve diğ., 2005).

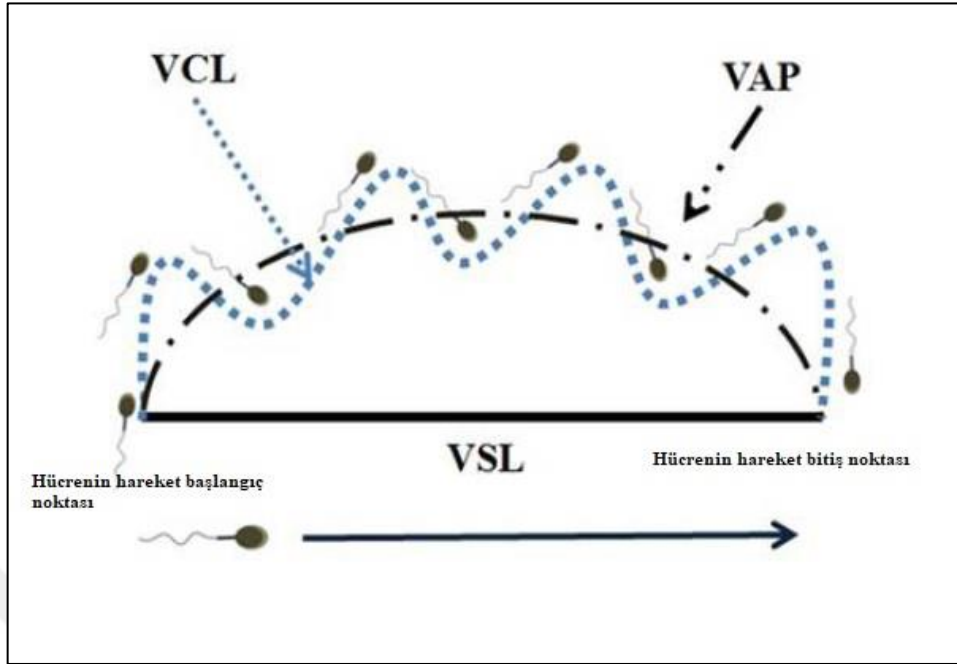
Salmonid türlerinden *Salmo trutta caspius*'ta  $1-6 \times 10^9$  hücre/ml arasında; gökkuşacağı alabalığında  $6-12 \times 10^9$  arasında (Ciereszko ve Dabrowski, 1993; Geffen ve Evans, 2000), Atlantik salmonu için ise  $12-30 \times 10^9$  arasında (Aas ve diğ., 1991), kahverengi alabalıklarda ise  $1-13 \times 10^9$  ifade edilen spermatozoa yoğunluğu (Poole ve Dilane, 1998), Karadeniz alabalığı türü ile yapılan çalışmalarda  $4-23 \times 10^9$  arasında bulunmuştur (Tunçelli, 2016; Judycka ve diğ., 2018).

### **2.2.3.3 Spermatozoa Motilitesi ve Motiliteye ait Kinematik Parametreler**

Balık türlerinde, memelilerden farklı olarak, sperm hücreleri testiste, sperm kanalında ve seminal plazma içerisinde hareketsiz başka bir ifade ile immotil haldedir. Bir sperm hücresinin bir yumurtayı dölleyebilmesi için hareketlilik kazanması yani motil hale geçmesi gerekmektedir. Sperm motilitesi ya da spermatozoa motilitesi olarak isimlendirilen bu hareketlilik, sperm hücrelerinin dölleyebilirliğini ortaya koymaktadır ve sperm kalitesi başlığı altında en yaygın kullanılan kalite parametrelerinden birisidir. Spermatozoa motilitesi çevresel şartların etkisi altında olup, motilitenin yüksek olması dölleme yüzdesinde yüksek olmasını

sağlamaktadır. Sperm hücrelerini korumak ile görevli seminal plazma, bu göreve ilaveten sperm motilitesi'nin başlamasında etkili olan en önemli yapıdır. Seminal plazmanın ihtiva ettiği iyon, protein ve sahip olduğu ozmotik basınç (ozmolarite) sperm hücrelerinin seminal plazma içerisinde hareketsiz kalmasını sağlamaktadır. Su ortamına ya da yapay aktivasyon solüsyonlarına bırakılan spermatozoa seminal plazmadaki iyon konsantrasyonunun değişikliği ya da seminal plazmanın ozmolaritesinin azalması ve/veya artması ile hareket kazanmaktadır. Her balık türünde spermatozoanın bu hareketi kazanması birbirinden farklılık göstermektedir (Billard, 1978; Stoss, 1983; Bromage and Roberts, 1995; Jahnichen ve diğ., 1999). Karadeniz alabalığının dahil olduğu Salmonid balıklarda spermatozoa hareketliliğinin hücre dışı  $K^+$  oranının ve seminal plazmanın ozmolaritesinin değişmesi ile birlikte başladığı ancak bununla birlikte yüksek  $K^+$  oranının motilite'yi engelleyici özelliği de bilinmektedir (Alavi ve diğ., 2007).

Balık yetiştiriciliğinde sperm kalitesinin belirlenmesinde motilite başarılı bir dölleme çalışması için en önemli parametre olmasına rağmen; hareketli olarak sınıflandırılan bu hücrelerin sahip oldukları hareketin hızı, hareketin yönü, hareketin stabilliği vb. çeşitli parametreleride kaliteyi belirlemede önemlidir. Subjektif method ile belirlenemeyen bu parametreler CASA sistem ile ölçülebilir hale gelmiştir. Eğrisel hız olarak ifade edilen VCL ( $\mu\text{m/sn}$ ) sperm kalite parametresinin belirlenmesinde, dölleme başarısını etkilediği bildirilen en önemli parametrelerden biridir (Yanagimachi ve diğ., 1992; Verstegen ve diğ., 2002). Eğrisel hıza ilaveten; spermatozoonun izlediği yol boyunca ortalama hızı  $\mu\text{m/s}$  olarak; VSL ( $\mu\text{m/sn}$ ); düz bir hat boyunca izlediği yolun başlangıcından sonuna kadar ki ortalama hızı  $\mu\text{m/s}$  olarak, VAP ( $\mu\text{m/sn}$ ) ise, katettiği toplam yol süresince ortalama hızı olarak kabul edilmiştir. Bir sperm hücresinin doğrusal hareketini  $VSL/VCL \times 100$  formülasyonu ile ortaya koyan LIN (%) parametresi ise diğer kalite parametrelerinden biridir (Cabrita ve diğ., 2008; Malo ve diğ., 2006) (Şekil 2.5).



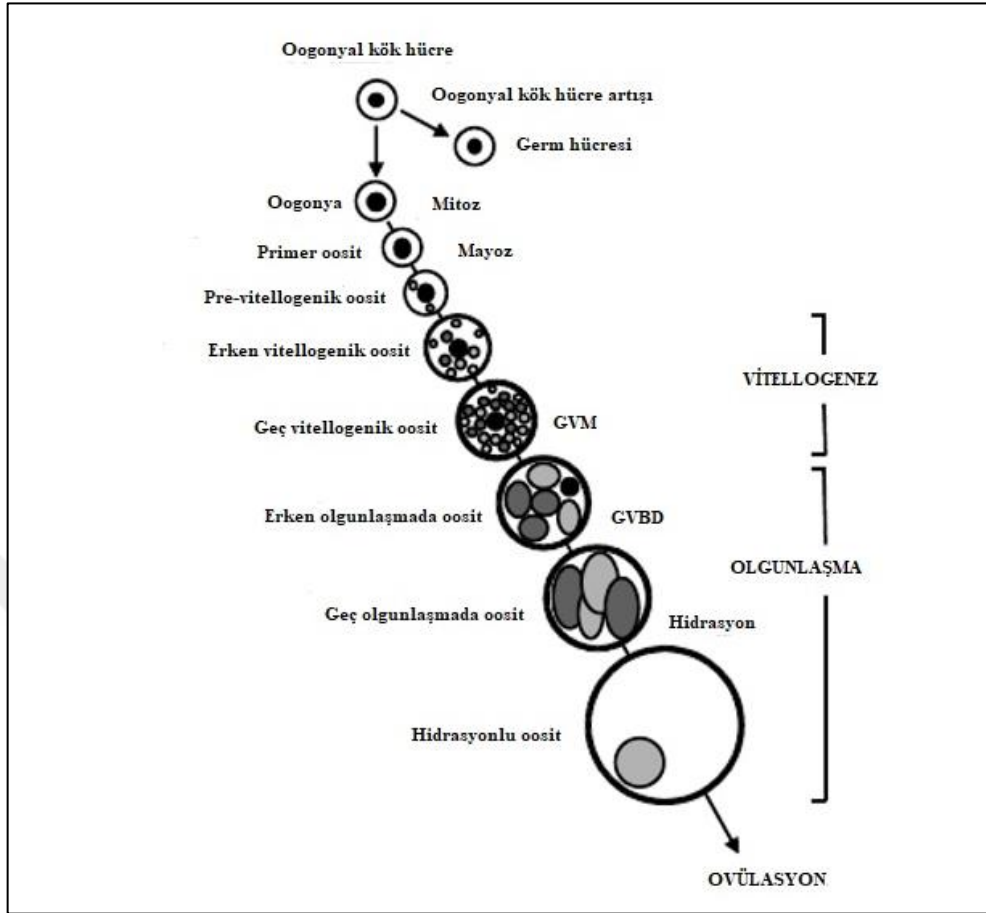
Şekil 2.5: Sperm hücresinin motilitesine ait kinematik parametreler (Baiee vd., 2017).

## 2.2.4. Oogenez ve Yumurta Hücresi

### 2.2.4.1. Oogenez

Dişi balıklarda üreme döngüsünde döllenabilir oosit oluşumunun gerçekleştiği süreç oogenez olarak ifade edilmektedir. Gamet oluşumunda embriyonik öncüler olan primordinal germ hücrelerinin oluşması ile başlayan süreçte, dişi balıkta, eşey farklılaşması ile bu germ hücreleri oogonyaya dönüşür. Oogonyaya farklılaşan bu hücreler daha sonra mayoz bölünmesinin başlamasıyla oositlere dönüşür. Oositler dişi ovaryum hücreleridir ve yumurta olabilmeleri için genetik materyalini yarıya düşüren mayoz bölünme geçirmek zorundadır. Oositlerin gelişimi ile devam eden bu süreç (vitellogenoz) olgunlaşma ve ovülasyon ile sona erer (Şekil 2.6). Belirli bir üreme döngüsüne sahip Teleost balıklarda yumurtlama periyodundan önce, yumurtlama süresince ve yumurtlamadan sonra mitoz bölünme devam eder ve bu oogonia hücrelerinin artışına sebebiyet verir. Bu hücreler döllenmeye hazır yumurta (ova) şeklinde yumurtlama (ovülasyon) ile son bulabilmek adına mayoz bölünme ile oosit haline dönüşmektedir (Karayücel ve Karayücel, 2016).





Şekil 2.6: Balıklarda oogenezi süreci (Mananos vd., 2009; Karayücel ve Karayücel, 2016).

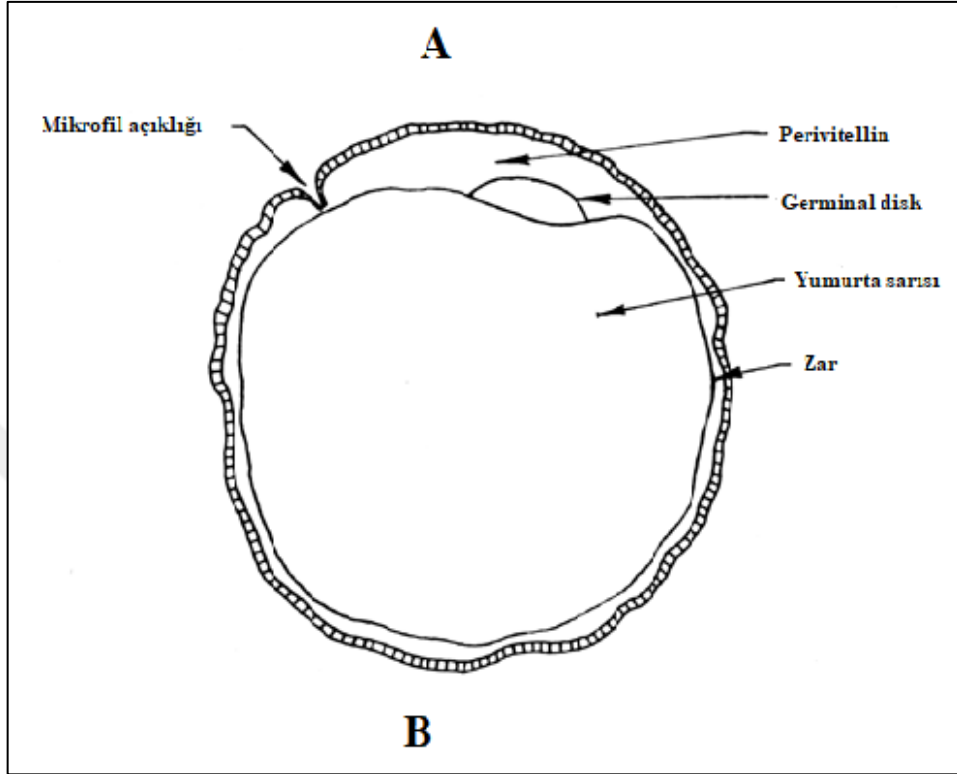
#### 2.2.4.2. Yumurta Kalitesi

Yumurta kalitesi, yumurtadan çıkan larvaların yaşama gücünü belirleyen yumurta özelliği olarak ifade edilebilir. Kaliteli yumurta üretimi kültürü yapılan veya yapılmaya çalışılan birçok balık türü için çok önemli bir sorun olmaktadır. Kalite kontrolü, döllenmiş ve gözlenmiş oran arasındaki korelasyonun belirlenmesi ile yapılır. Yumurta sayısı/fekondite ile birlikte yumurta büyüklüğü de kalitenin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Bromage vd., 1995).

#### 2.4.2.3. Yumurta Hücresi

Genellikle balık yumurtaları animal kutup ve vejetatif kutup olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır ve koryon adı verilmiş bir zar ile çevrilidir (Şekil 2.7) (Çelikkale, 2002). Bir mikrofıl deliğine sahip Salmonidae familyası türleri demersal yumurta özelliğinde olup yumurta büyüklüğü/çapı türler arasında değişiklik göstermektedir. Yumurtanın iyi kalite olarak sınıflandırılmasında önemli bir kriter olan yumurta büyüklüğü üzerinde çalışılan türün yaşı ile

doğrudan ilişkilidir. Kahverengi alabalıklarda 2-7,5 mm arasında değişmekteyken; Karadeniz alabalığında yumurta çapı ise 4,8-7,2 mm olarak rapor edilmiştir (Okumuş, 2004).



Şekil 2.7: Teleost balıklarda yumurta A: Animal kutup B: Vejetatif kutup (Çelikkale, 2002).

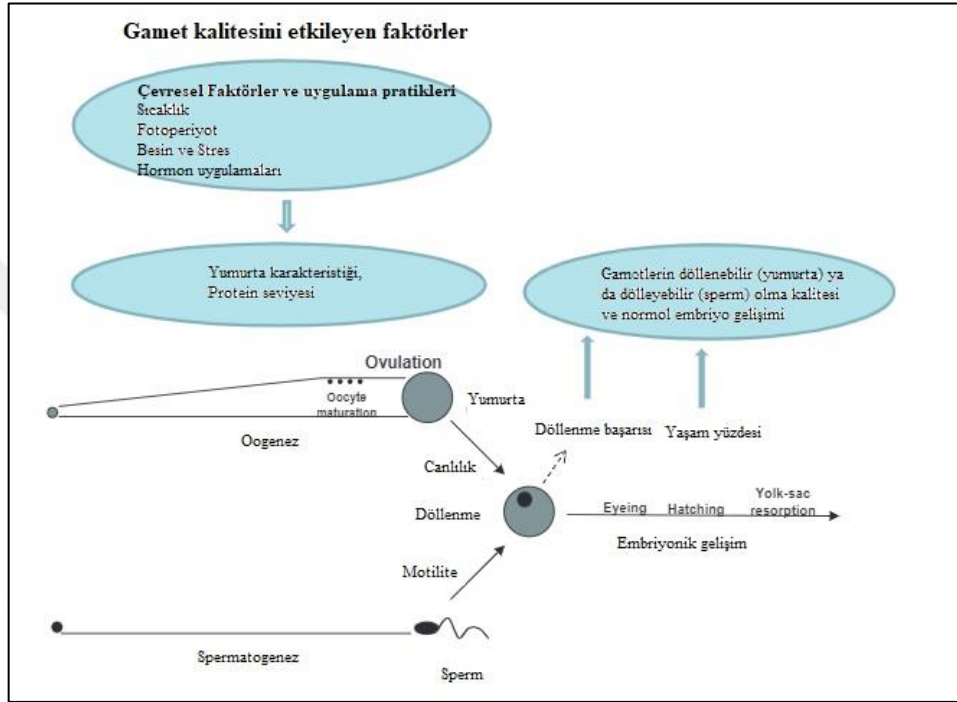
#### 2.4.2.4. Yumurta Miktarı

Balık üretiminde temel hedef, en yüksek sayı ve kalitede yumurta ve larva elde etmektir. Balığın büyüklüğü ve genotipi, stoklama yoğunluğu, stres oluşturan durumlar, besin kalitesi ve miktarı ile suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin fekondite ve yumurta büyüklüğün üzerinde etkisi görülmektedir. Yassı deniz balıklarında milyonlarca yumurta görülürken, Salmonid türlerde bu değer binler seviyesindedir (Bromage ve diğ.,1992). Ayrıca, çoğu deniz balıklarında 2-3 ay kadar sürebilen yumurtlama mevsiminde haftalık olarak yumurtlama görülürken, salmonidae familyası yılda bir kere yumurta üretir (Bromage ve diğ., 1995). Karadeniz alabalıklarında Fekondite 2000-3000 adet/kg olarak rapor edilmiştir (Okumuş, 2004).

### 2.3. GAMET KALİTESİ VE BESLENME İLİŞKİSİ

Su ürünleri yetiştiriciliğinde başarılı ve sürdürülebilir bir üretimden bahsedebilmek için üzerinde çalışılan türün üremesinin kontrolü ve anaç balıkların sahip oldukları gametlerin

kalitesinin bilinmesi ilk basamağı oluşturmaktadır. Dişi ve erkek bireylere ait gametlerin döllenebilir ya da dölleyebilir olması ile ifade edilen gamet kalitesi, dölleme işleminden sonra normal bir embriyo oluşumu için elzem olan ilk parametredir. Doğal ortamda ya da kontrollü koşullar altında gamet kalitesi birçok faktörün etkisi altındadır ve bu faktörler balık türüne göre çeşitlilik göstermektedir (Migaud ve diğ., 2013) (Şekil 2.8).



**Şekil 2.8:** Balıklarda gamet kalitesini etkileyen faktörler ve gamet kalitesinin karakterize edilmesi (Migaud ve diğ., 2013).

Üretime alınacak her bir balık türünde anaç balıklarda optimal şartların sağlanması ve balıkların gametogenez ve üreme periyodu süresince bu şartlarda tutulması kalitesi yüksek gamet üretimi için en önemli gerekliliklerden biridir. Üremede gamet kalitesinde fotoperiyod ve sıcaklık önemlilik arz eden iki ana çevresel faktördür ve bu iki faktörü damızlık balıklara uygulanan besleme rejimi izlemektedir (Rurangwa ve diğ., 2004; Bobe ve Labbe, 2009; Migaud ve diğ., 2013).

Son zamanlarda en çok tartışılan konular arasında yetiştiricilikte kullanılan anaç besinlerinin gamet kalitesi üzerine etkileri yer almaktadır. Anaç balıklarda dengeli ve kaliteli beslenmenin larvaların sağlıklı olması üzerinde etkisi olduğu bilinmektedir. Besin maddelerinin balıkların üremesinde ve larvaların yaşam oranı üzerindeki etkilerinin bilinmesi gereklidir. Yemlerde kullanılan besleyici elementler balıklarda dölleme oranını artırmaktadır. Gökkuşluğu alabalığı

ve Levrek balığı gibi deniz balığı türlerinde anaç yemlerinde kullanılan esansiyel yağ asitlerinin, sperm kalitesi ve sperm yaşam gücünde artışa sebep olduğu bilinmektedir. Tatlı su balıklarının besinlerinde kullanılan yağ asitlerinin yumurta kalitesini artırmaktadır (Cosson ve diğ.,1989; Campbell, 1992; Bromage ve diğ., 1995).

Günlük ve mevsimsel beslenme oranlarının da anaç balıkların fekondite değerlerine ve yumurta büyüklüğüne doğrudan etkisi olduğu bilinmektedir (Springate ve diğ., 1984; Bromage ve diğ., 1992). Üreme periyotlarının ilk 4 ayı içerisinde yüksek kaliteli rasyonların besleme de fekonditeyi arttırdığı ve daha sonraki safhalarında ise yüksek kalitedeki rasyonlarla beslemenin yumurta sayısında bir etkisi olmadığı görülmüştür. Gökkuşacağı alabalıklarında önerilen günlük yemleme oranının yarısı veya çeyreği kadar oran ile beslenen anaç alabalıklarda yumurta sayısının %25 oranında azaldığı bildirilmiştir. (Bromage ve diğ., 1992; Labbe ve diğ., 1997).

Spermatozoa ve seminal plazmadan oluşan spermanın birçok bileşeni, üretime alınacak balıklarda, anaç balıklara verilen yem ilişkilidir. Anaç bireylere verilecek yemin ve yemleme düzeninin geliştirilmesi alınacak gametlerde kaliteyi de arttırmaktadır. Beslenme rejiminde yemleme oranının düşürülmesi gonad gelişiminin yavaşlaması ya da durması ile sonuçlanmaktadır (Cerda ve diğ., 1994; Izquierdo ve diğ., 2001). Ayrıca yem miktarının sabit tutularak yemleme sıklığının arttırılması da sperma kalitesi üzerinde etkilidir. Karadeniz alabalığında iki üreme periyodu arasında ki anaç balıkların günde bir kez beslenmesinin, iki kez beslenmeye göre sperm kalitesini arttırdığı bilinmektedir (Erbaş, 2013). Spermatozoa'nın ihtiva ettiği ve spermatozoa üzerinden uygulanacak biyoteknolojik uygulamalarda önemli rol oynayan plazma membranına ait fosfolipidler ve kolesterol seviyeleri ve aminoasitler anaç balıklara verilen ya da verilecek yem ile doğrudan etkileşimdedir (Drokin ve diğ., 1993; Labbe ve diğ., 1995). Yemin içeriğinde bulunan vitaminler örneğin vitamin E ve C spermatozoa kalitesinde önemli rol oynamaktadır. Vitamin C'nin antioksidan özelliği sperm hücrelerinin yağ peroksidasyonundan korumakta etkilidir ve yem içeriğinde C vitamini eksikliği bu yem formülasyonu ile beslenen gökkuşacağı alabalığı anaçlarında spermada, sperm hücrelerinin yoğunluğunda ve motilitede düşüş ile sonuçlanmıştır (Ciereszko ve diğ., 1995; Lee ve diğ., 2004). Son yıllarda balık üretiminde yem ham maddelerinde alternatif protein kaynaklarına yönelim artmış ve üreticiler özellikle anaç yemlerinde pamuk vb. gibi küspeleri yem hammaddesi olarak kullanmaya başlamışlardır. Ancak yem ham maddelerindeki kullanılacak olan ham materyalin seçimi balığın tüketimine uygunluğu kadar gamet kalitesi üzerindeki etkisi

de dikkate alınarak değerlendirilmelidir. Pelet yemlerde kullanılan ve Gossipol adı verilen pamuk bitkisinin tohum, yaprak ve dallarında bulunan bir pigmentin, yem formülasyonunun içerisinde bulunması ve bu formülasyon ile beslenmeye alınmış tatlı su levreği (*Perca fluviatilis*) (Ciereszko ve diğ., 2000) ve gökkuşacağı alabalıklarında anaç bireylerde sperm hücrelerinin motilitesinde azalma olduğu bildirilmiştir (Lee ve diğ., 2004).

## 2.4. YEM KAYNAĞI OLARAK BÖCEKLER

Tür bakımından hayvanlar aleminde en kalabalık grup olarak bilinen böcekler, hayvanlar (Animalia) aleminin Böcekler (Insecta) sınıfında altı bacaklılar (Hexapoda) alt şubesinde yer almaktadırlar. İpek böceği ve bal arısı ile yaklaşık 7000 yıl önce başlanan böcek yetiştiriciliğine günümüzde “kitlesel üretim” denilen yoğun üretim ile devam edilmektedir (Capinera, 2008; Rumpold ve Schlüter, 2013).

Son yıllarda atık dönüşüm alanlarında kullanıldıklarında yüksek verimlilikleri, yaşam döngülerinde fazla su ihtiyaç duymamaları, düşük kalitedeki bitki proteinini yüksek kalitede böcek proteinine çevirebilme yetenekleri ile böcekler alternatif protein kaynağı olarak yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Karada ya da suda üretimi yapılan hayvanların beslenmesinde kullanılan protein kaynaklarının azalması ve ulaşımının zor hale gelmesi sebepleri ile alternatif protein kaynağı olarak böceklerin kullanılması hem ticari hem de bilimsel anlamda bu sektörlerde kendine yer bulmuştur. Böceklerin protein kaynağı olarak kullanımının artmasının diğer sebepleri ise böcek üretiminin maliyetinin yüksek olmaması ve üretim için gerekli şartların kolay ulaşılabilir olması gösterilmektedir. Böcekler ya doğadan toplanılmakta ya da dikey tip denilen sistemler ile ekonomik olan üretim faaliyetleri ile üretilebilmektedirler. Uygun organik atıklar seçilerek biyoatıkların dönüşümünü sağlayan böcekler minimum maliyetle üretilebilmektedirler (Khusro ve diğ., 2012; Smith ve Pryor, 2014). Kolay ulaşılabilir olmasının yanısıra böceklerin hayvan beslenmesinde alternatif protein kaynağı olarak kullanılmasının diğer önemli bir sebebi de, böceklerin balık ununa yakın protein ve aminoasit içeriğine sahip olmalarıdır (Oonincx ve De Boer, 2012; Van Zanten ve diğ., 2014). Böcekler, yemden yararlanma oranlarının iyi olması, protein kaynağı olarak “sürdürülebilir” olması ve yüksek protein içeriği ile en yaygın olarak kanatlı hayvanların beslenmesinde kullanılmasına rağmen, balık gibi türlerin yem rasyonlarında soya küspesi ve balık unu gibi protein kaynakları yerine alternatif olarak kullanılmaya başlanmıştır. Böcek türlerinde ham protein miktarları

türden türe değişiklik gösterse de genel anlamda geniş bir skalada yüksek protein içerikli olarak değerlendirilmektedirler (Velkamp ve diğ., 2012) (Tablo 2.1).

**Tablo 2.1:** Balık unu, soya küspesi ve üç farklı böcek türünün ham protein ve ham yağ içerikleri (Veldkamp vd., 2012).

<b>Protein kaynağı</b>	<b>Ham Protein (%)</b>	<b>Ham Yağ (%)</b>
Asker sineği (larva)	35-37	35
Karasinek (larva)	43-68	4-32
Un kurdu (larva)	44-69	23-47
Balık unu	61-77	11-17
Soya küspesi	49-59	3

## 2.5. SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİğİNDE BÖCEK KULLANIMI VE UN KURDU (*Tenebrio molitor*)

Günümüzde su ürünleri yetiştiriciliğinde balık yemlerinde protein kaynağı olarak balık unu kullanılmaktadır ve Dünya’da elde edilen balık ununun %63’nün su ürünleri yetiştiriciliğinde yem kaynaklarında kullanıldığı bildirilmektedir (Boyd, 2015). Ancak, doğal stoklardaki azalma ve buna bağlı olarak balık ununun temin edilmesindeki fiyat artışları, su ürünleri üretiminde kullanılan yemlerde hali hazırda kullanılan protein kaynağı yerine, üreticileri çevre dostu ve ekolojik olarak sürdürülebilir alternatif kaynak arayışına yöneltmiştir. Üreticiler ve araŐtırmacılar balık yemlerindeki bu alternatif kaynak arayıŐında, balıkların büyüme performansları, gıda güvenliği ve çevreye olan etkinin minimum düzeyde tutulması baŐlıkları altındaki değerlendirmeleri ile böceklerin bu ihtiyacı karŐılayabilecek özellikte olduğunu bildirmişlerdir (Henry ve diğ., 2015).

Avrupa Birliği 24 Mayıs 2017 tarihinde almış olduğu bir karar ile (Commision regulation, 893/2017); Siyah asker sineği (*Hermetia Illucens*), karasinek (*Musca domestica*), un kurdu (*Tenebrio molitor*), buffalo kurdu (*Alphitobius diaperinus*) ve cırcır (*Gryllus sp*) gibi böcek türlerinin, belirli oranlarda ve limitli olmak Őartı ile global anlamda balık yemlerinde kullanımı onaylamıŐtır. Bu onay ile birlikte böceklerin, balık unu, balık yağı ve soya küspesi yerine alternatif olarak kullanılabilirliği ve yapılan çalışmalarda protein ve aminoasitler başta olmak üzere yağlar, yağ asitleri, vitaminler ve mineraller bakımından zenginliği ile deniz ve tatlı su

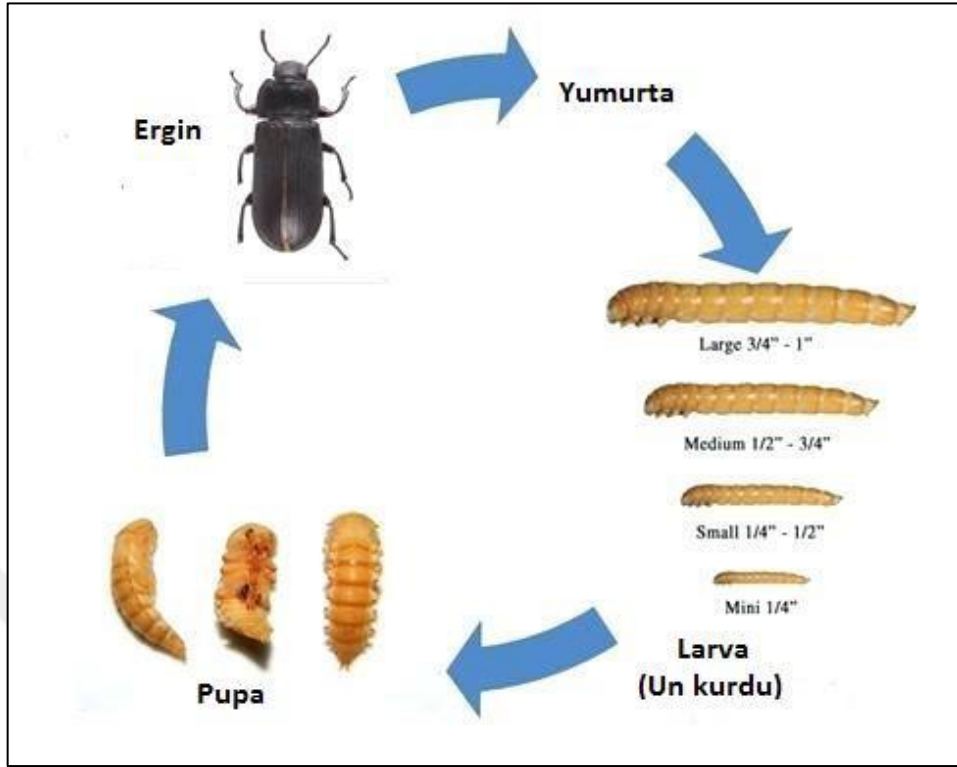
balıklarında özellikle juvenil dönemde kullanılabilirliği ortaya konmuştur (Barroso ve diğ., 2014; Howe ve diğ., 2014; Riddick, 2014; Henry ve diğ., 2015; Magalhaes ve diğ., 2017).

Böcek türlerinin ve bu türlerin gelişim evrelerinin çeşitliliği arasında, su ürünleri üretiminde alternatif protein kaynağı olarak en yaygın kullanılan tür un kurdu ya da Sarı un kurdu olarak bilinen *Tenebrio molitor* türüdür. Su ürünlerinin yanı sıra pet hayvanlarının beslenmelerinde de kullanılan un kurdu Avrupa ve Uzak doğuda üretimi en yoğun olarak yapılan böcek türüdür (Büche, 2007). Tenebrionidae familyasında yer alan bu türün sistematigi Şekil 2.9'te verilmiştir.

**Tablo 2.2:** Un kurdunun sistematigi (Büche, 2007).

Alem	Animalia
Şube	Arthropoda
Altşube	Hexapoda
Sınıf	Insecta
Takım	Coleoptera
Alttakım	Polyphaga
Üstaile	Tenebrionoidea
Aile	Tenebrionidae
Cins	<i>Tenebrio</i>
Tür	<i>T. molitor</i>

Yaşam alanı olarak karanlık ve nemli yerleri tercih eden un kurtlarının yaşam döngüsü 4 bölümden oluşmaktadır. Yaşam döngüsü 280-630 gün süren bu türün ilk evresi yumurtadır. 4-12 gün içinde yumurtadan çıkan larvalar, 9-12 gün bu evrede kalırlar ve olgunlaşmaları için 3-4 aya ihtiyaç duyarlar. Larvalar bu evrede genellikle beyazdır. Bu evreden sonra larva deri dökerek pupa evresine geçer ve bu evre metamorfoz evresi olarak bilinir. Son aşama ise yetişkinlik evresidir ve bu dönemde üreme özelliği kazanırlar (Gullan ve Cranston, 2000) (Şekil 2.10). Yetişkin duruma ermiş un kurtları 12-200 mm uzunluğundadır ve ortam şartlarının elverişli olduğu durumlarda yılda 6 defa üreyebilmektedirler (Makkar ve diğ., 2014).



Şekil 2.9: Un kurdunun yaşam döngüsü (Sabırlı, 2019).

Avrupa menşeli olup dünyanın her yerine yayılmış olan un kurtları, tahıl ve tahıla ait yan ürünler ile beslenmektedirler ve bu sebeple “depo zararlısı” olarak bilinmektedirler. Tahıl ürünleri ile beslenmelerinin yanı sıra, un kurtlarının beslenme rejiminde tavuk gübresi ve tüyü, işlenmiş et ürünleri ve böcek detrituslarında yer almaktadır (Robinson, 2005). Un kurtları bitkisel atıkların çeşitli işlemlerden geçirilerek oluşturulmuş altlık materyalleri ile plastik konteynerlarda (Liv d., 2012) ya da kepek ve maya içeren altlıklar ile hazırlanmış yetiştiricilik ortamlarında üretilmektedirler. Besin maddesi değişmekle beraber un kurtlarının üretilmesi için optimum sıcaklığın yaklaşık 28 °C ve nemin % 70 olması gerektiği bildirilmiştir (Ramos-Elorduy ve diğ., 2002).

Un kurtları, karnivor beslenme özelliğine sahip balık türlerinde doğal ortamlarında doğal besin kaynağı olarak kullanılmaktadır (Henry ve diğ., 2015). Su ürünleri yetiştiriciliğinde yemler içerisinde un kurdunun yaygın olarak kullanılmasının ilk sebebi ise yüksek protein oranına sahip olmasıdır. Bununla birlikte; ait olduğu familyanın bir çok türünün Dünya’ya dağılmış olması (Makkar ve diğ., 2014); kurdun yaşam döngüsünde özellikle larval dönemde protein (%53,2) ve yağ (%34,5) içeriğini yüksek oranlarda koruyor olması (Ghosh ve diğ., 2017) ve yeterli aminoasit içeriğine sahip olması (De Marco ve diğ., 2015) bu türün yaygın kullanımı



arttırmaktadır. İlaveten, yapılan çalışmalarda, un kurdunun çinko, selenyum, biotin, pantotenik asit, folik asit gibi maddelerce zengin olduğu (Liu ve diğ., 2005; Rumpold ve diğ., Schlüter, 2013) ve izolösin, lösin, lisin ve doymamış yağ asitlerinin de yüksek oranlarda ve balık unu ve soya küspesi ile benzer oranlarda içerdiği bulunmuştur (De Marco ve diğ., 2015; Rumpold ve diğ., Schlüter 2013; Siemianowska ve diğ., 2013). Yumurtadan çıkan böceklerin larva, pupa ve ergin evreleri mevcuttur. Her evrede besin içerikleri değişiklik göstermektedir (Zuidhof, M.J. ve diğ., 2003) Yüksek miktarda protein (% 45-60 KM) ve yağ (%30-45 KM) içerirler. Canlı un kurdunun kuru madde (KM) oranları %37,1 ile %57,6 arasında değişmektedir ( Finke, M.D., 2002). Un kurdu larvaları KM bazında % 47,4 pupası %53,1 ve ergini ise %60,2 ham protein içermektedir. Aynı şekilde larva %5 ham selüloz içerirken ergindeki oranı %16,3'e kadar çıkabilmektedir (Ramos-Elorduy, J., ve diğ.2002). Un kurdu böceğinin ham protein, ME ve yağ içeriği soya küspesinden daha yüksektir (Bovera, F., ve diğ., 2015). Kurutulmuş un kurdunun, balık ununun yerini doldurabilecek potansiyalde olduğu düşünülmektedir (Wang Y., ve diğ., 1996) (DeFoliart, G.,1991).

Yukarıda belirtilen sebepler ile un kurdu su ürünlerinde yem sektöründe alternatif protein kaynağı olarak kullanılmış ve bu güne kadar Afrika kedi balığı (*Clarias gariepinus*) (Ng ve diğ., 2001); gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) (Gasco ve diğ., 2014; Belforti ve diğ., 2015; Borgogno ve diğ., 2017); tilapya (*Oreochromis niloticus*) (Sanchez-Muros ve diğ., 2016), yayın (*Pelteobagrus fulvidraco*) (Su ve diğ., 2017), sazan (*Cyprinus carpio*) (Li ve diğ., 2017) gibi tatlı su balıklarında ve Deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) (Gasco ve diğ., 2016; Magalhaes ve diğ., 2017), çipura (*Sparus aurata*) (Piccolo ve diğ., 2017), mercan (*Pagellus bogaraveo*) (Iaconisi ve diğ., 2017); kalkan (*Psetta maxima*) (Kroeckel vd., 2012); Atlantik salmonu (*Salmo salar*) (Lock ve diğ., 2016) gibi deniz balıklarının beslenmesinde ve Pasifik beyaz karidesi (Panini ve diğ., 2017; Choi ve diğ., 2018) gibi karides türlerinde; Mandarin olarak bilinen (*Siniperca scherzeri*) akvaryum balığı türlerinde denenmiştir. Tüm bu denemelerde yem formülasyonunda un olarak kullanılan un kurdu'nun, ilave protein kaynağı ve canlı yem olarak kullanıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Un kurdu ile yapılan denemelerde un kurdu kullanımının balıkların büyüme performansları incelenmiş, un kurdunun gamet kalitesi üzerindeki etkisi yaygın bir çalışma alanı olmamıştır.

### 3. MALZEME VE YÖNTEM

#### 3.1. MALZEME

##### 3.1.1. Deneme Yeri ve Tarihi

Bu deneme, İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi Sapanca İçsu Ürünleri Üretimi Araştırma ve Uygulama Biriminde 5 Kasım 2018 ile 24 Aralık 2018 tarihleri arasında (50 gün) gerçekleştirilmiştir.

##### 3.1.2. Denemede Kullanılan Su Kaynağı ve Tanklar

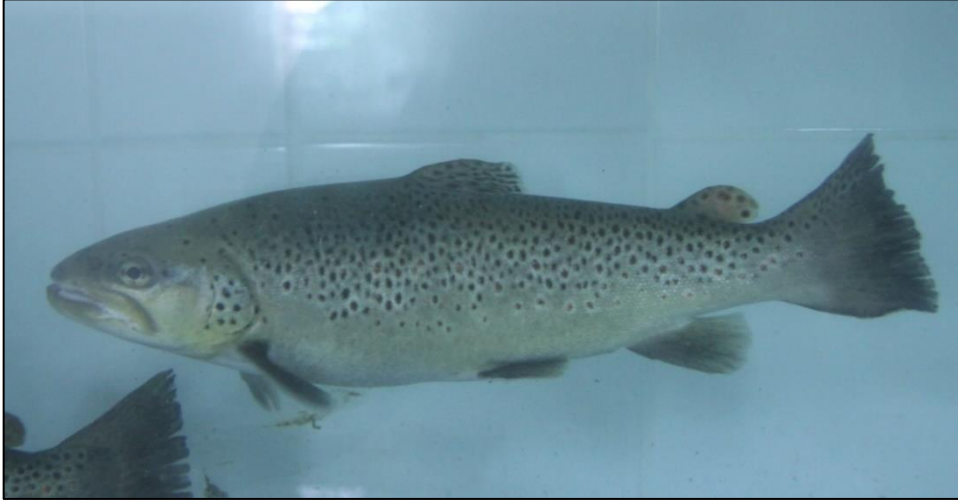
Denemede çalışmanın yapıldığı birimin rutin üretimde kullanmış olduğu iki farklı su kaynağı kullanılmıştır. Mevsimsel değişiklikler göz önünde bulundurularak, birimin günlük rutin su kaynağı manipülasyonuna müdahale edilmemiş, denemede; birime dere suyunun verildiği dönemde dere suyu, dere suyunun birim için uygun olmadığı (bulanık ve yetersiz) zamanlarda devreye sokulan kuyu suyu kullanılmıştır. Deneme süresince balıklar birime ait 1,5 m çapında 80 cm yüksekliğinde ve 1,5 m<sup>3</sup> su hacmine sahip toplam 6 adet yuvarlak fibreglass tanklarda stoklanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Denemede balıkların bakıldığı yuvarlak fibreglass tanklar.

##### 3.1.3. Denemede Kullanılan Balıklar

Denemede, Sapanca İçsu Ürünleri Üretimi Araştırma Birimine ait 3<sup>+</sup> yaşa sahip, ortalama ağırlığı 2010±489 g ve ortalama toplam boy uzunluğu 50,4±3,3 cm olan toplam 15 adet dişi balık ile, ortalama ağırlığı 1607±289 g ve toplam boyu 46,6±2,4 cm olan 15 adet erkek Karadeniz alabalığı kullanılmıştır (Şekil 3.2 ve 3.3).



Şekil 3.2: Denemede kullanılan dişi balıklar (Orjinal).



Şekil 3.3: Denemede kullanılan erkek balıklar (Orjinal).

#### 3.1.4. Denemede Kullanılan Cihazlar

##### **Laboratuvar tip terazi (TEM, Tartım)**

Deneme başlangıcında ve sonunda balıkların ağırlıklarını ve günlük olarak verilecek ticari yemin gramajlarını belirlemek için kullanılmıştır.

##### **Boy Ölçüm Tahtası**

Deneme başlangıcında ve sonunda balıkların toplam boyu ölçmek için kullanılmıştır.

##### **Laboratuvar tipi hassas terazi ( ISOLAB, 0,001 gr hassaslık)**

Günlük olarak ticari yeme ilaveten verilecek un kurdunun gramajını belirlemede kullanılmıştır.

**Bilgisayarlı Otomatik Sperm Analiz Sistemi (CASA), (CEROS II, Hamilton-Thorne, Beverly, USA)**

Erkek balıklardan alınan sperm örneklerinde, sperm hücrelerinin motilitesi ve motiliteye ait kinematik parametrelerin analizinde kullanılmıştır.

**Stereo Mikroskop (Leica DFC 290)**

Dişi balıklardan alınan yumurta örneklerinde yumurta çaplarını ölçmek için kullanılmıştır.

**Multiparametre (WTW, Multi 3420)**

Deneme süresince balıkların bakıldığı su kaynağının fiziko-kimyasal parametrelerini ölçmek için kullanılmıştır.

**3.1.5. Denemede Kullanılan Kimyasal Malzemeler**

Erkek anaçlardan elde edilen spermde sperm hücrelerinin aktivasyonu için % 9'luk NaCl (Merck 106404) solüsyonu kullanılmıştır.

**3.1.6. Denemede Kullanılan Yem Materyalleri**

Deneme sürecince balıklar, birimin rutin anaç balık bakımında kullandığı özel bir firmadan temin edilmiş 8 mm çaplı ticari alabalık yemi ile beslenmişlerdir (Şekil 3.4). Ticari yeme ilaveten verilen un kurdu (*Tenebrio molitor*) larvaları Un kurdu üreten özel bir firmadan (Antalya) haftalık olarak kurutulmuş halde temin edilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.4: Denemede kullanılan ticari yem.



Şekil 3.5: Denemede ticari yeme ilaveten verilen un kurdu larvası (Orijinal).

## 3.2. YÖNTEM

### 3.2.1. Denemede Kullanılan Su Kaynağının Fiziko-kimyasal Parametrelerinin Belirlenmesi

Deneme süresince balıkların bakımının yapıldığı tanklara gelen suyun sıcaklık (°C) çözünmüş oksijen (mg/L) ve pH değerleri multiparametre cihazı ile sabah ve akşam olmak üzere günde iki defa, balıklar beslenmeden hemen önce ölçülmüştür.

### 3.2.2. Deneme Gruplarının Oluşturulması

Denemede kullanılan anaçlar Sapanca biriminin anaç stokunu oluşturan 3<sup>+</sup> yaşa sahip Karadeniz alabalığı anaçlarından benzer ağırlıkta ve boyda olmaları göz önünde bulundurularak seçilmiştir. Seçilen 15 adet dişi balık ve 15 adet erkek balık, ağırlıkları ve boy ölçümleri yapıldıktan sonra, her bir tankta 5 adet olmak üzere toplam altı tanka yerleştirilmişlerdir. Grup 1, 2 ve 3 erkek bireylerden, Grup 4, 5 ve 6 ise dişi balıklardan oluşturulmuştur. Grup 1 erkek bireyler için ve Grup 4 ise dişi bireyler için kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Grup 2, erkek bireylerde haftada iki gün ekstrude yeme ilaveten un kurdu larvası verilen grup olarak; Grup 3 ise ekstrude yeme ilaveten haftada üç gün un kurdu verilen grup olarak belirlenmiştir. Grup 4 dişi bireylerde kontrol grubu olarak; Grup 5 ve 6 ise sırasıyla haftada iki ve üç gün un kurdu ilavesi yapılan dişi anaçlardan oluşturulmuştur. Denemede kullanılan erkek bireylerin (Tablo 3.1) ve dişi bireylerin (Tablo 3.2) başlangıç ağırlıkları ve total boy uzunlukları aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

**Tablo 3.1:** Denemede kullanılan erkek bireylerin deneme başlangıcındaki ağırlık ve tam boy değerleri.

Erkek Bireyler	Bireyler	Ağırlık (g)	Tam Boy (cm)
Kontrol grubu Tank 1	1	1815	49
	2	1740	47
	3	1180	43
	4	1475	46
	5	1530	45
Ortalama±SD		1548±249	46±2,2
Haftada İki Gün Kurt Grubu	1	1690	47
	2	900	41
	3	1965	48
	4	1850	46
	5	1840	50
Ortalama±SD		1649±429	46,4±3,3
Haftada Üç Gün Kurt Grubu	1	1330	46
	2	1570	47
	3	1860	50
	4	1660	49
	5	1705	46
Ortalama±SD		1625±195	47,6±1,8

**Tablo 3.2:** Denemede kullanılan dişi bireylerin deneme başlangıcındaki ağırlık ve tam boy değerleri

Dişi Bireyler	Bireyler	Ağırlık (g)	Tam Boy (cm)
Kontrol grubu	1	2345	52
	2	1935	51
	3	2035	54
	4	2430	53
	5	2025	47
Ortalama±SD		2154±218	51,4±2,7
Haftada İki Gün Kurt Grubu	1	2510	53
	2	2100	52
	3	1620	46
	4	1360	45
	5	1270	49
Ortalama±SD		1772±523	49±3,5
Haftada Üç Gün Kurt Grubu	1	1450	45
	2	2160	51
	3	3065	55
	4	1590	50
	5	2255	54
Ortalama±SD		2104±640	51±3,9

### 3.2.3. Deney Balıklarının Beslenmesi ve Yemleme Programı

Denemede balıklara verilen günlük ticari yem miktarı su sıcaklığı ve balık büyüklüğü göz önünde bulundurularak, balıkların canlı ağırlıklarının %1, 0,75 ve 0,5 oranları esas alınarak hesaplanmıştır. Kontrol grubuna sadece ticari yem verilmiştir. Ticari yeme ilaveten kurt verilen gruplarda ise, haftalık olarak hesaplanan yem miktarının %20-25'ne tekabül edecek kurt tartılmıştır. Haftalık total olarak hesaplanmış kurt miktarları bir deneme grubunda Pazartesi ve Çarşamba günleri olmak üzere haftada iki kere; diğer deneme grubuna ise Pazartesi, Çarşamba ve Cuma olmak üzere haftada üç kere ticari yeme ilaveten verilmiştir. Yemleme günde iki defa (09:00,16:00) elle yapılmıştır. Yemleme sırasında deneme balıkları sürekli gözlenmiş verilen yemin balıklar tarafından alınıp alınmadığı izlenmiştir. Deneme balıklarının buldukları tankların temizliği haftada iki gün akşam yemlemesinden sonra yapılmıştır. Gamet olgunlaşmasının kontrol edileceği günler balıklara yem verilmesi durdurulmuştur.

### 3.2.4. Deneme Balıklarında Büyüme Performanslarının Belirlenmesi

Deneme balıklarında büyüme performanslarından canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma oranı sırasıyla aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır (Ricker, 1979, Çelikkale, 2002).

Yemden Yararlanma Oranı (YYO) = Tüketilen yem miktarı/ Canlı ağırlık artışı

Canlı Ağırlık Artışı (CAA)= A2- A1

A2= Periyot sonundaki ortalama bireysel ağırlık (g)

A1 = Periyot başındaki ortalama bireysel ağırlık (g)

### 3.2.5. Denemede Kullanılan Yemlerde Yapılan Kimyasal Analizler

Denemede kullanılan ticari yem ve un kurdu örnekleri 1mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Daha sonra bu örneklerde kuru madde, ham protein, ham yağ, ham kül ve ham selüloz analizleri İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi Yem analiz Laboratuvarı'nda Weende analiz metoduna göre yapılmıştır. Analize hazır hale getirilen ticari yem ve kurt örneklerinde ham protein tayini (AOAC 955.04,1998b); ham yağ oranı (AOAC 948.15, 1998c); ham kül miktarı (AOAC 938.08, 1998d) laboratuvarında bulunan yem analiz cihazları ile yüzde olarak hesaplanmıştır.



Denemede kullanılan yemlerde azotsuz ekstrakt maddelerin hesaplanmasında yapılan diğer analiz sonuçlarından yararlanılmış ve aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\%AEM=100 - (\% \text{ su}+\% \text{ HP}+\% \text{ HY}+\% \text{ ham selüloz}+\% \text{ ham kül})$$

AEM: Azotsuz ekstrakt maddeler

HP: Ham Protein

HY: Ham Yağ

Yemlerin kimyasal analizler sonucunda belirlenen besin maddelerinden protein, yağ ve karbonhidratların sahip oldukları enerji miktarlarının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Toplam enerji} = [5,65(\% \text{ HP})+9,45(\% \text{ HY})+4,10(\% \text{ AEM})] \times 10/1000 \times 4,186$$

HP: Ham protein

HY: Ham yağ

AEM: Azotsuz ekstrakt maddeler

Metabolize olabilir enerji değerinin hesaplanmasında ise enerjisi olan besin maddelerinin karnivor türlerdeki sindirilebilirlik değerleri esas alınarak hesaplanmıştır.

$$\text{MOE: } [3,9 (\% \text{ HP})+ 8,8 (\% \text{ HY}) + 1,6 (\% \text{ AEM})] \times 10/1000 \times 4,186$$

MOE: Metabolize olabilir enerji

HP: Ham protein

HY: Ham yağ

AEM: Azotsuz ekstrakt maddeler

Proteinler için: 3,9 kkal/g

Yağlar için: 8,0 kkal/g

Karbonhidratlar için: 1,6 Kkal/g

1 cal=4,186 Joule

### 3.2.6. Denemede Kullanılan Erkek Anaç Balıkların Sağımları

Deneme süresince her bir deneme grubundaki anaç balıklar sperm oluşumu için haftalık olarak kontrol edilmiştir. Sperm oluşumunun görüldüğü balıklarda sağım işlemi için, balıkların abdomen bölgesi havlu ile kurulanmış ve uygulanan hafif masaj ile sperm temiz cam beherlere akması sağlanmıştır (Şekil 3.6). Sağılan her bir sperm örneği işaretli cam beherlerde toplanmış ve Laboratuvar çalışmasına kadar strafor kutu içerisinde +4 °C’de muhafaza edilmişlerdir (Şekil 3.7). Sperm örneklerinin güneş ışığı ile teması engellenmiştir.



Şekil 3.6: Denemede kullanılan erkek balıkların sağımı.



Şekil 3.7: Sağılan sperm örneklerini

### 3.2.7.Sperma Örneklerinde Spermatolojik Özelliklerin Belirlenmesi

#### 3.2.7.1. Sperm Miktarının Belirlenmesi

Alınan sperm örneklerinde sperm miktarı ölçekli beherler ile “ml” olarak belirlenmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8: Sağılan sperm örneklerinde sperm hacminin belirlenmesi.

#### 3.2.7.2. Spermatozoa Yoğunluğunun Belirlenmesi

Sperm örneklerinde spermatozoa yoğunluğunun belirlenmesinde “Hemositometrik yöntem” kullanılmıştır. Ependorf tüp içerisinde 1:1000 oranında karıştırılan sperm ve NaCl (%7’lik) karışımından alınan örnek Thoma lamı (0,00025 mm<sup>3</sup> hacimli) kullanılarak ışık mikroskobu ile incelenmiştir. Spermatozoa yoğunluğunun ölçüm yapmaya izin vermeyecek şekilde fazla olduğu durumlarda, sperm örneği tekrar sulandırılmış ve bu bireyler için sulandırma oranı kaydedilmiştir. Thoma lamında ortadaki 5 büyük karenin içerisinde yer alan toplam 80 küçük kare içindeki spermatozoon sayımı tamamlanan sperm örneklerinde spermatozoa yoğunluğu x10<sup>9</sup>/ml olarak belirlenmiştir ve kullanılan formül aşağıda verilmiştir (İleri ve diğ., 2000).

Yoğunluk  
(/mm<sup>3</sup>)=

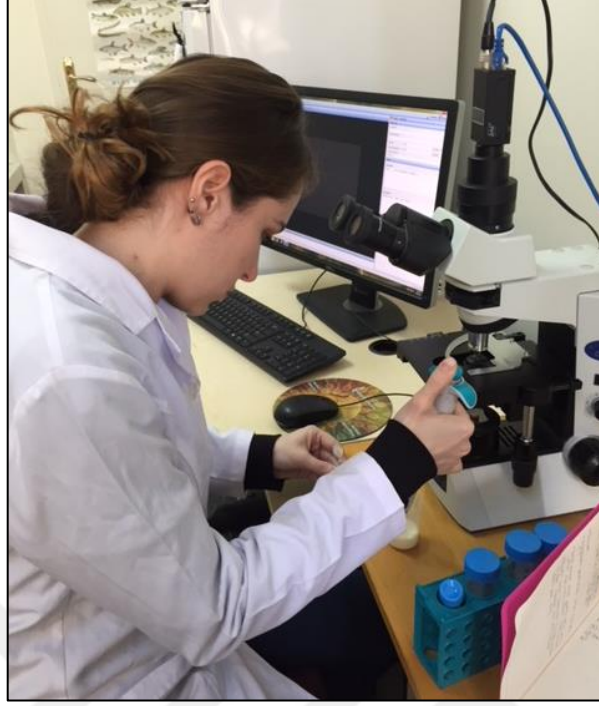
Sayılan spermatozoon sayısı

---

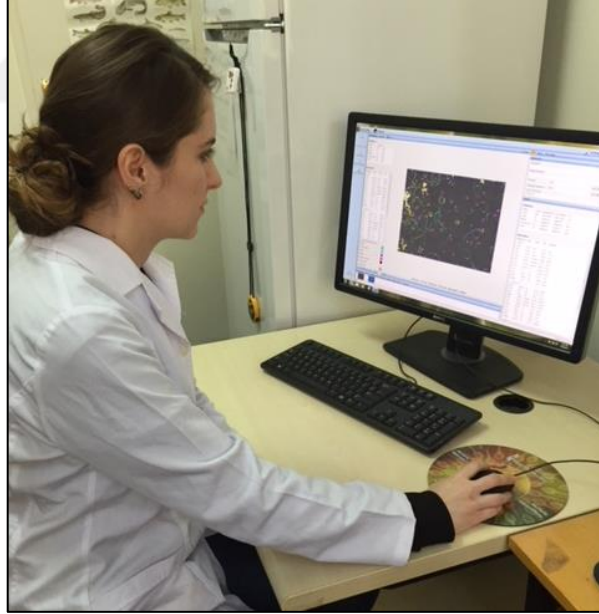
Sayılan toplam küçük kare sayısı x Bir küçük karenin hacmi x Sulandırma oranı

### ***3.2.7.3. Spermatozoa'ya Ait Motilitite ve Motilitiye Bağlı Kinematik Parametrelerin Belirlenmesi***

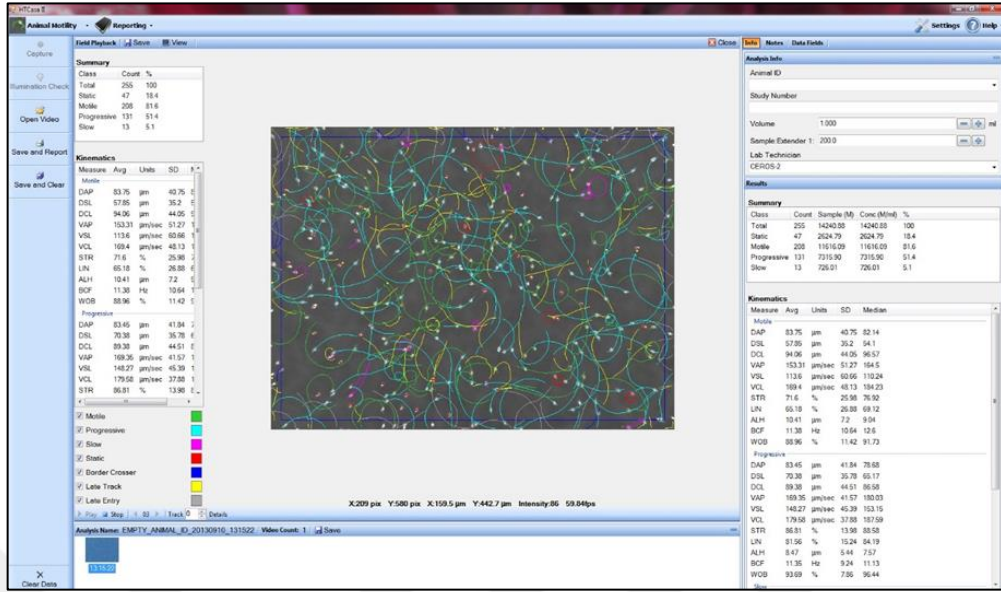
Deneme balıklarından alınan sperm örneklerinde spermatozoa toplam motilitesi (%), progresif motilitesi (%) ve spermatozoaya ait hareket özelliklerinden toplam eğrisel hız (TVCL,  $\mu\text{m/sn}$ ), progresif eğrisel hız (PVCL,  $\mu\text{m/sn}$ ), Bilgisayarlı Otomatik Sperm Analiz Sistemi ile ölçülmüştür. Bahsi geçen sistemde normal lam kullanılmayıp, özel bölmeli ve hacimli lam kullanıldığından, mikropipet yardımı ile alınan sperm örnekleri ependorf tüpe aktarılmış ve üzerine aktivasyon solüsyonu eklenmiştir. Sperm ve aktivasyon solüsyonunun sulandırma oranı olarak 1:100 oranı, aktivasyon solüsyonu olarak ise % 9'luk NaCl solüsyonu kullanılmıştır. Aktivasyon solüsyonunun eklenmesinden hemen ardından, karışımdan alınan sulandırılmış örnek lama ait özel bölmeye konulmuştur (Şekil 3.9). Analiz için hazırlanmış lam örneği sistemin parçalarından biri olan mikroskoba yerleştirilmiştir. Mikroskoba bağlı bulunan kamera sistemi ile spermatozoonların hareketinin 10.saniyesinde motilite ve motilitiye bağlı kinematik parametreler kaydedilmiştir. Her bir sperm örneği için 3 video analizi 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. CASA sistemi kaydedilen video görüntülerini kayıttan sonra analiz yapmaya olanak verdiğiinden; tüm örneklerin hareketliliğinin mikroskop altında kaydedilmesinden sonra, depolanan veriler yine sistem parçalarından birini oluşturan, motilite ve motilitiye ait kinematik hız parametrelerinin analizini otomatik olarak yapan yazılım sistemi (Hamilton) ile belirlenmiştir (Şekil 3.10 ve 3.11).



**Şekil 3.9:** Alınan sperm örneklerinin mikroskofta incelenmesi.



**Şekil 3.10:** Alınan sperm örneklerinin bilgisayarlı otomatik sperm analiz sistemi ile analizi.



Şekil 3.11: Bilgisayarlı otomatik sperm analiz sisteminde bulunan ve kaydedilmiş video kaydı ile spermatolojik özelliklerin analizi.

### 3.2.8. Denemede Kullanılan Dişi Anaç Balıkların Sağımları

Deneme süresince her bir deneme grubundaki anaç balıklar yumurta oluşumu için haftalık olarak kontrol edilmiştir. Yumurta oluşumunun görüldüğü balıklarda sağım işlemi için, balıkların abdomen bölgesi havlu ile kurulanmış ve abdominal bölgeye uygulanan hafif masaj ile yumurtaların temiz sağım kaplarında toplanması sağlanmıştır (Şekil 3.12). Sağılan her bir yumurta örneğinin üzeri örtülmüş ve tartım işlemine geçilmiştir (Şekil 3.13). Yumurta örneklerinin güneş ışığı ile teması engellenmiştir.



Şekil 3.12: Denemede kullanılan dişi balıkların sağım işlemi.



Şekil 3.13: Sağılan yumurtaların tartımı.

### 3.2.9. Denemede Elde Edilen Yumurta Örneklerinde Yumurta Kalitesinin Belirlenmesi

#### 3.2.9.1. Fekonditeninin Belirlenmesi

İşaretleli sağımlarına sağılan her bir dişiden alınan yumurta örneğinin toplam ağırlığı hesaplandıktan sonra, her bir yumurta örneğinden alt örnekleme yapılarak 10 gr ağırlığında örnek tartılmış ve bu 10 gramdaki yumurta sayısı hesaplanmıştır (Şekil 3.14). Toplam fekondite hesabında aşağıdaki formül kullanılmıştır (Hunter ve diğ. 1985).



Şekil 3.14: Alınan yumurta örneklerinde alt örnekleme.

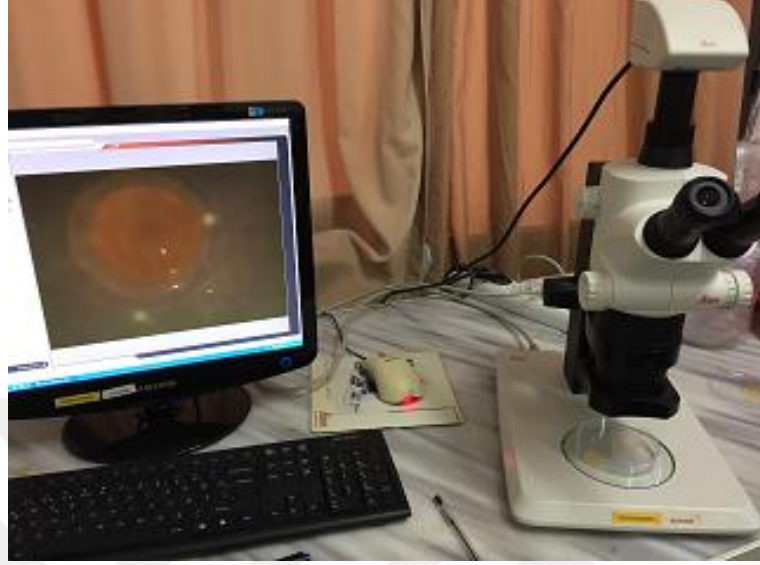
$$\text{Toplam Fekondite (adet/}\Sigma\text{kg)} = \frac{\text{Alt örnekteki yumurta sayısı (adet) x Toplam yumurta ağırlığı (g)}}{\text{Alt örnek ağırlığı (g)}}$$

#### 3.2.9.2. Yumurta Çaplarının Belirlenmesi

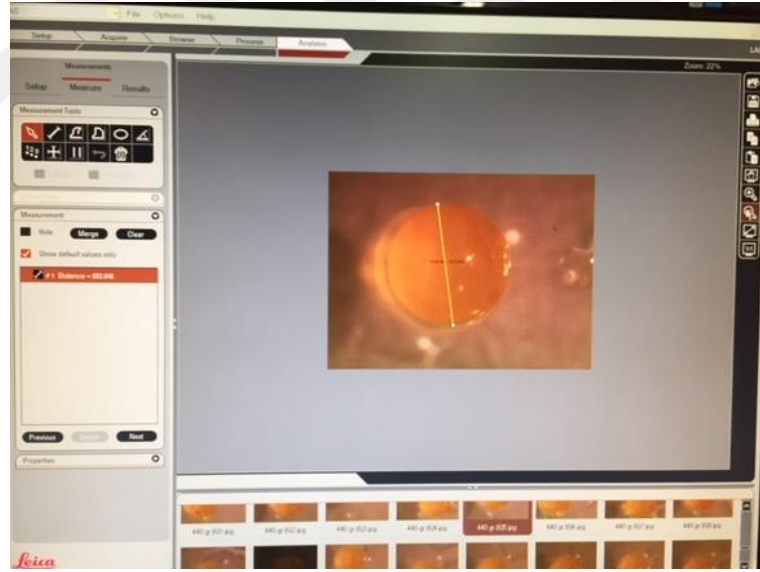
Deneme gruplarındaki her bir dişiden alınan 10 adet yumurta örneği stereo mikroskop altında 20X büyütme ile incelemeye tabii tutulmuştur (Şekil 3.15). Her bir yumurtanın mikroskop



altında görüntüsünün sabitlenmesinin ardından fotoğrafı çekilmiş ve sistemin software uygulaması ile yumurta çapı ölçülüp kaydedilmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.15: Alınan yumurta örneklerinde yumurta çaplarının ölçüldüğü mikroskop sistemi.



Şekil 3.16: Yumurta çapının ölçüldüğü yumurta örneği.

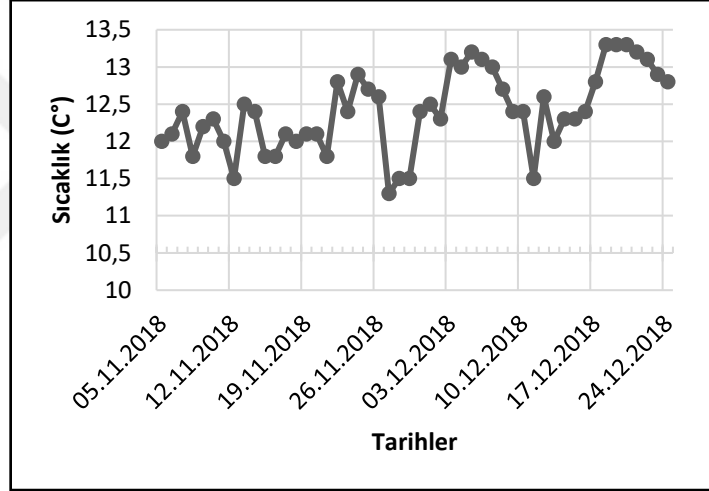
### 3.2.10. İstatistiksel Analiz

Deneme sonunda elde edilen veriler ortalama değerleri ve standart sapmaları ile birlikte sunulmuştur. Elde edilen veriler STATISTICA v.8 programı yardımı ile tek yönlü varyans analizi (ANOVA-Oneway) ve t-testi kullanılarak değerlendirilmiştir (Zar, 1996).

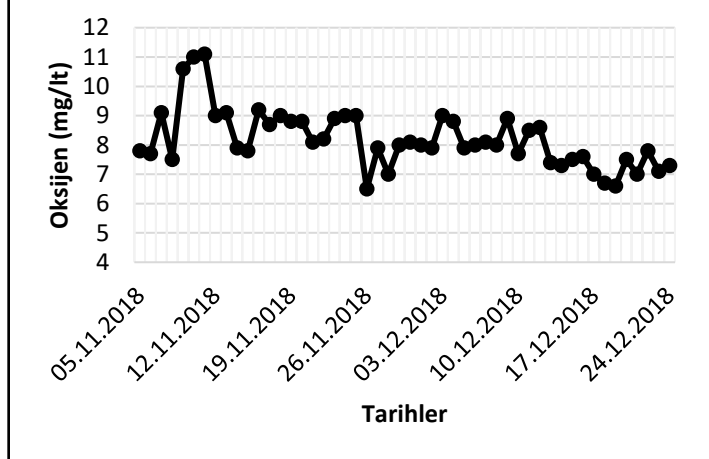
## 4. BULGULAR

### 4.1. DENEY TANKLARINDAKİ SUYUN FİZİKSEL VE KİMYASAL DEĞERLERİ

Deneme süresince balıkların içinde buldukları tanklara gelen suyun sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ ), çözülmüş oksijen (mg/L) ve pH ölçüm değerleri sırası ile Şekil 4.1 ve Şekil 4.2 'te gösterilmiştir. Deneme sürecince tanklarda ölçülen en düşük sıcaklık değeri  $11,5^{\circ}\text{C}$ , en yüksek sıcaklık değeri  $13,1^{\circ}\text{C}$ ; suda çözülmüş oksijenin en düşük değeri  $6,5$  mg/L, en yüksek ise  $11,1$  mg/L olarak kaydedilmiştir. Sudaki pH değerinin deney süresince  $7,5$ - $8,5$  değerleri arasında değiştiği, önemli bir fark göstermediği görülmüştür.



Şekil 4.1: Deney tanklarındaki suyun sıcaklık değerleri ( $^{\circ}\text{C}$ ).



Şekil 4.2: Deney tanklarındaki suyun çözülmüş oksijen değerleri (mg/L).

## 4.2. BALIKLARIN BÜYÜME PERFORMANSLARI

### 4.2.1. Balıklarda Canlı Ağırlık Artışı

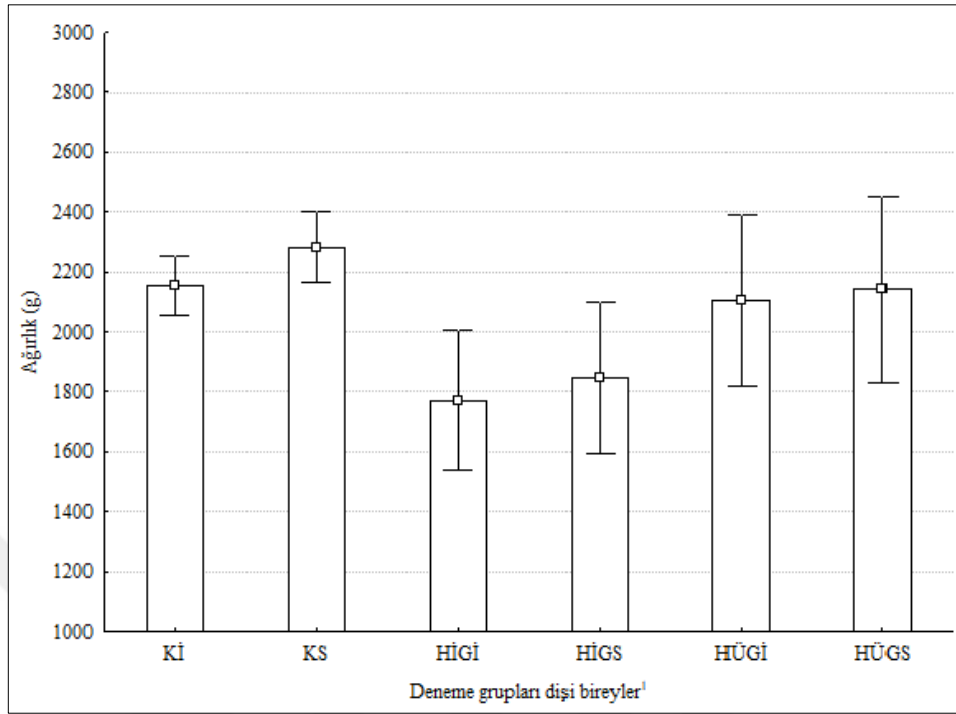
Denemede kullanılan balıkların bireysel canlı ağırlıkları deneme başlangıcında ve toplam 50 günün sonunda yapılan tartımlar sonucunda hesaplanmıştır. Deney başlangıcı ve sonundaki bireysel canlı ağırlıklar, deney tanklarındaki balıklarda bireysel olarak ölçülmüş ve elde edilen verilerin ortalaması ve standart sapmaları hesaplanarak bulunmuştur. Ağırlık verileri tankın total ağırlığı üzerinden hesaplanarak Tablo 1’de sunulmuştur. Balıklarda boy deneme başlangıcında ölçülmüş ancak deneme sonunda ölçülen değerlerden bir farklılık göstermediği için değerlendirmeye alınmamış ve sonuçlar verilmemiştir.

#### 4.2.1.1. Dişi Balıklarda Canlı Ağırlık Artışı

Denemenin sonunda yapılan tartımlar sonucunda en yüksek canlı ağırlık artışı kontrol grubundaki dişi balıklarda görülmüştür (128,2 g). Bunu sırasıyla haftada iki gün kurt ilavesi yapılan grup (72,6 g) ve haftada üç gün kurt ilavesi yapılan grup (37,6 g) izlemiştir (Tablo 4.1). Deneme gruplarının hepsinde canlı ağırlık artışı görülmüşken, gruplar arasında canlı ağırlık artışlarında anlamlı bir farklılık görülmemiştir (Şekil 4.3). Deneme gruplarında yemden yararlanma oranı (YYO) değerine bakıldığında ise, tüm gruplarda olması gereken değerinden yüksek bulunmuştur. Kontrol grubunda 1,5 olan YYO, haftada iki gün kurt verilen grupta 2,1; haftada üç gün kurt verilen grupta ise 5 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.1).

**Tablo 4.1:** Denemede kullanılan dişi balıkların deneme gruplarına göre toplam ve ortalama canlı ağırlık artışları ve yemden yararlanma oranları.

Parametreler	Deney Grupları Dişi Bireyler		
	Kontrol grubu (n:5)	Haftada iki gün kurt grubu (n:5)	Haftada üç gün kurt grubu (n:5)
Deneme başlangıcı tank toplam ağırlık (g)	10770	8860	10520
Deneme sonu tank toplam ağırlık (g)	11411	9223	10708
Deneme başı tank ortalama ağırlık (g)	2154±218	1772±523	2104±640
Deneme sonu tank ortalama ağırlık (g)	2282±261	1844±564	2141±697
Tank toplam canlı ağırlık artışı (g)	641	363	188
Bireysel canlı ağırlık artışı (g)	128,2	72,6	37,6
Verilen yem miktarları (g)	969	798	948
Verilen un kurdu larva miktarları (g)	-	72,9	116,67
Yemden yararlanma oranı	1,5	2,1	5



**Şekil 4.3:** Dişi balıkların bireysel canlı ağırlık artışları (Ortalama  $\pm$  SD).

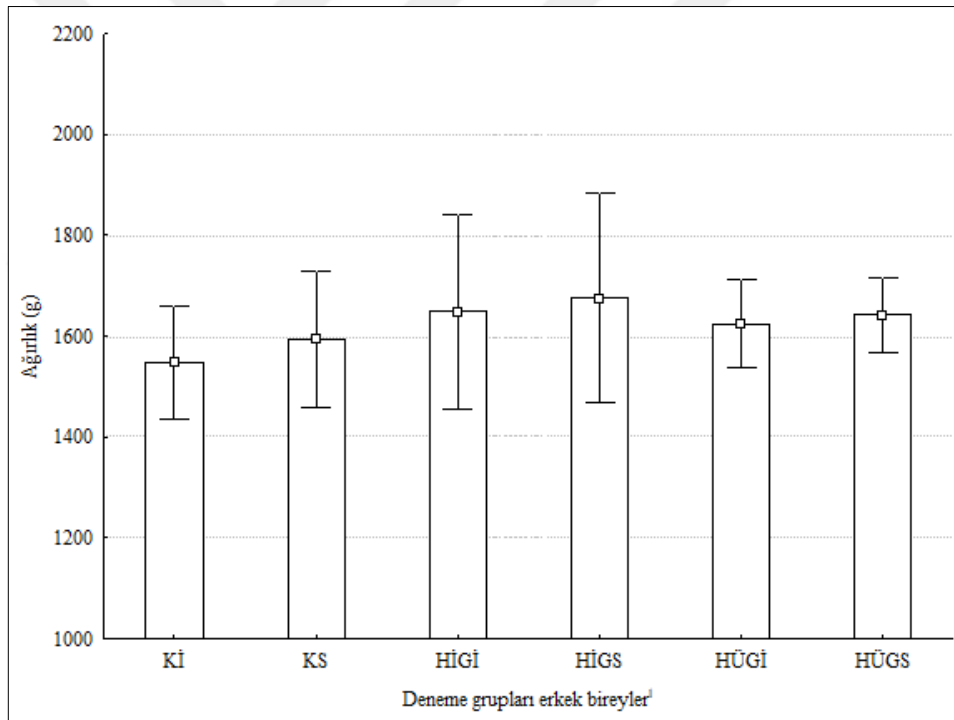
<sup>1</sup>Kİ: Kontrol grubu bireysel ilk ağırlık; KS: Kontrol grubu bireysel son ağırlık; HİGİ: Haftada iki gün kurt verilen grup bireysel ilk ağırlık; HİGS: Haftada iki gün kurt verilen grup bireysel son ağırlık; HÜGİ: Haftada üç gün kurt verilen grup bireysel ilk ağırlık; HÜGS: Haftada üç gün kurt verilen grup bireysel son ağırlık

#### 4.2.1.2. Erkek Balıklarda Canlı Ağırlık Artışı

Denemede kullanılan erkek balıklarda canlı ağırlık artışında da dişi balıklarda elde edilen sonuca benzer bir sonuç elde edilmiş ve en yüksek canlı ağırlık artışı kontrol grubunda 46,2 g olarak bulunmuştur. Bunu haftada iki gün kurt ilavesi yapılan grup (26,8 g) ve haftada üç gün kurt verilen grup izlemiştir (8,7 g) (Tablo 4.2). Erkek bireylerde canlı ağırlık artışları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde ise anlamlı bir fark tespit edilememiştir (Şekil 4.4). YYO erkek bireylere ait gruplarda da dişi balıklar ile benzerlik göstermiş ve en düşük kontrol grubunda (3) en yüksek ise haftada üç gün kurt verilen grupta (8,7) bulunmuştur (Tablo 4.2).

**Tablo 4.2:** Denemede kullanılan erkek balıkların deneme gruplarına göre toplam ve ortalama canlı ağırlık artışları ve yemden yararlanma oranları (Ortalama±SD).

Parametreler	Deney Grupları Erkek Bireyler		
	Kontrol grubu (n:5)	Haftada iki gün kurt grubu (n:5)	Haftada üç gün kurt grubu (n:5)
Deneme başlangıcı toplam ağırlık (g)	7740	8245	8125
Deneme sonu tank toplam ağırlık (g)	7971	8379	8209
Deneme başı tank ortalama ağırlık (g)	2580±249	2748±429	2708±195
Deneme sonu tank ortalama ağırlık (g)	2657±304	2793±463	2736±164
Tank toplam canlı ağırlık artışı (g)	231	134	84
Bireysel canlı ağırlık artışı (g)	46,2	26,8	16,8
Verilen ticari yem miktarları (g)	696	741	732
Verilen un kurdu larva miktarları (g)	-	78,2	110,6
Yemden yararlanma oranı	3	5,5	8,7



**Şekil 4.4:** Erkek balıkların bireysel canlı ağırlık artışları (Ortalama ± SD).

<sup>1</sup>Kİ: Kontrol grubu bireysel ilk ağırlık; KS: Kontrol grubu bireysel son ağırlık; HİGİ: Haftada iki gün kurt verilen grup bireysel ilk ağırlık; HİGS: Haftada iki gün kurt verilen grup bireysel son ağırlık; HÜGİ: Haftada üç gün kurt verilen grup bireysel ilk ağırlık; HÜGS: Haftada üç gün kurt verilen grup bireysel son ağırlık

### 4.3. BALIKLARDA GAMET KALİTESİ

#### 4.3.1. Dişi Balıklarda Gamet Kalitesi

Denemede yumurta oluşumu için 04.12.2018 tarihinde yapılan kontrolde haftada iki gün ve haftada üç gün kurt verilen deneme gruplarındaki tüm dişi anaç bireylerde yumurta oluşumu

görülmüş ve anaçlar sağılmıştır. Kontrol grubunda ise iki bireyde yumurta olgunlaşması görülmemiş, diğer üç adet bireyden ise yumurta alımı gerçekleştirilmiştir. 24.12.2018 tarihinde kontrol grubu bireyleri tekrar kontrol edilmiş ve 04.12.2018 tarihinde yumurta alınmayan iki bireyde yumurta olgunlaşması görülmüş ve balıklar sağım işlemine tabii tutulmuşlardır.

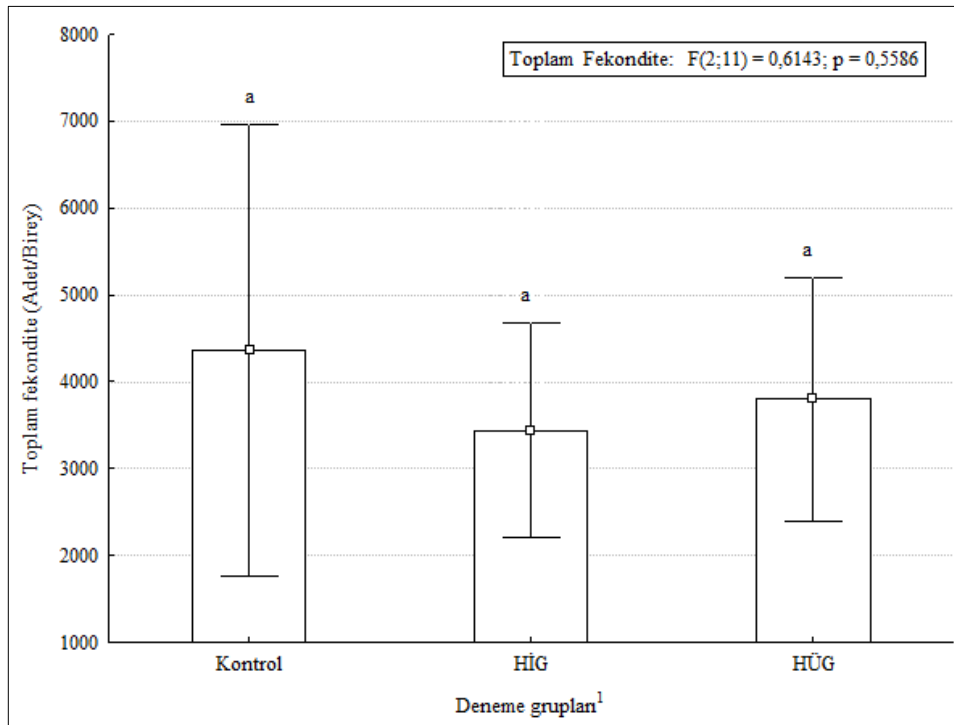
#### **4.3.1.1. Fekondite ve Yumurta Çapı**

Deneme sonunda deneme gruplarında elde edilen bireysel ve gruplara ait ortalama toplam fekondite miktarları ve yumurta çapları Tablo 4.3'te verilmiştir. En yüksek toplam fekondite değeri kontrol grubunda ( $4362 \pm 1638$  adet/birey) görülmüş ve bunu sırası ile haftada üç gün kurt verilen grup ( $3797 \pm 1130$  adet/birey) ve iki gün kurt verilen grup ( $3436 \pm 1016$  adet/birey) izlemiştir. Fekondite değerleri bakımından üç grup arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ( $p > 0.05$ ) (Şekil 4.5).

Deneme gruplarındaki dişi bireylerden elde edilen yumurtalarda yumurta çapları incelendiğinde ise kurt ilavesi yapılan her iki deneme grubunda elde edilen yumurta çapları değerleri, kontrol grubundaki dişi bireylerden elde edilen yumurta çapları değerlerinden yüksek bulunmuştur (Tablo 4.3). Sırası ile  $4,3 \pm 1,8$ ;  $4,5 \pm 1,4$ ;  $4,5 \pm 1,8$  mm bulunan kontrol grubu, haftada iki gün kurt verilen grup ve haftada üç gün kurt verilen gruplara ait yumurta çapları ile yapılan istatistiksel çalışmada ise; haftada iki gün ve haftada üç gün kurt verilen gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edilememişken ( $p > 0.05$ ), kontrol grubu ve deneme grupları arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Şekil 4.6).

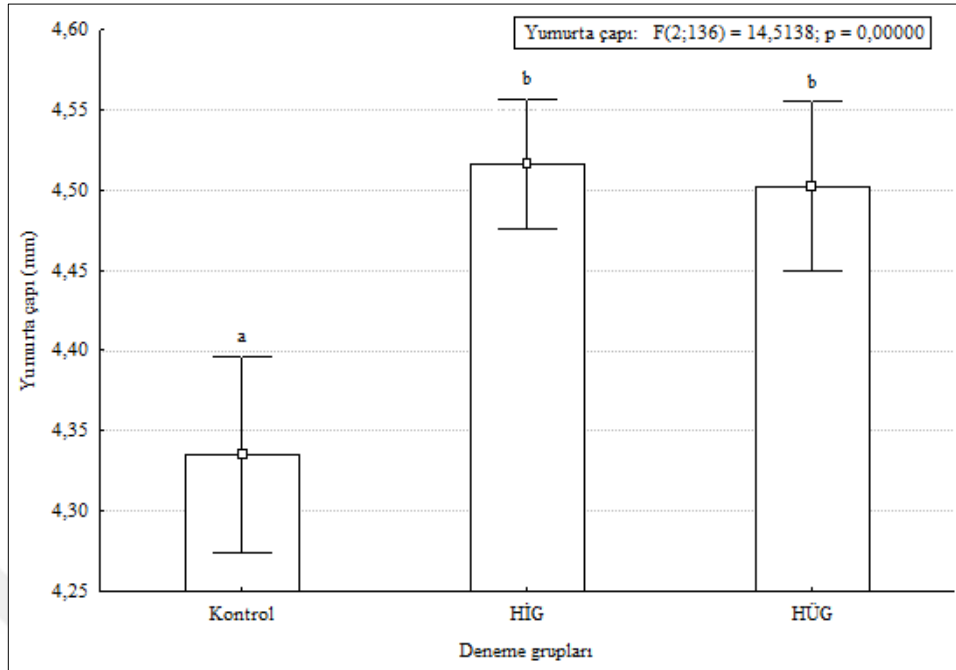
**Tablo 4.3:** Deneme gruplarında dişi balıklara ait fekondite (adet/birey) ve yumurta çapı (mm) değerleri (Ortalama±SD).

Deneme grupları	Balık ağırlığı (g)	Toplam yumurta ağırlığı (g)	Alt örnek yumurta ağırlığı (g)	Alt örnek yumurta sayısı (Adet)	Toplam fekondite (Adet)	Yumurta çapı (mm)
Kontrol	2485	420	11	108	4123	4,3±1,9
Kontrol	2183	617	10	105	6478	4,4±1,8
Kontrol	1929	212	11	129	2486	4,3±1,3
Kontrol	2225	416	10	114	4362	4,3±1,9
Ortalama±SD	2205±227	416±165	10,5±0,5	114±10	4362±1638	4,3±1,8
HİG	2650	495	10	89	4405	4,6±0,7
HİG	1491	398	10	111	4417	4,4±1,2
HİG	1406	216	11	111	2179	4,6±1,8
HİG	1444	286	10	96	2745	4,4±1,2
HİG	2232	323	11	101	2965	4,4±1
Ortalama±SD	1844±564	323,6±140	10,4±0,5	101,6±9,5	3436±1016	4,5±1,4
HÜG	1428	210	10	111	2331	4,4±2
HÜG	2274	485	10	112	5432	4,6±1
HÜG	3224	440	10	80	3520	4,7±1
HÜG	2138	355	11	101	3529	4,4±0,7
HÜG	1644	351	10	119	4176	4,5±1,2
Ortalama±SD	2141±697	368±105	10,2±0,4	104,6±15	3797±1130	4,5±1,8



**Şekil 4.5:** Deneme gruplarında dişi bireylerin toplam fekondite değerleri (Ortalama±Standart sapma).

\* HİG: Haftada iki gün kurt verilen grup, HÜG: Haftada üç gün kurt verilen grup.



**Şekil 4.6:** Deneme gruplarında dişi bireylerden elde edilen yumurtalarda yumurta çapı değerleri (Ortalama±Standart sapma). Farklı harfler ile gösterilen değerler arasındaki istatistiksel fark Tukey testine göre % 95 doğruluk düzeyinde önemli bulunmuştur. \* HİG: Haftada iki gün kurt verilen grup, HÜG: Haftada üç gün kurt verilen grup.

### 4.3.2. Erkek Balıklarda Gamet kalitesi

#### 4.3.2.1. Sperm miktarı ve Spermatozoa yoğunluğu

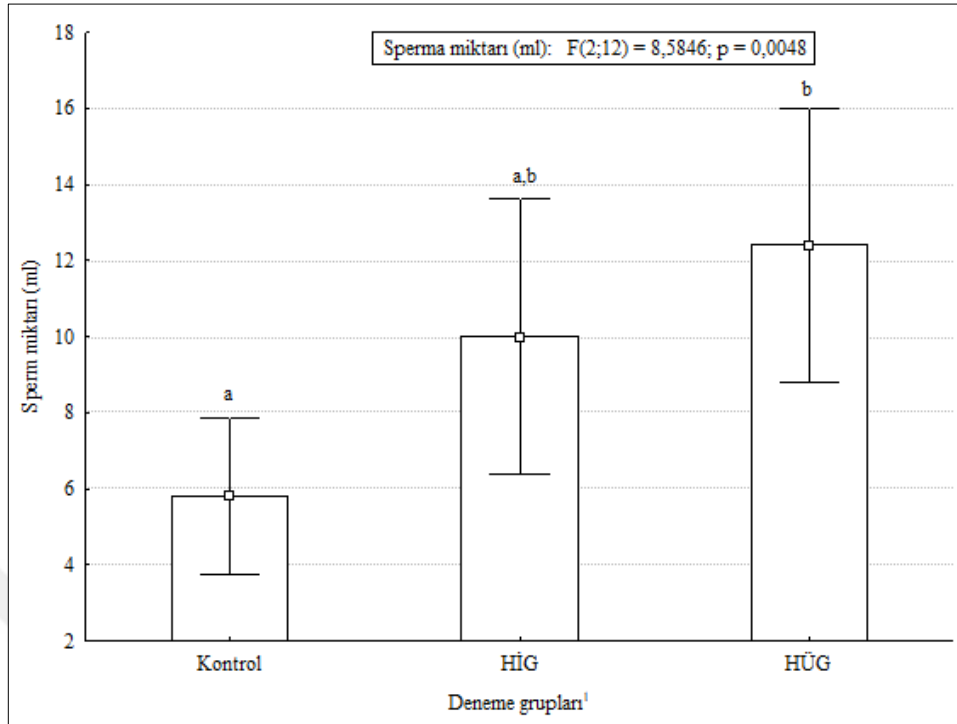
Denemede erkek balıklardan alınan sperm miktarları sırası ile kontrol grubu için  $5,8 \pm 1,6$  ml; haftada iki gün kurt verilen grup için  $10 \pm 2,9$  ml ve haftada üç gün kurt verilen grup için  $12 \pm 3$  ml olarak bulunmuştur (Tablo 4.4). Sperm miktarlarında kontrol grubu ve haftada üç gün kurt verilen grup arasında anlamlı bir fark tespit edilmişken ( $p < 0,05$ ); haftada iki gün kurt verilen grup hem kontrol grubu hem de haftada üç gün kurt verilen grup ile benzerlik göstermiştir ( $p > 0,05$ ) (Şekil 4.7).

Spermatozoa yoğunluğu sonuçları ise deneme grupları arasında anlamlı bir fark göstermemiş ( $p > 0,05$ ) (Şekil 4.8) ve kontrol grubu için  $3,96 \pm 0,2 \times 10^9$  hücre/ml; haftada iki gün kurt verilen grup için  $4,04 \pm 0,1 \times 10^9$  hücre/ml ve haftada üç gün kurt verilen grup için  $3,92 \pm 0,1 \times 10^9$  hücre/ml olarak bulunmuştur (Tablo 4.4).

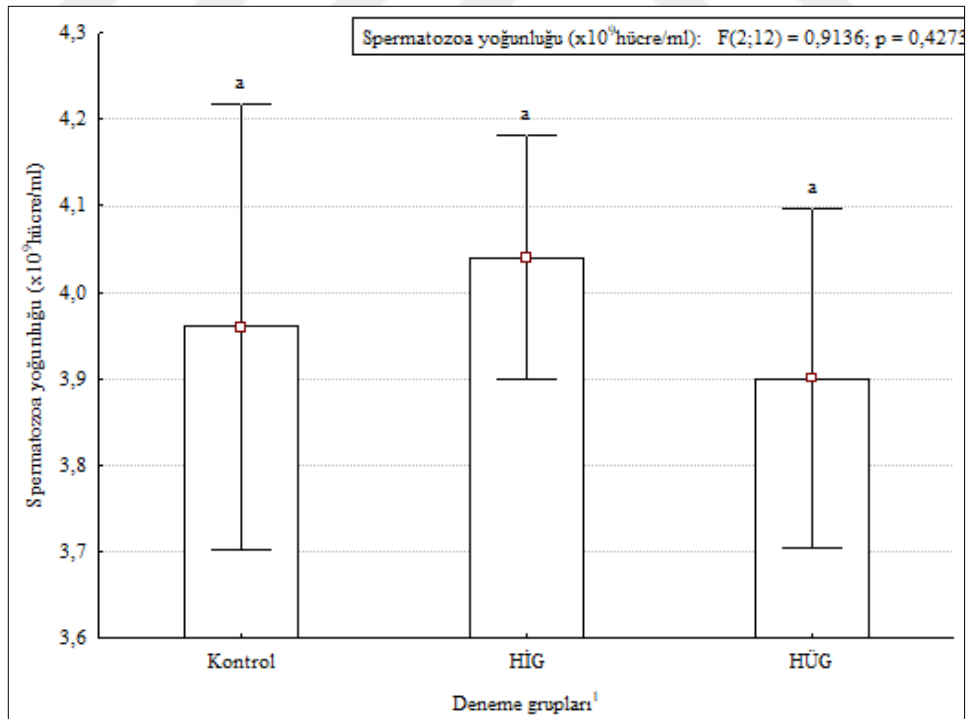


**Tablo 4.4:** Erkek bireylerden elde edilen sperm miktarları (ml) ve spermatozoa yoğunlukları ( $10^9$  hücre/ml)

Deneme Grupları	Sperm miktarı (ml)	Spermatozoa yoğunluğu ( $10^9$ hücre/ml)
Kontrol grubu	5,8±1,6	3,96±0,2
Haftada iki gün grubu	10±2,9	4,04±0,1
Haftada üç gün grubu	12±3	3,9±0,1



**Şekil 4.7:** Deneme gruplarında erkek bireylerden elde edilen sperm miktarları (Ortalama±Standart sapma). Farklı harfler ile gösterilen değerler arasındaki istatistiksel fark Tukey testine göre % 95 doğruluk düzeyinde önemli bulunmuştur.¹ HİG: Haftada iki gün kurt verilen grup, HÜG: Haftada üç gün kurt verilen grup



**Şekil 4.8:** Deneme gruplarında erkek bireylerden elde edilen spermde spermatozoa yoğunluğu (10<sup>9</sup> hücre/ml) (Ortalama±Standart sapma).¹ HİG: Haftada iki gün kurt verilen grup, HÜG: Haftada üç gün kurt verilen grup

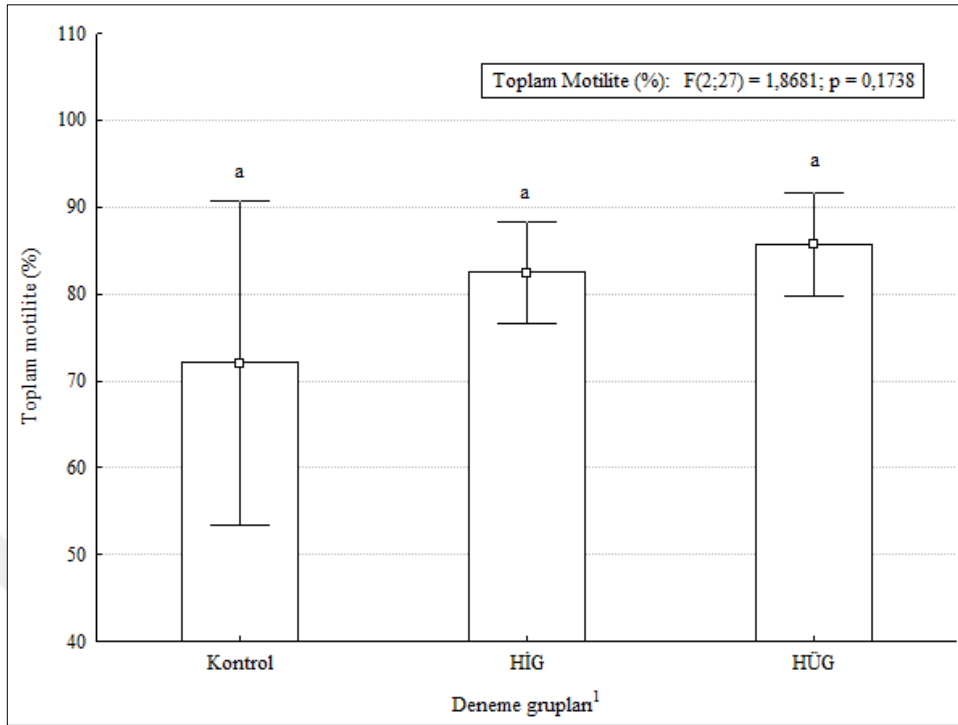
#### 4.3.2.2. Sperm Hücrelerine ait Kinematik Parametreler

Denemede elde edilen sperm örneklerinde sperm hücrelerine ait kinematik parametrelerden toplam motilite (%), progresif motilite (%), toplam VCL ( $\mu\text{m}/\text{sn}$ ), progresif VCL ( $\mu\text{m}/\text{sn}$ ) değerleri deneme gruplarına ait ortalama değerleri ve standart sapmaları ile birlikte Tablo 4.5'te sunulmuştur.

Sperm hücrelerine ait toplam motilite değeri  $85,7\pm 8,2$  olarak en yüksek haftada üç gün kurt verilen grupta tespit edilmişken, bunu sırası ile  $82,47\pm 8$  ile haftada iki gün kurt verilen grup ve  $72,1\pm 26$  ile kontrol grubu izlemiştir (Tablo 4.5). Yapılan istatistiksel analizde ise üç grup arasında sperm hücrelerinin toplam motilite değerleri arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ) (Şekil 4.9).

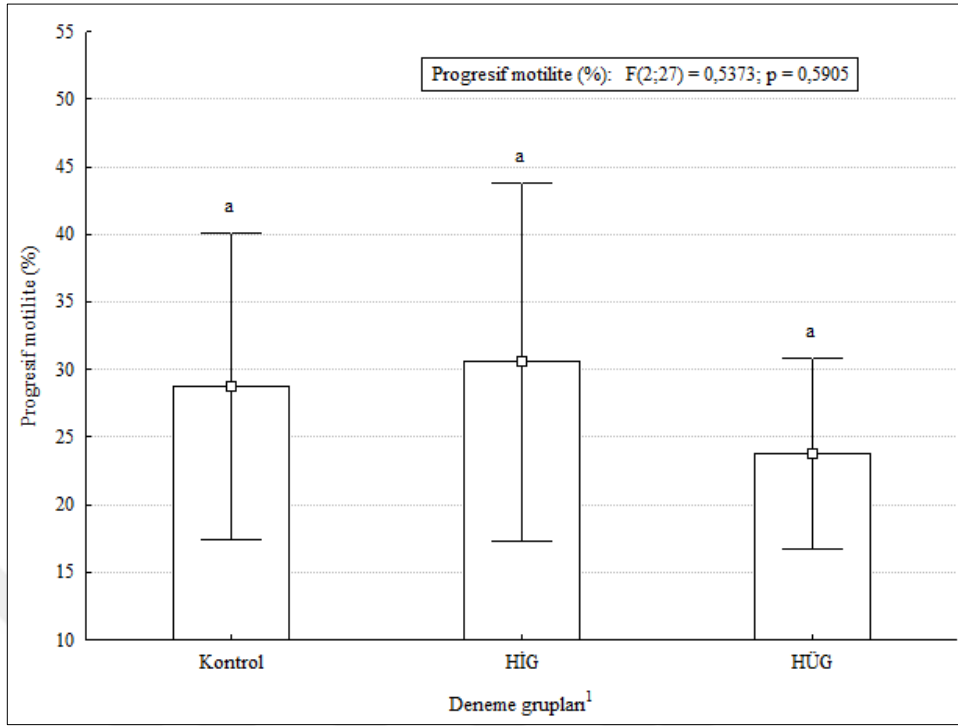
**Tablo 4.5:** Deneme süresince elde edilen sperm örneklerinde sperm hücrelerin motilite ve motilitiye ait kinematik parametre değerleri (Toplam motilite (%), Progresif motilite (%), Toplam VCL ( $\mu\text{m}/\text{sn}$ ), Progresif VCL ( $\mu\text{m}/\text{sn}$ ))

<b>Spermatozoa kinematik parametreleri</b>				
<b>Deneme Grupları</b>	<b>Total motilite (%)</b>	<b>Progresif motilite (%)</b>	<b>Total VCL (<math>\mu\text{m}/\text{sn}</math>)</b>	<b>Progresif VCL (<math>\mu\text{m}/\text{sn}</math>)</b>
Kontrol grubu	72,1 $\pm$ 26	28,74 $\pm$ 15	97,9 $\pm$ 36	143,1 $\pm$ 28
Haftada iki gün grubu	82,47 $\pm$ 8	30,5 $\pm$ 18,4	122,7 $\pm$ 26	140 $\pm$ 34,3
Haftada üç gün grubu	85,7 $\pm$ 8,2	23,7 $\pm$ 9,8	93,9 $\pm$ 11,7	115,7 $\pm$ 17,6



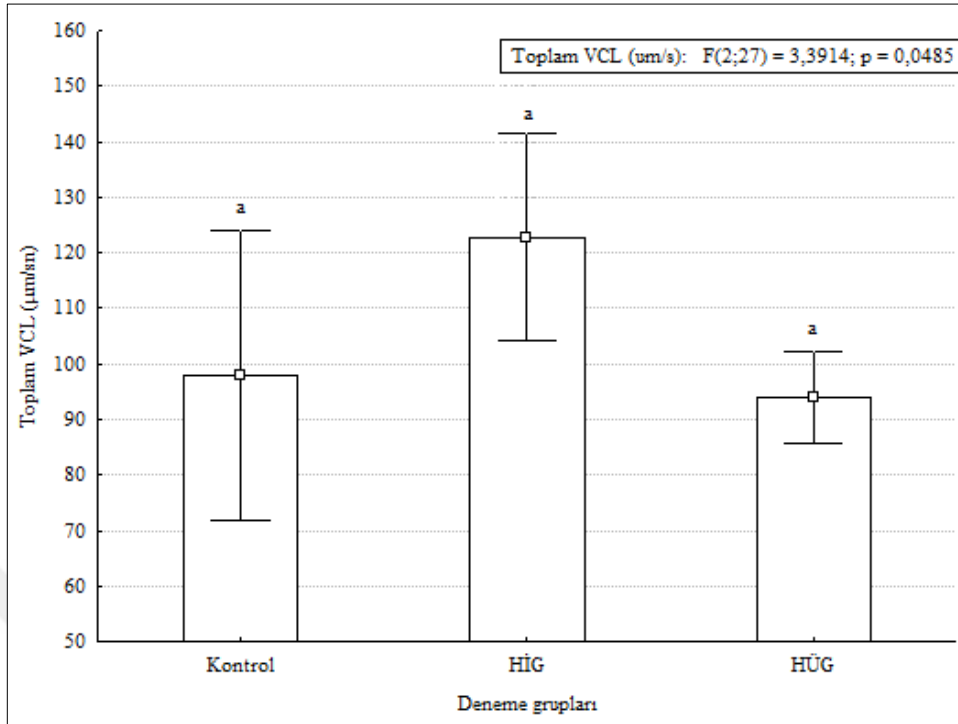
**Şekil 4.9:** Deneme gruplarında erkek bireylerden elde edilen spermde sperm hücrelerinin toplam motilite değerleri (%) (Ortalama±Standart sapma). <sup>1</sup>HİG: Haftada iki gün kurt verilen grup, HÜG: Haftada üç gün kurt verilen grup

Sperm hücrelerinin ileri doğru hareketi olarak nitelendirilen progresif motilite değerleri ise sırasıyla kontrol, haftada iki gün kurt verilen, haftada üç gün kurt verilen gruplar için %28,74±15; 30,5±18,4 ve 23,7±9,8 olarak bulunmuştur (Tablo 4.5). Yapılan istatistiksel değerlendirme de ise gruplar arasında progresif motilite değerleri arasında benzerlik görülmüş, anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ) (Şekil 4.10).



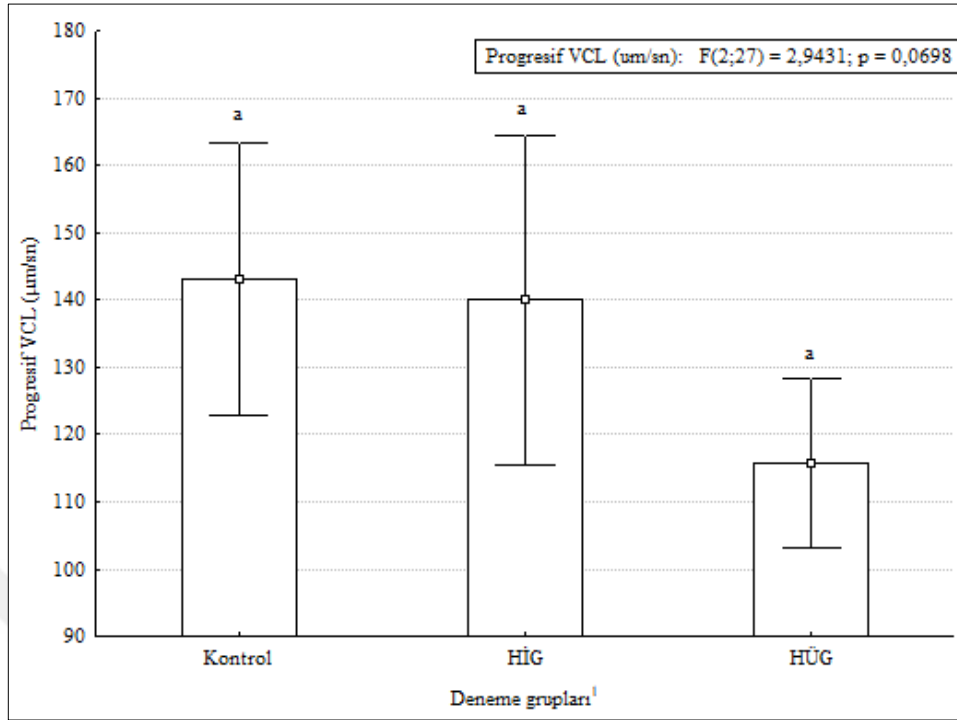
**Şekil 4.10:** Deneme gruplarında erkek bireylerden elde edilen spermde sperm hücrelerinin progresif motilite değerleri (%) (Ortalama±Standart sapma). <sup>1</sup>HİG: Haftada iki gün kurt verilen grup, HÜG: Haftada üç gün kurt verilen grup

Deneme süresinde elde edilen spermde sperm hücrelerinin motilitesine ait kinematik parametrelerden toplam VCL kontrol grubunda  $97,9 \pm 36 \mu\text{m/sn}$  ve haftada üç gün kurt verilen grupta  $93,9 \pm 11,7 \mu\text{m/sn}$  olarak bulunmuştur (Tablo 4.5). Sperm hücrelerinde toplam VCL değeri en yüksek  $122,7 \pm 26 \mu\text{m/sn}$  olarak haftada iki gün kurt verilen grupta görülmesine rağmen gruplar arasında toplam VCL değerleri bakımından anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ( $p > 0,05$ ) (Şekil 4.11).



**Şekil 4.11:** Deneme gruplarında erkek bireylerden elde edilen spermde sperm hücrelerinin toplam VCL değerleri (µm/sn) (Ortalama±Standart sapma). <sup>1</sup>HİG: Haftada iki gün kurt verilen grup, HÜG: Haftada üç gün kurt verilen grup

Sperm hücrelerinde progresif motiliteye ait VCL değerleri ise en düşük  $115,7 \pm 17,6$  µm/sn ile haftada üç gün kurt verilen grupta; en yüksek ise  $143 \pm 28$  µm/sn ile kontrol grubunda bulunmuştur (Tablo 4.5). Haftada iki gün kurt verilen grupta  $140 \pm 34,3$  µm/sn olarak bulunan VCL değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ( $p > 0,05$ ) (Şekil 4.12).



**Şekil 4.12:** Deneme gruplarında erkek bireylerden elde edilen spermde sperm hücrelerinin progresif VCL değerleri ( $\mu\text{m}/\text{sn}$ ) (Ortalama $\pm$ Standart sapma). <sup>1</sup>HİG: Haftada iki gün kurt verilen grup, HÜG: Haftada üç gün kurt verilen grup

#### 4.4. DENEMEDE KULLANILAN YEMLERİN HAMMADDE VE YAĞ ASİDİ ANALİZ SONUÇLARI

Denemede kullanılan ticari yem'in ve ilave protein kaynağı olarak kullanılan Un kurdunun ham madde analizleri İ.Ü. Su Bilimleri Fakültesi Yem Analiz Laboratuvarında yapılmıştır. Denemede ilave protein kaynağı olarak verilen un kurdunun amino asit analizleri tedarikçi firma tarafından yaptırılmış ve bulgular kısmında firmadan temin edilen bu analiz sonuçları paylaşılmıştır.

##### 4.4.1. Denemede Kullanılan Ticari Yemin ve Kurdun Hammadde Analiz Sonuçları

Denemede kullanılan ticari yemin ve un kurdunun hammadde değerleri Tablo 4.6 'da verilmiştir.

**Tablo 4.6:** Denemede kullanılan yem maddelerinin besin maddeleri miktarları (% , Kuru Madde) (Ortalama±Standart sapma).

Besin Maddeleri	Diyetler	
	Ticari Yem	Kurt
Kuru madde	91,3±0,02	92,3±0,02
Ham Protein	47,9±0,1	51,3±2,9
Ham Yağ	12,7±0,02	26±0,4
Kam Kül	10,58±0,1	7,14±0,1
Ham Selüloz	2,3±0,06	8,21±0,05
Azotsuz Ekstrakt Maddeler	17,92±0,3	0,75±0,1
Toplam Enerji	13,38±0,2	22,5±0,2
Metabolize Olabilir enerji	13,1±0,1	17,12±0,3

#### 4.4.2. Denemede Kullanılan Un Kurdunun Aminoasit Profili Analiz Sonuçları

Denemede kullanılan un kurdunun tedarikçi firmadan temin edilen aminoasit değerleri Tablo 4.7’de verilmiştir.

**Tablo 4.7:** Denemede kullanılan un kurdunun aminoasit içeriği (g/100 g Kuru Madde).

Aminoasit Profili	Un Kurdu Larva
Arjinin	4,8
Histinin	3,4
İzolösin	4,6
Lösin	8,6
Lizin	5,4
Metiyonin	1,5
Sistin	0,8
Fenilalanin	4
Tirozin	7,4
Treonin	4
Aspartik asit	7,5
Serin	7
Glutamik asit	11,3
Alanin	7,3
Triptofan	0,7



## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu tez çalışmasında Karadeniz alabalığında üreme döneminden önce, ticari yem ile birlikte ilave protein kaynağı olarak un kurdunun kullanılmasının, anaç bireylerde gamet kalitesinde bir etkisinin olup olmadığını ortaya koymak amaçlanmıştır. İşletmelerde başarılı bir üretimin ilk gerekliliği, anaç balıklardan elde edilen gametlerde kalite parametrelerinin yüksek olmasıdır. Gamet kalitesi, biyotik ve abiyotik birçok parametrenin etkisi altındadır. Ve bu parametrelerden en önemlilerinden biride, anaç balıklara uygulanan besleme rejimidir. Karnivor beslenme özelliği gösteren Salmonidae familyasının bir çok türünde, üreme döneminden önce yüksek proteinli yemlerin kullanılması yumurta ve sperme ait kantitatif ve kalitatif özellikleri arttırmakta ve bu durum işletme sahiplerini anaç balıklar için özel hazırlanmış anaç yemlerini kullanmaya yöneltmektedir.

Anaç balıkların bakıldıkları ortamlarda, ortamı besleyen su kaynağının fiziksel ve kimyasal değerleri (sıcaklık, oksijen, pH vb.) anaçlarda gonad oluşumu, olgunlaşması ve elde edilen gametlerde kalite parametreleri üzerinde doğrudan etkilidir (Bromage ve Roberts, 1995). Bu denemede denemenin gerçekleştirildiği tanklarda kullanılan su kaynağının sıcaklık (min-maks:11,5-13,1 °C), çözünmüş oksijen (min-mak: 6,5-11,1 mg/l) ve pH değerleri (7,5-8,5) Karadeniz alabalığı yetiştiriciliği için literatürlerde belirtilen değerler ile benzerlik göstermiştir ve yetiştiricilik kriterine uygun olduğu belirlenmiştir (Çelikkale, 2002; Ojanguren ve Brana, 2003).

Balıkların beslenmesi ile ilgili yapılan çalışmaların çoğu yemlerde kullanılan alternatif hammaddelerin, üzerinde çalışılan türün büyüme performansı ve vücut kompozisyonu üzerindeki etkisini ortaya koymayı amaçlayan çalışmalardır. Balık yem formülasyonu içerisinde değişikliğe gidilerek, alternatif protein ya da yağ kaynağı olarak belirlenen birçok hammadde yem formülasyonu içerisinde kendine yer bulmuştur. Su ürünleri yetiştiriciliğinde yapılan çalışmalarda, balık yemleri içerisinde balık yağı yerine bitkisel yağlar; balık unu yerine ise karasal kökenli hayvansal protein kaynakları kullanılarak yapılan besleme ile, balıkların hangi yaşam evresinde olduğuna göre değişmekle beraber, büyüme performansları, vücut kompozisyonu, gamet kaliteleri, yaşam oranları, besin maddelerini sindirilebilirlikleri vb. parametreler incelenmiştir. Bu denemenin materyallerini oluşturan un kurdu larvaları yüksek protein ve yağ içeriği sebebi ile hem yem hammaddesi olarak hem de canlı yem olarak

balıkların beslenmesinde kullanılan karasal kökenli hayvansal protein kaynağıdır. Un kurdu larvalarının yetişkin bireyleri kinon içeriği sebebi ile yem hammaddesi olarak kullanılmamakta ancak larval dönemde ki un kurdu, balık yeminde balık ununa alternatif hammadde olarak kendine yer bulabilmektedir (Aguilar-Mirand ve diğ., 2002; Henry ve diğ., 2015). Un kurdu larvalarının balıkların beslenmesinde kullanılabilirliği ile ilgili olarak un kurdu yem formülasyonunda un olarak kullanıldığı çalışma sayısı fazla iken; canlı yem olarak kullanıldığı çalışma sayısı sınırlı sayıdadır.

Bu denemede, iki farklı deney grubuna ticari yeme ilaveten haftada iki ve üç gün olmak üzere un kurdu larvaları canlı yem olarak verilmiştir. Deneme süresince tüm deneme gruplarında canlı ağırlık artışı görülmüştür. Ancak gruplar kendi aralarında değerlendirildiklerinde en yüksek canlı ağırlık artışı kontrol grubu olarak belirlenmiş sadece ticari yem ile beslenen dişi (128,2 g) (Tablo 4.1) ve erkek balıklarda (46,2 g) (Tablo 4.2) bulunmuştur. İlaveten, un kurdu larvalarının haftalık olarak verildiği gün sayısı arttığında canlı ağırlık artışının azaldığı bulunmuştur. Dişi balıklarda haftada iki gün un kurdu verilen grupta canlı ağırlık artışı 72,6 g iken; haftada üç öğün un kurdu verilen grupta bu değer 37,6 gr olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.1). Aynı şekilde erkek bireylerde de haftada iki gün grubunda 26,8 gr olan canlı ağırlık artışı haftada üç grubunda 16,8 gr olarak bulunmuştur (Tablo 4.2).

Çipura ile yapılan bir çalışmada balıklar %25 ve % 50 oranında un kurdu unu kullanılarak hazırlanmış yem ile beslenmişler ve en yüksek büyüme oranı %25 oranında un kurdu unu ihtiva eden grupta bulunmuştur (Piccolo ve diğ., 2017). Afrika kedi balıkları (*Clarias gariepinus*) ile yapılan bir çalışmada, balıkların yem formülasyonunda üç farklı oranda un kurdu unu kullanılmış %40 oranında un kurdu unu eklenmiş yem ile beslenen balıklarda en yüksek büyüme oranı görülmüştür (Ng ve diğ., 2001). Aynı çalışmada yem içeriğindeki protein seviyesinin %50'nin un kurdu larvasından karşılanmasının büyüme üzerinde olumsuz bir etki yaptığı ortaya konmuştur. Hibrid hani balıkları (*Epinephelus lanceolatus* ♂ X *Epinephelus fuscoguttatus* ♀) ile yapılan bir çalışmada ise balık unu yerine %12.5 oranında un kurdu kullanılmasının balıklarda büyüme performanslarında negatif bir etkiye sebep verdiğini ancak, bu oranın % 4,92 oranında tutulmasının bu negatifliği ortadan kaldırdığını ifade etmişlerdir (Song ve diğ., 2018). Levrek balıklarında larval dönemde yapılan bir çalışmada % 25 oranında un kurdu larva unu kullanılarak hazırlanan yemler ile beslenen balıklarda, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında büyümede herhangi bir olumsuz etki yaratmadığı ancak un kurdu yeminin %50

olarak arttırıldığı durumda balıklarda büyüme performansını olumsuz olarak etkilediğini bildirilmiştir (Gasco ve diğ., 2016).

Tilapya balığı (*Oreochromis niloticus*) ile yapılan bir çalışmada un kurdu larva unu ile hazırlanmış üç farklı formülasyondaki yem ile beslenen gruplarda balıkların üç yem formülasyonu ile beslenebildiği ancak balık unu ve soya unu kullanılarak hazırlanmış yemler ile beslenen balıklarda daha yüksek büyüme parametreleri görüldüğü bulunmuştur (Sanchez ve diğ., 2015). Gökkuşacağı alabalığı ile yapılan başka bir çalışmada %25 ve %50 oranında un kurdu larva unu içeren yem ile beslenen balıklarda, kontrol grubu ile karşılaştırılan sonuçlarda, büyüme performansları ve canlı ağırlık artışında bir farklılık görülmemiş ancak yem değerlendirme oranları ve spesifik büyüme oranlarının daha kabul edilebilir olduğu bulunmuştur (Marono ve diğ., 2017). Yine gökkuşacağı alabalığı ile yapılan başka bir çalışmada ise, %0, %25 ve %50 olarak belirlenen un kurdu unu ile hazırlanan formülasyonla hazırlanmış yemler ile beslenen balıklarda üç grup arasında büyüme performansları açısından bir farklılık görülmemiş ve ancak yemden yararlanma oranları %25 ve %50 oranında un kurdu unu içeren yemler ile beslenen balıklardan daha düşük bulunmuştur (Belforti ve diğ., 2015). Bu çalışmada un kurdu canlı yem olarak verilmiş ve un kurdunun ilave protein kaynağı olarak verilmesinin büyüme performansları üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bu etkiye benzer bir etki Afrika kedi balıklarında ticari yem verilmeksizin sadece canlı yem olarak un kurdunun verildiği gruptaki balıklarda da görülmüştür. Ancak canlı yeme ilaveten beslenme rejimine ticari yemden eklenmesi ile balıkların büyüme performanslarının düzeltilebileceği sonucuna varılmıştır (Nyina-Wamwiza ve diğ., 2011).

Daha önce yapılan araştırmalarda buhar basıncı ile üretilen pelet yemler beslenen alabalıklarda YYO'nı yaklaşık olarak 2 düzeyinde olduğu bildirilmiştir. Gelişen teknoloji ile birlikte ekstrüde yemler üretilmeye başlanmış ve yetiştiricilik sektöründe bu yemlerle beslenen alabalıklarda YYO'nın 1-1,3 arasına kadar düşebileceği ortaya konmuştur (Fry ve diğ., 2018). Tüketilen yem miktarı ile ağırlık kazancı arasındaki ilişkiyi ortaya koyan yemden yararlanma oranı balık türlerine göre değişmekle beraber; tür içerisinde balığın yaşam evresine, yetiştiricilik şartlarına ve kullanılan yeme göre de değişiklik gösterebilmektedir. Bizim çalışmamızda yemden yararlanma oranları her grup için yüksek bulunmuştur. Her bir tankın toplam balık ağırlığı üzerinden hesaplanan yem miktarları farklılık göstermesine rağmen dişi ve erkek bireylere ait kontrol gruplarında daha kabul edilebilir bir yemden yararlanma oranının

bulunmasının sebebi olarak; ilave protein kaynağı olarak un kurdunun kullanılmasının, bu tanklarda balıkların yem olarak ilk un kurdunu tercih ettiği, ticari yemi fazla tüketmediğinde dolayı yem kaybından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Başçınar ve diğ. (2007)'nin yaptığı çalışmaya göre de yemleme sıklığının artırılması büyümeyi pozitif yönde etkilerken FCR'ı olumsuz etkilediğini belirtmektedir. Karadeniz alabalığı anaçlarının günde 2 öğün yemlenmesinde ağırlık kazanımının yüksek olduğu ancak bununla birlikte yemden yararlanma değerinde yükseldiği bulunmuştur (1,48). Bu tanklardaki düşük büyüme performanslarının bir sebebinin un kurdunun ihtiva ettiği yüksek kitin içeriği olduğu düşünülmektedir. Böceklerin ve larvalarının dış isketlerinin ana bileşeni olan kitin, düşük enzim aktivitesinden dolayı balıklar tarafından zor sindirilebilir olarak tanımlanmaktadır (Sanchez-Muros ve diğ., 2014; Henry vd., 2015; Gasko ve diğ., 2016). Bununla birlikte böcek üreticilerinin ekstraksiyon işlemi süresince (Belluco ve diğ., 2013; Sánchez-Muros ve diğ., 2014) böceklerin ihtiva ettiği kitin miktarını azaltabileceği ya da böceklerin sindirilebilirliğinin enzim ilavesi yöntemiyle arttırılabileceği (Henry ve diğ., 2015) düşünülmektedir. Ancak bu konu ile ilgili halen uygulanmış ve yaygınlaşmış bir teknoloji mevcut değildir ve konu ile ilgili çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Su ürünleri sektöründe böceklerin yem olarak ya da yem hammaddesi olarak kullanılmasının büyüme performansları ile ilgili sonuçları, kullanılan böcek türüne, böcek türünün hangi yaşam evresinde kullanıldığına, böceğin kullanılış biçimine (canlı yem, kurutulmuş olarak, bütün ya da öğütülmüş olarak), böceğin besin madde izolasyonunun metoduna ya da işleme prosedürüne (güneşte kurutma, ısı uygulamalar, yağ ekstraksiyon metotları), böceğin üretim biçimi ve üretim aşamasında kullanılan besin ortamları ve en önemlisi de üzerinde çalışılan türe bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Henry ve diğ., 2015). Yukarıda ifade edilen çalışmaların çoğunda balıkların yaşam evreleri birbirlerinden farklıdır. Bununla birlikte bu tez çalışmasında uygulanan anaç balıklara direkt olarak un kurdu verilmesi ile benzer bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Balıkların beslenmesinde balık ununun yerine alternatif olarak böcek ununun kullanılmasında enerjinin yeterli miktarda karşılanmasına ek olarak, protein, esansiyel aminoasitler ve yağ oranları da dikkate alınmaktadır (Gasco ve diğ., 2018). Her böcek türünün kimyasal kompozisyonu ve besin içerikleri birbirinden farklılık göstermektedir. Buna ilaveten, böcek türünde böceğin içinde bulunduğu yaşam evresine ve bu evrede yemde kullanıldığı forma (kurutulmuş ya da taze olarak) göre de değişiklik göstermektedir. Un kurdu ile ilgili olarak

araştırma materyali balık olan ve un kurdunun kurutulmuş halde kullanıldığı çalışmalardan derlenmiş besin maddeleri ve yem içerisindeki miktarlarını belirten Tablo 5.1’de verilmiştir.

**Tablo 5.1:** Un kurdunun besin maddeleri ve yüzdeleri

Referans	Besin Maddeleri (%)				Ham	
	Ham protein	Ham yağ	Kuru madde	Ham selüloz	kül	Nem
Makkar ve diğ.,2004	52,8	36,1	-	-	-	-
Sabuncuoğlu ve diğ., 2018	55,4	28,93	38,2	7,59	8,08	
Shokooh ve diğ., 2018	60,21	19,12	-	22,35	4,2	7,25
Song ve diğ., 2018	65	-	-	-	12	-
Siemianowska ve diğ., 2013	44,72	42,48	-	-	3,69	2,43
Elorduy ve diğ., 2002	47,7	37	-	5	-	-
Barroso ve diğ., 2014	58,4	30,1	-	3,5	8	-
Gasco ve diğ., 2016	51,9	23,6	-	4,7	-	-
Ramos-Elorduy ve diğ., 2002	47,7	37,7	-	5	-	-
Ghosh ve diğ., 2017	53,2	34,5	-	6,26	4	-

Bu çalışmada un kurdu larvası için ham protein değeri %51,3±2,9; ham yağ değeri %26±0,4; ham kül değeri %10,54±0,1 ve ham selüloz değeri %10,21±0,05 olarak bulunmuştur. Yukarıdaki tabloda da görüldüğü gibi, yapılan çalışmalarda farklılık gösteren besin maddelerinin kompozisyonu, bizim çalışmamızda kimi çalışmalar ile benzerlik göstermiş; kimi çalışmalardan ise farklılık göstermiştir. Bu farklılığın larval dönemde ki böceklerin yetiştiricilik şartları ve kurutma işleminde uygulanan tekniğin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir (Makkar ve diğ., 2004; Henry ve diğ., 2015; Gasco ve diğ., 2018). Çalışmada kullanılan ticari yemler ile yapılan analizler sonucunda ham protein %47,9 ± 0,1; ham yağ %12,7±0,02; ham selüloz %2,3±0,06 oranlarında bulunmuştur (Woynarovich ve diğ., 2011).

Dölleme çalışmalarında, dölleme yüzdesinin yüksek olması, larva çıkış oranında yüksek olması demektir ve döllemede yüksek oran tamamen kullanılan gametlerin kalitesine bağlıdır. Türe göre değişmekle beraber, gamet olgunlaşması ve kalitesi çeşitli çevresel faktörlerin etkisi altındadır. Çevresel şartların yanı sıra, anaç aday ya da anaç olarak kullanılacak olan bireylerde besleme rejiminde gamet kalitesi üzerinde etkin bir rol oynamaktadır. Anaç bireylerde yem eksikliği ya da türe özgü olmayan bir besleme rejimi üreme başarısında en önemli faktördür. Su ürünleri yetiştiriciliğinde dişi balıklarda yumurta miktarı ve yumurta büyüklüğü kalitenin belirlenmesinde kullanılan iki ana parametredir (Bromage ve Roberts, 1995; Brook ve diğ.,

1994; Izquierdo ve diğ., 2001). Anaç bireylerde yem içerisinde protein miktarı, başarılı bir üreme için en önemli besin elementini oluşturmaktadır (Coldebella ve diğ., 2011; Aryani ve Suharman, 2015). Üreme sırasında depolanan protein, hem enerji kaynağı hem de üreme süresince gamet kalitesinde ve larval gelişimde önemli olan protein ve aminoasitler için önem teşkil etmektedir (Fernandez-Palacios ve diğ., 2011; Lanes ve diğ., 2012). Protein ile beraber yemdeki yağ ve yağ asit kompozisyonu da gamet kalitesinde, döllemede ve embriyo yaşam oranında etkili olan diğer besin hammaddeleridir (Izquierdo ve diğ., 2001).

Yumurta kalitesindeki değişiklikler tamamen yemin içeriği ile ilgilidir ve özelliklede yem içerisindeki yağın yapısı ve miktarının yumurta kalitesi üzerindeki etkisini araştıran çalışmalar oldukça fazladır. Yemin içeriğindeki yağ asitleri, protein ve askorbik asitin yumurta kalitesi üzerindeki etkisi birçok çalışma tarafından ispatlanmış durumdadır (Dabrowski ve Blom, 1994). Levrek balıkları ile yapılan çalışmada anaç balıklarda kullanılan yem rasyonlarında yağ miktarının değiştirilmesi yumurta kalitesini arttırmıştır (Carrillo ve diğ., 1995). Ticari yemlere ilaveten doğal besin ya da canlı yem olarak adlandırılan ve ticari yeme ilave edilerek ya da ticari yem olmaksızın sadece canlı yemin kullanıldığı çalışmalarda mevcuttur. Çipura balıklarında kalamar ile beslenen anaç balıklarda yumurta veriminin arttığı ve bu artışın ticari yem ile beslenen gruptan üç kat fazla olduğu bulunmuştur (Harel ve diğ., 1994). Bu durum yazarlar tarafından kalamarın çipura yumurtaları ile benzer esansiyel aminoasit kompozisyonuna sahip olması ile açıklanmıştır.

Gökkuşığı alabalığı ile yapılan bir çalışmada anaç balıklarda normal besleme düzeni değiştirilmiş ve anaç balıklara günlük yem miktarının %50 ve %25 oranı verilmiş ve bu durum yumurta sayısında düşüş ile sonlanmıştır (Bromage ve Roberts, 1995). Karadeniz alabalığının ait olduğu Salmonidae familyasında fekondite genellikle 1000-2000 adet/kg olarak bilinmektedir (Okumuş, 2014). Karadeniz alabalığının anaç balıklarının adlibitum olarak ticari yem ile beslendiği bir çalışmada yumurta miktarları  $1476 \pm 1043$  adet/anaç olarak bulunmuştur (Kocabaş, 2009). Erbaş (2013) yapmış olduğu çalışmada Karadeniz alabalığını yem rasyonunu değiştirmeden günde bir ve günde iki kez beslemiş, günde bir kez beslenen anaç grubunda daha yüksek kaliteli yumurta ve sperm elde ettiğini bildirmiştir. Aksungur (2002) deniz ekotipine ait Karadeniz alabalığı ile yapmış olduğu çalışmada toplam fekonditeyi  $3226 \pm 320$  adet/anaç olarak bildirmiştir. Bu çalışmada Kontrol grubu için fekondite değeri

4362±1638 adet/birey; haftada iki gün kurt verilen grup için 3436±1016 adet/birey ve haftada üç gün kurt verilen grupta 3797±1130 adet/birey olarak bulunmuştur.

Tavşan balıkları (*Siganus guttatus*) ile yapılan bir çalışmada yem içerisindeki günlük yağ miktarı %12'den %18 oranına çıkarılmış ve balıklarda fekondite ve yavru çıkış oranlarında artış görülmüştür (Duray ve diğ.,1994). Yem içeriğindeki yağ miktarının artırılması ile balıkların günlük olarak alması gereken esansiyel yağ asit miktarı da artış göstermiş ve buda yumurta kalitesini arttırmıştır. Çipura, mercan gibi deniz balıklarında yemdeki esansiyel yağ asidinin artırılması ile yumurta miktarı artmıştır (Fernandez-Palacios vd 1995). Bahsedilen bu çalışmaların aksine yapılan bu çalışmada ticari yeme ilaveten un kurdunun verilmesinin balıkların yumurta sayıları üzerinde bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır.

Yumurta kalite parametrelerinden biri olan yumurta çapı diğer parametreler gibi türler arası ve tür içi farklılık gösterebilmektedir. Yumurta çapının büyük olmasının, yumurtadan çıkan pre larvalarında büyük olmasına sebebiyet verdiği ifade edilmektedir (Bromage ve diğ., 1992). Balığın yaşı, ağırlığı ve genetiğinin etkili olduğu yumurta çapı, bu parametrelere ilaveten beslenme rejiminin de etkisi altındadır. Dişi balıkların iki üreme dönemi arasında gametogenez sürecini tamamlamasında ihtiyacı olan besinin yeterli ve kaliteli olarak karşılanması gerekmektedir. Alabalıklar için yumurta çapı 4,9-7,2 mm aralığında ifade edilmektedir (Okumuş 2004; Kurtoğlu 2002). Kurtoğlu (2002) yumurta çapı ile balık büyüklüğü arasında ki ilişkiyi araştırdığı çalışmasında, yumurta çaplarının 4,9-5,9 mm arasında değiştiğini, balık büyüklüğünün yumurta çapını çok etkilemediğini ifade etmiştir. Kahverengi alabalıklarda yumurta çapı 5,2 mm olarak belirtilmiştir (Gjedrem ve Gunnes, 1978). Sonay (2008) yapmış olduğu çalışmada Karadeniz alabalığı yumurta çapını 5-5,3 mm; Kocabaş (2009) ise 4,67 mm; Erbaş (2013) ise 4,55-5,12 mm olarak belirtmişlerdir. Bu çalışmamızda yumurta çapları sırası ile kontrol grubu için 4,3±1,8 mm; haftada iki gün kurt verilen grup için 4,5±1,4 mm ve haftada üç gün kurt verilen grup için 4,5±1,8 mm olarak belirlenmiştir. Yumurta çapları ile elde edilen bu sonuçlar yapılmış diğer çalışmalar ile benzerlik göstermiştir. Gruplar kendi arasında değerlendirildiğinde ise, kurt verilen gruplarda yumurta çapları birbirleri benzer bulunmuş ancak her iki grup içinde elde edilen değerler kontrol grubundan yüksek ve istatistiki anlamda farklı bulunmuştur.

Balık türüne göre değişmekle beraber yumurta oluşumu için gerekli olan yağ; balıklarda kaslarda depolanan rezervlerden kullanılabildiği gibi anaç bireylerin aldıkları diyetten de

karşılatabilmektedir (Almansa ve diğ., 2001; Cejas ve diğ., 2003). Diyetlerden alınan yağ ile birlikte, aminoasit miktarlarındaki artış da, oosit oluşumunu ve yumurta yapısını değiştirebilmektedir (Chou & Shiau 1996; Chaiyapechara et al. 2003; Lee & Sang, 2005). Çalışma sonunda yumurta çaplarındaki bu farklılığın, un kurdu larvalarının içermiş olduğu aminoasit ve yağ miktarı ile alakalı olduğu düşünülmektedir.

Yetiştiricilikte genellikle yumurta ve larva kalitesi dölleme başarısını etkileyen iki faktör olarak tanımlanmaktadır ve üreticiler çoğu zaman bu iki parametreyi göz önünde bulundururlar. Ancak üretimin istenilen verimle sonuçlanabilmesi için yumurta kalitesinin yanı sıra döllemede kullanılan sperm kalitesi de dikkate alınmalıdır (Ginzburg, 1972; Bromage, 1995; Mananos ve diğ., 2009). Spermatolojik özellikler ile betimlenen bu kalite parametreleri ise sperm miktarı sperm seminal plazmanın kimyasal içeriği, pH'sı, ozmolaritesi, sperm hücrelerinin motilitesi, sperm hücrelerinin yoğunluğu, sperm hücrelerinin yapısı, motilitenin sahip olduğu kinematik parametreler ve ATP konsantrasyonu olarak sıralanabilir (Billard ve Cosson, 1992; Ciereszko ve Dabrowski, 1993; Fauvel ve diğ., 2010). Sperm kalitesini etkileyen bazı faktörler vardır ve bu faktörler yetiştiricilik ortamında uygulanan fotoperiyot ve su sıcaklığı, anaç bireylerin stres durumu, bireylerin yaşı, üreme sezonu ve anaç bireylerde beslenme rejimi olarak sayılabilir (Billard ve diğ., 1995; Glogowski ve diğ., 2002; Rurangwa ve diğ., 2004; Mananos ve diğ., 2009; Bobe ve Lable, 2010).

Balıklarda sperm miktarı türden türe değişiklik gösterdiği gibi aynı türe ait bireylerde de değişebilmektedir. Sperm miktarı suyun sıcaklığı, sağım aralığı, bireyin yaşı, dişi balığın ortamda bulunması ve bakım besleme şartları ile direkt ilişkilidir (Büyükhatipoğlu ve Holtz, 1984). Salmonid balıklarda üreme sezonu süresince bireylerden elde edilen toplam sperm miktarının 5-30 ml arasında değiştiği bildirilmiştir. Kahverengi alabalıklarda yapılan bir çalışmada sperm miktarı 4,5-18 ml olarak rapor edilmişken (Rainis ve diğ., 2005); Gökkuşuğu alabalığında sezon süresince 19,6 ml sperm elde edildiği bilinmektedir (Tekin ve diğ., 2007). *Salmo trutta macrostigma* için sperm miktarı  $8,4 \pm 0,4$  ml olarak (Yavaş ve diğ., 2001); Karadeniz alabalığı için ise  $8,45 \pm 1,32$  ml (Erbaş, 2013) ve  $1,6 \pm 0,04$  ml (Şahin ve diğ., 2013) rapor edilmiştir. Tunçelli (2015) farklı su kaynakları kullanarak yetiştiricilik ortamına alınan Karadeniz alabalığında sperm miktarlarını  $6,1 \pm 2,7$  ve  $12,6 \pm 7,1$  ml olarak bulmuştur.

Bu çalışmada sperm miktarları kontrol grubu için  $5,8 \pm 1,6$  ml; haftada iki gün kurt verilen grup için  $10 \pm 2,9$  ml ve haftada üç gün kurt verilen grup için ise  $12 \pm 3$  ml olarak bulunmuştur. Elde



edilen sperm miktarları önceki çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Ancak, deneme balıklarına ilave protein kaynağı olarak kurt verilmesinin elde edilen sperm miktarını arttırdığı bulunmuştur. Yem miktarının ve yem ham hammaddelerinin miktarının ya da içeriğinin değiştirilmesi ile sperm miktarının arttırılabileceğini ortaya koyan çeşitli çalışmalar mevcuttur. Gökkuşluğu alabalığında yem içerisinde ki askorbik asit miktarının arttırılmasının sperm miktarını arttırdığı rapor edilmiştir (Canyurt ve Akhan, 2008). Levrek balıklarında yem içerisindeki protein miktarının arttırılmasının erkek balıklarda sperm miktarını arttırdığı bulunmuştur (Astuarino ve diğ., 2001). Gökkuşluğu alabalığında diyetdeki yağ miktarının değiştirilmesi ile sperm hücrelerinin miktarının değişmediği ancak seminal plazma miktarının artması ile sperm miktarının arttığı bilinmektedir (Labbe ve diğ., 1995). Dil balığı (*Solea senegalensis*) ile yapılan bir çalışmada anaç balıklar ticari yeme ilaveten aminoasitçe zenginleştirilmiş yemler ile beslenmişler ve zenginleştirilmiş yem ile beslenen gruplarda kontrol grubuna göre daha fazla sperm miktarı ve spermatozoa motilitesi elde etmişlerdir (Beirao ve diğ., 2015). Bu çalışmanın sonuçları da daha önce yapılan çalışma sonuçları ile benzerlik göstermiştir ve Karadeniz alabalığı anaçlarının üreme sezonundan önce ilave protein kaynağı ile beslenmesinin sperm miktarını arttırdığı bulunmuştur.

Sperm kalite parametrelerinden bir diğeri olan ve özellikle dölleme esnasında sperm:yumurta oranının bilinmesinin zorunluğu olduğu türler için önemli olan sperm hücrelerinin yoğunluğu balıklarda  $2 \times 10^6$ - $10 \times 10^{10}$  arasında değişiklik göstermektedir (Jamieson ve Leung, 1991). Yapılan çalışmalarda Salmonid balıkların bazılarında örneğin kahverengi alabalıklarda sperm hücre yoğunluğu  $22,3 \pm 6,7 \times 10^9$  (Dziewulska ve diğ., 2008);  $8,94$ - $9,2 \times 10^9$  (Lahnsteiner ve Leitner 2013) kaynak alabalığında (*Salvelinus fontinalis*);  $11,9 \pm 3,3 \times 10^9$  (Dziewulska ve diğ., 2008);  $2,42$ - $9,10 \times 10^9$  (Köse ve Şahin, 2015), gökkuşluğu alabalığında  $10,7 \pm 4,4 \times 10^9$  (Dziewulska ve diğ., 2008); Karadeniz alabalığında ise  $21,40$ - $23,40 \times 10^9$  hücre/ml (Erbaş, 2013) olarak rapor edilmiştir.

Bu çalışmada spermatozoa yoğunluğu üç grup arasında da benzerlik göstermiş ( $p > 0,05$ ) ve sırası ile kontrol grubu için  $3,96 \pm 0,2 \times 10^9$ ; haftada iki gün kurt verilen grup için  $4,04 \pm 0,1 \times 10^9$  ve haftada üç gün kurt verilen grupta ise  $3,9 \pm 0,1 \times 10^9$  hücre/ml olarak bulunmuştur. Çalışma sonunda elde edilen spermatozoa yoğunluk değerleri, yapılan diğer çalışmalarda elde edilen spermatozoa değerlerinden düşük bulunmuştur. Denemede kullanılan anaç bireylerin ait olduğu anaç stoğundan başka bireyler kullanılarak yapılan bir çalışmada ise Karadeniz alabalığı

spermatozoa yoğunluğu  $4-4,21 \times 10^9$  arasında değiştiği bulunmuştur (Tunçelli, 2016). Aynı anaç stoğunda bulunan çalışma balıklarından elde edilen spermatozoa yoğunluğunun benzerlik göstermesi, fakat yukarıda bildirilen diğer çalışmalar ile farklılık göstermesinin sebebi olarak balıkların yaşı, ilk sağım zamanı, bölgesel ve yerel şartlarındaki farklılığın olabileceği düşünülmektedir. Karadeniz alabalığında ilave protein kaynağı olarak un kurdunun kullanılmasının sperm miktarını arttırdığı ancak sperm içindeki hücre yoğunluğunu etkilemediği tespit edilmiştir.

Salmonid balıklarda hem taze spermin hem de işlem görmüş spermin spermatozoa hücrelerinin motilitesi hakkında yapılan çalışmaların sonuçları türe bağlı olarak ve tür içerisinde değişebilmektedir. Başarılı bir dölleme için yüksek olması istenilen spermatozoa motilitesi, sperm hücrelerinin dölleyebilme yeteneğinin ortaya konduğu en önemli parametredir. Herhangi bir manipülasyon işleminin uygulanmadığı yetiştiricilik şartlarında sperm motilitesi %0-100 arasında değişebilir. Sperm motilitesi ile ilgili yapılan tüm çalışmalarda, sperm hücresi üzerinde çalışılacak konunun detayına bakılmaksızın (sperm dondurma, aktivasyon çalışmaları vb.) taze spermde sperm hücrelerinin %70'den fazla motiliteye sahip olması tercih edilir (Cosson, 2004; Cabrita ve diğ., 2008). Salmonid balıklarda yapılan çalışmalarda herhangi bir manipülasyon uygulanmadan elde edilen taze spermde spermatozoa motilitesi kahverengi alabalıklar için %20-100 arasında (Dziewulska ve diğ., 2011); gökkuşuğu alabalığı için %50-98 arasında (Köşe ve Şahin, 2015; Ekici vd., 2012; Şahin ve diğ., 2013, Dziewulska ve diğ. 2008; Momin, 2018), Karadeniz alabalığında ise %60-90 (Tunçelli, 2016; Erbaş, 2013) olarak bulunmuştur. Bu çalışmada ticari yem ile beslenen grupta spermatozoa toplam motilitesi  $72,1 \pm 26$ ; haftada iki gün kurt verilen grupta %82,47 ve haftada üç gün kurt verilen grupta ise %85,7 olarak bulunmuştur. Karadeniz alabalığı spermine ait bulunan bu motilite değerleri yapılan diğer çalışmalar ile benzerlik göstermiştir. Karadeniz alabalığı erkek anaç balıklarının, ticari yeme ilaveten un kurdu larvasının verilmesinin sperm hücreleri üzerinde motilite parametreleri üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır.

Sperm motilitesine ait eğrisel hız olan VCL ise Salmonid balıklarda motilite gibi türler arası ve tür içi farklılık göstermektedir. Özellikle döllemede hızı fazla olan sperm hücresinin dölleme başarısının daha yüksek olduğu bilinmektedir (Lahnsteiner, 2011). Salmonid balıklar ile yapılan çalışmalarda VCL değerleri; kral salmon balığında (*Oncorhynchus tshawytscha*) 38,1-149,5  $\mu\text{m}/\text{sn}$  arasında değişebildiğini; *Salmo salar*'da  $178,4 \pm 63,6$ ; Karadeniz alabalığında

191,8±56,9  $\mu\text{m}/\text{sn}$   $\mu\text{m}/\text{sn}$  (Dziewulska 2011), 102,50±18,39  $\mu\text{m}/\text{sn}$  (Tunçelli, 2016), 59,42±24,63  $\mu\text{m}/\text{sn}$  (Momin, 2018); gökkuşacağı alabalığında ise 141,2±19  $\mu\text{m}/\text{sn}$  olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada sperm hücrelerinin VCL değerleri sırası ile kontrol grubu, haftada iki gün kurt verilen grup ve haftada üç gün kurt verilen grup için 97,9±36  $\mu\text{m}/\text{sn}$ ; 122,7± 26  $\mu\text{m}/\text{sn}$  ve 115,7±17,6  $\mu\text{m}/\text{sn}$  olarak bulunmuştur. Deneme sonunda elde edilen VCL değerleri alabalıklar ile yapılan çalışmalardaki sonuçlar ile benzerlik göstermiştir. *Barbus barbus* türü ile yapılan bir çalışmada, üreme döneminde üç farklı protein içeriğine sahip yem ile beslenen balıklarda sperm miktarının, spermatozoa konsantrasyonunun ve motilitenin değişmediği ancak sperm hücrelerine ait kinematik parametrelerden VCL'nin üç grup arasında farklılık gösterdiği bulunmuştur (Alavi ve diğ., 2009). Yem içeriğinde PUFAs ve n-3 ve n-6 arttırılmasının levrek balıklarında sperm hacmini ve konsantrasyonunu arttırdığını ancak motilite üzerinde bir etkisinin olmadığını bildiren çalışmalarda mevcuttur (Asturiano ve diğ., 2001). *Solea senegalensis* ile yapılan bir çalışmada protein miktarı sabit tutularak yağ miktarları değiştirilerek ve çeşitli zenginleştiricilerin katıldığı diyetler ile beslenen balıklarda sperm motilitesi ve motiliteye ait kinematik parametrelerin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu bulunmuştur (Beireo ve diğ., 2015). Bu çalışmaların aksine, yem içerisindeki yağ asitlerinin miktarlarının değiştirilmesinin çipura balıklarında sperm motilitesi ve parametreleri üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğunu belirtilen çalışmalarda mevcuttur (Beirao ve diğ., 2012). Balık türleri arasında seminal plazmanın aminoasit yapısı her türde farklılık göstermektedir. Yazarlar bu durumu her türde seminal plazmanın ihtiva ettiği aminoasit miktarı ve çeşidinin farklılığından dolayı ilave verilen diyetteki aminoasitlerin seçiciliğinin türe özgü şekilde yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Deneme grupları arasında sperm hücrelerinin hızı ile ilgili olarak istatistiksel bir fark bulunamamıştır ve ilave protein kaynağı olarak un kurdu larvasının kullanılmasının spermatolojik özelliklerden biri olan VCL üzerinde bit etkisinin olmadığı kanısına varılmıştır.

Üreme sezonunda gamet kalitesinin arttırılması için farklı diyetlerin uygulanmasında özellikle erkek bireylerde, sperm hücrelerinin oluşması ya da olgunlaşmasında diyet farklılığının endokrinolojik sistem üzerinde herhangi bir etki yaratmadığı ancak bununla beraber diyetlerdeki hammadde değişikliğinin ATP ile ilişkili olarak sperm hücrelerinin kinematik parametreleri üzerinde etkisinin olabileceği belirtilmiştir (Alavi ve Cosson, 2006; Perchee Poupard ve diğ., 1998).

Balık yemlerinde hammaddelerden biri olan balık ununun böcek unu gibi karasal hayvansal protein kaynakları ile değiştirilmesi, tatlı su balıkları ve deniz balıklarında özellikle larval dönemde büyüme parametreleri üzerinde yoğunlaşmış durumdadır. Bu tez çalışmasının konusunu oluşturan, alternatif protein kaynağı olarak kullanılan un kurdu larvalarının anaç balıklarda ilave canlı yem olarak kullanılması üzerinde benzer bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Dolayısı ile çalışma sonuçlarının geniş bir zeminde karşılaştırılma olanağı olmamıştır. Anaç balık yemlerinde balık ununun yerine bitkisel protein kaynaklarının kullanımının anaç balıklarda gamet kalitesi üzerinde etkisi birkaç balık türünde denenmiş ve bitkisel protein kaynaklarının balıkların ihtiyacı olan proteini karşıladığı ve gamet kalitesinde bir azalma olmadığı belirtilmiştir (Nyina-Wamwiza ve diğ., 2012). Anaç beslenmesi ve gamet kalitesi arasında ilişki ile yapılan çalışmaların çoğu belirlenmiş formülasyon ile yem oluşturulması ve oluşturulan yemin balıklarda denenmesi üzerine yoğunlaşmış durumdadır. Üreme davranışı ve gamet üretimi için gerekli olan yüksek enerjini talebini karşılamak ancak balıklarda yeterli ve kaliteli kaynak ile mümkün olmaktadır. Birçok durumda az enerji ve düşük yem tüketimi üreme döngüsünü engeller. Balıklarda besin ve üreme döngüsü arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çalışmalar yaygın değildir ve sadece birkaç çalışma balıklarda erken dönemde ya da anaç halindeki balıklarda beslenme rejiminin üreme performansı ile ilişkisini araştırmıştır (Volkoff ve London, 2018).

Besin gereksinimi balıklarda türe ve türün beslenme davranışına göre değişmektedir. Karnivor balıklar, herbivor ve omnivor balıklara göre daha fazla protein ihtiyacı duyarlar. Yem, balıklarda büyüme üzerinde etkili olduğu kadar; gonad gelişimi, üreme performansı, üreme yüzdesi, fekondite, yumurta/sperm kalitesi ve larval yaşam üzerinde de etkilidir. Besin maddelerinin içerisinde en önemli faktörün esansiyel yağ asitleri olduğu ve bunu protein ve vitaminlerin (A,E,C) izlediği belirtilmiştir (Volkoff ve London, 2018). Yapısal ve hücrel işlevler için gerekli olan bazı esansiyel aminoasitler balıklar tarafından sentezlenemezler ve bu sebeple diyetlerinde bulunmaları gerekmektedir. Balıklarda karaciğerde ve kaslarda depolanan yağlar, gametogenesis süresince metabolize edilir ve ovaryuma transfer edilerek oluşacak embriyo için esas besin kaynağını oluştururlar. İlâveten, diyetlerde aşırı derecede yağın bulunmasının da yetersiz protein alımına ve büyüme parametrelerinde baskıya sebebiyet verdiği de bilinmektedir (Izquierdo vd., 2001; Volkoff ve London 2018).

Sonuç olarak, Karadeniz alabalığı beslenmesinde kullanılan ticari yeme ilave olarak haftada iki gün ve üç gün un kurdu verilmesinin balıklarda gamet kalitesinin performansını yükselttiği görülmüştür. Balıkların beslenmesinde un kurdunun canlı yem olarak kullanılması dişi balıklarda yumurta çapı; erkek balıklarda ise sperm hacmi üzerinde pozitif etkiler göstermiştir.

Akuakültürde, balık beslemede böceklerin protein kaynağı olarak kullanılmasının yeni araştırılan konular arasında yer aldığı bilinmektedir. Un kurdunun anaç yemlerinde yem formülasyonlarında kullanılmasının gamet kalitesi üzerindeki etkisini ortaya koyan çalışmalar yaygın değildir. Anaç yönetiminde yemlerde ilave protein kaynağı olarak böcek kullanımının yem formülasyonundaki oranlarına ilaveten; hangi formda kullanılacağınında hakkında da fikir birliği oluşturabilecek çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Aas G., Refstie T., Gjerde B., 1991, Evaluation of milt quality of Atlantic salmon, *Aquaculture*, (95) 1-2, 125-132.
- Alavi, S.M.H., Linhart, O., Coward, K. and Rodina, M., 2008, Fish Spermatology: Implications for Aquaculture Management, Fish Spermatology, In: Alavi, S.M.H., Cosson, J.J., Coward, K., Rafiee, G. (ed.), Chapter 12, Alpha Science International Ltd. Oxford, U.K., 397-460.
- Almansa E., Martían M. V., Cejas J. R., Badí P., Jerez S., Lorenzo A., 2001, Lipid and fatty acid composition of female gilthead seabream during their reproductive cycle: effects of a diet lacking n-3 HUFA, *Journal of Fish Biology*, 59, 267–286.
- Arıman, H. ve Kocaman, E.M., 2003, Aras, Yukarı Fırat ve Çoruh Havzaları'nda yaşayan alabalık (*Salmo trutta L.*)'ların özellikleri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(2), 193-197.
- Asturiano J. F., Sorbera L. A., Carrillo M., Zanuy S., 2001, Effects of Polyunsaturated Fatty Acids and Prostaglandins on Oocyte Maturation in a Marine Teleost, the European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*), *Biology of Reproduction*, (64)1, 382–389.
- Aydın, H., ve Yandı, İ., 2002, Karadeniz Alası (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811)'nın Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yumurtlama alanlarının durumu, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 19, 3-4.
- Babaoğlu, A.Ö., 2007, *Alabalık spermalarının kısa süreli muhafaza koşullarına adaptasyonu*, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Baiee, F.H., H. Wahid, Y. Rosnina, O.M. Ariff, N. Yimer et al., 2017., Hypo-osmotic swelling test modification to enhance cell membrane integrity evaluation in cryopreserved bull semen., *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.*, 40, 257-268.
- Barroso F.G., de Haro C., Sanchez-Muros M.J., Venegas E., Martínez-Sánchez A., Pérez-Bañón C. , 2014 , The potential of various insect species for use as food for fish, *Aquaculture* 422- 423,193–201.
- Beirão j., Soares F., Pousão-Ferreira P., Diogo F., Dias J., Dinis M. T., zHerráez M. P. Cabrita E., 2015, The effect of enriched diets on *Solea senegalensis* sperm quality, *Aquaculture* (435),187-194.
- Belforti M, Gai F, Lussiana C, Renna M, Malfatto V, Rotolo L, De Marco M, Dabbou S, Schiavone A, Zoccarato I, Gasco L , 2015 Tenebrio molitor meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets: effects on animal performance, nutrient digestibility and chemical composition of fillets, *Ital J Anim Sci*, 14(4),670–675.
- Bernatchez, L., 2001, The evolutionary history of brown trout (*Salmo trutta L.*) inferred from phylogeographic, nested clade, and mismatch analyses of mitochondrial DNA variation, *Evolution*, 55 (2), 351-379.

- Berra, T.M., 2001, Freshwater Fish Distribution, *Academic Press*, California, ISBN: 0- 12-093156-7.
- Billard, R., 1978, Changes in structure and fertilizing ability of marine and freshwater fish spermatozoa diluted in media of various salinities, *Aquaculture*, 14, 187-198.
- Billard, R., Cosson, J., Crim, L.W., Suquet, M., 1995, Sperm physiology and quality, In: Roberts , R.J., Bromage, N.R. (Eds.), Brood stock management and egg and larval quality, *Blackwell Science*, Cambridge University Press CambridgeB, 25-52.
- Billard, R., Cosson, J., Perchec, G., Linhart, O., 1995, Biology of sperm and artificial reproduction in carp, *Aquaculture*, 129 (1), 95-112.
- Borgogno M, Dinnella C, Iaconisi V, Fusi R, Scarpaleggia C, Schiavone A, Monteleone E, Gasco L., Parisi G. ,2017, Inclusion of *Hermetia illucens* larvae meal on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) feed: effect on sensory profile according to static and dynamic evaluations, *J Sci Food Agric* , 97(10):3402–3411.
- Bovera, F., Marono, S., Piccolo, G., Loponte, R., Di Meo, C., Attia, Y.A., Nizza, A., 2015, In vitro crude protein digestibility of *Tenebrio molitor* and *Hermetia illucens* insect meals and its correlation with chemical composition traits, *Ital. J. Anim. Sci.* ,14, 338-349.
- Boyd, C.E., McNevin, A.A., 2015, Front matter, In: In Aquaculture, Resource Use, and the Environment, *John Wiley & Sons, Inc.*, pp. i–xxv.
- Boyd C.E., 2015 , Overview of aquaculture feeds: global impacts of ingredient use, *Feed and Feeding Practices in Aquaculture* , , In: Davis, D.A., Chapter 1, 1 st edition, USA, ISBN: 9780081005071,3-25.
- 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.
- Bromage, N.R. (Eds.), 1992 , Brood stock management and egg and larval quality, *Blackwell Science*, Cambridge University Press Cambridge B, 25-52.
- Bromage, N., 1995, Broodstock management and seed quality-general considerations, In: Roberts, R.J, Bromage, N.R. (Eds.), Broodstock management and Egg and Larval Quality, *Blackwell Science*, Cambridge University Press Cambridge, 1-24.
- Büche B., 2007, Species *Tenebrio molitor* - Yellow Mealworm, <http://bugguide.net/node/view/101010#size>.
- Büyükhatoğlu, S., Holtz, W., 1984, Sperm output in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) Effect of age, timing and frequency of stripping and presence of females. *Aquaculture*, 37(1):63- 71.
- Cabrita, E., Robles, V. and Herráez, P., 2009, Methods in reproductive aquaculture: marine and freshwater species, *CRC Press*, Taylor and Francis Group, New York, ISBN: 13: 978-0-8493-8053-2.

- Cabrita, E., Robles, V., Herráez, P., 2008, Methods in reproductive aquaculture: marine and freshwater species, *CRC Press*. United States of America, ISBN: 978-0-8493- 8053-2.
- Cachorro, P.; Ortiz, A.; Cerda, A., 1994, Implications of calcium nutrition on the response of *Phaseolus vulgaris* L. to salinity, *Plant Soil* 159, 205–221.
- Campbell, P.M., Pottinger, T.G., Sumpter, J.P., 1992, Stress reduces the quality of gametes produced by Rainbow Trout , *Biology of Reproduction*, 47,( 6), 1140–1150.
- Canyurt M. A., Akhan S., 2008, Effect of dietary vitamin E on the sperm quality of rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*), *Aquaculture Research*, 39, 1014-1018.
- Capinera , J. L., 2008, *Encyclopedia of entomology*, Vols. 1–4, 2 nd ed. , Kluwer Academic Publishers, Boston, London, ISBN :978-1-4020-6242-1.
- Carter C.G., 2015, Feeding in hatcheries, *Feed and Feeding Practices in Aquaculture*, in: Davis A., , chapter 13, 1 st edition, USA, ISBN: 978-0-08-100506-4, 317-348.
- Cerdá, J., Carrillo, M., Zanuy, S., Ramos, J., De La Higuera, M., 1994. Influence of nutritional composition of diet on sea bass *Dicentrarchus labrax* L., reproductive performance and egg and larvae quality. *Aquaculture* 128, 345–361.
- Choi I., Kim J. , Kim N. Kim J., Park C., Park J., Chung T., 2018, Replacing fish meal by mealworm (*Tenebrio molitor*) on the growth performance and immunologic responses of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*), *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 40, 35015.
- Ciereszko, A. and Dabrowski, K., 1993, Estimation of sperm concentration of Rainbow trout, whitefish and yellow perch using a spectrophotometric technique, *Aquaculture*, 109 (3), 367-373.
- Ciereszko, A., Dabrowski, K., 1995. Sperm quality and ascorbic acid concentration in rainbow trout semen are affected by dietary vitamin C: an across-season study. *Biol. Reprod.* 52, 982–988.
- Ciereszko A., Glogowski J. & Dabrowski K. ,2000, Biochemical characteristics of seminal plasma and spermatozoa of freshwater fishes. In: Cryopreservation of Aquatic Species (ed. by T.R. Tiersch & P.M. Mazik), pp. 20-48. *World Aquaculture Society*, Baton Rouge, LA, USA.
- Ciereszko, A., Wojtczak, M., Dietrich, G.J., Słowińska, M., Dobosz, S., Kuźmiński, H., 2007, Ovarian fluid pH enhances motility parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) spermatozoa, *Aquaculture*, 270 (1), 259-264.
- Ciereszko, A., Dietrich G. J., Nynca, S., Dobosz, T., Zalewski ,2014, Cryopreservation of rainbow trout semen using a glucose-methanol extender, *Aquaculture*, 420-421, 275-281.
- Choi I. , Kim J., Kim N. , Kim J. , Park C. , Park J., 2018, Chung T., Replacing fish meal by mealworm (*Tenebrio molitor*) on the growth performance and



- immunologic responses of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*), *Acta Scientiarum, Animal Sciences*, 40, .35015.
- Cosson Jacky ,Gosh RI.,1989, Energy metabolism of fish spermatozoids A review, *Gidrobiol Zh.*, 25, 61-71.
- Cosson, J. and Linhart, O., 1996, Paddlefish, *Polyodon spathula*, spermatozoa: Effects of Potassium and pH on motility, *Folia Zool*, 45, 361-370.
- Cosson, J., 2004, The Ionic and osmotic factors controlling motility of fish spermatozoa, *Aquaculture International*, 12, 69-85.
- Cosson, J.J., 2007b, The Motility apparatus of Fish spermatozoa, In: Alavi, S.M.H., Cosson, J.J., Coward, K., Rafiee, G., (ed.), *Fish Spermatology*, Chapter 9, *Alpha Science International Ltd*, Oxford, U.K, 281-317.
- Çakmak, E., Aksungur, N., Firidin, Ş., Çavdar, Y., Kurtoğlu, İ.Z., 2005, Doğal ve Kuluçkahane Kökenli Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax*, PALLAS 1811) Anaçlarında Üreme Özelliklerinin İrdelenmesi. *Ulusal Su Günleri*, 28-30 Eylül 2005, Trabzon.
- Çelikkale, M.S., 2002, *İçsu Balıkları Yetiştiriciliği*, I, 3. Baskı, K.T.Ü. Basımevi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Yayını, No:2, 195 s., Trabzon.
- Çelikkale, M. S., Kurtoğlu, İ. Z. , Okumuş, İ., 1998, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Ticari bir İşletmedeki Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Anaçlarının Döl Verim Özellikleri ve Yavrularının Büyüme Performansının Belirlenmesi, *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences* 22 , 489-496.
- Çiçek, E., Birecikligil, S.S., Fricke, R., 2015, Freshwater fishes of Turkey; a revised and updated annotated checklist, *Biharean Biologists*, 9 (2), 141-157.
- Çiftçi, Y., 2006, *Türkiye Alabalık (Salmo Trutta Linnaeus, 1758 ve Salmo Platycephalus Behnke, 1968) populasyonlarının genetik yapısının mtdna-rflp analiz yöntemiyle belirlenmesi*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Dabrowski K., Ciereszko A., 1994, Proteinase inhibitor(s) in seminal plasma of teleost fish, *Fish Biology* , (45) 5, 801-80.
- Dabrowski, K. and Blom, J.H. (1994) Ascorbic acid deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) eggs and survival of embryos. *Comparative Biochemistry and Physiology* ,108A, 129-135.
- Davis D. A. , 2015, Future trends, *Feed and Feeding Practices in Aquaculture*, Woodhead Publishing,Cambridge, 341-342.
- Daye P.G., Glebe B.D., 1984, Fertilization success and sperm motility of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in acidified water, *Aquaculture* ,43, 307-312.
- De Marco, M., Martínez, S., Hernandez, F., Madrid, J., Gai, F., Rotolo, L., Belforti, M., Bergero, D., Katz, H., Dabbou, S., 2015. Nutritional value of two insect larval meals (*Tenebrio molitor* and *Hermetia illucens*) for broiler chickens: Apparent nutrient digestibility, apparent ileal amino acid

- digestibility and apparent metabolizable energy, *Anim. Feed Sci. Technol.*, 209, 211–218.
- DeFoliart, G., 1991. Insect fatty acids: similar to those of poultry and fish in their degree of unsaturation, but higher in the polyunsaturates, *Food Insects Newsl.* 4, 1–4.
- Dietrich, G.J., Kowalski, R., Wojtczak, M., Dobosz, S., Goryczko, K. and Ciereszko, A., 2005, Motility parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) spermatozoa in relation to sequential collection of milt, time of post-mortem storage and anesthesia, *Fish Physiology and Biochemistry*, 31 (1), 1–9.
- Drokin, S. I. 1993. Phospholipid distribution and fatty acid composition of phosphatidylcholine and phosphatidylethanolamine in sperm of some freshwater and marine species of fish, *Aquatic Living Resources*, 6, 49–56.
- Dziewulska, K., Rzemieniecki, A. and Domagała, J., 2008, Basic physico-chemical parameters of milt from sea trout (*Salmo trutta m. trutta*), brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Journal of Applied Ichthyology*, 24 (4), 497–502.
- Erbaş, H.İ., Başçınar, N., 2013, Yemleme sıklığının Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax Pallas, 1811*)’nın sperm ve yumurta kalitesine etkisinin belirlenmesi, *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6(1), 11–16.
- Finke, M.D., 2002. Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biol.* 21, 269–285.
- Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy Emily, S., Gerber James, S., Johnston Matt Mueller Nathaniel, D., O’Connell, C., Ray, D.K., West, P.C., Balzer, C., Bennett, E.M., Carpenter, S.R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockstrom, J., Sheehan, J., Siebert, S., Tilman, D., Zaks, D.P.M., 2011. Solutions for a cultivated planet., *Nature* 478, 337–342.
- Gasco, L., Belforti, M., Rotolo, L., Lussiana, C., Parisi, G., Terova, G., Roncarati, A., Gai, F., 2014, Mealworm (*Tenebrio molitor*) as a potential ingredient in practical diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), In: Vantomme, P., Munke, C., van Huis, A. (Eds.), 1st International Conference “*Insects to Feed the World*”, Wageningen University, Ede Wageningen, The Netherlands, 69.
- Gasco L, Henry M, Piccolo G, Marono S, Gai F, Renna M, Lussiana C, Antonopoulou F, Mola P, Chatzifotis S (2016) *Tenebrio molitor* meal in diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*) juveniles: growth performance, whole body composition and in vivo apparent digestibility, *Anim Feed Sci. Technol.*, 220, 34–45.
- Gatlin, D.M., Barrows, F.T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T.G., Hardy, R.W., Herman, E., Hu, G.S., Krogdahl, A., Nelson, R., Overturf, K., Rust, M., Sealey, W., Skonberg, D., Souza, E.J., Stone, D., Wilson, R., Wurtele, E., 2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquac. Res.*, 38, 551–579.

- Geffen, A.J. ve Evans, J.P., 2000, Sperm traits and fertilization success of male and sexreversed female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*, 182 (1), 61- 72.
- Ghosh, S., Lee, S.-M., Jung, C., Meyer-Rochow, V., 2017, Nutritional composition of five commercial edible insects in South Korea, *J. Asia-Pac., Entomol*, 20, 686–694.
- Ginzburg, J.L., 1972, Fertilization of fishes and the problem of polyspermy, Moscow, *Academy of Science USSR*, Translation NOAA and National Science Foundation, New-York, 354.
- Gjerde, B., 1984, Response to individual selection for age at sexual maturity in Atlantic salmon, *Aquaculture*, 38 (3), 229-240.
- Gullan, P. ve Cranston, P., 2000, *Aquatic insects, The Insects An outline of Entomology*, Blackwell Science, London.
- Gunnes K., Gjedrem T., 1978, Selection experiments with salmon: IV. Growth of Atlantic salmon during two years in the sea, *Aquaculture*, (15)1, 19-33.
- Hardy, R.W., 2010, Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and and supplies of fishmeal, *Aquac. Res.* 41, 770–776.
- Harel, M., Tandler, A., Kissil, G.W. and Applebaum, S.W. (1994) The kinetics of nutrient incorporation into body tissues of gilthead seabream (*Sparus aurata*) females and the subsequent effects on egg composition and egg quality. *British Journal of Nutrition* 72, 45-58.
- Henry, M., Gasco, L., Piccolo, G., Fountoulaki, E., 2015. Review on the use of insects in the diet of farmed fish: past and future, *Anim. Feed Sci. Technol*, 203, 1–22.
- Hoar, W.S., 1969, Reproduction, In: Hoar, W.S., Randall, D.J. (Eds.), *Fish physiology*, vol III, Academic Press, London,1–72.
- Howe, E.R., Simenstad, C.A., Toft, J.D., Cordell, J.R., Bollens, S.M., 2014, Macroinvertebrate prey availability and fish diet selectivity in relation to environmental variables in natural and restoring north San Francisco bay tidal marsh channels, *San Franc. Estuary Watershed Sci.* 12, 1–46.
- Inaba, K., 2003, Molecular architecture of sperm flagella: molecules for motility and signaling, *Zool Sci*, 20, 1043-1056.
- Izquierdo, M.S., Fernandez-Palacios, H., Tacon, A.G.J., 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish, *Aquaculture* (197), 25–42.
- Jahnichen, H., Warnecke, D., Trolsch, E., Kohlmann, K., Bergler, H., Pluta, H., 1999, Motility and fertilizing capability of cryopreserved *Acipenser ruthenus* L., *Journal of Applied Ichthyology*, (15), 204-206.
- Judycka S., JNynca J., Liszewska E., Dobosz E., Dobosz S., Grudniewska J., Ciereszko A., 2018, Optimal sperm concentration in straws and final glucose

- concentration in extender are crucial for improving the cryopreservation protocol of salmonid spermatozoa, *Aquaculture* ( 486), 90-97.
- Karayücel İ. ve Karayücel S., 2016, *Balıklarda üreme*, Nobel akademik yayıncılık, Ankara, ISBN: 978-605-320-441-1.
- Khusro, M., Andrew, N. ve Nicholas, A., 2012, Insects as poultry feed: a scoping study for poultry production systems in Australia, *World's Poultry Science Journal*, 68 (3), 435-446.
- Kobayashi M. , Msangi S., Batka M., Vannuccini S., Dey M., Anderson J., 2015, Fish to 2030: The Role and Opportunity for Aquaculture, *Aquaculture Economics & Management* , 3 (14), USA.
- Kocabaş, M., 2009, *Türkiye Doğal Alabalık (Salmo trutta) ekotiplerinin kültür şartlarında büyüme performansı ve morfolojik özelliklerinin karşılaştırılması*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kocabaş M., Başçınar N., Kayim M., Er H., Sahin H. , 2013, The Effect Of Different Feeding Protocols On Compensatory Growth Of Black Sea Trout Salmo Trutta Labrax, *North American Journal Of Aquaculture*, (75), 429-435.
- Kroeckel, S., Harjes, A.G.E., Roth, I., Katz, H., Wuertz, S., Susenbeth, A., Schulz, C., 2012, When a turbot catches a fly: evaluation of a pre-pupae meal of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) as fishmeal substitute—growth performance and chitin degradation in juvenile turbot (*Psetta maxima*), *Aquaculture* , ISBN:364-365, 345–352.
- Kurtoğlu İ. Z., Boran H., Çiftci C., Er A., Köse Ö. , Kayış Ş., 2002, Valuation of Antibacterial Activity of Green Tea (*Camellia sinensis* L.) Seeds Against Some Fish Pathogens in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum), *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, (15) 1, 49-57.
- Labbe, C., Maise, G., Muller, K., Zachowski, A., Kaushik, S., Loir, M., 1995, Thermal acclimation and dietary lipids alter the composition, but not fluidity, of trout sperm plasma membrane, *Lipids*, (30), 23–33.
- Labbe, C., Crowe, L.M., Crowe, J.H., 1997. Stability of the lipid component of trout sperm plasma membrane during freeze–thawing, *Cryobiology*, (34), 176–182.
- Lahnsteiner, F., 2003, Morphology, fine structure, biochemistry and function of spermatid duct in marine fish, *Tissue and Cell*, (35), 363-373.
- Lahnsteiner, F., Berger, B., Horvath, A., Urbanyi, B., 2004, Studies on the semen biology and sperm cryopreservation in the sterlet, *Acipenser ruthenus* L., *Aquaculture Research*, 35(6), 519-528.
- Lee, K.-J., Dabrowski, K., 2004. Long-term effects and interactions of dietary vitamins C and E on growth and reproduction of yellow perch, *Perca flavescens*, *Aquaculture*, (230), 377–389.
- Li, P., Hulak, M., Linhart, O., 2009, Sperm proteins in teleostean and chondrosteian (sturgeon) fishes, *Fish Physiol Biochem*, (35), 567–581.

- Li M.H., Robinson E.H., 2015, Complete feeds—intensive Systems ,*Feed and Feeding Practices in Aquaculture* , in: Davis A., Chapter 4, 1 st edition, USA, ISBN: 978-0-08-100506-4 ,111-126.
- Magalhães, R., Sánchez-López, A., Leal, R.S., Martínez-Llorens, S., et al., 2017. Black soldier fly (*Hermetia illucens*) pre-pupae meal as a fish meal replacement in diets for European seabass (*Dicentrarchus labrax*), *Aquaculture*, (476), 79–85.
- Magalhães, R., Sánchez-López, A., Leal, R.S., Martínez-Llorens, S., Oliva-Teles, A., Peres, H., 2017. Black soldier fly (*Hermetia illucens*) pre-pupae meal as a fish meal replacement in diets for European seabass (*Dicentrarchus labrax*), *Aquaculture*, (476), 79–85.
- Makkar, H. P., Tran, G., Heuzé, V. ve Ankers, P., 2014, State-of-the-art on use of insects as animal feed, *Animal feed science and technology*, (197), 1-33.
- Malo, A.F., Gomendio, M., Garde, J., Lang-Lenton, B., Soler, A.J., Roldan, E.R., 2006, Sperm design and sperm function, *Biology Letters*, 2 (2), 246-249.
- Mananos, E., Duncan, N., Mylonas, C., 2009, Reproduction and Control of ovulation, spermiation and Spawning in cultured Fish, In: Cabrita, E., Robles, V., Herraes, P. (ed.), *Methods in Reproductive Aquaculture*, Chapter 1, CRC Press, Taylor & Francis Group, USA, 3-80.
- Mauger PE, Labbe C, Bobe J, Cauty C, Leguen I, Baffet G, Le Bai ,2009, PY: Characterization of goldfish fin cells in culture: some evidence of an epithelial cell profile, *Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol.*, 152 ,205-215.
- Mims, SD., 1991, Evaluation of activator solutions, motility duration and short-term storage of paddlefish spermatozoa, *Journal World Aquaculture Society*, (22), 224- 229.
- Migaud, H., Preston, A.C., Taylor, J.F., Craig, B., Bozzolla, P., Penman, D.J., 2013, Optimisation of triploidy induction in brown trout (*Salmo trutta L.*), *Aquaculture*, 414– 415,160-166, ISSN 0044-8486.
- Morisawa, M. and Suzuki, K., 1980, Osmolality and Potassium ions: Their roles in initiation of sperm motility in Teleost, *Science*,( 210), 1145-1147.
- Morisawa, M., Suzuki, K., Morisawa, S., 1983, Effects of Potassium and Osmolality on Spermatozoan Motility of Salmonid Fishes, *J. exp. Biol.*,(107), 105- 113.
- Moutinho S, Martínez-Llorens S, Tomás-Vidal A, Jover-Cerdá M, Oliva-Teles A, Peres H (2017) Meat and bone meal as partial replacement for fish meal in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles: Growth, feed efficiency, amino acid utilization, and economic efficiency. *Aquacult*, (468),271–277.

- Naylor, R., Hardy, R., Bureau, D., Chiu, A., Elliott, M., Farrell, A., Forster, I., Gatlin, D., Goldburg, R., Hua, K., Nichols, P., 2009. Feeding aquaculture in an era of finite resource, *Proc. Natl. Acad. Sci.* ,(106), 15103–15110.
- Okumuş N., Beken S., Dill D., i ., Fettah N., Kabataş E., Zenciroğlu A., 2014, The influence of fish-oil lipid emulsions on retinopathy of prematurity in very low birth weight infants: A randomized controlled trial, *Early Human Development* ( 90), 1, 27-31.
- Oonincx, D. G., De Boer, I. J., 2012, Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans—a life cycle assessment, *PLoS One*, 7 (12), 51145.
- Özdemir R. C., 2018, Karadeniz Alabalığında (*Salmo Trutta Labrax*) bazı kromozom manipülasyon çalışmaları, Doktora, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Panini Roseane L. , Freitas Luiz Eduardo Lima , Guimarães Ariane M., Rios Cristina, Silva Fernanda Maria O. da, Vieira Felipe Nascimento, Fracalossi Débora M. , Samuels Richard Ian Prudêncio, Elane Schwinden , Silva Carlos Peres , Amboni Renata D.M.C., 2017, Potential use of mealworms as an alternative protein source for Pacific white shrimp: Digestibility and performance, *Aquaculture*,( 473) ,115–120.
- Pinotti L, Krogdahl A, Givens I, Knight C, Baldi A, Baeten V, Van Raamsdonk L, Woodgate S, Perez Marin D, Luten J , 2014, The role of animal nutrition in designing optimal foods of animal origin as reviewed by the COST Action Feed for Health (FA0802) , *Biotechnol Agron Soc Environ*, 18(4),471–479.
- Poole, W.R., Dillane, M.G., 1998. Estimation of sperm concentration of wild and reconditioned brown trout, *Salmo trutta L. Aquacult. Res.*,( 29), 439–445.
- Rainis S., Gasco L., Ballestrazzi R., 2005, Comparative study on milt quality features of different finfish species, *Italian Journal of Animal Science*, ( 4)4, 355-363.
- Ramos-Elorduy, J., González, E.A., Hernández, A.R., Pino, J.M., 2002, Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens, *J. Econ. Entomol*, 95(1), 214-20.
- Riddick, E.W., 2014, Insect protein as a partial replacement of fishmeal in the diets of juvenile fish and crustaceans, in: *Mass Production of Beneficial Organisms. Elsevier*,16 , 565–582.
- Robinson, W.H., 2005, *Handbook and Arachnids of Urban Insects: A Handbook of Urban Entomology*, Cambridge University Press, UK , ISBN:9780521812535.
- Rumpold, B.A., Schlüter, O.K., 2013. Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production, *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 17, 1–11.
- Sanchez-Muros, M. J. , Haro, C. D. , Sanz, A., Trenzado, C.E., Villareces,S., Barroso, F.G., 2016, Nutritional evaluation of *Tenebrio molitor* meal as

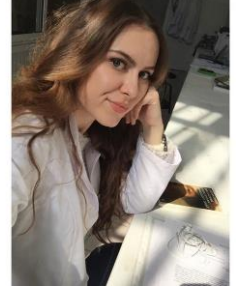
- fishmeal substitute for tilapia (*Oreochromis niloticus*) diet, *Aquaculture Nutrition*, 22, 943–955,
- Schulz, R.W., Miura, T., 2002, Spermatogenesis and its endocrine regulation, *Fish Physiol Biochem*, 26, 43–56.
- Siemianowska, E., Kosewska, A., Aljewicz, M., Skibniewska, K.A., Polak-Juszczak, L., Jarocki, A., Jedras, M., 2013, Larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) as European novel food. *Agric. Sci.*, 4, 287.
- Smith, R. ve Pryor, R., 2014, Enabling the exploitation of insects as a sustainable source of protein for animal feed and human nutrition, *Proteinsect grant agreement*, 312084.
- Sonay, F. D., 2008, *Karadeniz Alabalığı (Salmo trutta labrax Pallas, 1811)'nda ebeveynlerin döllenme oranı, kuluçkarandımanı, larva ve yavru gelişimi üzerine etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Rize Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Springate, J.R.C., Bromage, N.R., Elliott, J.A.K., Hudson, D.L., 1984. The timing of ovulation and stripping and their effects on the rates of fertilization and survival to eying, hatch and swim-up in the rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.), *Aquaculture*, 43, 313–322.
- Stoss, J., 1983, Fish gamete preservation and spermatozoan physiology, *Fish physiology*, New York Academic Press, United States of America, 9(6),305-350.
- Tacon, A.G.J., Metian, M., 2008, Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: trends and future prospects. *Aquaculture*, 285, 146–158.
- Tekin, N., Secer, S., Akçay, E. and Bozkurt, Y., 2003, Cryopreservation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) semen, *The Israeli Journal of Aquaculture Bamidgeh*, 55 (3), 208-212.
- Tekin, N., Seçer, S., Akçay, E., Bozkurt, Y. and Kayam, S., 2007, Effects of glycerol additions on post-thaw fertility of frozen rainbow trout sperm, with an emphasis on interaction between extender and cryoprotectant, *Journal of Applied Ichthyology*, 23 (1), 60-63.
- Toth, G.P., Ciereszko, A., Chris, S.A., Dobrowski, K., 1997, Objective analysis of sperm motility in the lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*): activation and inhibition conditions, *Aquaculture*, 154, 337-348.
- Tunçelli, G., 2016, *İki farklı su kaynağının doğal alabalık (Salmo coruhensis) anaçlarının sperma kalitesine etkisinin araştırılması*, Yüksek Lisans, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Turan, D., Kottelat, M., Engin, S., 2009, Two new species of trouts, resident and migratory, sympatric in streams of northern Anatolia (Salmoniformes: Salmonidae), *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 20 (4), 333-364.
- TÜİK 2018, *Su Ürünleri İstatistikleri Sayı: 21720*, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21720>,

- Van Zanten, H. H., Oonincx, D., Mollenhorst, H., Bikker, P., Meerburg, B. G. ve de Boer, I. J., 2014, Can the environmental impact of livestock feed be reduced by using waste-fed housefly larvae, *Proceedings of the 9th International Conference LCA of Food*, San Francisco, CA, USA, 8-10.
- Verstegen, J., Iguer-Ouada, M., Onclin, K., 2002, Computer assisted semen analyzers in andrology research and veterinary practice, *Theriogenology*, 57 (1), 149-179.
- Vladiç T.V., Afzelius B.A., Bronnikov G.E., 2002. Sperm Quality as reflected through morphology in salmon alternative life histories. *Biology of Reproduction* ,66, 98–105.
- Volkoff, H., & London, S. ,2018, Nutrition and Reproduction in Fish. *Encyclopedia of Reproduction*, 743-748.
- Wang, Y.C., Chen, Y.T., Li, X.R., Xia, J.M., Du, Q., Sheng, Z.C., 1996. Study on rearing the larvae of *Tenebrio molitor* Linne and the effects of its processing and utilization, *Acta Agric. Univ. Henanensis*, 30, 288-292.
- Yanagimachi, R., Cherr, G.N., Pillai, M.C. and Baldwin, J.D., 1992, Factors controlling sperm entry into the micropyles of salmonid and herring eggs, *Development, Growth and Differentiation*, 34 (4), 447-461.
- Yıldırım A.,Polat F., Akın Ş., Dal T., 2016, The effects of point pollutants-originated heavy metals (lead, copper, iron, and cadmium) on fish living in Yeşilirmak River, Turkey, *Toxicology and Industrial Health*, 8 (32).
- Zuidhof, M.J., Molnar, C.L., Morley, F.M., Wray, T.L., Robinson, F.E., Khan, B.A, Al-Ani, L., Goonewardene L.A., 2003, Nutritive value of house fly (*Musca domestica*) larvae as a feed supplement for turkey poults, *Anim Feed Sci Technol*, 105(1–4), 225–230.



## ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	İrem Gelinçek
Doğum Yeri	İstanbul
Doğum Tarihi	22.05.1992
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	05458618011
E-Posta Adresi	iremgelincek@hotmail.com
Web Adresi	



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Su Bilimleri Fakültesi
Bölümü	Su Bilimleri Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	01.07.2015

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Su Ürünleri Yetiştiriciliği ve Hastalıkları Ana Bilim Dalı
Programı	Su Ürünleri Yetiştiriciliği Programı