



T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Yüksek Lisans Tezi

GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*)  
ANAÇLARINDA SINIRLI ve DÜZENLİ BESLEMENİN GAMET  
KALİTESİ ve DÖLLENMEYE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Nijat NAZARLI

Su Ürünleri Yetiştiriciliği ve Hastalıkları Anabilim Dalı

Su Ürünleri Yetiştiriciliği Programı

DANIŞMAN  
Doç. Dr. Güneş YAMANER

Temmuz, 2023

İSTANBUL

Bu çalışma, [21.07.2023] tarihinde aşağıdaki jüri tarafından [Su Ürünleri Yetiştiriciliğı ve Hastalıkları Anabilim Dalı], [Su Ürünleri Yetiştiriciliğı Programında] [Yüksek Lisans tezi] olarak kabul edilmiştir.

### Tez Jürisi

[Doç. Dr.] [Güneş YAMANER] (Danışman)  
[İstanbul Üniversitesi]  
[Su Bilimleri Fakültesi]

[Doç. Dr.] [Aygül EKİCİ]  
[İstanbul Üniversitesi]  
[Su ürünleri Fakültesi]

[Doç. Dr.] [Osman Sabri KESBİÇ]  
[Kastamonu Üniversitesi]  
[Veteriner Fakültesi]

## **İntihal Programı Beyanı**

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.

## **Proje Destekleri**

Bu tez, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin FYL-2022-38913 numaralı projesi ile desteklenmiştir. |



## ÖNSÖZ

Bu araştırma, “Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Anaçlarında Sınırlı ve Düzenli Beslemenin Gamet Kalitesi ve Döllenmeye Etkisinin Araştırılması” amacıyla İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi İç Su Ürünleri Üretimi Uygulama ve Araştırma Birimi’nde gerçekleştirilmiştir.

Bu araştırmanın planlanması ve yürütülmesinde her türlü yardımlarını esirgemeyen ve araştırmam süresince, her konuda bana destek olan çok kıymetli danışman hocam Doç. Dr. Güneş YAMANER’e, laboratuvar çalışmalarında yardımlarından dolayı değerli hocam Dr. Özgür ÇANAK’a ve saha çalışmalarında ve laboratuvar çalışmalarında bana büyük destek olan değerli hocam Doç. Dr. Aygül EKİCİ’e ve Dr. Rahmi Can ÖZDEMİR’e, aynı zamanda sağımda yaptıkları yardımlarından dolayı doktora öğrencisi A. Mohammed Hassan AHMED ve yüksek lisans öğrencisi K. Saheed OLUWASOLA,a ve J. Antonio ASPILCUETA VASQUEZ’a, tez çalışmam süresince yardımını benden esirgemeyen doktora öğrencisi Muhammed Hanif AZHAR’a, deney sürecinde yaptıkları yardımlar için başta İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi İç Su Ürünleri Üretimi Uygulama ve Araştırma Birimi Yöneticisi Bahattin KAYA, Ömür PARKİN, Meltem YAZAR, Muhammed BALTACI olmak üzere tüm Sapanca Birim çalışanlarına ve eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olan ve maddi manevi destekte bulunan aileme ve bu dönemde benimle birlikte olan değerli arkadaşım Samir KHALILLI’ye sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım. |

Temmuz 2023

|Nijat NAZARLI|

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ.....	vivii
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ.....	viiiviii
ÖZET.....	xi
SUMMARY.....	xixii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL KISIMLAR.....</b>	<b>8</b>
2.1. GÖKKUŞAĞI ALABALIĞININ ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) GENEL ÖZELLİKLERİ.....	8
2.2. GÖKKUŞAĞI ALABALIĞININ ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) ÜREME ÖZELLİKLERİ VE ÜREME BİYOLOJİSİ.....	8
2.2.1. Oogenez ve Yumurta.....	9
2.2.2. Spermatogenez, Seminal Plazma ve Spermatozoa.....	10
2.2.3. Sperm Kalitesi.....	14
2.2.4. Döllenme.....	17
2.3. GAMET KALİTESİ VE BESLENME İLİŞKİSİ.....	17
2.4. SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE TELAFİ BESLEME UYGULAMALARI.....	18
<b>3. MALZEME VE YÖNTEM.....</b>	<b>25</b>
3.1. MALZEME.....	25
3.1.1. Çalışma Yeri ve Tarihi.....	25
3.1.2. Çalışmada Kullanılan Su Kaynağı ve Tanklar.....	25
3.1.3. Çalışmada Kullanılan Balıklar.....	25
3.1.4. Çalışmada Kullanılan Cihazlar.....	26
3.2. YÖNTEM.....	28
3.2.1. Çalışmada Kullanılan Su Kaynağının Fiziko-kimyasal Parametrelerinin Belirlenmesi.....	28
3.2.2. Çalışma Gruplarının Oluşturulması.....	28
3.2.3. Çalışma Balıklarının Beslenmesi ve Yemleme Programı.....	29
3.2.4. Deneme Balıklarında Büyüme Performanslarının Belirlenmesi.....	29
3.2.5. Çalışmada Kullanılan Dişi Anaç Balıkların Sağımları.....	29
3.2.6. Çalışmada Elde Edilen Yumurta Örneklerinde Yumurta Kalitesinin Belirlenmesi.....	31
3.2.6.1. <i>Nispi ve Total Fekonditeninin Belirlenmesi</i> .....	31
3.2.6.2. <i>Yumurta Çaplarının Belirlenmesi</i> .....	33
3.2.7. Çalışmada Kullanılan Erkek Anaç Balıkların Sağımları.....	33
3.2.8. Çalışmada Elde Edilen Sperm Örneklerinde Sperm Kalitesinin Belirlenmesi.....	34
3.2.8.1. <i>Sperma Miktarının Belirlenmesi</i> .....	34
3.2.8.2. <i>Spermatozoa Yoğunluğunun Belirlenmesi</i> .....	34
3.2.8.3. <i>Spermatozoa'ya Ait Motilitite, Motilite Süresi ve Motilitiye Bağlı Kinematik Parametrelerin Belirlenmesi</i> .....	34
3.2.9. Dölleme çalışmaları.....	36
3.2.10. İstatistiksel Analiz.....	37
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>39</b>

<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....</b>	<b>58</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>69</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>75</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>76</b>



## ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. Dişi balıklarda oogenez aşamaları.....	9
Şekil 2.2: Bir yumurta hücresinin yapısı.....	10
Şekil 2.3. Erkek balıklarda spermatogenez aşamaları.....	12
Şekil 2.4: Sperm hücresini oluşturan bölümler.....	13
Şekil 2.5: Gökkuşığı alabalığı sperm hücresinin konfokonal mikroskoptaki görüntüsü.....	14
Şekil 2.6: Sperm hücresinin motilitesine ait kinematik parametreler.....	17
Şekil 2.7: Anaç balıklarda yumurta ve sperm kalitesini etkileyen faktörler.....	18
Şekil 2.8: Telafi büyüme seviyeleri.....	20
Şekil 3.1: Çalışmada balıkların bakıldığı yuvarlak fiberglass malzemeden yapılmış tanklar.....	25
Şekil 3.2: Çalışmada kullanılan dişi (A) ve erkek (B) balıklar.....	26
Şekil 3.3: Çalışma süresince balıkların beslenmesinde kullanılan ticari yem.....	27
Şekil 3.4: Çalışmada kullanılan dişi balıkların tartım işlemi.....	30
Şekil 3.5: Çalışmada kullanılan dişi balıkların sağım işlemi.....	30
Şekil 3.6: Sağılan yumurtalarda alt örnekleme tartımı.....	31
Şekil 3.7: Alınan yumurta örneklerinde yumurta çaplarının ölçülmesi.....	32
Şekil 3.8: Çalışmada erkek bireylerden sperm alımı (A) ve muhafazası (B).....	33
Şekil 3.9: Alınan sperm örneklerinin mikroskopta incelenmesi (A) ve Bilgisayarlı otomatik sperm analiz sistemi ile analizi (B).....	34
Şekil 3.10: Bilgisayarlı otomatik sperm analiz sisteminde bulunan ve kaydedilmiş video kaydı ile spermatolojik özelliklerin analizini yapmak için kullanılan yazılım sisteminin (Hamilton) bilgisayar ekran görüntüsü.....	35

<b>Şekil 3.11:</b> Deneme gruplarında dölleme işlemleri.....	36
<b>Şekil 3.12:</b> Dölleme işleminden sonra yumurtaların yerleştirildiği inkübatörler.....	37
<b>Şekil 4.1:</b> Kontrol grubunu oluşturan deney tanklarındaki suyun aylık sıcaklık değerleri.....	38
<b>Şekil 4.2:</b> Bir hafta aralıklı beslenen deney grubunu oluşturan tanklarındaki suyun aylık sıcaklık değerleri.....	40
<b>Şekil 4.3:</b> İki hafta aralıklı beslenen deney grubunu oluşturan tanklarındaki suyun aylık sıcaklık değerleri.....	41
<b>Şekil 4.4:</b> Dişi balıkların bireysel canlı ağırlık artışları.....	42
<b>Şekil 4.5:</b> Erkek balıkların bireysel canlı ağırlık artışları.....	44
<b>Şekil 4.6:</b> Deneme gruplarında dişi bireylerden elde edilen yumurtalarda nispi fecondite.....	45
<b>Şekil 4.7:</b> Deneme gruplarında dişi bireylerden elde edilen yumurtalarda total fecondite.....	46
<b>Şekil 4.8:</b> Deneme gruplarında dişi bireylerden elde edilen yumurtalarda yumurta çapı (mm) değerleri.....	47
<b>Şekil 4.9:</b> Deneme gruplarında erkek bireylerden elde edilen toplam sperm miktarları.....	48
<b>Şekil 4.10:</b> Deneme gruplarında erkek bireylerden elde edilen spermde spermatozoa yoğunluğu.....	49
<b>Şekil 4.11:</b> Deneme gruplarında erkek bireylerden elde edilen spermde sperm hücrelerinin toplam motilite değerleri.....	50
<b>Şekil 4.12:</b> Deneme gruplarında erkek bireylerden elde edilen spermelerde sperm hücrelerine ait motilite süresi.....	51
<b>Şekil 4.13:</b> Deneme gruplarında erkek bireylerden elde edilen spermde sperm hücrelerinin toplam VCL değerleri.....	52
<b>Şekil 4.14:</b> Deneme gruplarında erkek bireyler baz alınarak yapılan dölleme çalışmasında elde edilen dölleme yüzdesi.....	54
<b>Şekil 4.15:</b> Deneme gruplarında dişi bireyler baz alınarak yapılan dölleme çalışmasında elde edilen dölleme yüzdesi.....	54

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa No

<b>Tablo 1.1:</b> Dünya su ürünleri üretimi.....	2
<b>Tablo 1.2:</b> Türkiye su ürünleri üretimi (2010-2022) yılları arası.....	3
<b>Tablo 1.3:</b> Türkiye yetiştiriciliği yapılan bazı türlerin yıl bazında (2020-2022) üretimleri.....	4
<b>Tablo 1.4:</b> Türkiye alabalık üretimi.....	5
<b>Tablo 3.1:</b> Çalışmada kullanılan dişi bireylerin deneme başlangıcındaki ağırlık (gram) ve total boy değerleri (cm).....	28
<b>Tablo 3.2:</b> Çalışmada kullanılan erkek bireylerin deneme başlangıcındaki ağırlık (gram) ve total boy değerleri (cm).....	28
<b>Tablo 3.3:</b> Dölleme çalışmaları yapılan gruplar.....	35
<b>Tablo 4.1:</b> Denemede kullanılan dişi balıkların deneme gruplarına göre, başlangıç ağırlıkları, deneme sonu ağırlıkları, ortalama canlı ağırlık artışları ve yem değerlendirme oranları.....	42
<b>Tablo 4.2:</b> Denemede kullanılan erkek balıkların deneme gruplarına göre, başlangıç ağırlıkları, deneme sonu ağırlıkları, ortalama canlı ağırlık artışları ve yem değerlendirme oranları.....	43
<b>Tablo 4.3:</b> Deneme gruplarında dişi balıklara ait nispi fekondite (yumurta adet/kg), toplam fekondite (yumurta adet/birey) ve yumurta çapı (mm) değerleri.....	45
<b>Tablo 4.4:</b> Deneme balıklarından elde edilen sperm örneklerinde sperm miktarı, spermatozoa yoğunluğu, toplam motilite, toplam motilite süresi ve toplam VCL değerleri.....	48
<b>Tablo 4.5:</b> Deneme gruplarında yapılan dölleme çalışmasında elde edilen dölleme yüzdeleri (%)......	53

## SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
°	: Derece
μ	: Mikron
±	: Artı Eksi
<	: Küçüktür
>	: Büyüktür
%	: Yüzde
g	: Gram
kg	: Kilogram
ml	: Mililitre
sn	: Saniye
μm	: Mikrometre
mm	: Milimetre
Σ	: Toplam
mm <sup>3</sup>	: Milimetreküp
m <sup>3</sup>	: Metreküp
m	: Metre
cm	: Santimetre
mg	: Miligram

<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>CASA</b>	: Bilgisayarlı Otomatik Sperm Analiz Sistemi
<b>Sd</b>	: Standart sapma
<b>YYO</b>	: Yemden Yararlanma Oranı
<b>YA</b>	: Yumurta adeti
<b>TVCL</b>	: Toplam Eğrisel Hız
<b>Min</b>	: Minimum
<b>Max</b>	: Maksimum
<b>CAA</b>	: Canlı ağırlık Artışı
<b>NaCl</b>	: Sodyum Klorür
<b>C</b>	: Santigrat
<b>Sn</b>	: Saniye
<b>TEB</b>	: Telafi Edici Büyüme

## ÖZET

### [YÜKSEK LİSANS TEZİ]

# [ GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) ANAÇLARINDA SINIRLI ve DÜZENLİ BESLEMENİN GAMET KALİTESİ ve DÖLLENMEYE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI ]

[Nijat NAZARLI]

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

[Su Ürünleri Yetiştiriciliği ve Hastalıkları Anabilim Dalı]

Danışman : [Doç. Dr. Güneş YAMANER]

Bu tez çalışmasında gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) anaçlarında, üreme döneminden önce, telafi büyüme ile, balıkların kısa sürelerle aç bırakılması ve sonrasında normal düzende beslenmesinin, alınan gametlerde kalite parametrelerinde ve dölleme üzerinde bir etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Birbirine benzer ağırlık ve boyda seçilen dişi ( $1601\pm 231$ g;  $49,7\pm 3,1$  cm) ve erkek balıklar ( $670\pm 127$ g;  $36,7\pm 2,31$  cm), her bir tankta 20 adet olmak üzere toplam altı tanka yerleştirilmişlerdir. Kontrol grubu balıkları her gün düzenli olarak beslenmişken, bir hafta aralıklı beslenen grubu oluşturan dişi ve erkek bireyler, bir hafta düzenli beslenmiş bir hafta açlık periyoduna sokulmuş ve açlık periyodundan sonra yine bir hafta düzenli beslenmişlerdir. Bu grup için deneme sonuna kadar bu besleme düzeni uygulanmıştır. İki hafta aralıklı beslenen gruptaki balıklar ise iki hafta düzenli beslendikten sonra iki hafta açlık periyoduna sokulmuş ve sonrasında iki hafta süre ile düzenli beslenmişlerdir. Bu grup içinde deneme sonuna kadar bu besleme düzeni uygulanmıştır. 6 ay sürdürülen besleme çalışmasının ardından, balıklarda ağırlık artışı, yemden yararlanma oranı ve her bir deneme grubundaki dişi balıklardan alınan yumurtalarda toplam fekondite (yumurta adet/birey), nispi fekondite (yumurta adet/kg) ve yumurta çapları (mm) ölçülmüştür. Erkek

balıklarda ise ağırlık artışına ve yemden yararlanma oranına ilaveten, sperm miktarı (mL), spermatozoa yoğunluğu ( $10^9$  hücre/mL), toplam motilite (%) ve motilite süresi (sn) ve toplam VCL ( $\mu\text{m/sn}$ ) incelenmiştir. Gruplar arası yapılan dölleme çalışması ile açlık döngüsünün ya da telafi büyümenin anaç balıklarda üreme özellikleri üzerinde etkisi ortaya konmuştur. Deneme süresince elde edilen en yüksek canlı ağırlık artışı dişi bireylerde kontrol grubunda (2763 g); erkek bireylerde de kontrol grubunda (1173 g) görülmüştür. Tüm gruplar için yemden değerlendirme oranları normal olarak bulunmuştur (%0,9-1,3). En düşük nispi fekondite kontrol grubuna ait dişilerde ( $935\pm62$  yumurta/kg); en yüksek ise bir hafta aralıklı beslenen dişi bireylerde ( $1317\pm241$  yumurta/kg) bulunmuştur. Nispi fekondite aralıklı beslemeye alınan gruplarda kontrol grubuna nazaran daha yüksek ve istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Total fekondite değerlerinde ise üç grup arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0,05$ ). Yumurta çapı en yüksek kontrol grubunda ( $3,5\pm0,16$  mm) en düşük ise bir hafta aralıklı beslenen grupta ( $3,36\pm0,2$  mm) tespit edilmiştir. Spermatolojik özelliklerde ise sperm miktarı dışında tüm parametreler gruplar arasında benzerlik göstermiş; sperm miktarı ise en yüksek bir hafta aralıklı beslenen grupta ( $46,9\pm20$  mL) bulunmuştur. Sperm miktarları bakımından kontrol grubu ve iki hafta aralıklı beslenen grup bireyleri arasında benzerlik bulunmuşken ( $p>0,05$ ); bir hafta aralıklı beslenen gruptaki bireylerden alınan sperm miktarları diğer iki gruptan farklılık göstermiştir ( $p<0,05$ ). Dölleme sonuçlarına bakıldığında ise erkek bireylerin baz alındığı dölleme çalışmasında kontrol dişi ile yapılan dölleme sonuçları deneme grubu erkek bireyleri için benzerlik göstermiş; dişilerin baz alındığı dölleme çalışmasında ise en yüksek döllenme oranı kontrol dişi ve kontrol erkek kullanılarak yapılan döllemede görülmüştür. |

Temmuz 2023, 91

**Anahtar kelimeler:** | Telafi büyüme, Gökkuşığı alabalığı, Gamet kalitesi |

## SUMMARY

**[M.Sc. THESIS]**

**[AN INVESTIGATION OF THE EFFECT OF LIMITED and REGULAR  
FEEDING ON GAMETE QUALITY and FERTILIZATION IN RAINBOW  
TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) BROODSTOCK]**

**[Nijat NAZARLI]**

**İstanbul University**

**Institute of Graduate Studies in Sciences**

**[Department of Aquaculture and Fish Diseases]**

**Supervisor : [Assoc. Prof. Dr.] [Güneş YAMANER]**

[In this thesis study, it was investigated whether the fasting of the fish for short periods of time with compensatory growth before the breeding period in the Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) broodstock and then feeding them in normal order had an effect on the quality parameters and fertilization of the gametes to be taken. Female ( $1601 \pm 231$ g;  $49.7 \pm 3.1$  cm) and male fish ( $670 \pm 127$ g;  $36.7 \pm 2.31$  cm) of similar weight and size were placed in a total of six tanks, 20 in each tank. While the control group fish were fed regularly every day, the female and male individuals who made up the one-week intermittent feeding group were fed regularly for one week, put into a fasting period for a week, and fed regularly for a week after the hunger period. For this group, this feeding pattern was applied until the end of the trial. The fish in the group, which were fed intermittently for two weeks, were fed regularly for two weeks, then put into a fasting period for two weeks and then fed regularly for two weeks. Within this group, this feeding pattern was applied until the end of the trial. After 6 months of feeding study, weight gain, feed conversion rate and total fecundity (egg number/individual), relative

fecundity (egg number/kg) and egg diameter (mm) were measured in eggs taken from female fish in each trial group. In male fish, in addition to weight gain and feed conversion rate, sperm amount (mL), spermatozoa density ( $10^9$  cells/mL), total motility (%) and motility time (sec) and total VCL ( $\mu\text{m}/\text{sec}$ ) were examined. Intergroup fertilization studies have revealed the effect of starvation cycle or compensatory growth on reproductive characteristics in broodstock fish. The highest live weight gain achieved during the trial period was in female individuals in the control group (2763 g); male individuals were also seen in the control group (1173 g). Feed conversion rates were found to be normal for all groups (0.9-1.3%). The lowest relative fecundity in females belonging to the control group ( $935\pm 62$  eggs/kg); the highest was found in female individuals fed one week apart ( $1317\pm 241$  eggs/kg). Relative fecundity was higher and statistically different in the groups taken to intermittent feeding than in the control group ( $p<0.05$ ). There was no significant difference in total fecundity values between the three groups ( $p>0.05$ ). The highest egg diameter was found in the control group ( $3.5\pm 0.16$  mm) and the lowest was in the one-week intermittent feeding group ( $3.36\pm 0.2$  mm). In spermatological parameters, all parameters except the amount of sperm were similar between the groups; The highest sperm amount was found in the group fed one week apart ( $46.9\pm 20$  mL). In terms of sperm amounts, similarity was found between the control group and the members of the group who were fed two weeks apart ( $p>0.05$ ); the amount of sperm taken from individuals in the one-week intermittent feeding group differed from the other two groups ( $p<0.05$ ). When the fertilization results were examined, the results of fertilization with the control female in the fertilization study based on male individuals showed similarity for the male individuals of the trial group; In the fertilization study based on females, the highest fertilization rate was seen in fertilization using control female and control male. |

July 2023, |91| pages.

**Keywords:** | Compensatory growth, Rainbow trout, Gamete quality |

## 1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun bu hızla artmaya devam etmesi halinde 2050 yılında 9,6 milyar olacağı düşünülmektedir. Bilim insanları, nüfusun artmasına paralel olarak, ihtiyaç duyulan gıda miktarının da artacağı ve beraberinde gıda sorununun meydana geleceğini bildirmektedirler (Kobayashi ve diğ., 2015). Deniz canlıları başka bir ifade ile su ürünleri, önemli hayvansal protein kaynağı olarak bilinmektedir ve balıkçılık ile temin edilen ve en ulaşılabilir hayvansal protein kaynağı olan doğal balık stoklarından sağlanmaktadır. Ancak dünya çapında avcılık yolu ile elde edilecek su ürünlerinin bir sınırının olduğu, son yıllarda bu sınıra dayanıldığı ve alınmış tüm önlemlere rağmen, denizlerden ve tatlı sulardan daha fazla avcılık yapılamayacağı bilinen bilimsel bir gerçektir. Avcılık yolu ile edilen su ürünlerinde özellikle balık stokları yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalmıştır. Aşırı avcılığın yanı sıra; dünya nüfusunun artışı ile gıda arzında artış, doğal su kaynaklarında ortaya çıkan kullanım değişiklikleri, biyo-çeşitlilik kaybı, iklim değişikliği ve doğal su kaynaklarında meydana gelen kalite bozulmaları gibi sebepler ile insanoğlu, gıda arzının sürdürülebilir olmasında alternatif protein kaynaklarının arayışına yönelmiştir. Bu kaynaklardan biri olan ve hayvansal protein kaynağının sağlanmasında önem arz eden “su ürünleri yetiştiriciliği” en hızlı büyüyen gıda sektörlerinden biri olarak yer almaktadır (Foley ve diğ., 2011; FAO 2022a).

“Su ürünleri yetiştiriciliği” diğer bir ismi ile “Akuakültür” Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından, “her türlü su ortamında balık, kabuklu deniz canlıları, bitkiler, algler ve diğer organizmaların üretilmesi, yetiştirilmesi ve toplanmasıdır” olarak tanımlanmaktadır (FAO, 2015). Su ürünleri yetiştiriciliği, 1994’ten bu yana yılda %7,5 oranında büyümüştür ve diğer sektörler ile kıyaslandığında en hızlı büyüyen gıda üretim sektörü olarak bilinmektedir. Bu gelişmenin ana sebepleri su ürünleri yetiştiriciliğinde yaşanan bilimsel/teknolojik gelişimler ve uygulamalardaki yeniliklerdir. FAO’nun su ürünleri yetiştiriciliği ve avcılığına dair 2022 yılında yayınlamış olduğu istatistiksel raporda; 2020 yılında su ürünleri yetiştiricilik miktarı 178 milyon tona ulaşmış ve bunun 90 milyon tonu (%51) avcılık yolu ile 88 milyon tonu ise (%49) su ürünleri üretimi ile elde edildiğini bildirmiştir (Tablo 1.1) (FAO, 2022b).

**Tablo 1.1:** Dünya su ürünleri üretimi (FAO, 2022b)

Yıllar	AVCILIK (ton)			YETİŞTİRİCİLİK (ton)			TOPLAM (ton)
	Deniz	İçsu	Toplam	Deniz	İçsu	Toplam	
2000	84.985.331	8.593.411	93.578.742	13.726.706	18.694.353	32.421.059	125.999.800
2001	82.253.168	8.552.035	90.805.203	14.843.795	19.773.860	34.617.655	125.422.858
2002	82.694.904	8.408.587	91.103.491	15.753.577	21.036.601	36.790.178	127.893.668
2003	79.735.550	8.612.224	88.347.774	16.616.746	22.305.464	38.922.210	127.269.984
2004	84.228.030	8.669.581	92.897.611	17.527.343	24.408.667	41.936.010	134.833.621
2005	83.097.538	9.435.438	92.532.976	18.369.380	25.960.003	44.329.383	136.862.360
2006	80.421.789	9.826.768	90.248.557	19.520.804	27.777.288	47.298.092	137.546.650
2007	80.490.671	10.074.425	90.565.096	20.271.792	29.711.612	49.983.404	140.548.500
2008	79.401.060	10.148.733	89.549.793	20.713.650	32.241.795	52.955.446	142.505.239
2009	78.737.114	10.310.243	89.047.357	21.430.579	33.759.120	55.189.699	144.237.056
2010	76.337.350	10.867.693	87.205.043	21.870.539	35.949.144	57.819.683	145.024.725
2011	81.086.707	10.500.798	91.587.505	22.746.375	37.108.660	59.855.035	151.442.540
2012	77.780.981	10.872.119	88.653.099	23.936.250	39.580.025	63.516.275	152.169.375
2013	78.800.858	10.899.792	89.700.650	24.889.518	42.069.856	66.959.374	156.660.024
2014	79.303.773	11.024.644	90.328.417	26.254.568	44.304.447	70.559.016	160.887.433
2015	80.438.718	11.134.146	91.572.864	27.068.357	45.861.641	72.929.997	164.502.862
2016	78.206.872	11.314.670	89.521.542	28.609.670	47.960.247	76.569.918	166.091.460
2017	81.491.055	11.877.368	93.368.423	30.083.077	49.545.170	79.628.248	172.996.671
2018	84.520.639	11.985.462	96.506.101	30.877.296	51.601.032	82.478.328	178.984.429
2019	80.105.137	12.090.295	92.195.432	31.862.628	53.349.551	85.212.180	177.407.612
2020	78.795.376	11.470.557	90.265.933	33.118.115	54.384.495	87.502.609	177.768.543

Dünya genelinde su ürünleri yetiştiriciliği sayesinde, istenilen zamanda, miktarda, boyda ve özellikle su ürünü temin edilebilmektedir. Su ürünleri toplam üretim miktarı değerlendirildiğinde, doğal kaynaklardan avcılık miktarlarının maksimuma ulaştığı ve yetiştiricilik ile elde edilen su ürünlerinin özellikle son 10 yılda hızla arttığı görülmektedir. Dünya su ürünleri üretiminde Asya kıtası uzun zamandır liderliğini korumaktadır. 2000 yılında Asya kıtası, su ürünleri yetiştiriciliğinde %57'ye, 2020 yılında ise toplam yetiştiriciliğin %70'ine sahip olmuştur. Su ürünleri yetiştiriciliğinde, Asya'dan farklı olarak, Amerika kıtası %12, Avrupa %10, Afrika %7 ve Okyanusya %1 üretim ile listedeki yerini almıştır. Su ürünleri yetiştiriciliği ülke bazında değerlendirildiğinde ise Çin Halk Cumhuriyeti, toplam dünya su ürünleri üretiminin %36'sı ile (30,7 milyon ton) ilk sırada yer almaktadır. Balıkçılık ve su ürünleri üretiminde Çin'den sonra gelen en büyük üreticileri ise Endonezya %14,3 (5,9 milyon ton) ve Hindistan %11 (7,7 milyon ton) oluşturmuştur. Bu üç ülkenin toplam dünya su ürünleri üretimindeki payı ise %61 olarak belirtilmiştir (FAO, 2022b).

Dünya ülkelerine benzer şekilde su ürünleri yetiştiriciliği ülkemizde de en hızlı gelişen sektör özelliğini taşımaktadır ve yıllardır da hızla gelişmeye devam etmektedir. Sazan (*Cyprinus carpio*) ve gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) türleri ile 1960'lı yıllarda başlayan yetiştiricilik çalışmaları, 1980 yılından itibaren çipura (*Sparus aurata*) ve deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) türlerinin de katılması ile artarak devam etmiştir (Demir, 2011). Ülkemizde alabalık, sazan, çipura ve levrek ile başlayan yetiştiricilik çalışmaları iç sularda yılan balığı (*Anguilla anguilla*); denizde ise orkinos (*Thunnus thynnus*), kalkan balığı (*Scophthalmus maximus*), lahoz (*Epinephelus costea*), karagöz (*Diplodus vulgaris*), sinagrit (*Dentex dentex*),

fangiri (*Pagrus pagrus*), sivriburun karagöz (*Diplodus puntazzo*) gibi alternatif türlerin yetiştiriciliği ile devam etmektedir (TUİK, 2021).

Türkiye'nin toplam su ürünleri üretimi 2000 yılında 582 bin ton, 2010 yılında 653 bin ton ve 2022 yılında yaklaşık 850 bin tona ulaşmıştır. 2022 yılına ait toplam su ürünleri üretiminin %39,4'ü (335bin tonu) avcılıkla deniz ürünleri, %60'ü (514 bin ton) ise yetiştiricilik ürünleri oluşturmuştur. Türkiye'de avcılık miktarı ise diğer yıllara göre 2021 yılında %9,9 oranında azalmıştır; yetiştiricilik ise 2022 yılında 2021 yılına göre %9,1 oranında artmıştır (TUİK, 2023). (Tablo 1.2).

**Tablo 1.2:** Türkiye su ürünleri üretimi (2010-2022 yılları arası) (TUİK, 2023).

Yıl	Toplam	Deniz ürünleri	Yetiştiricilik üretimi	(Ton)
				İç su ürünleri
2010	653 080	445 680	167 141	40 259
2011	703 545	477 658	188 790	37 097
2012	644 852	396 322	212 410	36 120
2013	607 515	339 047	233 394	35 074
2014	537 345	266 078	235 133	36 134
2015	672 241	397 731	240 334	34 176
2016	588 715	301 464	253 395	33 856
2017	630 820	322 173	276 502	32 145
2018	628 631	283 955	314 537	30 139
2019	836 524	431 572	373 356	31 596
2020	785 811	331 281	421 411	33 119
2021	799 844	295 018	471 686	33 140
2022	849 808	301 747	514 805	33 256

TUİK listesinde yer alan yetiştiricilik üretiminin yapıldığı işletmelere bakıldığında ise 2021 verilerine göre ülkemizde toplam 4390 adet su ürünleri yetiştiricilik tesisi bulunduğu, bunun 432 adedi denizlerde, 1735 adedi iç sularda ve 2.223 adedi de hem iç su hem de denizlerde aktif olarak üretim yaptığı bildirilmiştir (TUİK, 2023). Bu işletmelerde üretilen türler Tablo 1.3'te verilmiştir.

**Tablo 1.3:** Türkiye yetiştiriciliği yapılan bazı türlerin yıl bazında (2020-2022) üretim miktarları (TUİK, 2023)

Yetiştiricilik ürünleri	2020	2021	2022
<b>Toplam</b>	<b>421 411,0</b>	<b>471 686,0</b>	<b>514 805,0</b>
<b>İç su</b>	<b>128 236,0</b>	<b>136 042,0</b>	<b>146 063,0</b>
Alabalık (Gökkuşığı)	126 101,0	134 174,0	144 347,0
Alabalık ( <i>Salmo sp.</i> )	1 804,0	1 558,0	1 302,0
Aynalı sazan	173,0	171,0	293,0
Mersin balığı	14,0	-	1,0
Tilapya	13,0	6,0	-
Yayın	92,0	84,0	95,0
<b>Deniz</b>	<b>293 175,0</b>	<b>335 644,0</b>	<b>368 742,0</b>
Alabalık (Gökkuşığı)	18 182,0	31 509,0	45 454,0
Alabalık ( <i>Salmo sp.</i> )	507,0	45,0	-
Çipura	109 749,0	133 476,0	152 469,0
Levrek	148 907,0	155 151,0	156 602,0
Fangri	1,0	4,0	28,0
Minekop (Kötek)	26,0	2,0	18,0
Sarıağz (Grenyüz)	7 428,0	5 913,0	4 771,0
Trança	-	3,0	5,0
Lahoz (Grida)	-	-	1,0
Orkinos	4 338,0	4 952,0	3 879,0
Midye	4 037,0	4 585,0	5 469,0
Karides	-	4,0	19,0
Kum Şırlanı	-	-	25,0
Spirulina	-	-	2,0

Türkiye’de alabalık üretimine bakıldığında ise 2022 yılında toplam yaklaşık 191.000 ton salmonid türünün (deniz+iç su) üretildiği ve bunun 189.801 (deniz+iç su) tonunun gökkuşağı alabalığı olduğu bildirilmiştir (Tablo 1.4).

**Tablo 1.4:** Türkiye alabalık üretimi (TÜİK, 2023)

Yıllar	Balık Türü	
	Alabalık (Gökkuşağı) (bin ton)	Alabalık ( <i>Salmo sp.</i> ) (ton)
2011	107	-
2012	114	-
2013	128	-
2014	112	1 248
2015	106	1 440
2016	104	2 658
2017	106	2 924
2018	112	2 070
2019	123	2 656
2020	144	2 311
2021	165	1 603
2022	189	1302

Su ürünleri yetiştiriciliğinde en önemli konulardan birisi yetiştirilen türe bakılmaksızın, balıkların beslenmesidir. Akuakültürde en önemli girdi-çıktı denklemini oluşturan yem; canlıların metabolik ve fizyolojik faaliyetlerini belirlemede en önemli bileşendir. Yetiştiricilikte balığın her yaşam evresinde önem taşıyan besin içerikleri özellikle anaç yönetiminde, üretimin başarısını belirleyici olan gametleri ihtiva etmesi sebebi ile, daha bir önem arz etmektedir. 1980’li yıllardan beri anaç balıkların beslenmesinde kullanılan yağ, protein, karbonhidrat, aminoasitler ve vitaminlerin gamet oluşturma, olgunlaştırma ve oluşan gametlerin kalitesi üzerindeki etkileri birçok çalışmada araştırılmış ve halen de konu üzerindeki çalışmalar artarak devam etmektedir (Washburn ve diğ., 1990; Tocher, 2003). Kullanılan yem içeriği ve formülasyonu ile yapılan bu çalışmalar yaygın iken; yemin hangi sıklıkla verilmesi gerektiği ya da yemleme oranında meydana gelen değişikliğin anaç balıklar ve dolayısıyla gamet

kalitesi üzerindeki etkisi hakkında çalışmalarda yaygınlaşmaya başlamıştır (Manor ve diğ., 2014).

Anaç balıklarda yem alımı sıcaklık, fotoperiyod, stres ve yeme ulaşabilirlik gibi çevresel faktörler etkisi altında olduğu kadar; yaşam evresi, genetik, yem ile alınan enerjinin stoklanması ve tokluk gibi biyolojik faktörlerin de etkisindedir (Steinberg, 2018) ve üreme dönemi öncesinde uygulanan besleme rejimi ve oranı, anaç balıklardan elde edilecek gametlerin kalitesi ve kantitesi üzerinde direkt etkilidir (Carrillo ve diğ., 2000).

Balıklarda telafi edici büyüme, kısıtlı beslenme periyodunun ardından yapılan normal besleme düzeniyle normal sürecinden daha hızlı büyümenin elde edilmesi olarak tanımlanır (Ali ve diğ., 2003). Dönemsel açlık ve akabinde yeniden besleme, telafi büyüme denemelerinin temelini oluşturur ve bugüne kadar farklı yaşam evrelerinde özellikle de yavru döneminde birçok balık türünde çalışılmıştır (Rueda ve diğ., 1998; Heide ve diğ., 2006). Yapılan çalışmalarda, birçok balık türünde, belli bir süre aç bırakılan ve hemen sonrasında beslemeye tabii tutulan bireylerde büyüme oranında artış rapor edilmiştir (Ali ve diğ., 2003). Belli bir süre aç bırakıldıktan sonra beslenen balıklarda, normal yani her gün besleme yapılan balıklara nazaran, daha yüksek oranda yem alımı; spesifik büyüme oranı, boy artışı, enerji birikimi ve optimum düzeyde yem değerlendirme oranı olduğu ifade edilmiştir (Collins ve Anderson, 1995; Ali ve diğ., 2003).

Balıklarda, döllenmeden ve kuluçka döneminden sonra yumurtadan çıkan larvaların morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri, üreme sürecinden önce anaç balıklarının beslenme durumu ile doğrudan ve dolaylı olarak ilişkilidir (Carrillo ve diğ., 2000). Çalışmanın materyalini oluşturan gökkuşağı alabalığının da dahil olduğu Teleost balıklar, beslenme durumunu algılama ve üreme faaliyetlerini buna göre düzenleme yeteneğine sahiptir. Gökkuşağı alabalığının gonadları vücut ağırlığının %20'sine ulaşabilir ve bu artış üreme dönemi öncesi ve üreme sırasında yem ile sağlanan somatik büyümenin gonad gelişiminde kullanılması ile açıklanmaktadır (Tyler ve diğ., 1990; Taranger ve diğ., 2010). Üreme dönemi öncesi cinsi olgunluğa ulaşmış bireylerde vücut büyümesi yavaşlar, enerji ve besinlerin çoğu gonad büyümesi için gerekli olan vitollegenin üretimine gider (Reading ve diğ., 2018).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde üretim şekli ne olursa olsun ilk amaç yavru balık üretiminin sağlanmasıdır. Yeterli ve sağlıklı yavru balık üretiminin ilk basamağını da üretim aşamasında

kullanılan anaç balıkların gametlerinde nitel ve nicel olarak kalitenin sağlanabilir olması oluşturmaktadır (Mananos ve diğ., 2009).

Bu tezde, normal besleme düzenine ilaveten, bir ve iki hafta süre ile aç bırakıldıktan sonra, yeniden yemlenen gökkuşığı alabalığı anaç balıklarında, telafi büyümenin gamet kalitesine ve dölleme üzerindeki etkisini ortaya koymak amaçlanmıştır. Tez çalışmasının detaylı hedeflerini ise;

- Üreme döneminden önce, normal yemleme prosedürü ile birlikte, bir ve iki hafta süre ile aç bırakıldıktan sonra telafi besleme ile beslenen anaçlarda ağırlık artışı değişimini;
- Bir ve iki hafta süreler ile aç bırakılan dişilerde telafi edici besleme ile yumurta kalitesi değişimini;
- Bir ve iki hafta süreler ile aç bırakılan erkeklerde telafi edici besleme ile sperm kalite parametrelerindeki değişimi;
- Standart yemleme prosedürüne ek olarak, bir ve iki hafta süreler ile aç bırakılan dişi ve erkek anaçlardan elde edilecek gametler ile yapılan dölleme çalışması ile; telafi büyüme uygulanan deneme grubu balıklarında, bu besleme düzeninin, yumurtaların dölleme üzerindeki etkisini ortaya koymak oluşturmuştur. |

## 2. GENEL KISIMLAR

### 2.1. GÖKKUŞAĞI ALABALIĞININ (*Oncorhynchus mykiss*) GENEL ÖZELLİKLERİ

Kuzey Amerika menşeli olan gökkuşığı alabalığı, birçok türünün yetiştiriciliği yapılan *Salmonidae* familyasına ait bir tatlı su balığı türüdür. Doğal yaşam alanı Güney Kaliforniya-Alaska kıyıları olan bu tür; serin, temiz ve bol oksijenli sulara yaşamaktadır. Pasifik salmonları ile benzer yaşam döngüsüne sahip olan gökkuşığı alabalığı, üremek için tatlı sulara göç etmektedir. Doğal sulara bulunan ve üreme göçü özelliği bulunan alabalık türü “çelikbaş” olarak isimlendirilirken; yıllardır üretimi yapılan tür ise “gökkuşığı alabalığı” olarak isimlendirilmiştir. Ülkemizde ilk yetiştirilen tür olma özelliği taşıyan gökkuşığı alabalığı; sub-optimal su koşullarına toleranslı olması; yem değerlendirme oranının optimal olması, hastalıklara karşı dayanıklı olması ve yüksek adaptasyon yeteneği ile günümüzde hem tatlı sulara hem de denizde ağ kafeslerde yoğun olarak üretilmektedir. Vücut formu olarak fuziform özellikte olan gökkuşığı alabalığı, adipöz yüzgeç ile karakterizedir. Dorsal kısmında siyah benekler ve çataalkuyruk yüzgeci bulunmaktadır. Vücudun yan tarafında yanal çizgi (*Linea lateralis*) üzerinde ismini aldığı gökkuşığı renklerine sahiptir (Çelikkale, 2002).

### 2.2. GÖKKUŞAĞI ALABALIĞININ (*Oncorhynchus mykiss*) ÜREME ÖZELLİKLERİ VE ÜREME BİYOLOJİSİ

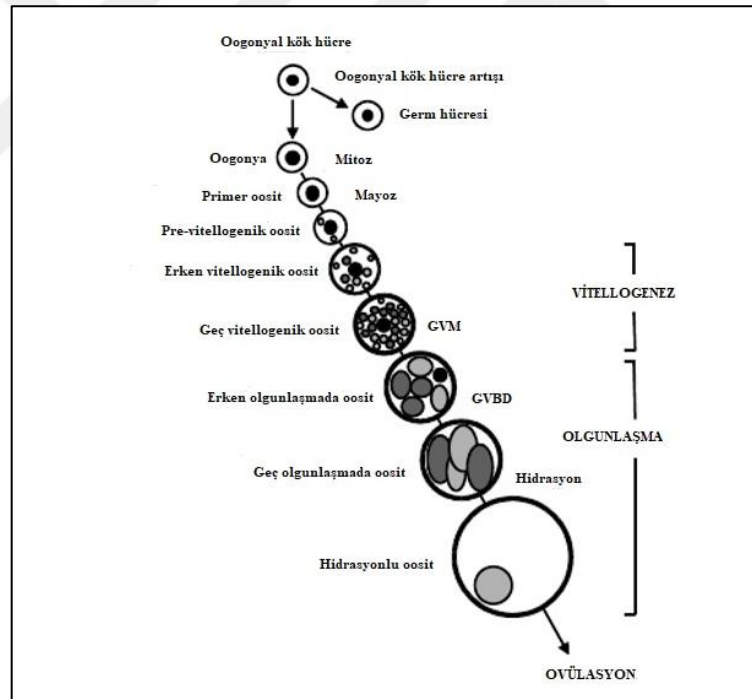
Akuakültüre adapte edilmiş gökkuşığı alabalığında yetiştiricilik şartlarında sağım yolu ile gamet elde edilebilirken; doğal yaşamda bulunan gökkuşığı alabalıkları soğuk sulara temiz, berrak özellikteki su kaynaklarında çakıllı alanlara yumurta bırakırlar. Üreme, genellikle su sıcaklığına bağlı olarak doğal ortamlarda ilkbaharda başlar. Kıyı bölgelerindeki gökkuşığı alabalıkları ise aralık ayının sonlarına doğru yumurtlamaktadırlar. Alabalıklar mevsime bağlı olarak üreme etkinliği göstermektedirler ve üremenin başlaması uygun sıcaklık ve fotoperiyod ile doğrudan bağlantılıdır. Yetiştiricilik şartlarında su sıcaklığının 8–12°C olduğu dönemde sağım işlemi uygulanan alabalıklarda dişi anaçlar 2-3 yaş aralığında; erkek anaçlar ise 1-2 yaş aralığında cinsi olgunluğa ulaşırlar (Büyükhatipoğlu ve Holtz, 1984; Billard ve diğ., 1995; Çelikkale 2002).

Uygun çevresel şartlar altında, erkek ve dişi germ hücrelerinden gametlerin oluşumu sürecine “gametogenez” adı verilmektedir. Erkeklerde “spermatogenez”; dişilerde ise “oogenez” olarak

isimlendirilen bu süreçler, germ hücrelerinin mitoz ve mayoz bölünmeler ile yumurta hücresi ve sperm hücresinin oluşumunu sağlamaktadır (Karayücel ve Karayücel, 2016).

### 2.2.1. OOGENEZ ve YUMURTA

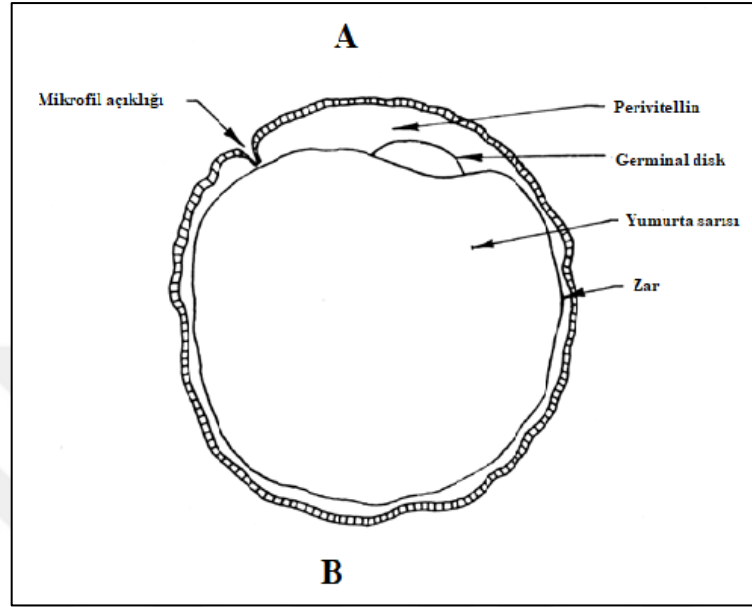
Gamet kalitesinde yumurta kalitesi akuakültürde özellikle de Salmonid türler gibi yoğun yetiştiriciliği yapılan türlerde önemli olan parametrelerden biridir. Primordial germ hücrelerinin oluşması ve eşeyssel farklılığın görülmesi ile bu germ hücrelerinin oogonyaya dönüşmesi ile başlayan süreç; oogonyaların mayoz bölünmesi ile oositlere dönüşmesi ile devam eder. Ovaryum hücreleri olan oositlerin döllenabilir yumurtaya dönüşebilmesi için mayoz bölünme geçirmesi gerekmektedir. Gelişen oositler ile devam eden süreçte vitellogenenez yani son olgunlaşma görülür ve ovülasyonun gerçekleşmesi ile süreç sona erer (Karayücel ve Karayücel, 2016) (Şekil 2.1).



**Şekil 2.1.** Dişi balıklarda oogenezin aşamaları (Mananos ve diğ., 2009; Karayücel ve Karayücel, 2016).

Dişi balıklarda yumurta kalitesinin belirlenmesinde fekondite ve yumurta çapı parametrelerinin yanı sıra, döllenmeden sonra hesaplanan gözlü evre yumurta sayısı ve yumurtadan çıkış oranı yine yumurta kalitesinin belirlenmesinde kullanılan parametrelerdir. Yumurtaların döllenebilme kapasitesi ile ifade edilen kalite, üretimi yapılan ve yapılmaya başlanan tüm türler

için üretimin başarısında önem arz etmektedir. “Koryon” adı verilen zar ile çevrilmiş olan yumurta hücresi “vegetatif” ve “animal” kutup olmak üzere iki kısma ayrılmış haldedir (Şekil 2.2) (Çelikkale, 2002).



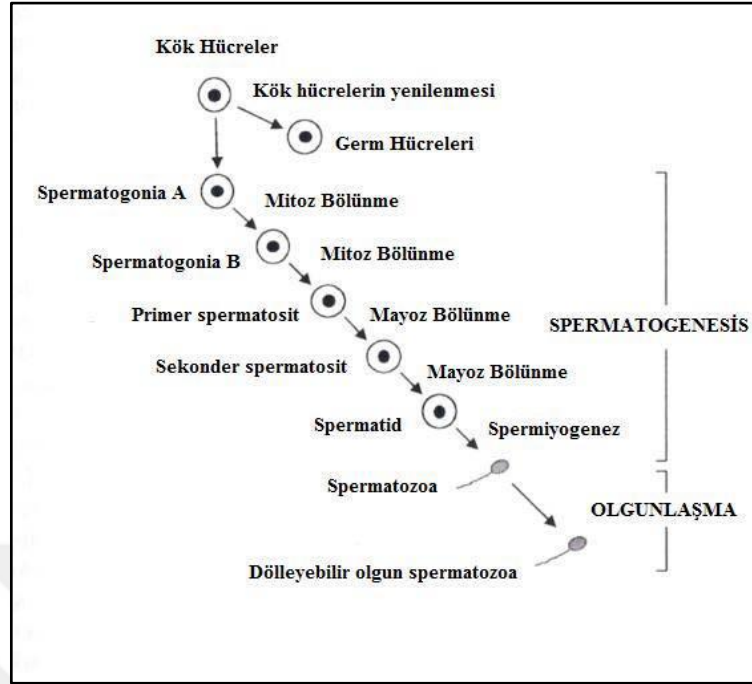
Şekil 2.2: Bir yumurta hücresinin yapısı A: Animal kutup B: Vejetatif kutup (Çelikkale, 2002).

Salmonid balıklarda bir adet mikrofil deliği vardır ve yumurtalar demersal özelliktedir. Salmonid balıklarda yumurta büyüklüğü ya da yumurta çapı yumurta kalite parametrelerinden biridir ve türden türe değişmekle beraber 2-7,5 mm arasında değişiklik göstermektedir. Bir dişi bireyde kg başına düşen yumurta sayısını veren “fekondite” ise Salmonid balıklarda 1500-2000 adet/kg’dır. Akuakültürde yumurta sayısının fazla olması, yüksek kalitede larva elde edilmesi için önemlidir. Fekondite ve yumurta çapı balığın büyüklüğü, balığın genotipi, anaçların stoklama oranı, beslenme durumu, suyun kimyasal ve fiziksel özellikleri ve anaçların stres durumunun etkisi altındadır (Bromage ve diğ.,1995; Izquierdo ve diğ., 2001).

### 2.2.2. SPERMATOGENEZ, SEMİNAL PLAZMA VE SPERMATOZOA

Balıklarda spermatogenez mevsimseldir ve üreme zamanından birkaç ay önce tamamlanmaktadır. Spermatozoonlar, spermatogenez süreci sonunda oluşur ve testisin lobular lumina bölgesinde birikir. Üreme sezonunda hormonal mekanizma ile sezon boyunca depolanacağı sperm kanallarına aktarılır (Billard ve diğ.,1995; Alavi ve diğ., 2008). Sperm

oluşumunun gerçekleştiği organ olan testisler balıklarda vücut ağırlığının %2-10'nu arasında bir büyüklük göstermektedir. Çoğu Teleost balıkta bir çift olarak bulunan testisler vücudun iki yanında uzunlamasına bir halde bulunur. Böbreklerin altında, yüzme kesesi ve karın boşluğu arasında bulunan testisler, yaşa bağlı olarak değişmekle beraber genellikle krem-beyaz renklidir. Gökkuşuğu alabalığının da dâhil olduğu salmonidae familyasında hava kesesine mesenterium ile aslı vaziyette bulunan testisler, böbrekler ile bağlantılı değildir. Testislerde sperm oluşumunu gerçekleştiren spermatogenez süreci, sperm hücrelerinin meydana geldiği tübül ya da kese şeklindeki yapıya sahip testis lobülleri gerçekleşir. Spermatogenez süresi üç ana safha ile karakterizedir. İlk safhada germ hücrelerinden şekillenen spermatogonia hücreleri mitoz bölünme geçirerek spermatosit hücrelerini meydana getirir. Spermatosit hücrelerinin mayoz bölünme ile spermatid hücrelerini oluşturduğu safha ikinci safha olarak isimlendirilir. Spermatid hücreleri üçüncü safhada flagellalı spermatoozoon hücrelerine dönüşür. Spermatogenezin bu son safhasında hücre bölünmesi gözükmezken; hücre dönüşümü meydana gelir. Spermatogenez sürecinin tamamlanması ile oluşan flagellalı sperm hücreleri, türe göre değişen özellikler ile ya testiküler boşluğa ya da sperm kanalı içerisine bırakılır. Sperm hücreleri dölleme yeteneğini bu aşamada kazanmaktadır. Spermiasyon ya da olgunlaşma denilen bu evrede bir sperm hücrelerinin tamamen olgunlaşması gerçekleşir ve döllemede aktif olarak kullanılacak hale gelir (Şekil 2.3). (Ginzburg, 1972; Billard ve diğ., 1995; Alavi ve diğ., 2008)

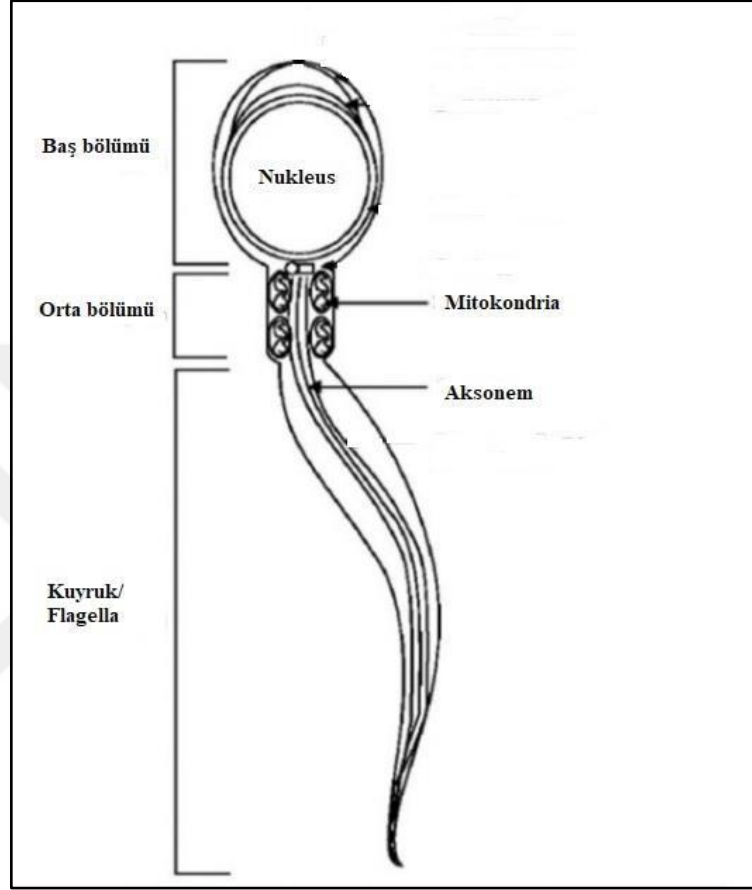


**Şekil 2.3.** Erkek balıklarda spermatogenez aşamaları (Mananos ve diğ., 2009; Karayücel ve Karayücel, 2016).

Balıklarda sperm hücreleri seminal plazma içerisinde bulunmaktadır ve seminal plazma erkek bireye ait kanal sisteminden ya da testislerden salgılanan özel bir yapıdır. Sperm hücreleri, uygun çevre şartları sağlanana kadar seminal plazma içerisinde dinlenme durumundadır. Balıklarda seminal plazmanın biyokimyasal yapısını proteinler, sodyum, magnezyum, kalsiyum, potasyum gibi ana mineraller, hormon, kolesterol, gliserol, serbest aminoasitler, şeker, vitamin, sitrik asit ve yağ gibi organik maddeler oluşturmaktadır (Billard ve diğ., 1995; Ciereszko ve diğ., 2000; Lahnsteiner, 2003; Mananos ve diğ., 2009). Sperm hücrelerinin uygun şekilde muhafazasını sağlamak için en uygun çevre ortamını sağlayan yapı “seminal plazma”dır (Ciereszko ve diğ., 2000, Alavi ve Cosson 2005). Seminal plazma sperm hücrelerini korumak kadar hücreleri hareketsiz yani immotile tutma özelliği ile de çok büyük bir öneme sahiptir. Balıklarda spermatozoa hareketliliği mekanizması türden türe değişmekle beraber; motilite üzerinde önemli etkisi olan iyon konsantrasyonu ve seminal plazmanın sahip olduğu ozmotik basınçta türden türe değişiklik göstermektedir. İyon yapısı ve ozmotik basınç farklılığının yanı sıra, seminal plazma içerisindeki organik, inorganik, enzim gibi maddeler de türden türe değişiklik göstermektedir (Cosson, 2004).

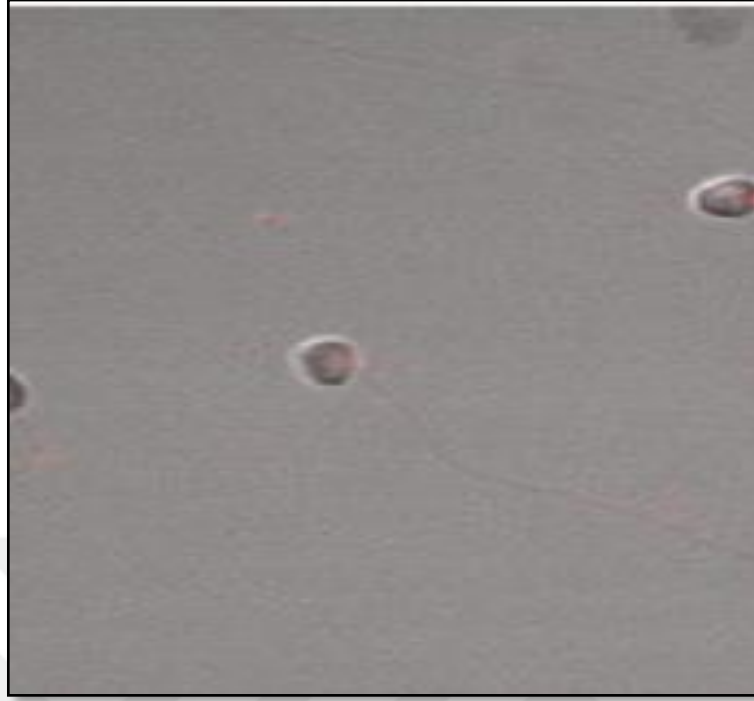
Tek bir sperm hücresine “spermatozoon”; birden fazla sperm hücresine ise “spermatozoa” adı verilmektedir. Gökkuşuğu alabalığı spermatozoası, erkek cinsiyetinin haploid kromozom setini

yani DNA'yı bulunduran baş bölümü, hareket etmesi için gerekli olan ATP rezervlerini bulunduran mitokondrinin bulunduğu orta bölüm ve sperm hareketini sağlayan kuyruk bölümünden oluşmaktadır (Cabrita ve diğ., 2008) (Şekil 2.4).



Şekil 2.4: Sperm hücrelerini oluşturan bölümler (Cabrita ve diğ., 2008).

Mikroskopik incelemeler sonucunda balıklarda sperm hücrelerinin total uzunluğunun; baş ve flagella uzunluğunun türden türe hatta tür içi farklılıklar gösterdiği bilinmektedir. Teleost balıkların birçoğunda sperm hücrelerinin baş büyüklüğü 4  $\mu\text{m}$  büyüklüğünde ve küre şekilli olarak tanımlanmıştır (Şekil 2.5) (Figueroa ve diğ. 2013).



**Şekil 2.5:** Gökkuşığı alabalığı sperm hücrelerinin konfokal mikroskoptaki görüntüsü (Figuroa ve diğ. 2013).

### 2.2.3. SPERM KALİTESİ

Sperm kalitesi, sperm hücrelerinin yumurta hücrelerini dölleyebilme yeteneğidir. Sperm kalitesini belirlemede kullanılan parametreler; motilite, motilite süresi, sperm konsantrasyonu ve seminal plazma kompozisyonu olarak sıralanabilir. Üreme mevsiminde balıkların üreme stratejilerine ve fiziksel ortamlarına bağlı olarak farklı kalitede sperm üretilmektedir. Sperm kalite parametrelerinden biri olan sperm miktarı bir erkek bireyden bir sağımda anlık olarak alınan spermin toplam hacmi (mL) olarak ifade edilmektedir. Sperm miktarı, sağılmış ya da alınmış olduğu kabın hacimsel derecelendirilmesi, ölçüm pipetleri gibi materyaller ile hesaplanabilmektedir. Sperm miktarı türler arası ve tür içinde değişiklik göstermektedir. Sperm miktarı; sağımda sıklığı, suyun sıcaklığı, anaç bireyin yaşı, beslenme, spermin temin edilme yöntemi gibi faktörlerin etkisi altındadır. Gökkuşığı alabalığının da dahil olduğu Salmonidae familyası türlerinde sperm miktarı 5-20 ml arasında değişiklik göstermektedir (Alavi ve diğ. 2008; Dziejulska ve diğ. 2008).

Sperm kalite parametrelerinden bir diğeri ise 1 ml sperm içerisindeki hücre sayısını ifade eden sperm yoğunluğu ya da sperm konsantrasyonu olarak adlandırılan parametredir. Sperm

içerisinde sperm hücrelerinin sayısının belirlenmesinde en yaygın olarak Hemositometrik yöntem kullanılmaktadır. Sperm hücrelerinin yoğunluğunun hesaplanması, kullanılacak aktivasyon solüsyonu ile sulandırma oranını ve dölleme esnasında sperm hücresi/yumurta hücresi oranını belirleyebilmek adına önem arz eder (Alavi ve diğ., 2008; Cabrita ve diğ., 2009; Nynca ve diğ., 2014). Sperm hücresi sayısı üreme sezonu süresince tür içi ve türler arası farklılık gösteren bir parametredir. Salmonid türlerinde sperm hücre sayısı türden türe farklılık göstermektedir ve genellikle ortalama  $6-12 \times 10^9$  hücre/ml arasında olarak ifade edilmektedir. (Ciereszko ve Dabrowski 1995; Aas ve diğ.,1991; Geffen ve Evans, 2000).

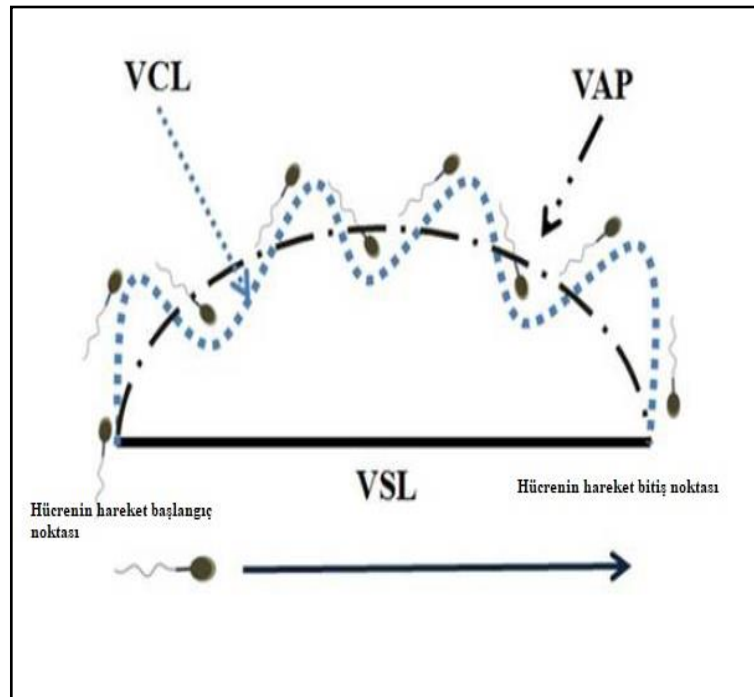
Sperm kalite parametlerinden bir diğeri olan spermatozoa motilitesi, sperm kalitesini belirlemede en önemlisi ve sperm hücrelerinin dölleyebilirliğini ortaya koyan parametredir. Balıklarda sperm hücreleri su, ovaryum sıvısı, aktivasyon solüsyonu gibi yapılarla temas edene kadar seminal plazma başta olmak üzere testiste ve sperm kanalında hareketsiz bir halde yani immotile halde bulunur. Sperm hücrelerinin dölleme yapabilmesi için hareketli hale geçmesi gerekmektedir. Ve bu sebeple de aktivasyon solüsyonları kullanılır.

Yüksek hareketlilik oranına sahip sperm hücreleri yüksek dölleme oranına sahiptir. Sperm hücrelerinin motilitesi tamamen çevresel şartların etkisindedir. Spermin ihtiva ettiği seminal plazma sperm hücrelerini koruma görevinin yanı sıra sperm hücrelerinin motilitesinin başlatılmasında da görevlidir. Sperm hücrelerinin seminal plazma içerisinde hareketsiz durmasının sebepleri; seminal plazma yapısındaki iyon ve protein konsantrasyonu ve seminal plazmanın sahip olduğu ozmolarite'dir. Sperm hücrelerinin su ya da yapay aktivasyon solüsyonları ile temas etmesi ile seminal plazmanın ozmolaritesi ya arttır ya da azalır. Aynı zamanda bu temas ile seminal plazmadaki iyon konsantrasyonu değişikliğe uğrar. Türden türe değişiklik gösteren bu mekanizma ile sperm hücrelerinin aktivasyonu sağlanmış olur (Alavi ve Cosson, 2005). Gökkuşığı alabalığında sperm aktivasyon mekanizmasında en önemli faktörün  $K^+$  iyonundaki değişim olduğu ifade edilmektedir. Hücre dışı  $K^+$  iyonunun ve seminal plazmanın ozmolaritesindeki değişim ile gökkuşığı alabalığında sperm hücrelerinde aktivasyonun başladığı bilinmektedir (Alavi ve Cosson, 2005a,b).

Sperm hücrelerinin hareketi; ileri yönde hareket eden sperm hücrelerinin, hareket etmeyen ya da yavaş hareket eden hücrelere oranı ile belirlenmektedir ve “%” olarak ifade edilmektedir. Sperm hücrelerinin motilitesinin belirlenmesinde halen güncelliğini koruyan subjektif metod olarak bilinen “5 skala yöntemi” kullanılmasına rağmen; gelişen teknoloji ile artık günümüzde

otomatik analiz sistemleri kullanılmaktadır. Sperm hücrelerinin hareketini zaman ayarlı fotoğraf çekerek, bilgisayar yazılım sisteminde analiz eden “Bilgisayarlı Otomatik Sperm Analiz Sistemi” (CASA) olarak isimlendirilen sistem, sperm hücrelerinin motilitesini ve motiliteye bağlı hız parametrelerini ölçmede en yaygın kullanılan sistemlerden biri haline gelmiştir (Verstegen ve diğ., 2002). Hareket eden her sperm hücresinin hareketliliğini “toplam motilite” olarak veren CASA sistemde, ileri doğru ve düz bir hat üzerinde hareket eden sperm hücrelerinin sayısını göz önüne alarak bu hareket biçimini “progresif motilite” olarak ifade etmektedir (Morisawa ve Yoshida, 2005).

Sperm hareketlilik yüzdesi motiliteye ilaveten, sperm hücrelerinin aktivasyondan sonra sahip oldukları hız parametresi de sperm kalite parametrelerinden biridir. Sperm hücrelerinin ölçülmesinde subjektif metot kullanılmakta ve sperm hücrelerinin yönünü ve hızını belirlemede mutlaka CASA sistemin kullanılması gereklidir. Hız parametrelerinden biri olan Ortalama Eğrisel Hız (VCL,  $\mu\text{m}/\text{sn}$ ) döllemede en etkin sperm kalite parametrelerinden biridir (Şekil 2.6) (Verstegen ve diğ., 2002). VCL parametresinin Salmonid türler arasında motilite gibi farklılık gösterdiği ve hızı fazla olan sperm hücresinin dölleyebilme yeteneğinin yüksek olduğu ifade edilmiştir. Salmonid türlerde sperm hücrelerinin VCL parametresinin  $38,1-141,2 \pm 19 \mu\text{m}/\text{sn}$  olarak bildirilmiştir (Dziewulska ve diğ., 2008; Tunçelli, 2016; Momin ve Memiş, 2018; Gelinçek ve Yamaner, 2020).



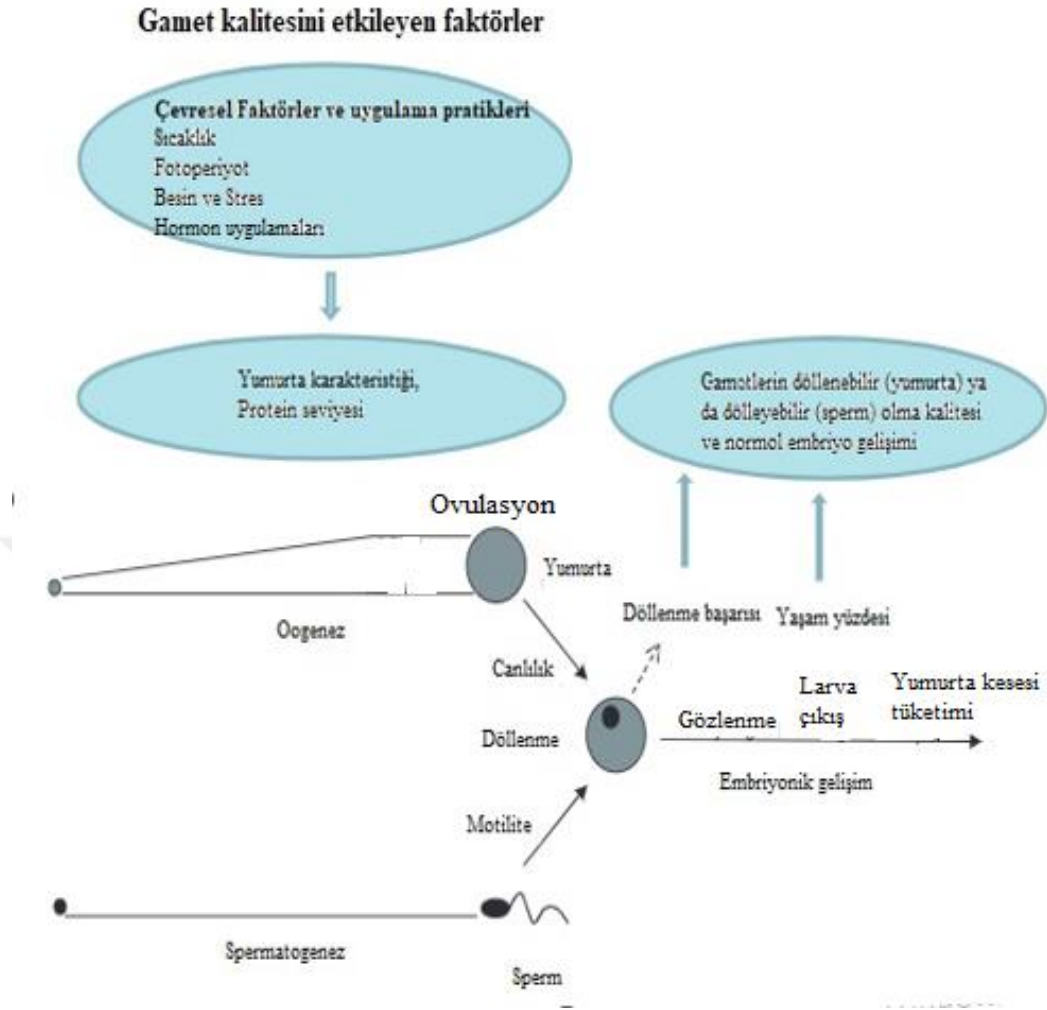
**Şekil 2.6:** Sperm hücresinin motilitesine ait kinematik parametreler (Baice ve diğ., 2017)

#### **2.2.4 DÖLLENME**

Dış dölleme özelliğinde olan gökkuşağı alabalığı her iki gameti de dölleme için dış ortama bırakır. Dölleme için gametlerin üzerine su eklenmesi ile sperm hücreleri hareketli hale gelir ve ortamdaki yumurta ve ovaryum sıvısının varlığı ile sperm hücreleri yumurtaya doğru hareket etmeye başlar. Bu durum bir “pozitif kemotaksi” örneğidir. Dölleme, kemotaksi ile yumurta hücresine ulaşan spermin koryonda bulunan mikrofil deliğinden sperm hücresinin girmesi ile gerçekleşir (Morisawa ve Yoshida, 2005).

#### **2.3. GAMET KALİTESİ ve BESLENME İLİŞKİSİ**

Gamet kalitesinin döllemeden hemen önce belirlenmesi yetiştiricilik şartlarında üretimin sürdürülebilir ve verimli olmasında ilk basamağı oluşturmaktadır. Dişi balıklarda yumurtanın döllenebilirlik yeteneği ve erkek balıklarda sperm hücresinin dölleyebilirlik yeteneği olarak ifade edilen kalite parametreleri, elde edilecek embriyolarda sağlık ve sayı bakımından belirleyici iki unsurdur. Gamet kalitesi özellikle akuakültür şartlarında bir çok abiyotik ve biyotik faktörün etkisi altındadır ve gamet kalitesi balıkların türüne göre değişmekle beraber, aynı türde farklı bireylerde de değişiklik göstermektedir (Migaud ve diğ., 2013) (Şekil 2.7).



**Şekil 2.7:** Anaç balıklarda yumurta ve sperm kalitesini etkileyen faktörler (Migaud ve diğ., 2013)

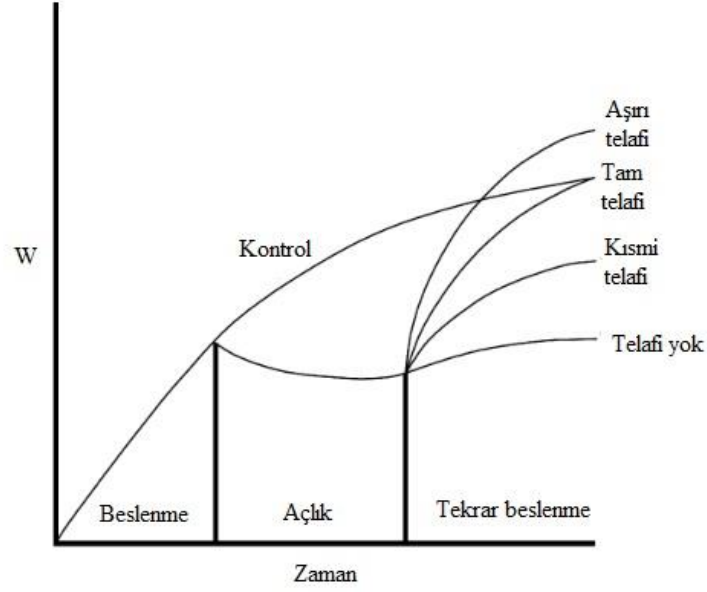
Üretimde kullanılacak anaç durumuna gelmiş bireylerin, üreme döneminden önce ve üreme periyodunca balığın türüne göre belirlenecek optimal çevre ve bakım ortamlarında tutulması, elde edilecek gamet kalitesini arttıracaktır. Bu çevresel faktörlerden bakım ortamındaki suyun sıcaklık değerleri ve fotoperiyod rejimi en etkili ve belirleyici çevresel faktör olarak değerlendirilmektedir. Gametlerin kantitatif ve kalitatif kalite parametrelerini etkileyen diğer bir faktör ise, anaç balıkların üreme döneminden önce ve üreme süresince maruz kaldığı beslenme rejimidir (Rurangwa ve diğ., 2004; Bobe ve Labbe, 2009; Migaud ve diğ., 2013).

#### **2.4. SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE TELAFİ BESLEME UYGULAMALARI**

Balıklar, doğal olarak, gıda mevcudiyetindeki hem mekansal hem de zamansal farklılıklar nedeniyle besin kısıtlama dönemleriyle karşı karşıya kalmaktadır. Balıklar, yaşam döngüleri

boyunca, yumurtlama ve göçün neden olduğu birkaç hafta veya ay süren açlık dönemlerine maruz kalırlar ve bu da onları besin stresine karşı toleranslı hale getirir (Navarro ve Gutierrez, 1995; Mommsen, 2004). Öte yandan, yemleme, genellikle toplam üretim maliyetlerinin % 60'ından fazlası olduğu tahmin edilen modern su ürünleri yetiştiriciliğinin en büyük maliyetini temsil eder ve yem yönetimi ile ilgili araştırmaları çok aktif hale getirir. Bir beslenme stratejisi olarak diyet kısıtlaması, yeniden beslemenin telafi edici bir büyüme tepkisine yol açabileceğinden artan ilgi görmektedir. Telafi edici büyüme terimi 1950'lerde kullanılmaya başlanmış olup, bir stres döneminden sonra optimal yaşam koşullarının geri dönmesi nedeniyle organizmaların büyümesinin hızlanması olarak tanımlanmaktadır. Telafi edici büyüme (TEB), normalde herhangi bir gıda sınırlaması olmaksızın elde edilecek somatik ağırlığa artışına; gıda kısıtlaması veya açlık dönemini takiben hızlandırılmış bir besleme ile ulaşılmasını sağlayan fizyolojik bir süreçtir (Dobson ve diğ., 1984; Ali ve diğ., 2003).

Ali vd. (2003); telafi büyümeyi ile ilgili yapılan çalışmaları baz alarak yaptığı sınıflandırma ile telafi büyümeyi 4 farklı başlık altında açıklamıştır. Bir süre açlığa maruz kalan balıklarda, devamında yeniden yemlenmesi ile elde edilen ağırlığın, sürekli beslenen kontrol grubu ile elde edilen ağırlığa eşit olmasını “tam telafi” olarak betimlemiştir. Balıkların kontrol grubundan fazla ve dolayısıyla tam telafinin üzerinde bir büyüme göstermesini “aşırı telafi” olarak isimlendirmiştir. Üçüncü seviye açlık sonrası yeniden yemlenen balıklarda, kontrol grubu olarak sürekli beslenen balıkların eriştiği ağırlığı yakalayamayan ancak yine de önemli ağırlık artışının görüldüğü seviye olarak belirlenmiştir. Üçüncü seviye “kısmi telafi” olarak adlandırılmıştır. Son seviye ise telafi büyümenin görülmediği, açlık döngüsünden sonra tekrar beslenen balıkların, kontrol grubunu hiçbir şekilde yakalayamaması, açlık döngüsünü telafi edecek bir beslenmenin görülmediği ve yem değerlendirmenin olumsuz olması ile karakterize edilmiştir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8: Telafi büyüme seviyeleri (Jobling, 1994)

Besin kısıtlaması yetiştiricilik uygulamalarında özellikle yavru dönemdeki balıklarda yaygın olarak kullanılan bir uygulamadır (Manor ve diğ., 2014). Yavru döneminde telafi büyüme ile verilen yemin miktarının azaltılması işletmeler için uygun maliyetli bir strateji olarak görülmektedir. Üretim maliyetlerini önemli ölçüde azaltmak için etkili bir yol olarak belirtilmektedir. Gökkuşığı alabalığında yavru aşamada kullanılan yemler en fazla gideri oluşturmaktadır ve bu aşamada kullanılan yem gideri, üretim maliyetinin %60-80'ini temsil etmektedir. Tüm bu sebepler ile yavru aşamada uygulanacak telafi büyüme yetiştiricilik giderlerini azaltmada etkili bir yol olarak temsil edilmektedir. Bu bölümde telafi büyümenin en yaygın kullanıldığı yavru aşaması ile ilgili çalışmalara yer verilmeyecek, çalışmanın konusu olan anaç balıklarda bu tip büyümenin ve üreme performansları üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalara değinilecektir.

Çalışmanın materyalini oluşturan gökkuşığı alabalığında üreme döngüsünün başatılması ve sonlandırılması fotoperiyod ve su sıcaklığı ile kontrol edilmektedir. Oosit olgunlaşması ve vitellogenez, artan fotoperiyod ile indüklenirken; geç vitellogenez ve yumurtalamanın senkronizasyonu fotoperiyoddaki günlük değişime bağlıdır. Su sıcaklığı ve fotoperiyoda ilaveten dişi ve erkek bireylerde üreme performansını etkileyen başka birçok faktörde mevcuttur (Migaud ve diğ., 2013; Bobe ve Labbé, 2010). Anaç balıkların beslenmesi, yumurta ve larva kalitesinde dahil olmak üzere üreme performansına katkı sağlayan önemli bir faktördür.

Oogenez sürecinde alınan yem, dişi balıklarda rezerve edilir ve daha sonra bu yemler ile alınan enerji ve besin yumurta sarısını oluşturarak larvaların eksojen beslenmeye geçene kadar embriyonun büyümesini ve gelişmesini desteklemek için yeterli besin ve enerji sağlayacaktır (Brooks ve diğ., 1997; Carrillo ve diğ., 2000; Izquierdo ve diğ., 2001). Anaç balıklara verilen yemlerde diyet kompozisyonu ve besleme düzeyi, hem anaçların hem de bu anaçlardan elde edilecek yavruların beslenmesinde büyük önem taşımaktadır. 1980'li yıllardan beri anaç balıklar ile yapılan besleme çalışmalarında lipitler, proteinler, karbonhidratlar, yağ asitleri ve vitaminler dahil olmak üzere besin içeriklerinin üreme performansı üzerindeki rolü ve özellikle dişi bireylerde bu içeriklerin yumurta kalitesi üzerindeki etkisi çalışılan en yaygın konu olmuştur (Tocher, 2003). Bununla birlikte anaç bireylerde beslenme düzeninin üreme performansları üzerindeki etkisini inceleyen çok fazla çalışma mevcut değildir.

(*Salvelinus alpinus*) ile yapılan bir çalışmada, son bahar (Eylül-Kasım) ve kış aylarında (Aralık-Şubat) altı haftalık periyotta tam rasyon besleme (%100) ve yarım rasyon besleme (%50) düzeninin balıklarda büyüme ve üreme olgunlaşması incelenmiştir. Çalışmada kısıtlı rasyon dönemleri arasında ve Şubat ayından itibaren, tüm balıklar tam rasyonlarla beslenmiştir. Çalışmada hem dişi hem de erkek balıklarda %50 besleme ile, birinci ve ikinci 42 günlük kısıtlı beslemenin sonrasında elde edilen ağırlık artışı %100 rasyon ile beslenen gruptan daha az bulunmuştur. Ancak çalışmanın bu beslenme döngüsü ile devamında %50 rasyon ile beslenen balıklar tam rasyon ile beslenen gruptaki ağırlığı yakalamışlardır. Yem değerlendirme oranı %50 rasyonla beslenen grupta daha yüksek bulunmuştur. Aynı zamanda denemenin sonunda dişi balıklarda gamet olgunlaşmasının daha az olduğu ifade edilmiştir (Imsland ve Gunnarsson, 2011).

Atlantik halibut'u (*Hippoglossus hippoglossus*) ile yapılan çalışmada ( $199,5 \pm 44,7$  g), balıklar iki deney grubuna ayrılmıştır. Bir grup günde iki kez ve haftada beş gün (Kontrol grubu) diğer grup ise 5 hafta boyunca aç bırakılarak daha sonra 10 hafta boyunca yeniden beslenmiştir (5/10 açlık / yeniden beslenen grup). Bu besleme düzeni balıklar hasat edilene (4.4 kg) kadar üç yıl boyunca tekrarlanmıştır. Kontrol grubunda 0,68 olarak hesaplanan yem değerlendirme oranı, açlık döngüsü ile beslenen grupta 0,95 olarak bulunmuştur. Yazarlar, 3 yıl boyunca tekrarlanan 5/10 açlık / yeniden besleme rejiminde, tam telafi, daha yüksek yem dönüşüm verimliliği, daha düşük erkek olgunlaşması görüldüğünü belirtmişlerdir (Foss ve diğ., 2009).

Levrek balığı (*Dicentrarchus labrax*) ile yapılan bir çalışmada, anaç balıklar iki farklı yemleme oranı beslenmişlerdir. F grubu olarak adlandırılan gruptaki balıklar vücut ağırlığının 1.04% oranı ile H grubundaki balıklar ise vücut ağırlığının 0,45% oranı ile günlük olarak beslenmişlerdir. Çalışma her ne kadar açlık döngüsünü barındırmasında yem de kısıtlamaya gidildiğinden ; düşük yemleme oranı ile (%0.45) beslenen grupta büyümede ve kondüsyon faktoründe azalma görüldüğü ifade edilmiştir. Dişi bireylerde toplam fekondite (yumurta/dişi) her iki grupta da benzer bulunmuşken; nispi fekondite (yumurta/kg) H grubunda (%0.45 vücut ağırlığı/günlük yem) daha yüksek bulunmuştur (Cerdá ve diğ., 1994). Levrek balıkları ile yapılan başka bir çalışmada balıklar iki farklı açlık döngüsü ile beslemeye alınmışlardır. İlk grupta bir ay boyunca besleme 3 ay boyunca açlık uygulanmışken (1F-3S); ikinci grupta iki ay açlık ve iki ay yeniden besleme düzeni (2S-2F) uygulanmıştır. Kontrol grubu olarak ise (4F-0S) balıklar 4 ay boyunca düzenli beslenmişlerdir. Dişi ve erkek bireylerde sadece gonad olgunlaşmasının incelendiği çalışmada, erkeklerde, kontrol grubundaki tüm balıkların gonadlarının tam olgunluğa ulaştığı; 1F-3S grubunda balıkların sadece %33'nün ve 2S-2F gruplarında sadece % 75'inin gonadlarının tam olgunluğa ulaştığı rapor edilmiştir. Dişilerde ise olgunlaşmamış gonadların yüzdeleri 1F-3S, 2S-2F ve 4F-0S grupları için sırasıyla% 80,% 25 ve% 50 olarak tespit edilmiştir (Chatzifotis ve diğ., 2011).

Atlantik cod (*Gadus morhua* L.) balığının 3 hafta açlık ve bir hafta besleme düzeninde; düzenli beslenen grupta elde edilen toplam fekonditenin daha yüksek olduğu, ancak nispi fekonditenin tüm gruplarda benzer olduğu bulunmuştur (Karlsen ve diğ., 1995).

*Brycon amazonicus* ile yapılan çalışmada balıkların açlık döneminden sonra yeniden beslenmesinin, dişi bireylerde üreme performansına ve larvalarda yaşam oranına etkisi incelenmiştir. Üreme döneminden 6 önce beslenmeye alınan balıklarda bir grup hergün düzenli olarak beslenmişken; diğer grup üç gün beslenmiş iki gün açlık döngüsüne sokulmuştur. Denemenin sonunda kontrol grubunda %57 oranında dişinin yumurtladığı (yumurta ağırlığı 208.1 g/birey); açlık döngüsü uygulanan balıklarda ise %45 oranında balığın yumurtalamış olduğu görülmüştür (yumurta ağırlığı 131.6 g). Döllenme ve yumurtadan çıkış oranlarında gruplar arasında bir fark bulunmamışken; yumurta çaplarının açlık döngüsü uygulanmış balıklarda ( $1.017 \pm 0.003$  mm) kontrol grubuna ( $1.048 \pm 0.002$  mm) nazaran daha küçük olduğu saptanmıştır (Camargo ve Urbinati 2008).

Kalkan balığında (*Scophthalmus maximus*) üreme döneminden önce 12 ay süre ile anaç balıklar aylara göre artan ya da azalan yem miktarları ancak totalde sabit yem miktarı olacak şekilde beslenmeye alınmışlardır. Çalışmada kontrol grubu Haziran-Eylül ayları arasında düşük rasyonlarla daha sonra oosit olgunlaşması (Ekim-Ocak) ve vitellogenez (Şubat-Mayıs) aşamasında yüksek rasyonlar ile besleme tabii tutulmuşlardır. Grup 2’de balıklar Haziran-Eylül ayları arasında yüksek rasyonlar ile; oosit olgunlaşma aşamasında düşük rasyon; vitellogenez sırasında ise yine yüksek rasyonda yem ile beslenmişlerdir. Grup 3’te oosit olgunlaşma aşamasında yüksek yem rasyonu ve vitellogenez aşamasında düşük yem rasyonu uygulanmıştır. Çalışmanın son deneme grubunda ise kontrol grubuna uygulanan yemleme miktarının yarısı kadar yem ile beslenmişlerdir. Çalışmanın sonunda yazarlar; yumurtlamadan hemen önceki 4 ayı kapsayan vitellogenez sırasında balıkların düşük yem rasyonları ile beslenmesinin, balık ağırlığını % 70 oranında azalttığını, vitellojenik oositlerin büyümesinde azalmaya sebebiyet verdiğini ya da neredeyse hiç vitellojenik oositin görülmediğini belirtmişlerdir. Çalışmada aynı zamanda erkek bireylerde yem rasyonunun testis olgunlaşması üzerinde etkili olmadığı, dişi bireylerin gamet oluşturma ve olgunlaşmasında yem rasyonunun az ya da çok olmasının daha etkili olduğu ifade edilmiştir (Bromley ve diğ., 2000).

*Tilapia zillii* balıklarında ilk yeme geçiş ile yaklaşık 17 ay süre ile yüksek ve düşük yem rasyonu ile beslemede anaç durumuna gelmiş dişi balıklarda üreme biyolojisi çalışılmıştır. Çalışmanın sonunda yüksek yem rasyonu ile beslenen balıklarda daha fazla büyüme ve daha fazla total fekondite görülmüştür. Ancak yazarlar yumurta çaplarında deneme grupları arasında bir fark bulamadıklarını ifade etmişlerdir (Coward ve Bromage, 1999).

Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) ile yapılan başka bir çalışmada ise erkek anaç balıklar 14 ay süre ile açlık döğülerine sokularak beslenmişlerdir. Kontrol grubu her gün düzenli olarak beslenmişken; Grup bir olarak adlandırılan grup 10 ay boyunca birer hafta aralıklı olarak beslenmiş ve 10. Aydan sonra her gün düzenli beslenmeye devam edilmiştir. Grup 2 grubundaki balıklar ise 12 ay süre ile birer hafta ara ile beslenmeye devam etmişlerdir. Gruplarda cinsi olgunlaşma sırası ile kontrol grubunda %60; Grup 1’de %21 ve Grup 2’de ise %24 oranında bulunmuştur. Balıklarda ağırlık artışlarında gruplar arasında bir fark bulunmadığı rapor edilmiştir (Hopkins ve Unwin, 1997).

Gökkuşığı alabalığı ile yapılan bir çalışmada, fotopeiyod uygulaması ile anaç balıklar üreme döneminden 5 ay önce iki gruba ayrılmıştır ve özel beslenmeye alınmıştır. Kontrol grubu olarak

oluşturulan grup adlibitum olarak dzenli beslenmişken; diğer gruba, kontrol grubuna verilen yemin %80'ni verilerek yem kısıtlmasına gidilmiştir. Yem kısıtlaması yapılan gruplarda ağırlık artışı kontrol grubuna göre daha az bulunan çalışmada gonadosomatik indekste kısıtlama uygulanan balıklarda daha yüksek bulunmuştur. Yem kısıtlamasının dişilerde daha büyük yumurta çapına ve yumurtalarda daha az mortaliteye sebebiyet verdiği ifade edilen çalışmada, ek olarak, kuluçkadan çıkış oranının yem kısıtlamasına gidilen grupta daha yüksek bulunduğunu belirtilmiştir. Çalışmada, dişi gökkuşağı alabalık anaçlarının yem alımının, yumurta üretimi ve yumurta kalitesi üzerinde herhangi bir olumsuz etki yaratmadan en az %20 oranında azaltılabileceği bildirilmiştir (Cardona ve diğ., 2019).

Yukarıda bahsedilen tüm çalışmalarda yem kısıtlamasına gidilmiş ve beslenme rejimi değişikliğinin ya dişi bireylerde ya erkek bireylerde etkisi incelenmiş; aralıklı beslenen anaçlarda gametogenez sürecine etkisi dolayısıyla her iki cinsiyette de gamet kalitesini nasıl etkilediği ve bu gametlerle yapılan dölleme ile, aralıklı beslemenin kuluçkahane başarısı üzerinde etkisini belirlemek adına fazla sayıda çalışma yapılmamıştır. |

### 3. MALZEME VE YÖNTEM

#### 3.1. MALZEME

##### 3.1.1. Çalışma Yeri ve Tarihi

Bu yüksek lisans tez çalışması 01.07.2022-15.01.2023 tarihleri arasında İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi Sapanca İç su Ürünleri Üretimi Araştırma ve Uygulama Biriminde gerçekleştirilmiştir.

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

Çalışma süresince balıklar 3 m çapında 80 cm yüksekliğinde ve 3 m<sup>3</sup> su hacmine sahip toplam 6 adet yuvarlak fiberglas tanklarda bakıma alınmıştır (Şekil 3.1). Çalışmada, çalışmanın yapıldığı birimin rutin üretiminde kullanılan farklı iki su kaynağı kullanılmıştır. Çalışmada, Birimin su ihtiyacını karşılayan dere suyu uygun olduğunda dere suyu; dere suyunun yetersiz ve uygun olmadığı durumlarda ise kaynak suyu kullanılmıştır.



Şekil 3.1 Çalışmada balıkların bakıldığı yuvarlak fiberglas malzemedен yapılmış tanklar.

##### 3.1.3. Denemede Kullanılan Balıklar

Çalışmada, Sapanca İç su Ürünleri Üretimi Birimine ait 2<sup>+</sup> yaşa sahip toplam 60 adet dişi ve toplam 60 adet erkek sağlıklı gökkuşuğu alabalığı (*Onchorchylus mykiss*) kullanılmıştır. Deneme başlangıcında dişi bireylerin ortalama ağırlıkları 1601±231 gr, ortalama boy ölçümleri ise 49,7±3,1 cm; erkek bireylerin ortalama ağırlıkları ise 670 ± 127 gr, ortalama boy ölçümleri ise 36,7 ± 2,31 cm olarak bulunmuştur (Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Çalışmada kullanılan dişi (A) ve erkek (B) balıklar

#### 3.1.4. Denemede Kullanılan Cihazlar

##### **Islak alan terazisi (TEM, 28\*35 Tartım)**

Balıkların ağırlıklarını ölçmek için kullanılmıştır.

##### **Boy ölçüm tahtası**

Balıkların toplam boy uzunluklarını ölçmek için kullanılmıştır.

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

Günlük verilen ticari yemin gramajının ve dişi anaçlardan elde edilen yumurtaların alt örnekleme gramajının ve toplam gramajının belirlenmesinde kullanılmıştır.

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

Sperm örneklerinde, sperm hücrelerine ait motilite ve kinematik parametrelerin analizinde kullanılmıştır.

##### **Stereo mikroskop (Leica DFC 290)**

Çalışma sonunda dişi bireylerden elde edilen yumurtalarda yumurta çaplarını ölçmek için kullanılmıştır.

### **Su parametreleri ölçüm cihazı**

Çalışma süresince balıkların bakım yapıldığı tanklarda su kaynağının sıcaklık (°C) değerlerini (mg/lt) ölçmek için kullanılmıştır (ISOLAB).

### **Yumurta inkübatörü**

Çalışmanın sonunda dişi ve erkek bireylerden elde edilen gametlerden yapılan dölleme çalışmasında elde edilen döllenen yumurtaların inkübasyonunun sağlanması için dikey tip inkübatör kullanılmıştır.

### **Çalışmada Kullanılan Kimyasal Malzemeler**

#### **Anestezik madde (Ethyl 3-aminobenzoate methanesulfonate)**

Çalışma başlangıcında, çalışmanın bitiminde tartım ve sağımlı yapılacak bireylerde sedasyon (25-50 mg/litre) amacı ile kullanılmıştır (Shawn ve diğ., 2004).

### **Çalışmada Kullanılan Yem Materyali**

Çalışma süresince balıkların yemlenmesinde kullanılmıştır. Özel bir yem firmasından temin edilen 8 mm çapında ticari alabalık anaç yemidir (Şekil 3.3 )



**Şekil 3.3:** Çalışma süresince balıkların beslenmesinde kullanılan ticari yem

## **3.2. YÖNTEM**

### **3.2.1. Çalışmada Kullanılan Su Kaynağının Fiziko-kimyasal Parametrelerinin Belirlenmesi**

Çalışma süresince su sıcaklığı (°C) multiparametre cihazı ile günde iki defa ölçülmüştür.

### 3.2.2. Çalışma Gruplarının Oluşturulması

Çalışmada kullanılan anaç bireyler çalışmanın yapıldığı birimin anaç stoğunu oluşturan 2<sup>+</sup> yaş grubundan benzer ağırlıkta ve boyda olmaları dikkate alınarak seçilmiştir. Seçilen toplam 60 adet dişi ve toplam 60 adet erkek birey her bir tankta 20 adet olmak üzere toplam 6 adet tanka yerleştirilmişlerdir. Tank 1; dişi bireylerin kontrol grubu, tank 4 ise erkek bireylerin kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Tank 2 ve Tank 5; sırası ile bir hafta aralıklı beslenen dişi ve erkek bireylerden; tank 3 ve tank 6 ise sırası ile iki hafta aralıklı beslenen dişi ve erkek bireylerden oluşturulmuştur. Çalışmada kullanılan dişi bireylerin (Tablo 3.1) ve erkek bireylerin (Tablo 3.2) başlangıç ağırlıkları ve total boy uzunlukları aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

**Tablo 3.1:** Çalışmada kullanılan dişi bireylerin deneme başlangıcındaki ağırlık (g) ve total boy değerleri (cm)

<b>Dişi Bireyler</b>	Bireysel ağırlık (g) (Ortalama ±SD)	Bireysel total boy (cm) (Ortalama ±SD)
Kontrol grubu	1588±269	50,3±3,7
Bir hafta aralıklı beslenen grup	1643,5±257	49,7±3,3
İki hafta aralıklı beslenen grup	1571±157	49,5±2,3

**Tablo 3.2:** Çalışmada kullanılan erkek bireylerin deneme başlangıcındaki ağırlık (g) ve total boy değerleri (cm)

<b>Erkek Bireyler</b>	Bireysel ağırlık (g) (Ortalama ±SD)	Bireysel total boy (cm) (Ortalama ±SD)
Kontrol grubu	673,5±126	36,5±2,2
Bir hafta aralıklı beslenen grup	681±153	37,2±2,7
İki hafta aralıklı beslenen grup	644±96	36±1,9

### 3.2.3. Çalışma Balıklarının Beslenmesi ve Yemleme Programı

Çalışmada tüm deneme grupları balıkları günlük olarak doyana kadar (09:00,16:00) iki kere beslenmişlerdir. Yem alıp almadığı gözlenen balıklarda yem alımı kesildiği anda yemleme durdurulmuştur. Her bir tanka verilen yemin miktarı tartılarak kaydedilmiştir. Tankların temizliği haftada üç gün akşam yemlemesinden sonra yapılmıştır. Balıkların kontrol edileceği günlerde yem verilmemiştir.

Kontrol grubunu oluşturan balıklara her gün düzenli olarak yem verilmiştir. Bir hafta aralıklı beslenen gruptaki balıklara bir hafta süre ile yem verilmiş; akabindeki bir hafta açlık döngüsü uygulanmış, açlık döngüsünden sonra yine bir hafta yemleme yapılmıştır. Çalışma sonunda gamet elde edilmesine kadar bu grup için bu besleme düzeni uygulanmıştır. İki hafta aralıklı beslenen gruba ise iki hafta boyunca yemleme yapılmış; iki haftalık açlık periyodundan sonra yine iki hafta süre ile yemleme yapılmış ve bu grup içinde çalışma sonuna kadar bu besleme düzeni uygulanmıştır.

### 3.2.4. Deneme Balıklarında Büyüme Performanslarının Belirlenmesi

Çalışma balıklarında büyüme performanslarından canlı ağırlık artışı ve Yem değerlendirme oranı sırasıyla aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır (Çelikkale, 2002).

Yem değerlendirme oranı (YDO) = Tüketilen yem miktarı/ Canlı ağırlık artışı

Canlı Ağırlık Artışı (CAA)=  $A_2 - A_1$

$A_2$  = Periyot sonundaki ortalama bireysel ağırlık (g)

$A_1$  = Periyot başındaki ortalama bireysel ağırlık (g)

### 3.2.5. Çalışmada Kullanılan Dişi Anaç Balıkların Sağımı

Çalışma süresince her bir deneme tankı grubundaki anaç balıklar Eylül 2022 itibari ile gamet oluşumu için kontrol edilmeye başlanmıştır. Yumurta oluşumunun görüldüğü balıklar, sedasyon uygulanarak ilk olarak ağırlık tartımı yapılmış (Şekil 3.4), sonrasında sağım sehpasına alınan balıklar havlu ile kurulandıktan sonra abdominal bölgeye uygulanan masaj ile sağım gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.5). Temiz ve işaretli sağım kaplarına alınan yumurtalar tartıldıktan sonra üzerleri kapatılarak güneş ışığından korunaklı halde dölleme için muhafaza edilmişlerdir.



Şekil 3.4: Çalışmada kullanılan dişi balıkların tartım işlemi



Şekil 3.5: Çalışmada kullanılan dişi balıkların sağım işlemi

### 3.2.6. Çalışmada Elde Edilen Yumurta Örneklerinde Yumurta Kalitesinin Belirlenmesi

#### 3.2.6.1. Nispi ve Total Fekonditeninin Belirlenmesi

Her deneme grubundaki dişilerden işaretli sağımlarına alınan yumurta örneklerinin toplam ağırlığı hesaplandıktan sonra, her yumurta örneğinden 10 g alt örnek ayrılmış ve alt örnekteki yumurta sayısı hesaplanarak kaydedilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6: Sağılan yumurtalarda alt örnekleme tartımı

Tüme varım yöntemi ile total yumurta sayısı kullanılarak, toplam ağırlığı kaydedilmiş bireylere ait total fekondite (yumurta sayısı/birey) ve nispi fekondite (yumurta sayısı/kg) hesaplanmıştır. Toplam Fekondite hesabında aşağıdaki formül kullanılmıştır (Hunter ve diğ., 1985). Nispi fekondite, toplam yumurta sayısının çalışılan balığın toplam ağırlığına bölünmesi ile hesaplanmıştır.

$$\frac{\text{Toplam Fekondite (adet}/\Sigma\text{birey)}}{\text{Alt örnekteki yumurta sayısı (adet) x Toplam yumurta ağırlığı (gr)}} \times \text{Alt örnek ağırlığı (gr)}$$

### 3.2.6.2. Yumurta Çaplarının Belirlenmesi

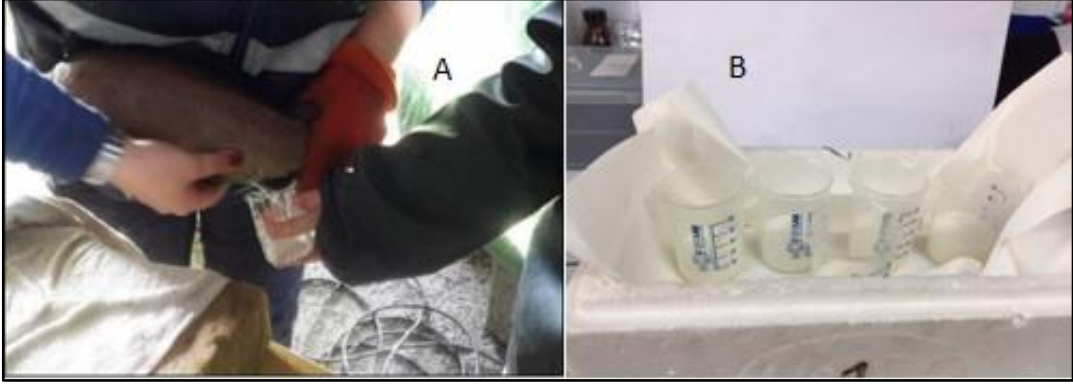
Her bir çalışma grubundan alınan yumurta örneklerinden 10 adet yumurta stereo mikroskop altında (20X) incelenmiş ve mikroskopa bağlı yazılım ile yumurta çapları ölçülerek kaydedilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7: Alınan yumurta örneklerinde yumurta çaplarının ölçülmesi

### 3.2.7. Çalışmada Kullanılan Erkek Anaç Balıkların Sağımları

Çalışma grubundaki erkek balıklar dişi balıklar ile benzer şekilde Eylül 2022 tarihinden itibaren sperm oluşması için kontrol edilmeye başlanmıştır. Yapılan kontroller ile sperm oluşumunun görüldüğü balıklar sedasyon ile sağım masasına alınmış ve vücutları havlu ile kurulandıktan sonra abdominal bölgeye masaj ile spermin sağılması sağlanmıştır. Temiz işaretli cam beherlere alınan spermeler analize tabii tutulana kadar strafor kutu içerisinde +4 °C'de güneş ışığından korunaklı halde muhafaza edilmişlerdir (Şekil 3.8).



**Şekil 3.8:** Çalışmada erkek bireylerden sperm alımı (A) ve muhafazası (B)

### 3.2.8. Çalışmada Elde Edilen Sperm Örneklerinde Sperm Kalitesinin Belirlenmesi

#### 3.2.8.1. Sperm Miktarının Belirlenmesi

Cam beherlere sağılan sperm örneklerinde sperm miktarı beherlerin skalaları ölçęęi doğrultusunda ml olarak belirlenmiştir.

#### 3.2.8.2. Spermatozoa Yoğunluğunun Belirlenmesi

Spermatozoa yoğunluğu, “Hemositometrik yöntem” kullanılarak hesaplanmıştır. Sperm örnekleri ve NaCl (%7) 1:1000 oranında mikro tüp içerisinde karıştırıldıktan sonra Thoma lamı (0,00025 mm<sup>3</sup> hacimli) kullanılarak ışık mikroskobu altında incelenmiştir. Thoma lamının ortasındaki 5 büyük karenin içerisinde yer alan küçük kare içindeki sperm hücreleri sayılmış ve spermatozoa yoğunluğu x10<sup>9</sup>/ml olarak hesaplanmıştır. Spermatozoa yoğunluğunun hesaplanmasında kullanılan formül aşağıda verilmiştir (İleri ve diğ., 2000).

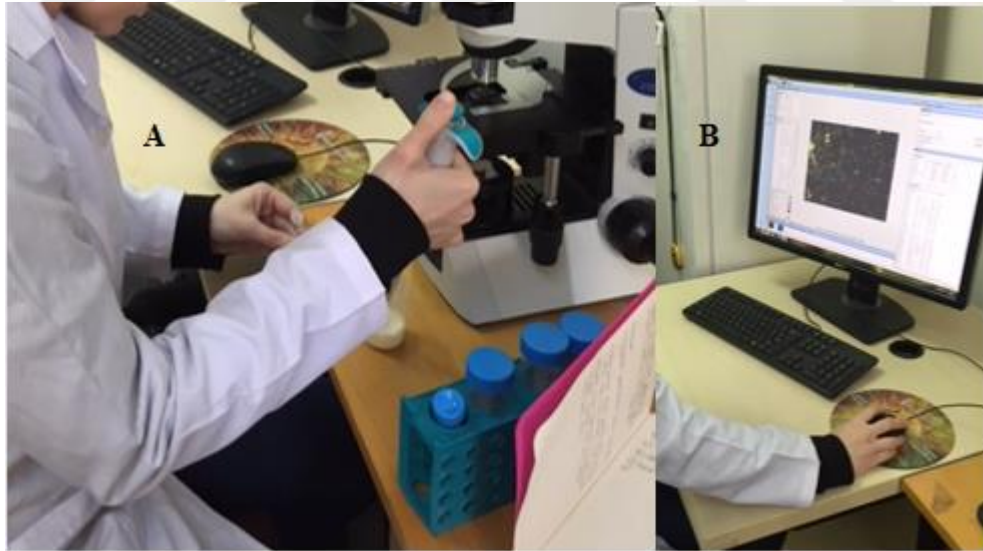
Sayılan spermatozoon sayısı

Yoğunluk  
(/mm<sup>3</sup>)=

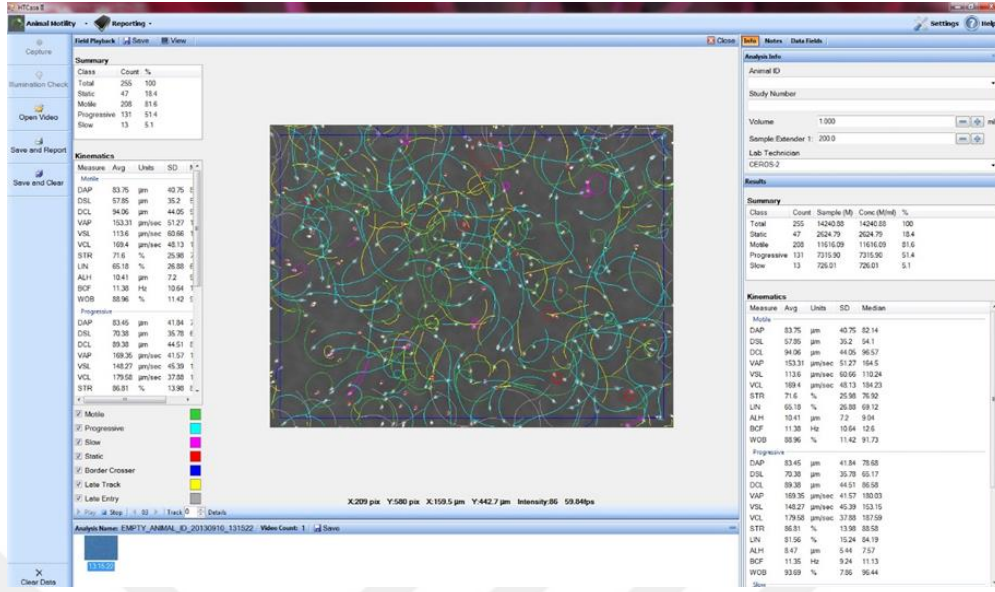
—————  
Sayılan toplam küçük kare sayısı x Bir küçük karenin hacmi x  
Sulandırma oranı

### 3.2.8.3. Spermatozoa'ya Ait Motilitite, motilite süresi ve Motilitiye Bağlı Kinematik Parametrelerin Belirlenmesi

Çalışma balıklarından alınan sperm örneklerinde spermatozoa toplam motilitesi (%), motilite süresi (sn) ve sperm hücrelerinin toplam eğrisel hız (VCL,  $\mu\text{m}/\text{sn}$ ), Bilgisayarlı Otomatik Sperm analiz Sistemi ile ölçülmüştür (CASA Sistem). Mikro tüplere alınan sperm örneklerine (1 ml) aktivasyon solüsyonu olarak belirlenmiş kuluçkahane suyu (100 ml) eklenmiştir. Aktivasyon solüsyonun eklenmesinin hemen ardından karışımdan alınan örnek CASA sisteme ait özel lam ile mikroskop altında incelenmiştir. CASA sisteme ait mikroskopa bağlı kamera ile sperm hücrelerinin hareket etmesini takriben 10. saniyede motilite ve motilitiye bağlı kinematik parametreler video olarak kaydedilmiştir. Sperm örneklerinin her biri 3 tekerrürlü olarak incelenmiş ve tüm örneklerin analizinden sonra kaydedilen videolar ile motilite ve motilitiye ait kinematik hız parametreleri, CASA sisteme ait, analizleri otomatik olarak yapan yazılım sistemi "Hamilton" ile belirlenmiştir (Şekil 3.9). Motilite süresi, otomatik kronometre ile aktivasyonun başlatıldığı işlemde, son sperm hücresinin titreme hareketine geçtiği ana kadar olan süre olarak kaydedilmiştir.



**Şekil 3.9:** Alınan sperm örneklerinin mikroskopta incelenmesi (A) ve bilgisayarlı otomatik sperm analiz sistemi ile analizi (B)



Şekil 3.10: Bilgisayarlı otomatik sperm analiz sisteminde bulunan ve kaydedilmiş video kaydı ile spermatolojik özelliklerin analizini yapmak için kullanılan yazılım sisteminin (Hamilton) bilgisayar ekran görüntüsü.

### 3.2.9. Dölleme çalışmaları

Dölleme çalışmasının yapıldığı gruplar Tablo (3.3)'te verilmiştir.

Tablo 3.3: Dölleme çalışmaları yapılan gruplar

Deneme grupları			
Deneme grupları	Kontrol Erkek	Bir hafta aralıklı beslenen erkek	İki hafta aralıklı beslenen erkek
Kontrol Dişi	X	X	X
Bir hafta aralıklı beslenen dişi	X		
İki hafta aralıklı beslenen dişi	X		

X: dölleme yapılmıştır.

Her deneme grubundan bir dişinden alınan yumurtalar spermatolojik özellikleri belirlenmiş erkek bireye ait spermler ile pooling yapılarak döllendirilmiştir (Şekil 3.11). Yumurtalar üzerine

eklenmiş spermden sonra hassas bir şekilde karıştırılan yumurtaların üzerine kuluçkahane suyu eklenmiş yine karıştırma işleminden sonra 15 dakika sertleşme işlemi için korunaklı halde kuluçhanede muhafaza edilmişlerdir. Dölleme çalışmalarında biriminin rutin dölleme çalışmalarında kullandığı prosedür izlenmiştir (Çelikkale, 2002). Dölleme esnasında aktivasyon ve dölleme solüsyonu olarak, spermatolojik özelliklerin belirlenmesinde aktivasyon solüsyonu olarak kullanılan su kaynağı kullanılmıştır. Döllenmiş yumurtalar, birim kuluçkahanesine ait işaretlenmiş dolap tipi inkübatör sistemlerine her bir deneme grubu bir kasette olacak şekilde yerleştirilmişlerdir. Dölleme çalışması her deneme grubu için 3 tekrarlı olarak yapılmıştır.



**Şekil 3.11:** Deneme gruplarında dölleme işlemleri



**Şekil 3.12:** Dölleme işleminden sonra yumurtaların yerleştirildiği inkübatörler

Ölü yumurtalar hergün toplanarak temizlenmiş ve kaydedilmiştir. Dölleme yüzdesi aşağıdaki formül ile gözlü evre aşamasına kadar belirlenmiştir (Hunter ve diğ., 1985).

Dölleme yüzdesi (%)=  $\frac{\Sigma \text{Döllelenmiş yumurta sayısı}}{\Sigma \text{Yumurta sayısı}} \cdot 100$

### 3.2.10. İstatistiksel Analiz

Çalışma 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) ve t-testi kullanılarak değerlendirilmiştir (Zar, 1996).

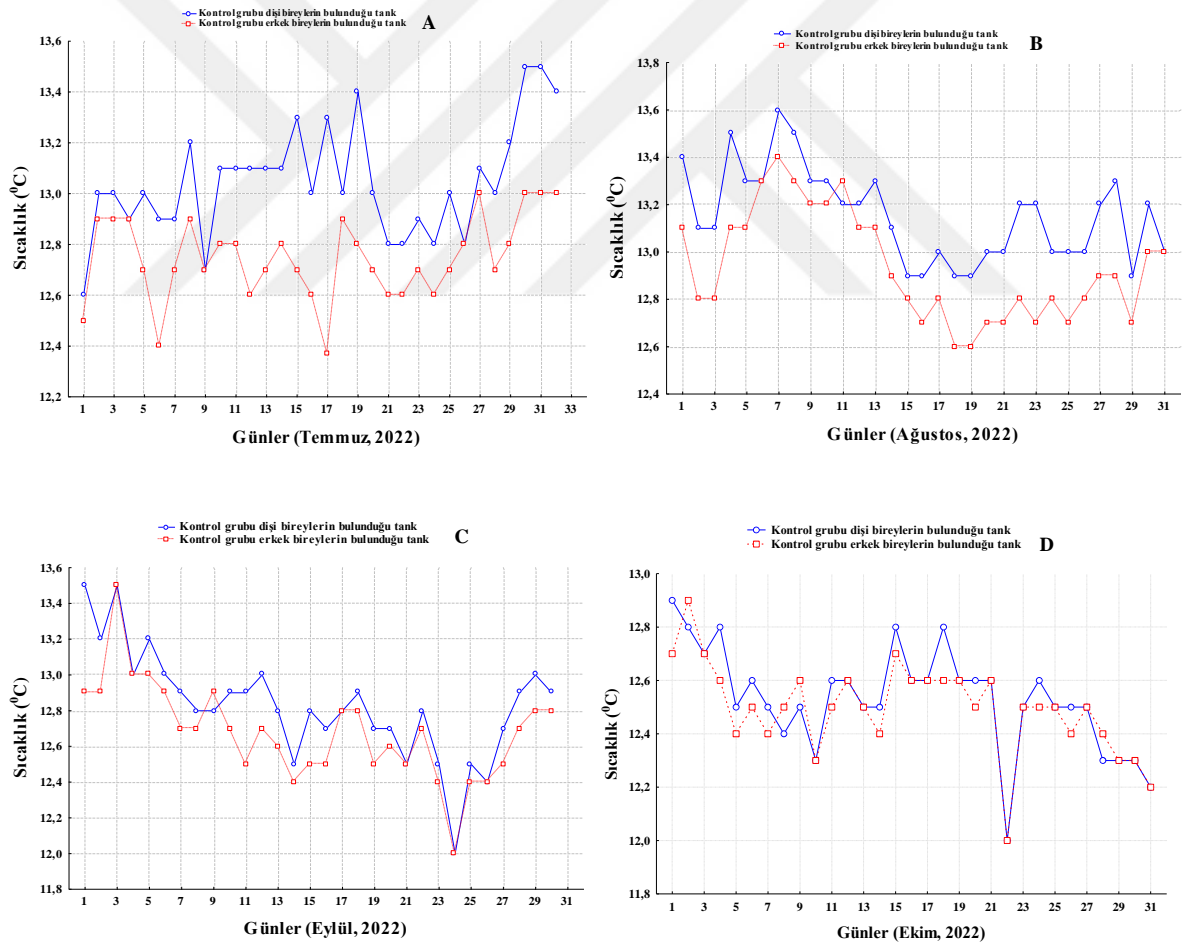
### Etik Kurul İzni

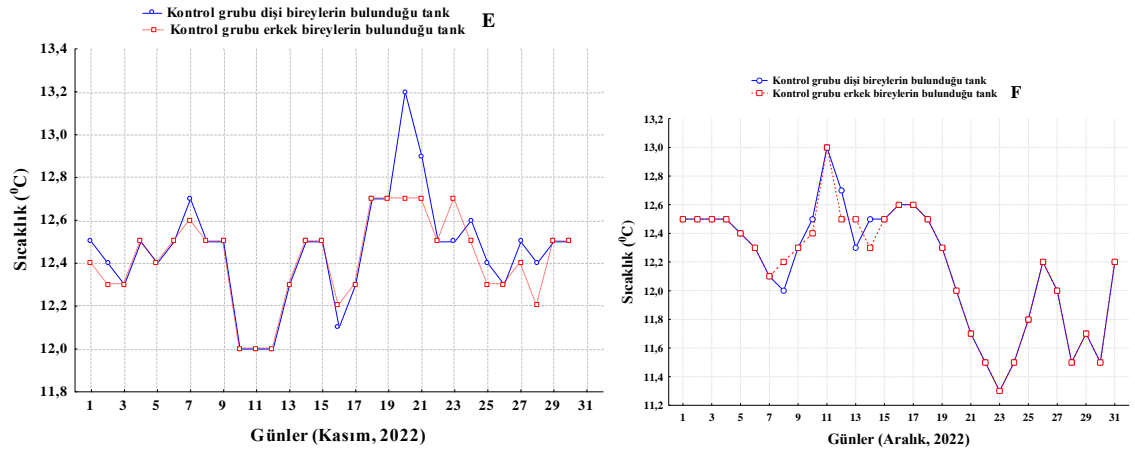
Bu tez çalışması için İstanbul Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'dan 27.05.2022 tarihli ve 2022/15 etik onay belgesi alınmıştır. |

## 4. BULGULAR

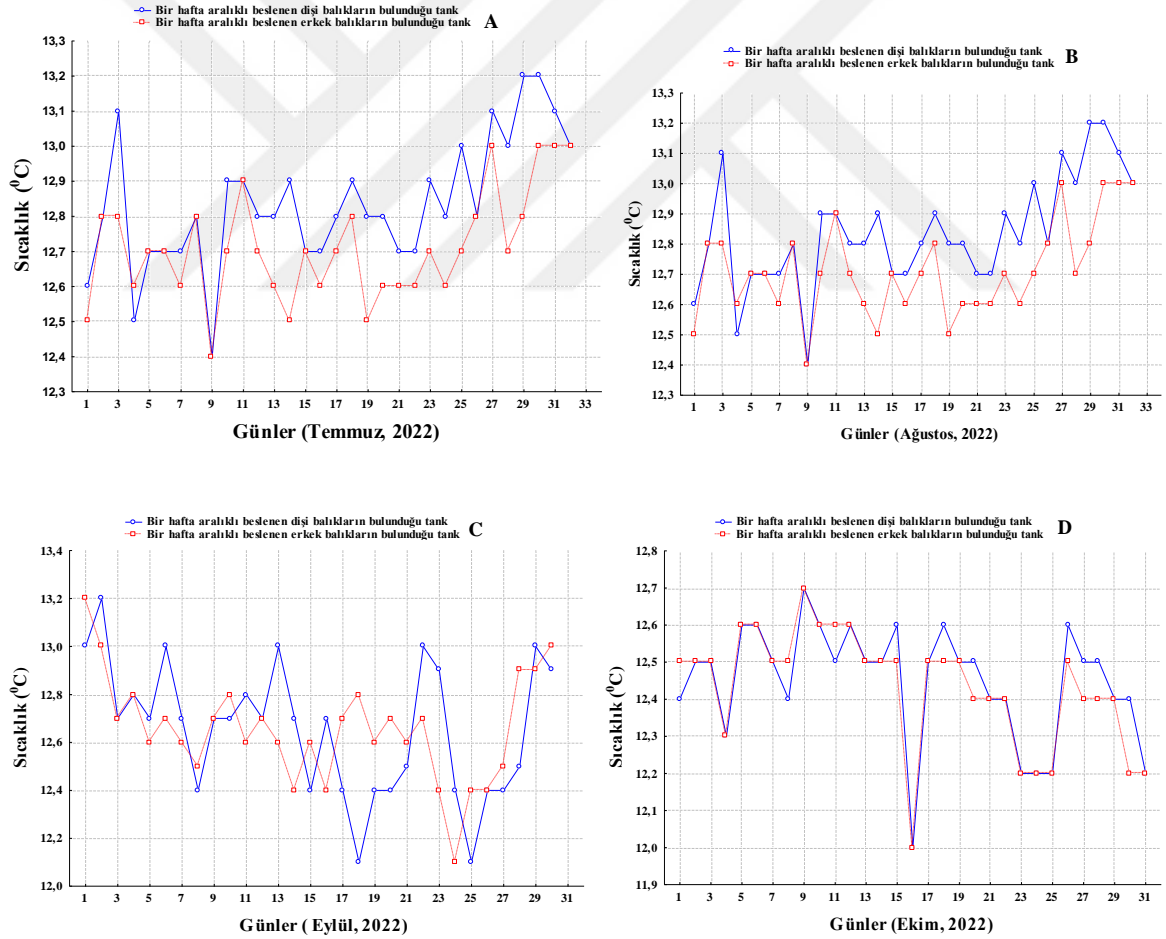
### 4.1. DENEY TANKLARINDAKİ SUYUN SICAKLIK DEĞERLERİ

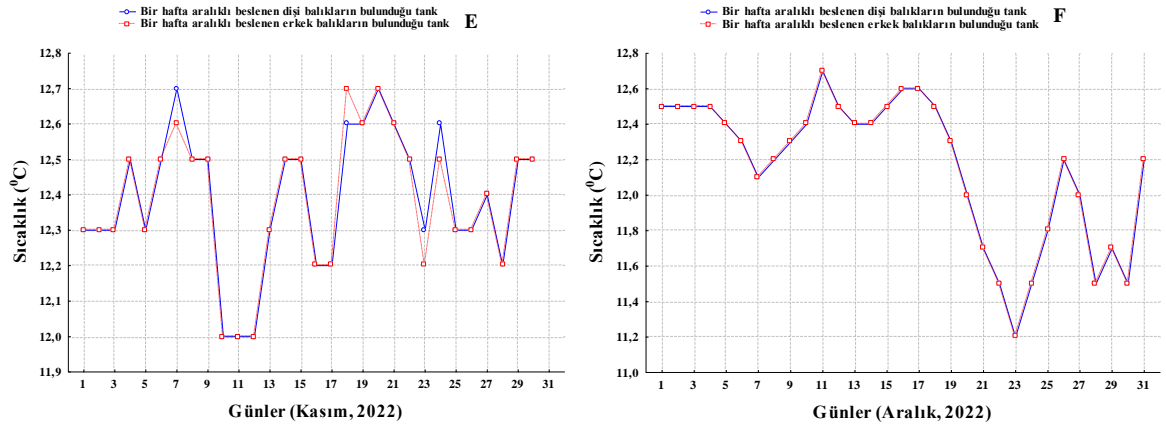
Deneme başlangıcı 01.07.2022 ve bitişi olan 15.01.2023 tarihleri arasında balıkların içinde buldukları tanklara gelen suyun sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ ) değerleri aylık olarak her bir deneme grubu için Şekil 4.1.; 4.2 ve 4.3'te verilmiştir. Deneme sürecince tüm deneme tanklarında ölçülen sıcaklık değerleri Temmuz ayında 12,37-13,5  $^{\circ}\text{C}$  (min-max); Ağustos ayında 12,6-13,7  $^{\circ}\text{C}$  (min-max); Eylül ayında 12-13,5  $^{\circ}\text{C}$  (min-max); Ekim ayında 12-13  $^{\circ}\text{C}$  (min-max); Kasım ayında 12-13,2 $^{\circ}\text{C}$  (min-max) ve Aralık ayında 11,2-13  $^{\circ}\text{C}$  (min-max) olarak kaydedilmiştir. pH değeri 7,5-8,5 arasında değişmiştir.



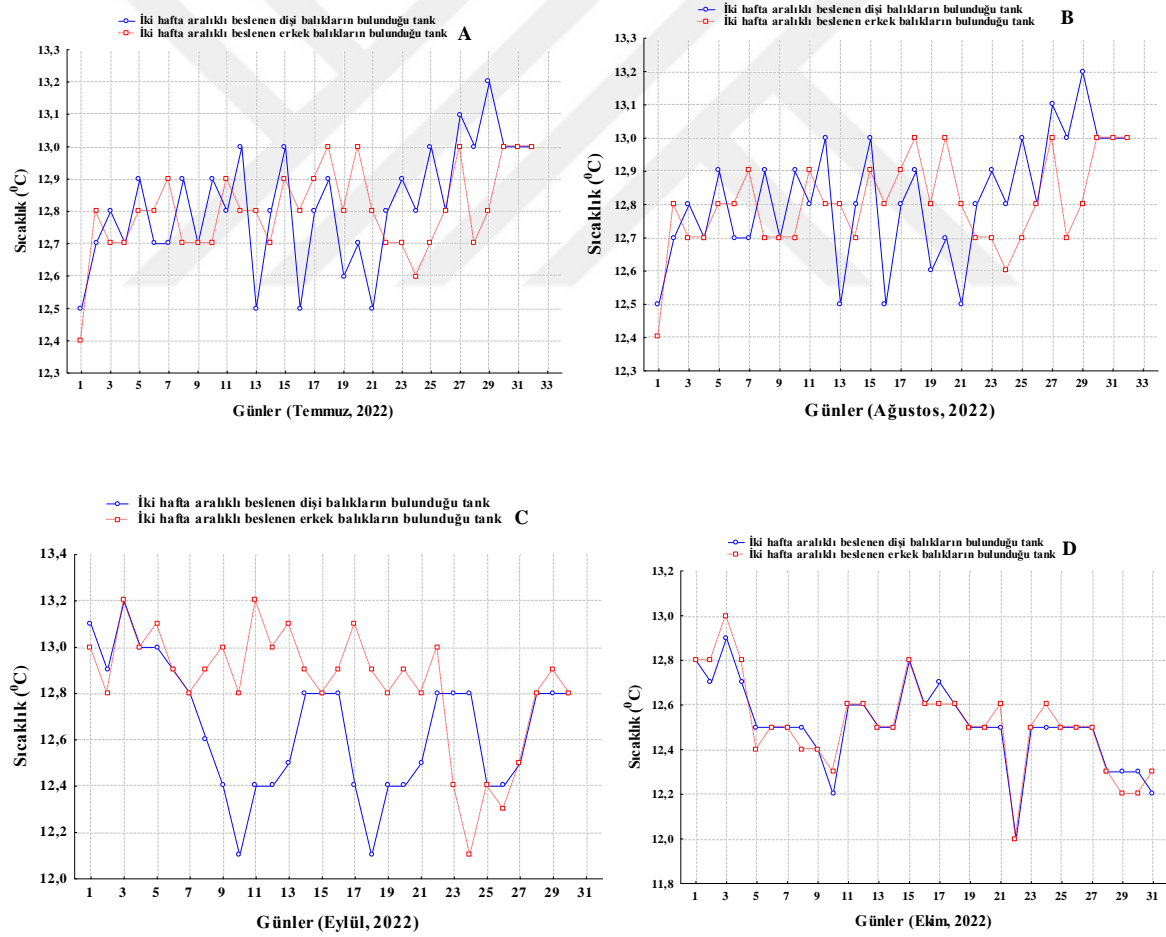


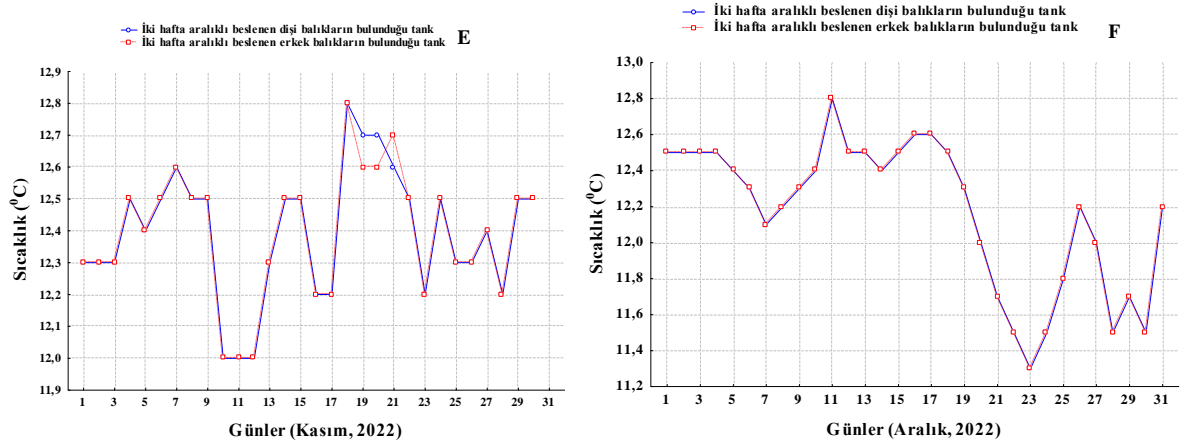
**Şekil 4.1:** Kontrol grubunu oluşturan deney tanklarındaki suyun aylık sıcaklık değerleri (°C) A (Temmuz), B (Ağustos), C (Eylül), D (Ekim), E (Kasım), F (Aralık)





**Şekil 4.2:** Bir hafta aralıklı beslenen deney grubunu oluşturan tanklarındaki suyun aylık sıcaklık değerleri (°C) A (Temmuz), B (Ağustos), C (Eylül), D (Ekim), E (Kasım), F (Aralık)





**Şekil 4.3:** İki hafta aralıklı beslenen deney grubunu oluşturan tanklarındaki suyun aylık sıcaklık değerleri (°C) A (Temmuz), B (Ağustos), C (Eylül), D (Ekim), E (Kasım), F (Aralık)

## 4.2. BALIKLARIN BÜYÜME PERFORMANSLARI

### 4.2.1. Balıklarda Canlı Ağırlık Artışı

Deneme başlangıcı ve toplam 6 ay sonunda yapılan tartımlar sonucunda saptanan verilere göre hesaplanan canlı ağırlık artışı, bireysel olarak ölçülmüş, değerler ortalama ve standart sapmaları ile verilmiştir. Balıkların total boyları deney başlangıcı ve sonunda farklılık göstermediği için sonuçlar değerlendirilmeye alınmamıştır.

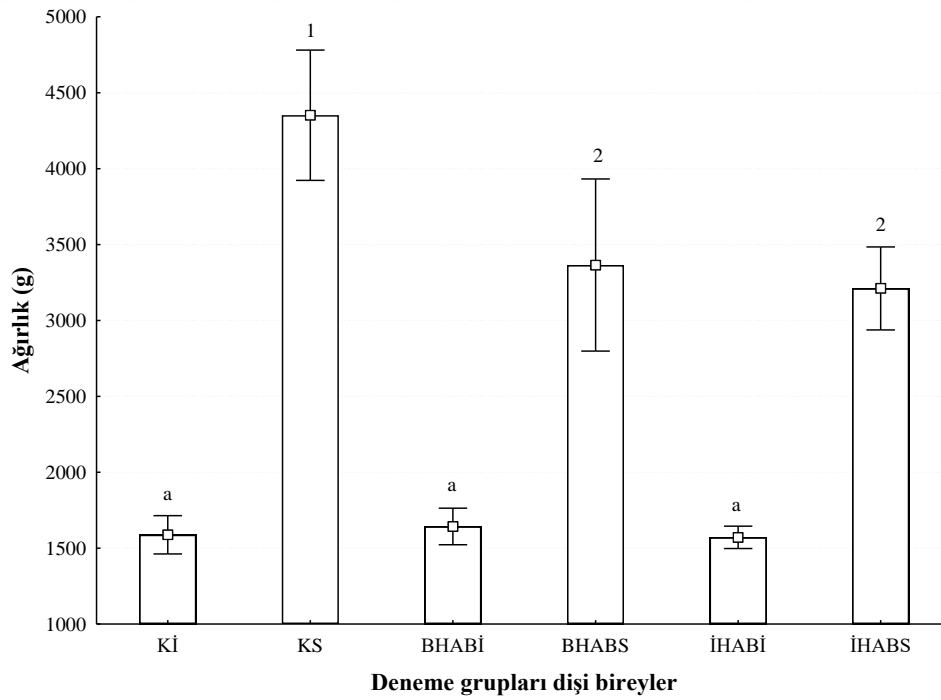
#### 4.2.1.1. Dişi Balıklarda Canlı Ağırlık Artışı

Çalışmada en yüksek canlı ağırlık artışı kontrol grubundaki dişi balıklarda görülmüştür (2763 g). Bunu sırasıyla bir hafta aralıklı beslenen grup (1721 g) ve iki hafta aralıklı beslenen grup (1639 g) izlemiştir. Deneme gruplarının hepsinde canlı ağırlık artışı görülmüştür. Deneme gruplarında yemden yararlanma oranı (FCR) değerine bakıldığında, kontrol grubunda 0,9 olan FCR, bir hafta aralıklı beslenen grupta 1; iki hafta aralıklı beslenen grupta ise 1,08 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.1).

**Tablo 4.1:** Denemede kullanılan dişi balıkların deneme gruplarına göre, başlangıç ağırlıkları, deneme sonu ağırlıkları, ortalama canlı ağırlık artışları ve yemden yararlanma oranları

	Deney Grupları Dişi Bireyler		
	Kontrol grubu	Bir hafta aralıklı beslenen grup	İki hafta aralıklı beslenen grup
Deneme başı tank ortalama ağırlık (g±sd)	1588±270	1643±257	1571±157
Deneme sonu tank ortalama ağırlık (g±sd)	4352±270	3365±540	3211±295
Bireysel canlı ağırlık artışı (g)	2763	1721	1639
Yem değerlendirme oranı	0,9	1	1,08

Deneme gruplarında dişi bireylerde deneme başlangıcındaki ilk bireysel ağırlıklar ile yapılan istatistiksel çalışmada gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Deneme sonunda elde edilen ağırlıklarda bir hafta ve iki hafta aralıklı beslenen gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edilememiş ( $p>0,05$ ) ancak en yüksek canlı ağırlık artışının görüldüğü kontrol grubunda son bireysel ağırlıklar diğer iki gruptan anlamlı olarak farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ) (Şekil 4.4).



**Şekil 4.4:** Dişi balıkların bireysel canlı ağırlık artışları (Ortalama ± SD) Aynı harfler ile gösterilen değerler arasındaki istatistiksel fark Tukey testine göre %95 doğruluk düzeyinde önemli bulunmamıştır.

Farklı rakamlar ile gösterilen değerler arasındaki istatistiki fark Tukey testine göre %95 doğruluk düzeyinde önemli bulunmuştur.

<sup>1</sup>Kİ: Kontrol grubu bireysel ilk ağırlık; KS: Kontrol grubu bireysel son ağırlık; BHABİ: Bir hafta aralıklı beslenen grup bireysel ilk ağırlık; BHABS: Bir hafta aralıklı beslenen grup bireysel son ağırlık; İHABİ: İki hafta aralıklı beslenen grup bireysel ilk ağırlık; İHABS: İki hafta aralıklı beslenen grup bireysel son ağırlık

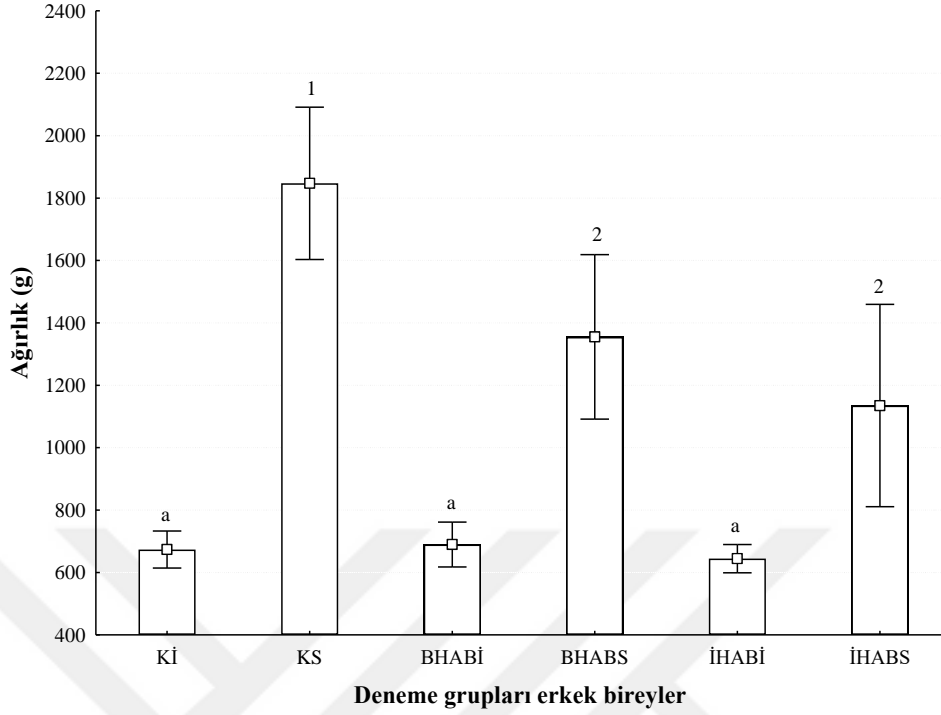
#### 4.2.1.2. Erkek Balıklarda Canlı Ağırlık Artışı

En yüksek canlı ağırlık artışı kontrol grubundaki erkek balıklarda görülmüştür (1173 g). Bunu sırasıyla iki hafta aralıklı beslenen grup (490,6 g) ve bir hafta aralıklı beslenen grup (464 g) izlemiştir. Deneme gruplarında yemden yararlanma oranı (FCR) değerine bakıldığında ise, kontrol grubunda 1,4 olan FCR, bir hafta aralıklı beslenen grupta 1,3; iki hafta aralıklı beslenen grupta ise 1,4 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.2).

**Tablo 4.2:** Denemede kullanılan erkek balıkların deneme gruplarına göre, başlangıç ağırlıkları, deneme sonu ağırlıkları, ortalama canlı ağırlık artışları ve yemden yararlanma oranları

	Deney Grupları Erkek Bireyler		
	Kontrol grubu	Bir hafta aralıklı beslenen grup	İki hafta aralıklı beslenen grup
Deneme başı tank ortalama ağırlık (g±sd)	673±126	681±153	644±94
Deneme sonu tank ortalama ağırlık (g±sd)	1847±403	1145±165	1135±97
Bireysel canlı ağırlık artışı (g)	1173	464	490,6
Yem değerlendirme oranı	1,4	1,3	1,4

Deneme gruplarında erkek bireylerde deneme başlangıcındaki ilk bireysel ağırlıklar ile yapılan istatistiksel çalışmada gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Deneme sonunda elde edilen ağırlıklarda bir hafta ve iki hafta aralıklı beslenen gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edilememiş ( $p>0,05$ ) ancak en yüksek canlı ağırlık artışının görüldüğü kontrol grubunda son bireysel ağırlıklar diğer iki gruptan anlamlı olarak farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ) (Şekil 4.5).



**Şekil 4.5:** Erkek balıkların bireysel canlı ağırlık artışları (Ortalama  $\pm$  SD) Aynı harfler ile gösterilen değerler arasındaki istatistiksel fark Tukey testine göre % 95 doğruluk düzeyinde önemli bulunmamıştır. Farklı rakamlar ile gösterilen değerler arasındaki istatistiksel fark Tukey testine göre % 95 doğruluk düzeyinde önemli bulunmuştur.

'Kİ: Kontrol grubu bireysel ilk ağırlık; KS: Kontrol grubu bireysel son ağırlık; BHABİ: Bir hafta aralıklı beslenen grup bireysel ilk ağırlık; BHABS: Bir hafta aralıklı beslenen grup bireysel son ağırlık; İHABİ: İki hafta aralıklı beslenen grup bireysel ilk ağırlık; İHABS: İki hafta aralıklı beslenen grup bireysel son ağırlık

### 4.3. BALIKLARDA GAMET KALİTESİ

#### 4.3.1. Dişi Balıklarda Gamet Kalitesi

Kasım 2022 tarihi ile deneme gruplarında gamet olgunlaşmasının kontrolüne başlanmıştır. Yapılan kontroller sonunda ilk gamet olgunlaşması 29.12.2022 tarihinde görülmüş ve çalışmanın hedefleri doğrultusunda tüm laboratuvar çalışmaları ve dölleme çalışmaları hazır olan bireyler üzerinde gerçekleştirilmiştir. 05.01.2023; 06.01.2023 ve 11.01.2023 tarihlerinde de yapılan kontrol ile gamet elde edilen tüm bireylerde aynı işlemler tekrarlanarak, çalışma 15.01.2023 tarihinde sonlandırılmıştır.

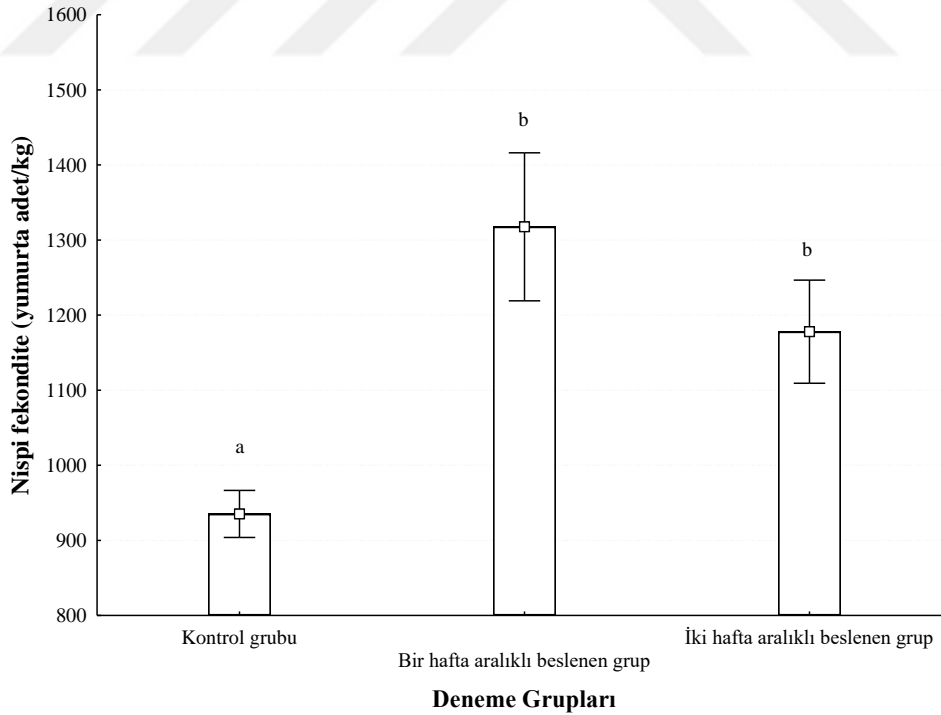
##### 4.3.1.1. Fekondite ve Yumurta Çapı

Deneme gruplarından elde edilen yumurtalara ait nispi fekondite, total fekondite ve yumurta çaplarına ait veriler Tablo 4.3'te verilmiştir. En düşük nispi fekondite kontrol grubunda ( $935 \pm 62$  yumurta adet/kg); en yüksek ise bir hafta aralıklı beslenen grupta ( $1317 \pm 241$  yumurta

adet/kg) görülmüştür (Tablo 4.3). Deneme gruplarında nispi fekondite değerleri arasında yapılan istatistiksel çalışmada bir ve iki hafta aralıklı beslenen 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).

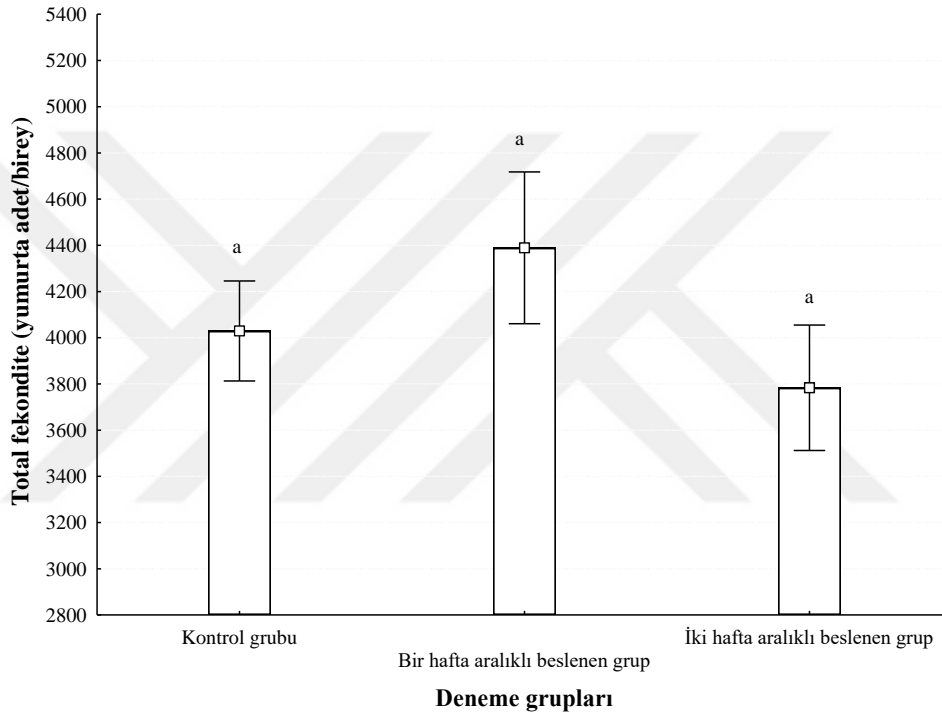
**Tablo 4.3:** Deneme gruplarında dişi balıklara ait Nispi fekondite (yumurta adet/kg), Toplam fekondite (yumurta adet/birey) ve Yumurta çapı (mm) değerleri (Ortalama $\pm$ SD)

Deneme grupları	Nispi Fekondite (yumurta adet/kg)	Total Fekondite (yumurta adet/birey)	Yumurta çapı (mm)
Kontrol	935 $\pm$ 62	4029 $\pm$ 432	3,5 $\pm$ 0,16
Bir hafta aralıklı beslenen grup	1317 $\pm$ 241	4389 $\pm$ 804	3,36 $\pm$ 0,24
İki hafta aralıklı beslenen grup	1178 $\pm$ 168	3783 $\pm$ 429	3,4 $\pm$ 0,13



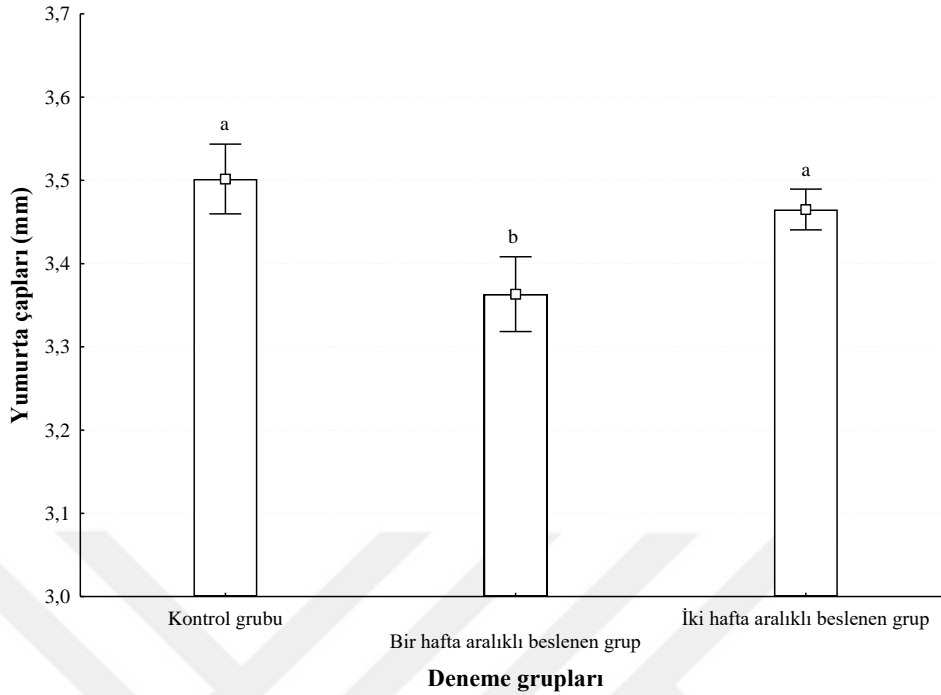
**Şekil 4.6:** Deneme gruplarında dişi bireylerden elde edilen yumurtalarda nispi fekondite (yumurta adet/kg) değerleri (Ortalama $\pm$ SD). Farklı harfler ile gösterilen değerler arasındaki istatistiksel fark Tukey testine göre % 95 doğruluk düzeyinde önemli bulunmuştur.

Bireylere ait total fekondite incelendiğinde ise en yüksek total fekondite değeri bir hafta aralıklı beslenen grupta ( $4389 \pm 804$  yumurta adet/birey); en düşük ise iki hafta aralıklı beslenen grupta ( $3783 \pm 429$  yumurta adet/birey) bulunmuştur. Kontrol grubunda ise  $4029 \pm 432$  (yumurta adet/birey) olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Total fekondite değerleri arasında yapılan istatistiksel çalışmada total fekondite değerleri bakımından üç grup arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ( $p > 0.05$ ) (Şekil 4.7).



**Şekil 4.7:** Deneme gruplarında dişi bireylerden elde edilen yumurtalarda total fekondite (yumurta adet/birey) değerleri (Ortalama $\pm$ SD). Aynı harfler ile gösterilen değerler arasındaki istatistiksel fark Tukey testine göre % 95 doğruluk düzeyinde önemli bulunmamıştır.

Deneme gruplarındaki dişi bireylerden elde edilen yumurtalarda yumurta çapları incelendiğinde ise yumurta çapları sırası ile kontrol grubunda  $3,5 \pm 0,16$  mm; bir hafta aralıklı beslenen grupta  $3,36 \pm 0,24$  mm ve iki hafta aralıklı beslenen grupta  $3,4 \pm 0,13$  mm olarak bulunmuştur. En yüksek kontrol grubunda en düşük ise bir hafta aralıklı beslenen grupta bulunan yumurta çapları arasında kontrol grubu ve iki hafta aralıklı beslenen grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamışken ( $p > 0,05$ ); bir hafta aralıklı beslenen deneme grubuna ait yumurta çapı değerlerinde hem kontrol grubu hem de iki hafta aralıklı beslenen gruplar ile kıyaslandığında; anlamlı bir fark tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ) (Şekil 4.8).



**Şekil 4.8:** Deneme gruplarında dişi bireylerden elde edilen yumurtalarda yumurta çapı (mm) değerleri (Ortalama±SD). Farklı harfler ile gösterilen değerler arasındaki istatistiksel fark Tukey testine göre % 95 doğruluk düzeyinde önemli bulunmuştur.

#### 4.3.2. Erkek Balıklarda Gamet Kalitesi

Kasım 2022 tarihi ile deneme gruplarında gamet olgunlaşmasının kontrolüne başlanmıştır. Yapılan kontroller sonunda ilk gamet olgunlaşması 29.12.2022 tarihinde görülmüş ve çalışmanın hedefleri doğrultusunda tüm laboratuvar çalışmaları ve dölleme çalışmaları hazır olan bireyler üzerinde gerçekleştirilmiştir. 05.01.2023; 06.01.2023 ve 11.01.2023 tarihlerinde de yapılan kontrol ile gamet elde edilen tüm bireylerde aynı işlemler tekrarlanarak, çalışma 15.01.2023 tarihinde sonlandırılmıştır.

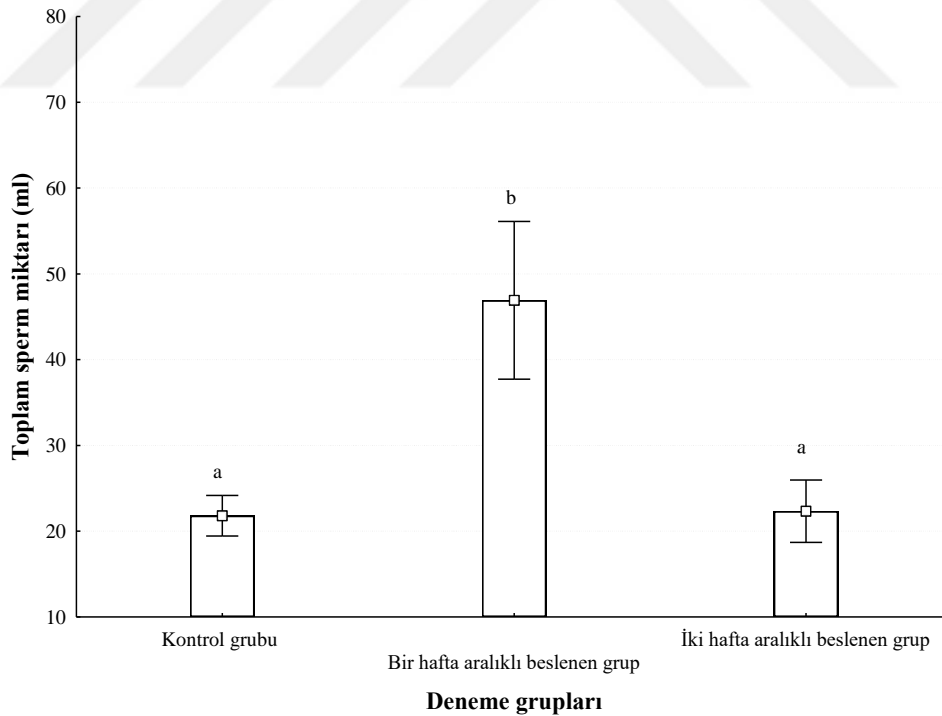
##### 4.3.2.1 Sperma miktarı ve Spermatozoa yoğunluğu

Deneme gruplarından elde edilen sperm örneklerine ait toplam sperm miktarı (ml/birey); spermatozoa yoğunluğu ( $10^9$  hücre/ml); sperm hücrelerine ait toplam motilite (%), motilite süresi (sn) ve toplam VCL ( $\mu\text{m}/\text{sn}$ ) değerlerine ait veriler Tablo 4.4'te verilmiştir.

**Tablo 4.4:** Deneme balıklarından elde edilen sperm örneklerinde sperm miktarı, spermatozoa yoğunluğu, toplam motilite, toplam motilite süresi ve toplam VCL değerleri (Ortalama±SD)

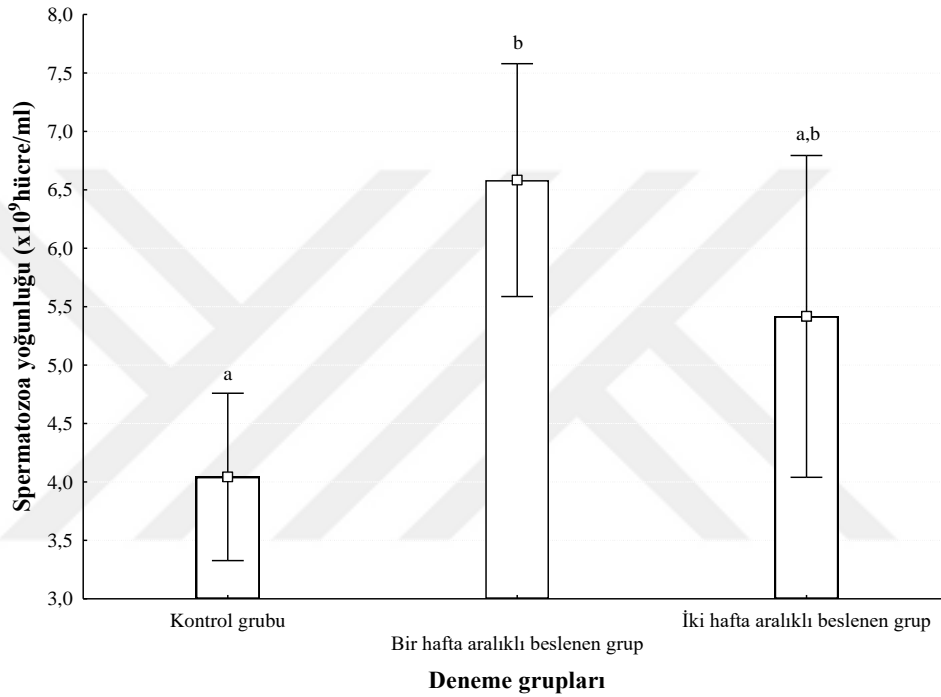
Deneme Grupları	Sperm miktarı (ml/birey)	Yoğunluk ( $10^9$ hücre/ml)	Toplam motilite (%)	Toplam motilite süresi (sn)	Toplam VCL ( $\mu\text{m/sn}$ )
Kontrol grubu	21,8±7	4,04±0,7	94,2±2,4	24,8±2,9	63,1±9,1
Bir hafta aralıklı beslenen grup	46,9±20	6,5±0,8	93,42±1,5	23,6±1,4	65,7±6,9
İki hafta aralıklı beslenen grup	22,3±8,1	5,4±1,19	93,16±1,3	25,8±1,8	60,1±14

Çalışmada erkek balıklardan alınan sperm örneklerinde toplam sperm miktarı en yüksek bir hafta aralıklı beslenen grupta ( $46,9 \pm 20$  ml); en düşük ise  $21,8 \pm 7$  ml olarak kontrol grubunda bulunmuştur. Kontrol grubu ve iki hafta aralıklı beslenen gruplar arasında sperm miktarlarında anlamlı bir fark tespit edilmemişken ( $p > 0,05$ ); bir hafta aralıklı beslenen gruptaki sperm miktarı hem kontrol grubu hem de iki hafta aralıklı beslenen grup ile farklılık göstermiştir ( $p < 0,05$ ) (Şekil 4.9).



**Şekil 4.9:** Deneme gruplarında erkek bireylerden elde edilen toplam sperm miktarları (Ortalama±SD). Farklı harfler ile gösterilen değerler arasındaki istatistiksel fark Tukey testine göre % 95 doğruluk düzeyinde önemli bulunmuştur.

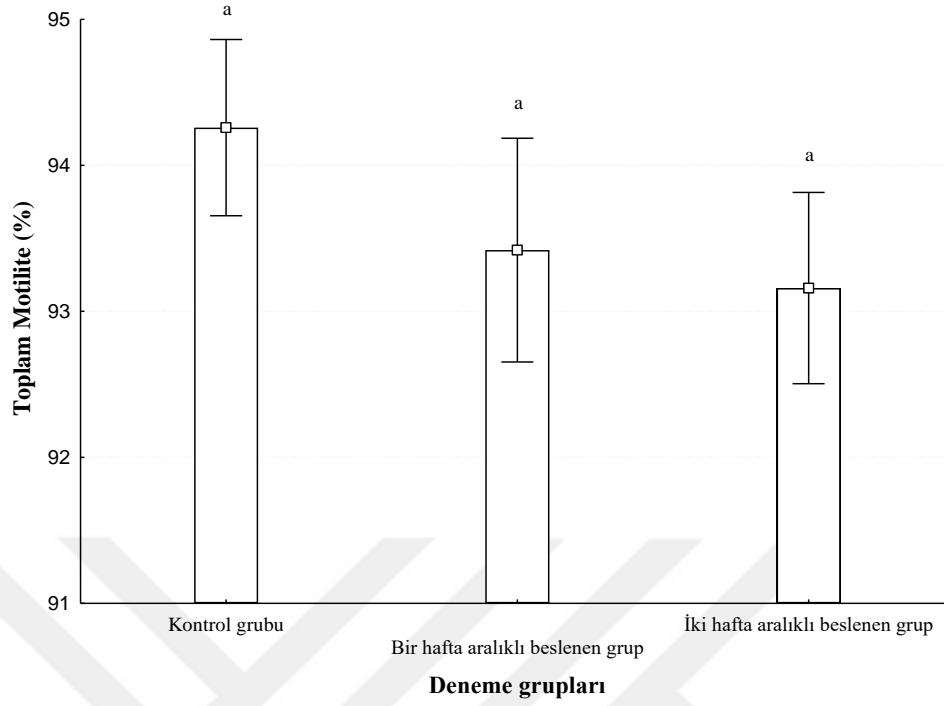
Çalışma gruplarında alınan spermelerde sperm yoğunlukları sırası ile kontrol grubunda  $4,04 \pm 0,7 \times 10^9$  hücre/ml; bir hafta aralıklı beslenen grupta  $6,5 \pm 0,8 \times 10^9$  hücre/ml; iki hafta aralıklı beslenen grupta ise  $5,4 \pm 1,19 \times 10^9$  hücre/ml olarak bulunmuştur. Sperm konsantrasyonları sonuçları ile yapılan istatistiksel analizde; bir hafta aralıklı beslenen grup kontrol grubundan ve iki hafta aralıklı beslenen grup ile farklılık göstermişken ( $p < 0,05$ ); kontrol grubu ve iki hafta aralıklı beslenen grup ise benzerlik göstermiştir ( $p > 0,05$ ) (Şekil 4.10).



**Şekil 4.10:** Deneme gruplarında erkek bireylerden elde edilen spermde spermatozoa yoğunluğu ( $10^9$  hücre/ml) (Ortalama±SD) Farklı harfler ile gösterilen değerler arasındaki istatistiksel fark Tukey testine göre % 95 doğruluk düzeyinde önemli bulunmuştur.

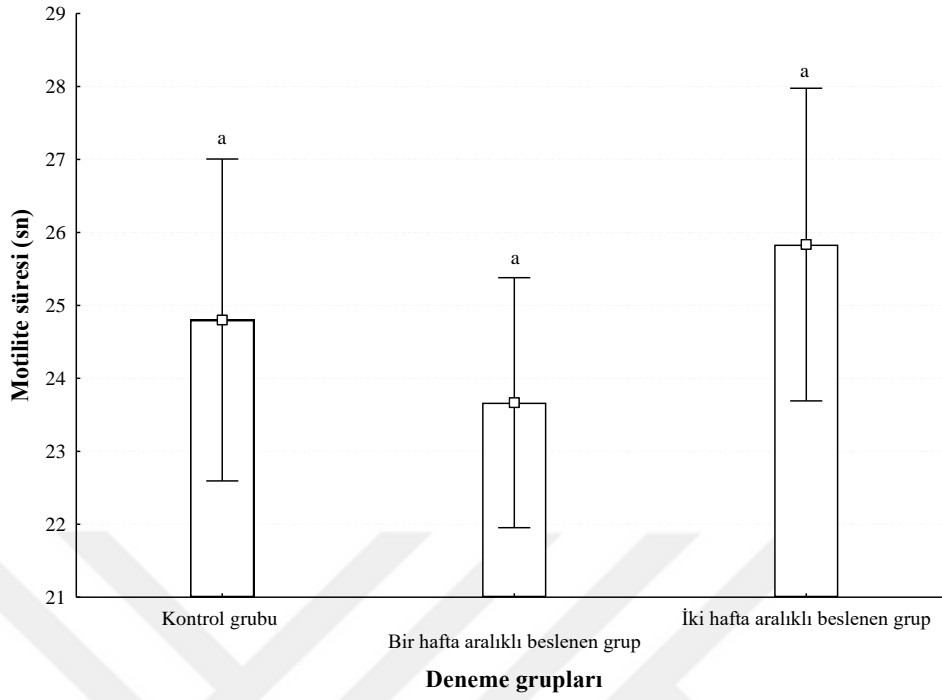
#### 4.3.2.2. Sperm Hücrelerine ait toplam motilite (%), motilite süresi (sn) ve toplam VCL ( $\mu\text{m}/\text{sn}$ )

Sperm hücrelerine ait toplam motilite değeri %94,2±2,4 olarak en yüksek kontrol grubunda tespit edilmişken, bunu sırası ile %93,42±1,5 ile bir hafta aralıklı beslenen grup ve %93,16±1,3 ile iki hafta aralıklı beslenen grup izlemiştir. Yapılan istatistiksel analizde ise üç grup arasında sperm hücrelerinin toplam motilite değerleri arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ( $p > 0,05$ ) (Şekil 4.11).



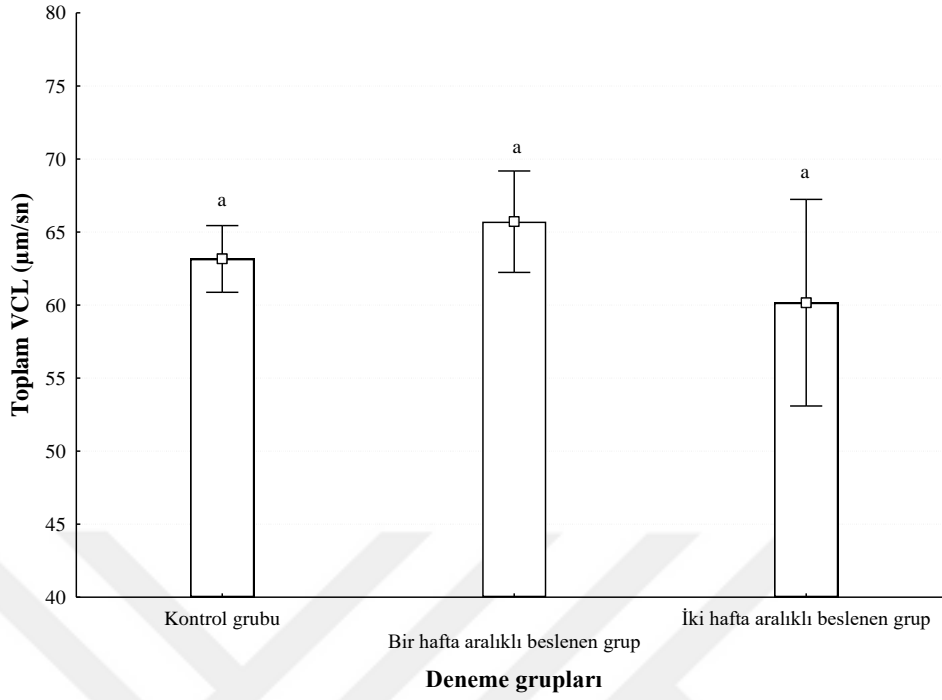
**Şekil 4.11:** Deneme gruplarında erkek bireylerden elde edilen spermde sperm hücrelerinin toplam motilite değerleri (%) (Ortalama±Standart sapma) Aynı harfler ile gösterilen değerler arasındaki istatistiksel fark Tukey testine göre % 95 doğruluk düzeyinde önemli bulunmamıştır.

Sperm hücrelerinin motilite süresi ise kontrol grubunda  $24,8 \pm 2,9$  sn; bir hafta aralıklı beslenen grupta  $23,6 \pm 1,4$  sn ve iki hafta aralıklı beslenen grupta ise  $25,8 \pm 1,8$  sn olarak bulunmuştur. Sperm hücrelerinin motilite sürelerinde gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ( $p > 0,05$ ) (Şekil 4.12).



**Şekil 4.12:** Deneme gruplarında erkek bireylerden elde edilen spermelerde sperm hücrelerine ait motilite süresi (sn) (Ortalama±SP). Aynı harfler ile gösterilen değerler arasındaki istatistiksel fark Tukey testine göre % 95 doğruluk düzeyinde önemli bulunmamıştır.

Sperm hücrelerinin motilitesine ait kinematik parametrelerden toplam VCL kontrol grubunda  $63,1 \pm 9,1 \mu\text{m}/\text{sn}$ , bir hafta ara ile beslenen grupta  $65,7 \pm 6,9 \mu\text{m}/\text{sn}$  ve iki hafta aralıklı beslenen grupta  $60,1 \pm 14 \mu\text{m}/\text{sn}$  olarak bulunmuştur. Toplam VCL değeri en yüksek bir hafta aralıklı beslenen grupta bulunmuş ancak gruplar arasında toplam VCL değerleri bakımından anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ( $p > 0,05$ ) (Şekil 4.13).



**Şekil 4.13:** Deneme gruplarında erkek bireylerden elde edilen spermde sperm hücrelerinin toplam VCL değerleri ( $\mu\text{m}/\text{sn}$ ) (Ortalama $\pm$ SD). Aynı harfler ile gösterilen değerler arasındaki istatistiksel fark Tukey testine göre % 95 doğruluk düzeyinde önemli bulunmamıştır.

#### 4.3.3. Dölleme Çalışmaları

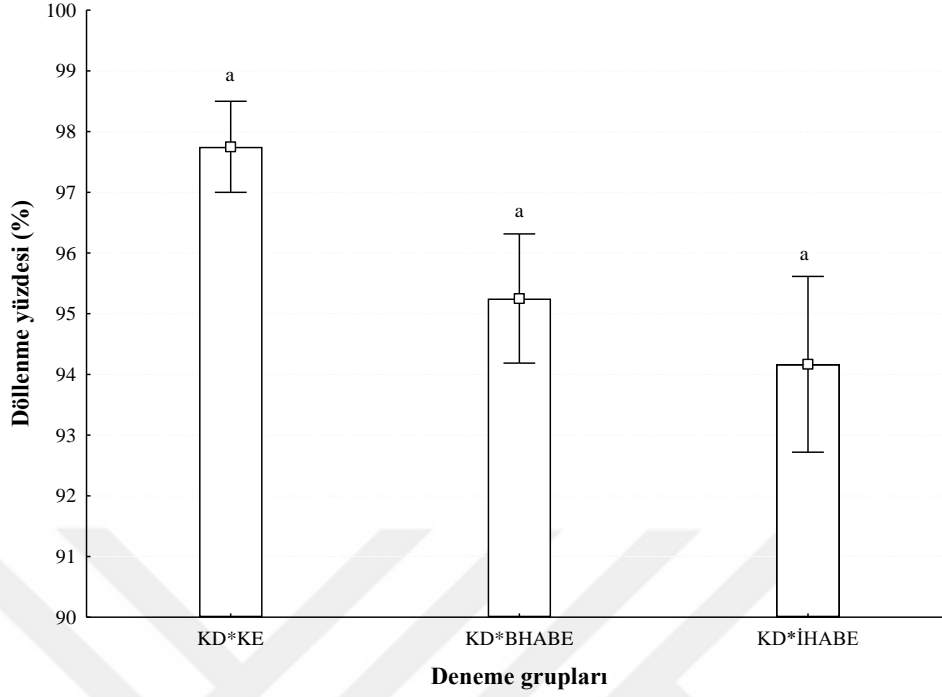
Çalışmada dölleme çalışmaları her deneme grubu için kontrollü olarak yapılmıştır. Deneme gruplarında dişi bireylerin verimliliğini ortaya koymak için; tüm deneme gruplarından alınan yumurtalar erkek balıklardan alınan aynı sperm örnekleri ile döllenmişlerdir. Yine erkek bireylerin verimliliğini ortaya koymak için, her deneme grubundan alınan sperm örnekleri, kontrol grubundan aynı dişiye ait yumurtalar ile döllemede kullanılmıştır. Tüm deneme gruplarında dölleme yüzdesi gözlü evreye kadar hesaplanmıştır. Deneme gruplarına ait dölleme yüzdeleri Tablo 4.5'te verilmiştir.

**Tablo 4.5:** Deneme gruplarında yapılan dölleme çalışmasında elde edilen dölleme yüzdeleri (%)(%Ortalama±SD).

Deneme grupları	Kontrol Erkek	Bir hafta aralıklı beslenen erkek	İki hafta aralıklı beslenen erkek
Kontrol Dişi	%97,75±1,2	%95,2±2,81	%94,1±3,2
Bir hafta aralıklı beslenen dişi	%74,3±7	*	*
İki hafta aralıklı beslenen dişi	%68,1±1,9	*	*

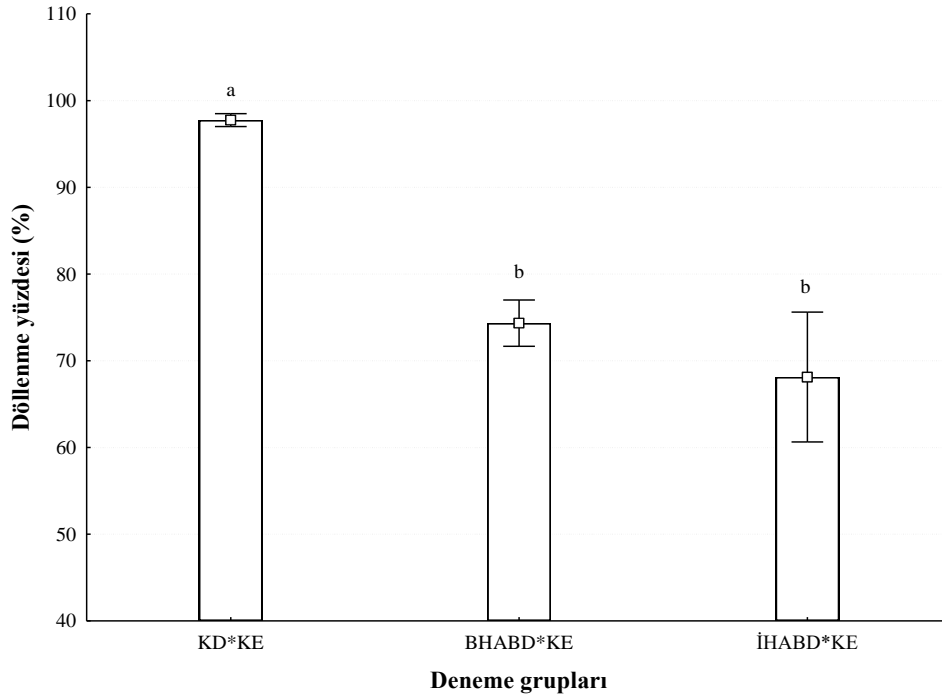
\*Dölleme yapılmamıştır.

Deneme gruplarında erkek bireyler baz alınarak gerçekleştirilen dölleme çalışmalarında, her deneme grubu erkek bireyleri kontrol grubu dişi bireylerden alınmış yumurtalar ile döllemlenmiş ve dölleme yüzdelerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ( $p>0,05$ ) (Şekil 4.14). Dişi bireyler baz alınarak yapılan dölleme çalışmasında ise kontrol grubu dişi ve kontrol grubu erkek bireyler arasında yapılan döllemede en yüksek dölleme oranı görülmüştür (%97,75±1,2). Bir hafta aralıklı beslenen dişi\*kontrol erkek ve İki hafta aralıklı beslenen dişi\*kontrol erkek kullanılarak yapılan dölleme çalışmasında elde edilen veriler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamışken ( $p>0,05$ ); kontrol grubu dişi ve erkek bireyleri kullanılarak yapılan döllemede elde edilen sonuç ve diğer gruplar arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ) (Şekil 4.15).



**Şekil 4.14:** Deneme gruplarında erkek bireyler baz alınarak yapılan dölleme çalışmasında elde edilen döllenme yüzdesi (%) (Ortalama±SD). Aynı harfler ile gösterilen değerler arasındaki istatistiki fark Tukey testine göre %95 doğruluk düzeyinde önemli bulunmamıştır.

KD\*KE: Kontrol grubundan dişi ve erkek bireyler kullanılarak yapılan dölleme; KD\*BHABE: Kontrol grubundan dişi birey, bir hafta aralıklı beslenen erkek grubundan erkek birey kullanılarak yapılan dölleme; KD\*İHABE: Kontrol grubundan dişi birey, iki hafta aralıklı beslenen erkek grubundan erkek birey kullanılarak yapılan dölleme



**Şekil 4.15:** Deneme gruplarında dişi bireyler baz alınarak yapılan dölleme çalışmasında elde edilen döllenme yüzdesi (%) (Ortalama±SD). Farklı harfler ile gösterilen değerler arasındaki istatistiki fark Tukey testine göre %95 doğruluk düzeyinde önemli bulunmuştur.

KD\*KE: Kontrol grubundan dişi ve erkek bireyler kullanılarak yapılan dölleme; BHABD\*KE: Bir hafta aralıklı beslenen dişi grubundan dişi birey, kontrol grubundan erkek birey ile yapılan dölleme; İHABDE\*KE: İki hafta aralıklı beslenen dişi grubundan dişi birey, kontrol grubundan erkek birey ile yapılan dölleme

|



## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu yüksek lisans tez çalışmasında gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) anaç balıklarının üreme döneminden 6 ay önce sınırlı ve sürekli beslenmesinin, üreme döneminde elde edilen gametler üzerinde kantitatif ve/veya kalitatif bir değişiklik oluşturup oluşturmadığı araştırılmıştır. Balık üretiminde, üretimin başarılı ve verimli olarak ifade edilebilmesinin ilk gerekliliği anaç bireylerden elde edilen yumurta ve sperm hücrelerinde kalitenin yüksek olmasıdır. Döllemede kullanılacak yumurta ve spermde kalite çeşitli abiyotik ve biyotik parametrelerinin etkisi altındadır. Üretime alınacak anaç balıklarda optimum üreme sıcaklığı sağlandıktan sonra gamet kalitesini etkileyen en önemli parametre besleme rejimidir (Migaud ve diğ., 2013). Gökkuşuğu alabalığının da içinde bulunduğu Salmonidae familyası karnivor beslenme özelliği göstermektedir (Çelikkale, 2002). Üreme döneminden önce balıkların yüksek proteinli yemlerle beslenmesi yumurta ve sperm kalitesini arttırmakta ve işletmeler de genelde anaç balıklar için özel olarak hazırlanmış yemler ile besleme rejimi uygulamaktadır. Yemin içeriğine ilaveten gamet kalitesini etkileyen bir diğer faktörde uygulanan besleme rutindir. Üreme döneminden önce aldıkları yemi gamet oluşumuna kullanan anaç bireylerde uygulanan besleme rejimi bu sebeple önem arz etmektedir (Izquierdo ve diğ., 2001).

Anaç balıklarda gonad olgunlaşması, yumurta ve sperm hücrelerinin oluşumu ve olgunlaşması, balıkların içinde bulunduğu su ortamının sıcaklık değerleri ile doğrudan etkilidir (Bromage, 1995). Bu çalışmada balıkların içinde tutuldukları suyun sıcaklık değerleri 11,2-13,5 °C (min-max °C) arasında değişiklik göstermiştir ve çalışmada elde edilen bu değerler gökkuşuğu alabalığı yetiştiricilik kriterlerinde belirtilen su sıcaklık değerleri ile benzerlik göstermiştir (Çelikkale, 2002).

Anaç balıklarda üreme döneminden önce yapılan besleme çalışmaları çoğunlukla yemlerde kullanılabilir alternatif hammaddeler ve bu hammaddelerin çalışılan türde büyüme performansı, vücut kompozisyonu ve gamet kalitesi üzerine etkisini ortaya koymayı hedefleyen çalışmalardır (Mananos vd., 2009). Anaç balıkların beslenmesinde kullanılan yemde balık yağı yerine bitkisel yağların; balık unu yerine ise çeşitli hayvansal protein kaynakları ikamesi ile yapılan çalışmalarda; büyüme performansları, vücut kompozisyonu, yaşam oranları, besin maddelerinin sindirilebilirlikleri ve üreme performansları gibi parametreler incelenmiştir (Davis, 2022). Bu çalışmanın konusunu oluşturan sınırlı ve düzenli beslemenin başka bir ifade

ile telafi büyümenin balıklarda büyüme performansları üzerine etkisini inceleyen çalışmalar ise çoğunlukla yavru dönemdeki balıklar ile sınırlı kalmış; anaç balıklarda uygulanabilirliği üzerine az sayıda çalışmaya rastlanmıştır.

Bu çalışmada gökkuşağı alabalığı anaçlarında düzenli olarak beslenen gruba ilaveten; oluşturulan deneme gruplarından ilkinde hem dişi hem de erkek bireylere bir hafta sürekli yem verilmiş, bir hafta yemleme kesilmiş ve sonrasında yine birer hafta ile bu besleme düzeni devam ettirilmiştir. Diğer deneme grubunda ise iki hafta açlık ve iki hafta besleme düzeni uygulanmıştır. Çalışma sonunda tüm deneme gruplarında canlı ağırlık artışı görülmesine rağmen; en yüksek canlı ağırlık artışları kontrol grubu olarak belirlenen ve düzenli beslenen dişi (2763 g) ve erkek (1173 g) bireylerde görülmüştür. Canlı ağırlık artışı bakımından dişi bireyler kendi aralarında karşılaştırıldığında, kontrol grubu ve diğer iki deneme grubu arasında istatistiksel fark bulunmuş ancak birer (1721 g) ve ikişer (1639 g) hafta aralıklı beslenen deneme grupları ise kendi aralarında benzerlik göstermiştir. Erkek bireylerde elde edilen sonuçlar dişi bireyler ile elde edilen sonuçlara benzerlik göstermiş, kontrol grubu en yüksek canlı ağırlık artışı ile diğer iki gruptan farklılık göstermiştir. Balıklarda elde edilen bu canlı ağırlık artışı, telafi büyümenin sınıflandırılmasında “üçüncü seviye” olarak adlandırılan ve açlık sonrası yeniden yemlenen balıklarda erişilen ağırlığın, kontrol grubu olarak sürekli beslenen balıkların eriştiği ağırlıkla benzerlik göstermediği ancak yine de önemli bir artışın görüldüğü seviye olarak (kısmi telafi) belirlenmiştir (Ali ve diğ., 2003).

Alp alabalığı (*Salvelinus alpinus*) anaçlarında tam rasyon (%100) ve yarım rasyon (%50) ile beslemenin, balıklarda büyüme ve üreme performansının incelendiği çalışmada; tam rasyon ile beslenen gruplarda elde edilen ağırlık artışı; yarım rasyon ile beslenen gruplardaki ağırlık artışından daha fazla bulunmuştur (Imslund ve Gunnarsson, 2011). Levrek balığı (*Dicentrarchus labrax*) ile yapılan bir çalışmada, anaç balıklar iki farklı (%0,45 ve 1,04 günlük) yemleme oranı ile beslenmişlerdir. Levrek balığı ile yapılan çalışmada her ne kadar açlık döngüsü çalışılmasada, bu tez çalışmasında besleme düzeninin ister istemez getirdiği yem kısıtlaması ile benzer bir kısıtlamaya tabii tutulduğu düşünülmektedir. Levrekte uygulanan düşük yemleme oranı (%0,45) ile beslenen grupta büyümede ve kondüsyon faktöründe azalma görüldüğü ifade edilmiştir (Cerdá ve diğ., 1994). Kalkan balığında (*Scophthalmus maximus*) üreme döneminden önce 12 ay süre ile anaç balıklar aylara göre artan ya da azalan yem miktarları ancak totalde sabit yem miktarı olacak şekilde beslenmeye alınmışlardır. Çalışmanın

sonunda araştırmacılar; yumurtlamadan hemen önceki 4 ayı kapsayan düşük yem rasyonları ile beslemenin balık ağırlığını %70 oranında azalttığını rapor etmişlerdir (Bromley ve diğ., 2000). *Tilapia zillii* balıklarında ilk yeme geçiş aşamasından itibaren yaklaşık 17 ay süre ile yüksek ve düşük yem rasyonu ile beslemede anaç durumuna gelmiş dişi balıklarda yüksek yem rasyonu ile beslenen balıklara kıyasla daha fazla büyüme görülmüştür (Coward ve Bromage, 1999). Gökkuşağı alabalığında fotoperiyod uygulaması ile anaç balıkların üreme döneminden 5 ay önce ad-libitum olarak düzenli beslenmesi ve kontrol grubuna verilen yemin %80'i verilerek yem kısıtlamasına gidilerek beslenmesi ile elde edilen sonuçlarda yem kısıtlaması yapılan gruplarda ağırlık artışı kontrol grubuna göre daha az bulunmuştur (Cardona ve diğ., 2019). Bu çalışmaların aksine sadece erkek chinook salmonu (*Oncorhynchus tshawytscha*) ile yapılan çalışmada balıklar 10-12 ay boyunca birer hafta aralıklı olarak beslenmiş ve 10-12 aydan sonra her gün düzenli beslenmeye devam edilmiştir. Araştırmacılar, balıklarda ağırlık artışlarında gruplar arasında bir fark bulunmadığını rapor etmişlerdir (Hopkins ve Unwin, 1997). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, chinook salmonu ile yapılan çalışma hariç diğer çalışmalar ile benzerlik göstermiştir. En yüksek ağırlık artışı düzenli olarak hergün beslenen kontrol grubu bireylerinde görülmüştür. Düzenli olarak beslemenin ağırlık artışında önemli bir etkisi olduğu ortaya konmuştur ancak bu durum gamet kalitesi ile tekrar değerlendirilecektir.

Ağırlık kazancı ve belirli sürede tüketilen yem miktarı arasındaki ilişkiyi ortaya koyan yemden yararlanma oranı (YYO), türler arası ve tür içi farklılık gösterebilir. Balığın yaşam evresine, yetiştiricilik şartlarına ve yem materyaline göre değişen YYO, alabalıklarda ideal olarak 0,5-2 olarak ifade edilmektedir (Davis, 2015). Bu çalışmada YYO (%) dişi balıklarda sırası ile kontrol grubunda 0,9; bir hafta beslenen grupta 1 ve iki hafta beslenen grupta ise 1,08 olarak; erkek balıklarda ise kontrol grubunda 1,4; bir hafta aralıklı beslenen grupta 1,3 ve iki hafta aralıklı beslenen grupta 1,4 olarak bulunmuştur. Her bir grupta tespit edilen bu yemden yararlanma oranlarının balık yetiştiriciliğinde olması gereken ideal değerler ile benzerlik göstermektedir. Bu sonuçlar; tüm deneme gruplarında verilen yemin hem ağırlık artışında hem gamet olgunlaşmasında kullanılmak üzere sağlıklı bir şekilde tüketildiğini göstermektedir.

İşletmelerde işletmenin başarısını ortaya koyan kuluçkahane verimi, dölllenme yüzdesinin yüksek olması ve dolayısıyla larva çıkış oranında yüksek olması ile ilişkilidir. Dölllenme yüzdesinin yüksek olması ise tamamen kullanılan yumurta ve sperm kalitesine bağlıdır. Dişi balıklarda yumurta kalitesini belirleyen en önemli iki parametre ise, birey başına elde edilen

toplam yumurta miktarını ifade eden “fekondite” ve yumurtadan çıkıştan sonra besin kesesi ile beslenme sürecinde önem arz eden “yumurta çapı”dır. Yumurtaların bu kantitatif ve kalitatif kalite parametrelerini etkileyen en önemli faktörlerden biri de anaç balıkların üreme döneminden önce ve üreme süresince maruz kaldığı beslenme rejimidir (Brook ve diğ., 1994; Izquierdo ve diğ., 2001). Bu tez çalışmasında; düzenli ve aralıklı beslemenin gökkuşağı alabalığında hem nispi [yumurta adet (YA)/kg] hem de total (YA/birey) fekondite üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada en düşük nispi fekondite kontrol grubunda ( $935\pm 62$  YA/kg) en yüksek ise bir hafta aralıklı beslenen dişi grubunda ( $1317\pm 241$  YA/kg) bulunmuştur. İki hafta aralıklı beslenen dişi grubunda ise  $1178\pm 168$  YA/kg olarak bulunmuştur. Nispi fekondite bakımından bir ve iki hafta aralıklı beslenen gruplar benzer bulunmasına rağmen; her iki grupta kontrol grubundan yüksek ve istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Birey başına alınan toplam yumurta miktarı değerlendirildiğinde ise en yüksek total fekondite bir hafta aralıklı beslenen deneme grubunda ( $4389\pm 804$  YA/birey) en düşük ise iki hafta aralıklı beslenen deneme grubunda ( $3783\pm 429$  YA/birey) bulunmuştur. Kontrol grubu için ise  $4029\pm 432$  YA/birey olarak bulunmuştur. Total fekondite değerlerinde gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

Günlük %0.45 ve 1.04 oranında beslenen levrek anaçlarında, dişi bireylerde toplam fekondite (yumurta/dişi) her iki grupta da benzer bulunmuşken; nispi fekondite (yumurta/kg) %0.45 vücut ağırlığı/günlük yem ile beslenen balıklarda daha yüksek bulunmuştur (Cerdá ve diğ., 1994). Levrek ile yapılan başka bir çalışmada balıklar iki farklı açlık döngüsü ile beslemeye alınmışlardır. Bir ay boyunca beslenen ve üç ay boyunca açlık uygulanan balıkların %80’inde gonad olgunlaşması görülürken bu oran kontrol grubu için %50 olarak ifade edilmiştir (Chatzifotis ve diğ., 2011). Üç hafta açlık ve bir hafta besleme düzeninde; Atlantik cod (*Gadus morhua*) balığında düzenli beslenen grupta elde edilen toplam fekonditenin daha yüksek olduğu, ancak nispi fekonditenin tüm gruplarda benzer olduğu bulunmuştur (Karlsen ve diğ., 1995). *Brycon amazonicus* ile yapılan çalışmada balıkların açlık döneminden sonra yeniden beslenmesi; kontrol grubunda 208,1 g yumurta üretimi, açlık döngüsü uygulanmış grupta ise 131,6 g yumurta üretimi ile sonuçlandığı rapor edilmiştir (Camargo ve Urbinati 2008). *Tilapia zillii* balıklarında ilk yeme geçiş ile yaklaşık 17 ay süre ile yüksek ve düşük yem rasyonu ile beslemede anaç durumuna gelmiş dişi balıklarda yüksek yem rasyonu ile beslenen balıklarda daha yüksek total fekondite görülmüştür (Coward ve Bromage, 1999).

Gökkuşığı alabalığı anaçlarında normal besleme düzeni değiştirilerek günlük yem miktarının %25 ve 50 oranında yem verilmesinin total fekonditede düşüşe sebebiyet verdiği bulunmuştur (Bromage, 1995). Karadeniz alabalığının anaç balıklarının ad libitum olarak ticari yem ile beslendiği bir çalışmada yumurta miktarları  $1476 \pm 1043$  adet/birey olarak bulunmuştur (Kocabaş ve diğ., 2013). Erbaş ve Başçınar (2013) yapmış oldukları çalışmada Karadeniz alabalığını yem rasyonunu değiştirmeden günde bir ve günde iki kez beslemiş, günde bir kez beslenen anaç grubunda daha yüksek kaliteli yumurta elde ettiğini bildirmiştir. Gökkuşığı alabalık anaçlarında yem alımının, yumurta üretimi ve yumurta kalitesi üzerinde herhangi bir olumsuz etki yaratmadan en az %20 oranında azaltılabileceğini bildiren çalışmalar da mevcuttur (Cardona ve diğ., 2019).

Çalışmamızda elde edilen fekondite değerleri diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Nispi fekondite sonuçlarında elde edilen değerlerin farklı olmasına rağmen; total fekonditede bir fark bulunmamış olması, balıkların kazandıkları canlı ağırlık ile ilgili olduğu düşünülmektedir. En fazla canlı ağırlık artışının görüldüğü kontrol grubu dişilerinde en düşük nispi fekonditenin görülmesi, bu balıkların tüketmiş oldukları yemi yumurta oluşumuna ilaveten vücut ağırlık artışına daha fazla kullandıklarını göstermektedir. Kilogram ağırlık artışı fazla olan kontrol grubunda, total fekonditenin diğer gruplar ile benzer olması ise bu ağırlık artışı ile açıklanabilir. Balıkları aralıklı olarak beslemenin ise nispi fekonditeyi arttırdığı, ancak bu besleme düzenindeki balıkların aldıkları yemi direkt yumurta oluşturmaya kullanmalarının sebebi, daha az ağırlık artışı kazanmaları sebebi ile, total fekonditeyi etkilemediği sonucuna varılmıştır.

Fekonditeye ilaveten dişi gametlerinin kalite parametrelerinden biri de elde edilen yumurtaların sahip olduğu yumurta çapıdır. Yumurtadan çıkış aşamasında pre-larvanın büyüklüğünün, yumurta çapı ile ilişkisi olduğu, büyük yumurtadan çıkan pre-larvaların boyunun büyük olduğu ifade edilmektedir (Bromage, 1995). Üreme dönemi, birey yaşı, genetik yapı, beslenme gibi faktörlerden etkilenen yumurta çapının istenilen ölçüde olabilmesi için, dişi bireylerin iki üreme dönemi arasındaki periyotta, özellikle gametogenez sürecini tamamlanmasında kaliteli ve yeterli beslenmesi gerekmektedir (Mananos ve diğ., 2009). Salmonidae familyası için yumurta çapı 4,9-7,2 mm aralığında ifade edilmektedir (Bromage, 1995). Kahverengi alabalıklarda yumurta çapı 5,2 mm (Gunnes ve Gjedrem, 1978); Karadeniz alabalığında 5-5,3 mm (Sonay, 2008); 4,67 mm (Kocabaş, 2009); 4,55-5,12 mm (Erbaş ve Başçınar, 2013);  $4,3 \pm 1,8$  mm

(Gelinçek ve Yamaner, 2020); gökkuşağı alabalığında ise  $5,4 \pm 0,1$  mm (Yıldız ve diğ., 2020); olarak rapor edilmiştir. Bu çalışmada yumurta çapları kontrol grubunda  $3,5 \pm 0,16$  mm; iki hafta aralıklı beslenen grupta  $3,4 \pm 0,13$  mm ve bir hafta aralıklı beslenen grupta  $3,36 \pm 0,24$  mm olarak bulunmuştur. Çalışmada elde edilen yumurta çapı verileri tür içi ve türler arası değerlendirildiğinde diğer çalışmalara kıyasla daha düşük bulunmuştur. Gruplar kendi arasında değerlendirildiğinde ise kontrol grubu ve iki hafta aralıklı beslenen grup arasında yumurta çapları bakımından bir fark bulunmamışken; bir hafta aralıklı beslenen grup; diğer iki gruptan istatistiksel olarak farklılık göstermiştir.

*Brycon amazonicus* ile yapılan açlık döngülü besleme çalışmasında yumurta çaplarının açlık döngüsü uygulanmış balıklarda ( $1.017 \pm 0.003$  mm) kontrol grubuna ( $1.048 \pm 0.002$  mm) nazaran daha küçük olduğu saptanmıştır (Camargo ve Urbinati 2008). *Tilapia zillii* balıklarında yumurtadan çıkıştan itibaren 17 ay süre ile yüksek ve düşük yem rasyonu ile beslemede anaç durumuna gelmiş balıklarda yumurta çapları bakımından bir farklılık tespit edilmediği rapor edilmiştir (Coward ve Bromage, 1999).

Gökkuşağı alabalığında yem kısıtlamasının dişilerde daha büyük yumurta çapına ve yumurtalarda daha az mortaliteye sebebiyet verdiğini rapor eden çalışma da mevcuttur (Cardona ve diğ., 2019). Bu çalışmada elde edilen yumurta çapı sonuçları bazı çalışmalar ile benzerlik göstermişken; bazı çalışmalardan farklı bulunmuştur. Bir hafta aralıklı beslenen grupta elde edilen nispi yumurta fekondite en yüksek çıkmışken bu gruba ait yumurta çaplarının en düşük çıkması da birbiri ile ilişkili gözükmektedir. Yumurta çapının küçük olması ancak bu grupta fazla sayıda yumurta üretimi olmasının bir hafta aralıklı beslemenin etkisini ortaya koymuştur. Kontrol grubu olarak düzenli olarak beslemenin ya da iki hafta aralıklı olarak beslemenin gökkuşağı alabalığında yumurta çapları üzerinde bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

İşletmelerde yumurtanın döllenebilirliği üretimin başarısını belirlerken diğer önemli bir etkende döllemede kullanılan spermin dölleyebilirliği başka bir deyişle sperm kalitesidir (Ginzburg, 1972; Bromage, 1995; Mananos ve diğ., 2009). Balıklarda sperm kalitesi, elde edilen sperm miktarı, sperm hücrelerinin hareketliliği olarak isimlendirilen motilite, motiliteye bağlı kinematik parametreler, sperm hücrelerinin yoğunluğu (ml), sperm hücrelerinin morfolojik özelliği gibi parametreler incelenerek ortaya konmaktadır (Ciereszko ve diğ., 2000). Anaç balıkların yetiştiricilik ortamında bulunduğu suyun sıcaklığı, anaç balıklara uygulanan

fotoperiyod rejimi, bireylerin yaşı ve stres durumu, üreme sezonu ve zamanı ve anaç balıklara uygulanan besleme rejimi sperm kalitesini etkilemektedir (Mananos ve diğ., 2009; Bobe ve Labbe, 2010).

Sperm miktarı, üretim sezonunda bir bireyden elde edilen toplam sperm hacmi olarak değerlendirilir ve sperm miktarı her türde farklılık gösterdiği gibi aynı türün bireyleri arasında da farklılık göstermektedir. Bu güne kadar yapılan çalışmalarda, anaç bireylere herhangi bir manipülasyon uygulanmadan doğal yolla alınan sperm miktarı, Salmonidae familyasında 5-20 ml/birey olarak rapor edilmiştir (Alavi ve diğ., 2008; Dziejulska ve diğ., 2008). Çalışmanın materyalini oluşturan gökkuşacağı alabalığında ise sperm miktarının 19,6 ml (Tekin ve diğ., 2007);  $9.7 \pm 0,5$  ml/kg (Yıldız ve diğ., 2021) olarak rapor edildiği çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmada sperm miktarları kontrol grubu için  $21,8 \pm 7$  ml/birey; bir hafta aralıklı beslenen grupta  $46,9 \pm 20$  ml/birey ve iki hafta aralıklı beslenen grupta  $22,3 \pm 8,1$  ml/birey olarak bulunmuştur. Kontrol grubu ve iki hafta aralıklı beslenen gruplar arasında sperm miktarlarında anlamlı bir fark tespit edilmemişken ( $p > 0,05$ ); bir hafta aralıklı beslenen gruptaki sperm miktarı hem kontrol grubu hem de iki hafta aralıklı beslenen grup ile farklılık göstermiştir ( $p < 0,05$ ) (Şekil 4.9).

Kalkan balığı (*Scophthalmus maximus*) ile yapılan bir çalışmada anaç balıkların üreme döneminden 4 ay önce düşük rasyon ile besleme yapılmasının erkek bireylerde testis olgunlaşmasında bir etkisinin olmadığı rapor edilmiştir (Bromley ve diğ., 2000). Bu çalışmada her deneme grubunda testis olgunlaşması ve sperm oluşumu görülmüştür. Kontrol grubu ve iki hafta aralıklı beslenen grupta elde edilen sperm miktarları yukarıda bahsedilen çalışmalar ile benzerlik göstermişken, bir hafta aralıklı beslenen grupta elde edilen sperm miktarı çalışmadaki diğer gruplardan ve bahsedilen çalışmalardan çok daha yüksek bulunmuştur. Gökkuşacağı alabalığı anaçlarında bir hafta ara ile besleme rejiminin uygulanmasında sperm miktarının belirgin oranda arttığı tespit edilmiştir. Yem miktarının ya da yem içeriğinin değiştirilmesi ile sperm miktarının değiştiğini ortaya koyan çalışmalar mevcuttur (Izquierdo ve diğ., 2001; Davis, 2022). Yem içeriğinin değişmediği ancak yem miktarının besleme düzeni gereği daha az uygulandığı 1 hafta aralıklı beslenen grupta daha fazla sperm miktarı elde edilmesinin sebebi olarak, balıkların açlık döngüsünden çıkar çıkmaz tükettikleri yemi testis olgunlaşmasına harcaması olarak düşünülmektedir. Ağırlık artışının kontrol grubunda, bir hafta aralıklı beslenen gruptan daha fazla olması ancak sperm miktarının bu gruba göre daha az olması bu

düşünceyi desteklemektedir. İki hafta aralıklı beslemenin ise balıklarda sperm miktarı üzerinde etkili olmadığı bulunmuştur.

Spermde seminal plazmanın ihtiva ettiği hücre sayısı özellikle döllemede yumurta:sperm hücresi oranının bilinmesi gereken türlerde önem arz etmektedir. Teleost balıklarda  $2 \times 10^6 - 10 \times 10^{10}$  hücre/ml olarak değişebilen sperm hücre yoğunluğu; Salmonidae familyası türlerinden kahverengi alabalıkta  $22,3 \pm 6,7 \times 10^9$  (Dziewulska ve diğ., 2008);  $8,94 - 9,2 \times 10^9$  (Lahnsteiner ve Leitner 2013) kaynak alabalığında;  $11,9 \pm 3,3 \times 10^9$  (Dziewulska ve diğ., 2008);  $2,42 - 9,10 \times 10^9$  (Köse ve Şahin, 2015), gökkuşağı alabalığında  $10,7 \pm 4,4 \times 10^9$  (Dziewulska ve diğ., 2008);  $12,3 \pm 0,8 \times 10^9$  (Yıldız ve diğ., 2021); Karadeniz alabalığında ise  $21,40 - 23,40 \times 10^9$  hücre/ml (Erbaş, 2013);  $3,96 \pm 0,2 \times 10^9$  (Gelinçek ve Yamaner, 2020) olarak rapor edilmiştir. Bu tez çalışmasında ise sperm hücre yoğunluğu en yüksek bir hafta aralıklı beslenen grupta ( $6,5 \pm 0,8 \times 10^9$  hücre/ml) ve en düşük ise kontrol grubunda ( $4,04 \pm 0,7 \times 10^9$  hücre/ml) görülmüştür. Sperm miktarı sonuçları ile benzerlik gösteren sperm hücre yoğunluğu miktarının bir hafta aralıklı beslenen grupta en yüksek olarak bulunması, bu grupta üretilen sperm miktarının fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bir hafta aralıklı beslenen grupta elde edilen sperm hücre yoğunluğu Salmonidae familyası türleri ile benzer bulunmasına rağmen, tüm gruplarda elde edilen sperm hücre yoğunlukları gökkuşağı alabalığı için düşük bulunmuştur. Sperm hücre yoğunluğuna ait elde edilen bu düşük sonuçlar balıkların yaşı, sağım zamanı gibi çevresel şartlar ile ilişkilendirilebilir. Gökkuşağı alabalığı anaçlarında bir hafta aralıklı besleme rejiminin, sperm miktarına bağlı olarak sperm hücre sayısında da artışa sebebiyet verdiği tespit edilmiştir.

Sperm motilitesi, testislerde ve vücuttan dışarı çıktığı anda hareketsiz olan hücrelerin, su ile temasının ardından kazanmış olduğu hareketlilik başka bir ifade ile döllenecek yumurtaya ulaşma hareketliliği olarak tanımlanabilir. Sperm motilitesi, sperm hücrelerinin dölleyebilirliğini ortaya koyan en önemli sperm kalite parametrelerinden biridir. Diğer gamet kalite parametreleri gibi tür içi ve türler arası farklılık gösteren sperm motilitesi, birçok abiyotik ve biyotik faktörün etkisi altındadır. % ile ifade edilen motilite, balıklarda 0-100 arasında olarak görülebilmektedir. Başarılı bir dölleme çalışması için yetiştiricilik şartlarında kabul gören motilite ise %70 ve üzeri olarak rapor edilmektedir (Cabrita ve diğ., 2008). Herhangi bir manipülasyon uygulanmadan kullanılacak sperm örneklerinde, Salmonid balık türlerinde elde edilen sperm motilite değerleri; kahverengi alabalıklar için %20-100 arasında (Dziewulska ve

diğ., 2011); gökkuşağı alabalığı için %50-98 arasında (Köşe ve Şahin, 2015; Ekici ve diğ., 2012; Şahin ve diğ., 2013, Dziewulska ve diğ., 2008; Momin ve Memiş, 2018; Yıldız ve diğ., 2021), Karadeniz alabalığında ise %60-90 (Tunçelli, 2016; Erbaş, 2013; Gelinçek ve Yamaner, 2020; Yamaner ve diğ., 2022) olarak bulunmuştur. Bu tez çalışmasında sperm hücrelerine ait motilite değerleri kontrol grup, bir hafta aralıklı beslenen grup ve iki hafta aralıklı beslenen grup için sırası ile %94,2±2,4; %93,42±1,5 ve %93,16±1,3 olarak tespit edilmiştir. Motilite sonuçları karşılaştırıldığında ise gruplar arasında bir fark tespit edilmemiş ve değerlerin %70'in üzerinde bulunması ile tüm gruplardaki hücrelerin dölleme yeteneğine sahip olduğu ve aralıklı ve düzenli besleme rejiminin sperm hücreleri motilite değerleri üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır.

Aktivasyondan solüsyonu ile temasından sonra hareketlilik kazanan sperm hücrelerinde motiliteden sonra dölleyebilirliği etkileyen diğer parametre ise hücrelerin sahip olduğu yüzme hızıdır. Kinematik parametreler olarak adlandırılan bu hız parametrelerinden en önemlisi döllemede sırasında büyük etkisi olan eğrisel hız olarak ifade edilen VCL'dir (Lahnsteiner, 2003). Salmonid balıklarda anaç bireylerde ya da spermde herhangi bir manipülasyona gidilmeden alınan örneklerde sperm hücrelerine ait VCL; kral salmon balığında (*Oncorhynchus tshawytscha*) 38,1-149,5 µm/sn; *Salmo salar*'da 178,4±63,6 µm/sn; Karadeniz alabalığında 191,8±56,9 µm/sn (Dziewulska 2011), 102,50±18,39 µm/sn (Tunçelli, 2016), 59,42±24,63 µm/sn (Momin ve Memiş, 2018); 97.9 ± 36 µm/sn (Gelinçek ve Yamaner, 2020); gökkuşağı alabalığında ise 141,2±19 µm/sn; 88.61 ± 5.36 µm/sn (Yıldız ve diğ., 2021) olarak tespit edilmiştir. Bu tez çalışmasında ise deneme gruplarında elde edilen VCL değerleri kontrol grubunda 63,1±9,1 µm/sn, bir hafta ara ile beslenen grupta 65,7±6,9 µm/sn ve iki hafta aralıklı beslenen grupta 60,1±14 µm/sn olarak bulunmuştur. Çalışmada elde edilen VCL değerleri bazı çalışmalar ile benzerlik gösterirken bazı çalışmalardan ise farklı bulunmuştur. Gruplar kendi arasında değerlendirildiğinde, bir fark görülmemiş ve aralıklı ya da düzenli beslemenin sperm hücrelerine ait VCL değerlerinde bir farklılığa sebebiyet vermediği ortaya konmuştur.

Çalışmada yapılan dölleme sonuçlarında ise; kontrol grubu dişi bireylerde, kontrol grubu erkek birey kullanılarak yapılan dölleme çalışması %97,75±1,2; bir hafta aralıklı beslenen gruptaki erkek bireyler ile yapılan dölleme çalışması %95,2±2,81 ve iki hafta aralıklı beslenen gruptaki erkek birey ile yapılan dölleme çalışması %94,1±3,2 olarak sonuçlanmıştır. Dölleme çalışmalarından elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde ise deneme gruplarındaki erkek

bireylerin kontrol grubu dişi bireyler ile döllenmesinde döllenme yüzdelerinde bir farklılık oluşturmadığı bulunmuştur.

Gruplarda dişi bireylere ait yumurtaların döllenebilirliğini ortaya koymak için yapılan çalışmada ise; her bir deneme grubu dişi bireyleri kontrol grubuna ait erkek bireylere ait spermiler ile döllenmiş ve döllenme yüzdeleri sırası ile kontrol grubu erkek ve kontrol grubu dişi bireyler arasında yapılan döllemede %97,75±1,2, kontrol grubu erkek spermi ve bir hafta aralıklı beslenen dişi grubu yumurtaları kullanılarak yapılan dölleme %74,3±7 ve son olarak kontrol grubu erkek ve iki hafta aralıklı beslenen dişi gruptaki dişilerle yapılan döllemede %68,1±1,9 olarak tespit edilmiştir. Aralıklı ve düzenli beslemenin, bu besleme düzeni uygulanmış dişi balıklardan elde edilen yumurtalarda, döllenmeyi etkilediği bulunmuştur. En yüksek döllenme yüzdesi kontrol grubu erkek ve dişi bireylerinden elde edilen gametlerde görülmüş ve bu yüzde diğer iki deneme grubundan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur.

Yetiştiricilikte kullanılan yem; balık türlerinde hayatta kalma ve büyüme gibi hayati fonksiyonların yerine getirilmesinde olduğu kadar, cinsi olgunluk yaşına ulaştıktan sonra gonad gelişiminde, olgunlaşmasında, üreme performansında ve elde edilen gametlerin kalite parametrelerinde de etkilidir (Bromage, 1995). İşletmeler, gamet kalitesini ve dolayısıyla elde edilecek balık miktarını arttırmak adına anaç balıklarda zenginleştirilmiş yem, özel yem, ya da karnivor deniz balıklarında olduğu gibi sübye, kalamar gibi taze yem kullanabilmektedir. Anaç dönemindeki balıkların beslenmesi bir sonraki jenerasyonun belirlenmesinde kilit nokta olduğundan daha bir önem taşımaktadır. Ancak yem ve yemleme maliyeti bir işletmenin en önemli gider kalemlerinden biri olduğundan, anaç yemleri ile ilgili çalışmalar, bu maliyeti azaltacak alternatif ham madde kullanımı üzerine yoğunlaşmıştır (Davis, 2015). Anaç balıklarda besleme düzeni ve bu düzenin balıklarda üreme performansı üzerine etkisini inceleyen çok fazla çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu tez çalışması ile gökkuşuğu alabalığı anaçlarında üreme sezonundan 6 ay önce düzenli beslemenin ve aralıklı beslemenin; anaç balıklardan elde edilen gametlerin kalitesi ve bu gametlerle yapılan döllemede bir fark yaratıp yaratmadığı araştırılmıştır. Ve sonuç olarak, balıkları her gün düzenli olarak beslemenin anaç balıklarda daha fazla ağırlık artışına sebebiyet verdiği, ancak bu besleme düzeninin balıklarda kg başına daha az yumurta üretimine yol açtığı, balıkların bir hafta aralıklı olarak beslenmesi ile kg başına daha fazla yumurta üretildiği fakat üretilen yumurta çaplarının daha küçük olduğu ve ayrıca erkek bireylerde daha fazla sperm ve

sperm hücresi üretilmesine katkı sağladığı belirlenmiştir. Sperm hücrelerine ait motilite ve kinematik parametreler ile elde edilen sonuçlar ile dölleme sonuçları paralellik göstermiş, erkek bireylerde aralıklı beslemenin sperm hacmi ve hücre yoğunluğu hariç bir fark yaratmadığı ancak dişi bireylerde dölleme yüzdelerinin düşük olmasının, her ne kadar fazla yumurta üretilmiş olsa da aralıklı besleme ile elde edilen yumurtaların tam olarak olgunlaşmadığı yönünde bir kanıya varılmıştır.

Bu çalışmanın sonucunda üreme sezonundan 6 ay önce yapılan besleme rejimindeki bu değişikliğin, bu tezde uygulanan süreden daha öncesinde başlatılması gerektiği sonucuna varılmıştır. |



## 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., & Cosson, J. (2005a). Sperm motility in fishes. I. Effects of temperature and pH: a review. *Cell biology international*, 29(2), 101-110.
- Alavi, S. M. H., & Cosson, J. (2005b). Sperm motility in fishes.(II) Effects of ions and osmolality: a review. *Cell biology international*, 30(1), 1-14.
- 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.
- Ali, M., Nicieza, A., Wootton, R.J., 2003. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. *Fish and Fisheries* 4, 147–190.
- Bobe, J., Labbé, C., 2010. Egg and sperm quality in fish. *Gen. Comp. Endocrinol.* 165, 535–548. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2009.02.011>.
- 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 Cambridge, 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.
- Bromley, P. J., Ravier, C., & Witthames, P. R. (2000). The influence of feeding regime on sexual maturation, fecundity and atresia in first-time spawning turbot. *Journal of Fish Biology*, 56(2), 264-278.
- Brooks, S., Tyler, C.R., Sumpter, J.P., 1997. Egg quality in fish: what makes a good egg ? *Rev. Fish Biol. Fish.* 387–416.
- 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., Herráez, P., 2008, Methods in reproductive aquaculture: marine and freshwater species, *CRC Press*. United States of America, ISBN: 978-0-8493- 8053-2.
- Cardona, E., Bugeon, J., Guivarc'h, F., Goardon, L., Panserat, S., Labbé, L., ... & Bobe, J. (2019). Positive impact of moderate food restriction on reproductive success of the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 502, 280-288.

- Carrillo, M., Zanuy, S., Oyen, F., Cerdá, J., Navas, Jm. And Ramos, J., 2000. Some criteria of the quality of the progeny as indicators of physiological broodstock fitness. In Recent advances in Mediterranean aquaculture finfish species diversification. Zaragoza, 2000. vol. 47, p. 61-73.
- Camargo, A. C. S., & Urbinati, E. C. (2008). Influence of food restriction on the reproduction and larval performance of matrinxã, *Brycon amazonicus* (Spix and Agassiz, 1829). *Brazilian Journal of Biology*, 68, 869-873.
- Carrillo, M., Zanuy, S., Oyen, F., Cerdá, J., Navas, J.M., Ramos, J., 2000. Some criteria of the quality of the progeny as indicators of physiological broodstock fitness. Recent Adv. Mediterr. Aquac. finfish species Divers. Zaragoza. CIHEAM Cah. Options Méditerranéennes. 47. pp. 61–73.
- Cerdá, J., Carrillo, M., Zanuy, S., & Ramos, J. (1994). Effect of food ration on estrogen and vitellogenin plasma levels, fecundity and larval survival in captive sea bass, *Dicentrarchus labrax*: preliminary observations. *Aquatic Living Resources*, 7(4), 255-266.
- Chatzifotis, S., Papadaki, M., Despoti, S., Roufidou, C., & Antonopoulou, E. (2011). Effect of starvation and re-feeding on reproductive indices, body weight, plasma metabolites and oxidative enzymes of sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 316(1-4), 53-59.
- 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.
- Cosson, J., 2004, The Ionic and osmotic factors controlling motility of fish spermatozoa, *Aquaculture International*, 12, 69-85.
- Collins, A. L. & Anderson, T. A. (1995). The regulation of endogenous energy stores during starvation and refeeding in the somatic tissues of the golden perch, *Macquaria ambigua* (Percichthyidae) Richardson. *Journal of Fish Biology* 47, 1004–1015.
- Coward, K., & Bromage, N. R. (1999). Spawning frequency, fecundity, egg size and ovarian histology in groups of *Tilapia zillii* maintained upon two distinct food ration sizes from first-feeding to sexual maturity. *Aquatic Living Resources*, 12(1), 11-22.
- Çelikkale, M.S., 2002, İçsu Balıkları Yetiştiriciliği, I, 3. Baskı, K.T.Ü. Basımevi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Yayını, No:2, 195 s., Trabzon.
- Davis D. A. , 2015, Future trends, *Feed and Feeding Practices in Aquaculture*, Woodhead Publishing, Cambridge, 341–342.

- Demir, O. 2011. Türkiye Su Ürünleri Yetiştiriciliği ve Yem Sektörüne Genel Bakış-II. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 7(1), 39-49.
- Dobson SH, Holmes RM. Compensatory growth in the rainbow trout. *Salmo gairdneri* Richardson. *J Fish Biol.* 1984;25(6):649-656. doi:10.1111/j.1095-8649.1984.
- 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*)'nin sperm ve yumurta kalitesine etkisinin belirlenmesi, *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6(1), 11-16.
- FAO 2022a, <https://www.fao.org/3/cb8609en/cb8609en.pdf#page=16> Erişim tarihi: 29.10.2022
- FAO 2022b, <https://www.fao.org/3/cc0461en/cc0461en.pdf> Erişim tarihi: 29.10.2022
- Figueroa, E., Risopatrón, J., Sánchez, R., Isachenko, E., Merino, O., Isachenko, V., & Valdebenito, I. (2013). Spermatozoa vitrification of sex-reversed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): effect of seminal plasma on physiological parameters. *Aquaculture*, 372, 119-126.
- 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.
- Foss, A., Imsland, A. K., Vikingstad, E., Stefansson, S. O., Norberg, B., Pedersen, S., ... & Roth, B. (2009). Compensatory growth in Atlantic halibut: effect of starvation and subsequent feeding on growth, maturation, feed utilization and flesh quality. *Aquaculture*, 290(3-4), 304-310.
- 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.
- Gelinçek, İ., & Yamaner, G. (2020). An investigation on the gamete quality of Black Sea trout (*Salmo trutta labrax*) broodstock fed with mealworm (*Tenebrio molitor*). *Aquaculture Research*, 51(6), 2379-2388.
- Ginzburg, J.L., 1972, Fertilization of fishes and the problem of polyspermy, Moskow, *Academy of Science USSR*, Translation NOAA and National Science Fondation, New-York, 354.
- 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.

- Imsland, A.K., Gunnarsson, S., 2011. Growth and maturation in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in response to different feed rations. *Aquaculture* 318, 407–411. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.05.049>.
- Izquierdo, M.S., Fernandez-Palacios, H., Tacon, A.G.J., 2001a. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture* 197, 25–42.
- Heide, A., Foss, A., Stefansson, S.O., Mayer, I., Roth, B., Norberg, B., Jenssen, M.D., Nortvedt, R., Imsland, A.K., 2006. Compensatory growth and fillet crude composition in juvenile Atlantic halibut: effects of short term starvation periods and subsequent feeding. *Aquaculture* 261, 109–117.
- Hunter, J. R., Lo, N. C., & Leong, R. J. (1985). Batch fecundity in multiple spawning fishes. NOAA Technical Report, NMFS, 36, 67-77.
- Hopkins, C. L., & Unwin, M. J. (1997). The effect of restricted springtime feeding on growth and maturation of freshwater-reared Chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum). *Aquaculture Research*, 28(7), 545-549.
- Jobling, M. (1995). Fish bioenergetics. *Oceanographic Literature Review*, 9(42), 785.
- Lahnsteiner, F., 2003, Morphology, fine structure, biochemistry and function of spermatid duct in marine fish, *Tissue and Cell*, (35), 363-373.
- Karlsen, Ø., Holm, J. C., & Kjesbu, O. S. (1995). Effects of periodic starvation on reproductive investment in first-time spawning Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture*, 133(2), 159-170.
- Karayücel İ. ve Karayücel S., 2016, *Balıklarda üreme*, Nobel akademik yayıncılık, Ankara, ISBN: 978-605-320-441-1.
- 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.
- Mananos, E., Duncan, N., Mylonas, C., 2009, Reproduction and Control of ovulation, spermiation and Spawning in cultured Fish, In: Cabrita, E., Robles, V., Herraez, P. (ed.), *Methods in Reproductive Aquaculture*, Chapter 1, CRC Press, Taylor & Francis Group, USA, 3-80.
- Manor, M.L., Weber, G.M., Cleveland, B.M., Kenney, P.B., 2014. Effects of feeding level and sexual maturation on fatty acid composition of energy stores in diploid and triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 418–419, 17–25. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.09.023>.
- Manor, M.L., Weber, G.M., Cleveland, B.M., Kenney, P.B., 2014. Effects of feeding level and sexual maturation on fatty acid composition of energy stores in diploid and triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 418–419, 17–25.

- Migaud, H., Bell, G., Cabrita, E., McAndrew, B., Davie, A., Bobe, J., Herráez, M.P., Carrillo, M., 2013. Gamete quality and broodstock management in temperate fish. *Rev. Aquac.* 5. <https://doi.org/10.1111/raq.12025>.
- Mommsen, T. P. (2004). Salmon spawning migration and muscle protein metabolism: the August Krogh principle at work. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 139(3), 383-400.
- Morisawa, M., & Yoshida, M. (2005). Activation of motility and chemotaxis in the spermatozoa: From invertebrates to humans. *Reproductive Medicine and Biology*, 4(2), 101-114.
- Momin, M., & Memiş, D. (2018). Sperm quality analysis of normal season (NG) and out-season by photoperiod manipulation (PG) of male rainbow trout broodstock (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish physiology and biochemistry*, 44, 1551-1560.
- Navarro I, Gutiérrez J. Fasting and starvation. *Biochem Mol Biol Fishes*. 1995;4:393-434. doi:10.1016/S1873 -0140( 06)80020 -2.
- Nynca, J., Dietrich, G. J., Dobosz, S., Grudniewska, J., & Ciereszko, A. (2014). Effect of cryopreservation on sperm motility parameters and fertilizing ability of brown trout semen. *Aquaculture*, 433, 62-65.
- Reading, B.J., Andersen, L.K., Ryu, Y.-W., Mushirobira, Y., Todo, T., Hiramatsu, N., 2018. Oogenesis and egg quality in finfish: yolk formation and other factors influencing female fertility. *Fishes* 3 (4), 45.
- Rueda, F.M., Martinez, F.J., Zamora, S., Kentouri, M., Divanach, P., 1998. Effect of fasting and re-feeding on growth and body composition of red porgy, *Pagrus pagrus*. *Aquac. Res.* 29, 447–452.
- Rurangwa, E., Kime, D. E., Ollevier, F., & Nash, J. P. (2004). The measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in cultured fish. *Aquaculture*, 234(1-4), 1-28.
- Shawn D, Robert C, Durborow M, James T (2004). *Anesthetics in Aquaculture*. Southern Regional Aquaculture Centre. Publication No. 3900.
- 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.
- Steinberg, C. E., & Steinberg, C. E. (2018). Transgenerational Effects—‘Your Offspring Will Become What You Eat’. *Aquatic Animal Nutrition: A Mechanistic Perspective from Individuals to Generations*, 333-430.
- Taranger, G.L., Carrillo, M., Schulz, R.W., Fontaine, P., Zanuy, S., Felip, A., Hansen, T., 2010. Control of puberty in farmed fish. *Gen. Comp. Endocrinol.* 165, 483–515.

- 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.
- Tocher, D.R., 2003. Reviews in fisheries science metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. Rev. Fish. Sci. 37–41. <https://doi.org/10.1080/713610925>.
- Tocher, D.R., 2003. Reviews in fisheries science metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish metabolism and functions of lipids and f
- TUİK2021.<https://www.tarimorman.gov.tr/BSGM/Belgeler/Icerikler/Su%20%20C3%9Cr%20%20B1%20Veri%20ve%20D%20%20C3%B6k%20%20C3%BCmanlar%20%20C4%B1/Su-Urunleri-%20%20C4%B0statistikleri-temmuz-2021-1.pdf>
- TUİK2023,<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2022-49678#:~:text=T%C3%9C%C4%B0K%20Kurumsal&text=Su%20%20C3%BCr%C3%BCnleri%20%20C3%BCretimi%202022%20y%C4%B1%20%20C4%B1%20%20C4%B1%20%20C3%B6nceki%20y%C4%B1%20%20g%C3%B6re%20%20256,bin%20808%20ton%20olarak%20%20ger%C3%A7ekle%C5%9Fti>.
- Tunçelli, G., 2016, *İki farklı su kaynağının doğal alabalık (Salmo coruhensis) anaçlarının sperma kalitesine etkisinin araştırılması*, Yüksek Lisans, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tyler, C.R., Sumpter, J.P., Witthames, P.R., 1990. The dynamics of oocyte growth during vitellogenesis in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Biol. Reprod. 43, 202–209.
- vitellogenesis in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Biol. Reprod. 43, 202–209.
- Verstegen, J., Iguer-Ouada, M., Onclin, K., 2002, Computer assisted semen analyzers in andrology research and veterinary practice, *Theriogenology*, 57 (1), 149-179.
- Yamaner, G., Tunçelli, G., Tosun, D. D., Çanak, Ö., & Memiş, D. (2022). Sperm activation in Black Sea Trout (*Salmo trutta labrax*): Effect of ions and osmolality on spermatozoa motility. *Aquaculture Research*, 53(6), 2540-2547.
- Yıldız, M., Ofori-Mensah, S., Arslan, M., Ekici, A., Yamaner, G., Baltacı, M. A., ... & Korkmaz, F. (2020). Effects of different dietary oils on egg quality and reproductive performance in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Animal Reproduction Science*, 221, 106545.
- Yıldız, M., Ofori-Mensah, S., Arslan, M., Yamaner, G., Ekici, A., Baltacı, M. A., ... & Tacer-Tanas, Ş. (2021). Effects of different dietary lipid resources on sperm quality and reproductive success in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Research*, 52(8), 3804-3814.
- Washburn, B.S., Frye, D.J., Hung, S.S.O., Doroshov, S.I., Conte, F.S., 1990. Dietary effects on tissue composition, oogenesis and the reproductive performance of female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 90, 179–195.

**EKLER**

|



## ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	NIJAT NAZARLI
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	<input type="checkbox"/> T.C. <input checked="" type="checkbox"/> Diğer: Azeri
E-Posta Adresi	
Web Adresi	

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Azerbaycan Devlet Tarım Üniversitesi
Fakülte	Veterinerlik ve Zoomühendislik
Bölümü	Balık Yetiştiriciliği
Mezuniyet Yılı	31.05.2019

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