



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



YÜKSEK LİSANS TEZİ

NORMAL ÜRETİM SEZONU VE FOTOPERİYOD UYGULANMIŞ
ALABALIK ANAÇLARININ (*Oncorhynchus mykiss*) SPERM
KALİTESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Momin MOMIN

Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

Yetiştiricilik Programı

DANIŞMAN
Prof. Dr. Devrim MEMİŞ

Haziran, 2017

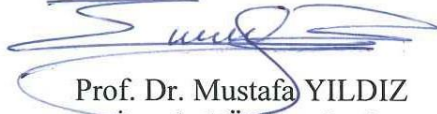
İSTANBUL

Bu çalışma 20.06.2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı, Yetiştiricilik Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi




Prof. Dr. Devrim MEMİŞ (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi



Prof. Dr. Mustafa YILDIZ
İstanbul Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi



Doç. Dr. Aygöl EKİCİ
İstanbul Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi



Doç. Dr. Nadir BAŐINAR
Karadeniz Teknik Üniversitesi
Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi



Yrd. Doç. Dr. Güneş YAMANER
İstanbul Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi



20.04.2016 tarihli resmi gazetede 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.

Bu tez, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 24374 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında bana yardımcı olan en başta tez danışmanım Prof.Dr. Devrim MEMİŞ'e Yetiştiricilik Anabilim Dalı öğretim elemanlarından Doç.Dr. Aygül EKİCİ, Yard. Doç.Dr. Güneş YAMANER ve Yard. Doç.Dr. Deniz Devrim TOSUN'a teşekkürlerimi borç bilirim. Her zaman yanımda olup bana yardım eden Araştırma Görevlisi Gökhan TUNÇELLİ'ye gönülden teşekkür ediyorum. Bölümümdeki bütün lisansüstü arkadaşlarıma da yaptığı her türlü yardım için teşekkür ediyorum.

Dekanlığımıza bağlı Sapanca İçsu Balıkları Üretimi Araştırma ve Uygulama Birimi çalışanlarından Ömer TOPÇU ve Salim KALE ile Birim Yöneticisi Bahattin Kaya'ya bana çalışmalarım süresince yardımlarından dolayı ayrıca teşekkür ederim.

Türkiyede bulunduğum sürece uzakta olmalarına karşın desteklerini benden esirgemeyen aileme ve bana bu tez çalışmamın yapılabilmesi için maddi destek sağlayan Başbakanlık Yurtdışı Türkler ve Akraba Topluluklar Başkanlığı'na çok teşekkür ederim.

Türkiyede bulunduğum sırada İstanbul Üniversitesinin TÖMER birimi hocalarından özellikle Saliha OKUMUŞ ve Burcu ASLAN hocamıza çok teşekkür ediyorum. Dünyanın dört bir tarafından eğitim amacıyla Türkiye'ye gelen arkadaşlar, özellikle Kertio BRAHİM, Mahamat Ousman MALİCK'ye yaptığı her türlü destek için gönülden teşekkür ediyorum.

Haziran 2017

Momin MOMIN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	viii
TABLO LİSTESİ.....	x
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	xi
ÖZET	xiii
SUMMARY.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR	5
2.1. BALIKLARDA FOTOPERİYODUN ÖNEMİ.....	5
2.2. BALIKLARDA SPERM YAPISI	7
2.3. SPERMATOGENEZ	9
2.4. SPERM KALİTESİNİN BELİRLENMESİ.....	10
2.5. SEMİNAL PLAZMA	10
2.6. SPERMANIN PH'SI	10
2.7. SPERMİN OZMOLALİTESİ	11
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	12
3.1. MALZEME	12
3.1.1. Denemenin Yapıldığı Çalışma Yeri	12
3.1.2. Çalışmada Kullanılan Balıklar	12
3.1.3. Denemede Kullanılan Su Kaynağı	13
3.1.4. Denemede Kullanılan Havuzlar	13
3.1.5. Denemede Kullanılan Yem.....	14
3.2. YÖNTEM	14
3.2.1. Denemede Kullanılan Suyun Fiziko-kimyasal Parametrelerinin Belirlenmesi	14
3.2.2. Balıkların Beslenme Rejimi.....	15
3.2.3. Deneme Gruplarının Oluşturulması ve Çalışma Planı	15
3.2.3.1. Deneme Gruplarının Oluşturulması	15

3.2.3.2. Deneme Gruplarının Çalışma Planı	16
3.2.4. Denemede Kullanılan Balıklardan Sperm Alınması	16
3.2.5. Sperm Örneklerinde Spermatolojik Parametrelerin Belirlenmesi	17
3.2.6. Sperm Hacminin Belirlenmesi	18
3.2.7. Sperm Yoğunluğunun Hesaplanması	18
3.2.8. Sperm pH Değerinin Belirlenmesi	18
3.2.9. Seminal Plazmanın Ozmolalitesi	18
3.2.10. Motilite Süresi	19
3.2.11. Motilite ve Motiliteye Bağlı Kinematik Parametreler	19
3.2.12. Normal Grup ve Fotoperiyot Grubu arasında Dölleme Oranının Tespiti....	21
3.2.13. İstatistiksel Analiz	21
4. BULGULAR.....	22
4.1. DENEMEDE KULLANILAN SUYUN FİZİKSEL VE KİMYASAL PARAMETRELERİ	22
4.2. FOTOPERİYOD UYGULAMASINDA ELDE EDİLEN SPERME AİT VERİLER	25
4.2.1. Sezon Dışındaki Balıklardan Alınan Sperm Hacmi	27
4.2.2. Sezon Dışındaki Balıklardan Alınan Spermanın pH	27
4.2.3. Sezon Dışındaki Balıklardan Alınan Seminal Plazma Ozmolalitesi.....	28
4.2.4. Sezon Dışındaki Balıklardan Alınan Spermatozoa Yoğunluğu	29
4.2.5. Sezon Dışındaki Balıklardan Alınan Spermatokrit Oranı	30
4.2.6. Sezon Dışındaki Balıklardan Alınan Spermin Motilite Süresi	31
4.2.7. Sezon Dışındaki Balıklardan Alınan Spermin Toplam Motilitesi	31
4.3. NORMAL SEZONDA ELDE EDİLEN SPERME AİT VERİLER	32
4.3.1. Normal Sezonda Balıklardan Alınan Sperm Hacmi.....	33
4.3.2. Normal Sezonda Balıklardan Alınan Spermin pH Değeri.....	34
4.3.3. Normal Sezonda Balıklardan Alınan Seminal Plazmanın Ozmolalitesi	35
4.3.4. Normal Sezonda Balıklardan Alınan Spermatozoa Yoğunluğu.....	36
4.3.5. Normal Sezonda Spermatokrit Yüzdesi	37
4.3.6. Normal Sezonda Spermin Motilite Süresi	38
4.3.7. Normal Sezonda Sperminin Toplam Motilite Oranı	39
4.4. FOTOPERİYOD VE NORMAL GRUBU ARASINDAKİ SPERMATOLOJİK ÖZELLİKLER.....	39
4.4.1. Sperm Hacmi	40
4.4.2. Sperm pH'sı	41

4.4.3. Seminal Plazma Ozmolalitesi	42
4.4.4. Spermatozoa Yoğunluğu	43
4.4.5. Spermatokrit Oranı	44
4.4.6. Motilite Süresi.....	45
4.4.7. Sperm Motilitesinin Kinematik Parametreleri	45
4.4.8. Normal Grup ve Fotoperiyot Grubu arasında Dölleme Başarısı.....	49
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	50
KAYNAKLAR.....	60
ÖZGEÇMİŞ.....	74



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Balıkları etkileyen çevresel faktörlerin diyagramı (Cabrita ve diğ. 2009).	6
Şekil 2.2: Spermatoozon yapısı (Özgür, 2011).	8
Şekil 3.1: Denemede kullanılan alabalıklar.	12
Şekil 3.2: Denemede kullanılan NG havuzlarının genel görünümü.....	13
Şekil 3.3: Denemede kullanılan FG havuzlarının genel görünümü.	14
Şekil 3.4: Su sıcaklığı, çözülmüş oksijen ve pH ölçümü yapılan cihaz.	15
Şekil 3.5: Sperm örneklerinin laboratuvara taşınmasında kullanılan malzemeler.	17
Şekil 3.6: Seminal plazma ozmolalitesi ölçümü yapılan cihaz.	19
Şekil 3.7: Bilgisayarlı otomatik sperm analiz sistemi.	20
Şekil 3.8: Hamilton yazılım sistemi.	21
Şekil 4.1: Fotoperiyot Grubundaki kullanılan suyun sıcaklık (°C) ve çözülmüş oksijen (mg/l).....	23
Şekil 4.2: Normal Grubundaki kullanılan suyun sıcaklık (°C) ve çözülmüş oksijen (mg/l).....	24
Şekil 4.3: Her iki gruptaki çözülmüş oksijen (mg/l) (burada 09.06.16 Fotoperiyot Grubunun başlangıcı ve 02.11.16 Normal Grubun başlangıcıdır).....	24
Şekil 4.4: Her iki grupta su sıcaklığı (°C) (burada 09.06.16 Fotoperiyot Grubunun başlangıcı ve 02.11.16 Normal Grubun başlangıcıdır).	25
Şekil 4.5: Fotoperiyot grubunda elde edilen sperm hacmi (ml).....	27
Şekil 4.6: Fotoperiyot grubunda elde edilen sperm pH'sı.	28
Şekil 4.7: Fotoperiyot grubunda elde edilen seminal plazma ozmolalitesi (mOsm/kg).....	29
Şekil 4.8: Fotoperiyot grubundaki elde edilen spermatozoa yoğunluğu (10^9 hücre/ml).	30

Şekil 4.9: Fotoperiyot grubunda elde edilen spermatokrit oranı (%).....	30
Şekil 4.10: Fotoperiyot grubunda elde edilen motilite süresi (sn).	31
Şekil 4.11: Fotoperiyot grubunda elde edilen toplam motilite (%).....	32
Şekil 4.12: Normal grubunda elde edilen sperm hacmi (ml).	34
Şekil 4.13: Normal grubunda elde edilen spermin pH.	35
Şekil 4.14: Normal grubundaki seminal plazma ozmolalitesi (mOsm/kg).	36
Şekil 4.15: Normal grubunda elde edilen spermatozoa yoğunluğu (10^9 hücre/ml).	37
Şekil 4.16: Normal grubundaki aşamalarda elde edilen spermatokrit (%).....	38
Şekil 4.17: Normal grubunda elde edilen spermin motilite süresi (sn).	38
Şekil 4.18: Normal grubunda elde edilen spermin toplam motilite (%).....	39
Şekil 4.19: FG ve NG de elde edilen ortalama sperm hacmi (ml).	41
Şekil 4.20: FG ve NG de elde edilen ortalama pH.	42
Şekil 4.21: FG ve NG de elde edilen ortalama seminal plazma ozmolalitesi (mOsm/kg).....	43
Şekil 4.22: FG ve NG de elde edilen ortalama spermatozoa yoğunluğu (hücre/ml). ..	44
Şekil 4.23: FG ve NG' de elde edilen ortalama spermatokrit yüzdesi (%).	44
Şekil 4.24: FG ve NG' de elde edilen ortalama motilite süresi (sn).	45
Şekil 4.25: Deneme gruplarındaki balıkların spermelerine ait toplam motilite (%) ve progresif motilite (%) değerleri (FG= n15; NG=n15).	47
Şekil 4.26: Deneme gruplarındaki balıkların spermelerine ait motiliteye bağlı kinematik parametrelerinin değerleri.	48
Şekil 4.27: Deneme gruplarındaki dölleme başarısı.....	49

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: Gökkuşığı alabalıklarında sperm ve seminal plazmanın pH değerleri.....	11
Tablo 4.1: Fotoperiyot Grubunda su sıcaklığı (°c) ve çözülmüş oksijen ortalaması (mg/l).....	22
Tablo 4.2: Normal Grubunda su sıcaklığı (°c) ve çözülmüş oksijen ortalaması (mg/l).....	23
Tablo 4.3: Fotoperiyot uygulaması ile 3 periyotta elde edilen spermilerin kalite parametreleri.....	26
Tablo 4.4: Normal Sezonda 3 periyotta elde edilen spermilerin kalite parametreleri.....	32
Tablo 4.5: Fotoperiyot ve Normal sezonda elde edilen spermilerin genel ortalama parametre değerleri.....	40
Tablo 4.6: Fotoperiyot ve Normal gruplarındaki spermatozoaya ait kinematik parametreler.....	46

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
°	: Derece
μ	: Mikron
±	: Artı Eksi
<	: Küçüktür
>	: Büyüktür
%	: Yüzdesi
Cl	: Klorit
cm	: Santimetre
D	: Karanlık
dk	: Dakika
g	: Gram
G	: Gravite
K	: Potasyum
kg	: Kilogram
km	: Kilometre
L	: Işık
lt	: Litre
m	: Metre
mm	: Milimetre
mg	: Miligram
m ²	: Metrekare
m ³	: Metreküp
mL	: Mililitre
mOsm	: Mikroozmoz
Na	: Sodyum
NaCl	: Sodyum klorit
pH	: Hidrojenin Gücü
sn	: Saniye

Kısaltmalar	Açıklama
ALH	: Sperm Başının Yanal Değişimi
DNA	: Deoksiribo Nükleik asit
FG	: Fotoperiyot Grubu
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
LED	: Işık yayan diyot
LIN	: Eğrisel Yolakların Doğrusallığı
NG	: Normal Grubu
OECD	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
STR	: Ortalama Yolun Doğrusallığı
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
VAP	: Ortalama Yol Hızı
VCL	: Eğrisel Hız
VSL	: Doğrusal Hız

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NORMAL ÜRETİM SEZONU VE FOTOPERİYOD UYGULANMIŞ ALABALIK ANAÇLARININ (*Oncorhynchus mykiss*) SPERM KALİTESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Momin MOMIN

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Devrim MEMİŞ

Bu tez çalışmasında, gökkuşağı alabalıklarında normal sezonda elde edilen (NG) sperm ile fotoperiyot uygulanarak elde edilen (FG) spermde kalite parametreleri karşılaştırılmıştır. 15 adet anaç alabalık doğal aydınlanma koşullarındaki havuzlarda, 15 adet alabalık ise kapalı havuzlarda yapay LED ışıklandırma (50 lüks/m²) altında denemeye tabii tutulmuşlardır. Fotoperiyot manipülasyonu yaz uygulaması olarak (8D:16L) 2016 yılının ocak ayından nisan ayına kadar, sonrasında da kış uygulaması olarak (16D:8L) haziran ayına kadar uygulanmıştır. Ortalama su sıcaklığı üreme mevsimi boyunca NG ve FG süresinde sırasıyla 8,81±2,54 °C ve 14,21±0,78 °C olarak ölçülmüştür. Anaç balıklar 10 mm çapındaki ticari yemle vücut ağırlığının %2'si oranında günde iki kez yemlenmiştir. Çalışmada, +2 yaşında, 47±3 cm boyunda, 1331±184 g ağırlığında toplam 30 erkek (her grupta üç periyotta 15 adet) alabalık kullanılmıştır. Motilite parametrelerinin ölçümü için CX41 (Olympus, Japan) mikroskobuna bağlı olan CEROS II (Hamilton-Thorne, Beverly, MA, USA) yazılımına sahip CASA sistemde Makler lamıyla (Sefi-Medical Instrument, Haifa, Israel) yapılmıştır.

Tespit edilen sperm parametreleri FG ve NG için sırasıyla, sperm hacmi 21,07±8,76 ml ve 21,4±12,77 ml, pH 7,85±0,34 ve 8,0±0,29; spermatokrit oranı %70,8±21,25 ve %28,2±8,35; seminal plazma ozmolalitesi 358,47±37,25 mOsm/kg ve 322,27±65,19 mOsm/kg ve spermatozoa motilite süresi 8,8±2,4 saniye ve 24,6±6,76 saniye bulunmuştur. Sperm motilitesi CASA sistemle analiz edilmiş olup FG ve NG için

sırasıyla toplam motilite %47,63±26,91 ve %51,80±23,88; progresif motilite %4,8±6,31 ve %11,27±8,75; VAP 42,53±16,52 µm/sn ve 79,23±17,12 µm/sn; VSL 27,42±14,03 µm/sn ve 40,37±12,79 µm/sn; VCL 59,42±24,63 µm/sn ve 108,35±19,32 µm/sn; STR %75,64±12,27 ve %53,51±7,26; LIN %59,20±14,87 ve %40,20±8,85; ALH 4,31±2,19 µm ve 8,83±2,24 µm olarak saptanmıştır. Dölleme başarısı ise iki grup için sırasıyla %31,77±24,68 ve %92,53±6,08 olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada, normal sezonda elde edilen dölleme başarısı fotoperiyotla elde edilen döllemeden daha yüksek olmuştur (p <0,05). Sperm kalite parametrelerinin de birçoğu iki grup arasında anlamlı bir şekilde fark oluşturmuştur (p <0,05). İlerideki çalışmalarda iki grup arasındaki farkların nedenlerinin daha gelişmiş bir şekilde araştırılması gerekmektedir.

Haziran 2017, 90 sayfa.

Anahtar kelimeler: *Oncorhynchus mykiss*, gokkuşağı alabalığı, fotoperiyot, sperm kalitesi, dölleme, CASA.

SUMMARY

M.Sc. THESIS

A STUDY ON SPERM QUALITY OF NORMAL SEASON SPAWNED AND PHOTOPERIOD MANIPULATED RAINBOW TROUT BROODSTOCK (*ONCORHYNCHUS MYKISS*)

Momin MOMIN

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Science and Engineering

Department of Aquaculture

Supervisor : Prof. Dr. Devrim MEMİŞ

This study has been done to compare the sperm quality of normal season spawning group (NG) and photoperiod manipulated summer spawning group (FG) broodstock of male rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Normal spawning males (N=15) were kept in open concrete pond under natural condition. Photoperiod manipulated males (N=15) were treated with artificial LED light (50 lumens/m²) in closed concrete pond, where application started with summer photoperiod at 8D:16L from January to April, 2016, then winter photoperiod at 16D:8L to the end of the July 2016. Average water temperature during the spawning period was 14.21±0.78 °C and 8.81±2.54 °C in FG and NG, respectively. Commercial trout feed (10 mm diameter pellet at a rate of 2% of their total body weight) was given twice a day in both groups during the study period. Total 30 males (15 males in each group under three periods), 2+ years of age with 47±3 cm mean length and 1331±184 gr mean weight were used in this study. The assesment of motility parameters were carried out using CEROS II (Hamilton-Thorne, Beverly, MA, USA) connected to CX41 microscope (Olympus, Japan). Round shaped Makler chamber (Sefi-Medical Instrument, Haifa, Israel) was used with CASA system.

Values of Sperm volume 21.07±8.76 ml and 21.4±12.77 ml; pH 7.85±0.34 and 8.0±0.29; Spermocrit 70.8±21.25% and 28.2±8.35%; seminal plasma osmolality 358.47±37.25 mOsm/kg and 322.27±65.19 mOsm/kg; and duration of motility of spermatozoa 8.8±2.4 s and 24.6±6.76 s were determined from photoperiod group and normal season group,

respectively. Sperm motility were analyzed by CASA system and Total motility $47.63 \pm 26.91\%$ and $51.80 \pm 23.88\%$; Progressive motility $4.8 \pm 6.31\%$ and $11.27 \pm 8.75\%$; VAP $42.53 \pm 16.52 \mu\text{m}/\text{sec}$ and $79.23 \pm 17.12 \mu\text{m}/\text{sec}$; VSL $27.42 \pm 14.03 \mu\text{m}/\text{sec}$ and $40.37 \pm 12.79 \mu\text{m}/\text{sec}$; VCL $59.42 \pm 24.63 \mu\text{m}/\text{sec}$ and $108.35 \pm 19.32 \mu\text{m}/\text{sec}$; STR $75.64 \pm 12.27\%$ and $53.51 \pm 7.26\%$; LIN $59.20 \pm 14.87\%$ and $40.20 \pm 8.85\%$; ALH $4.31 \pm 2.19 \mu\text{m}$ and $8.83 \pm 2.24 \mu\text{m}$ were determined from photoperiod manipulated spawning group and normal season spawning group, respectively. In addition, fertilization success was determined as $31.77 \pm 24.68\%$ and $92.53 \pm 6.08\%$ from FG and NG, respectively.

Fertilization success is significantly higher in normal season spawning group than the photoperiod manipulated group ($p < 0.05$). Sperm quality parameters are also differed significantly in most of the parameters ($p < 0.05$). Further studies should be conducted in more detail to find out the reason of difference between these two groups.

Haziran 2017, 90 pages.

Keywords: *Oncorhynchus mykiss*, rainbow trout, photoperiod, sperm quality, fertilization, CASA.

1. GİRİŞ

Doğal alanlarda bulunan yeraltı ve yüzey sularında alabalık yetiştiriciliği su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı için en ideal seçimdir. Salmonidae ailesine ait 206 tür mevcuttur (Woynarovich ve diğ. 2011). Salmonidler; somon (*Salmo salar*), gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), Alabalık (*Salvelinus alpinus*) vb. türler içeren ve tüm dünyada yetiştiriciliği yapılan balıklardır. Bu balıkların çoğu endemik bazıları da yaşadıkları ortamdan farklı bölgelere taşınarak üretimi yapılan türlerdir. Alabalıklar farklı su kaynaklarında üretilerek gökkuşağı alabalığı, göl alabalığı ve deniz alabalığı gibi isimlerle adlandırılırlar. Gökkuşağı alabalığı hızlı büyüyebilmesi, kolay işlenebilmesi, yumurtlatma ve dölleme işlemlerinin kolay olması, yapay yemlerle beslenebilmesi, çevre şartlarına kolayca adapte olabilmesi, su kalite parametrelerine karşı toleransı, tankta üretiminin kolaylığı, geniş bir sıcaklık aralığında (0-27 °C) hayatta kalabilmesi vb. gibi nedenlerle dünyada üretimi en çok yapılan ticari bir türdür (Çelikkale, 1988; Woynarovich ve diğ. 2011). Yetişkin bir gökkuşağı alabalığının ağırlığı 2-3 kilogram, maksimum toplam boyu 120 cm ve ağırlığı 25,4 kg'dır. Ortalama yaşam ömrü ise 11 yıldır (Froese ve Pauly, 2009).

Gökkuşağı alabalığı; Alaska'dan Meksika'ya kadar uzanan bölgede, Kuzey Amerika ve Asya'nın Pasifik kıyılarına kadar doğal olarak dağılım göstermektedir. Su ürünleri yetiştiriciliği Antarktika dışındaki hemen hemen tüm kıtalarda 1874'den beri yapılan bir üretim faaliyetidir. 19. yüzyılın sonunda başlayan bu uygulama, 1950'lerden sonra da ticari olarak şaşırtıcı bir şekilde gelişmiştir (FAO, 2014).

1950'li yıllarda birbirine yakın olan dünya avcılık ve su ürünleri yetiştiricilik üretim miktarları, 60 yıl sonra bu üretim miktarı su ürünleri yetiştiriciliğindeki gelişmelerle avcılık rakamlarının neredeyse iki katına çıkmıştır. 2014 yılında dünyada avcılık yoluyla elde edilen su ürünleri miktarı yaklaşık 90 milyon ton civarındayken yetiştiricilikle elde edilen su ürünleri üretim miktarı 70 milyon ton olduğu rapor edilmiştir (FAO, 2016).

Dünya su ürünleri üretimi dört kategori altında gruplandırılabilir. Bunlar; balıklar, kabuklular, yumuşakçalar ve diğer su omurgasızları'dır. Dünya Gıda ve Tarım Örgütü'ne göre 2013'te dünyada yetiştirilen somon ve alabalık grubu, toplam balıkçılık üretiminin %16'sını oluşturmaktadır (FAO, 2016). Bu rakamlar bize Salmonid balıkların üretiminin gıda tüketiminde önemli yer aldığını göstermektedir.

2013-2015 yılları arasında küresel su ürünleri yetiştiriciliği üretimi, toplam balık üretiminin yaklaşık %44'ünü oluştururken, balık avcılığı %56 olarak belirtilmiştir (FAO, 2016). Son zamanlarda, yeni teknolojik kullanımlar ve modern yöntemlerle su ürünleri yetiştiriciliği hızla büyümektedir. Yetiştiricilik yoluyla elde edilen üretim miktarları avcılıktan gelen üretimle giderek örtüşmekte ve 2025 yılında hedeflenen su ürünleri yetiştiriciliği 100 milyon tonu bulacağı ve bunun avcılık oranından %4 daha fazla olacağı bildirilmektedir (FAO, 2016; OECD, 2016).

Dünya ülkeleri arasında Türkiye, 2013 verilerine göre su ürünleri yetiştiriciliğinde Avrupa'da üçüncü sırada ve Dünya'da 23'üncü sırada yer almaktadır. Türkiye'de, 2013 yılında 234 bin tondan fazla su ürünleri yetiştiriciliği yapılmıştır (FAO, 2016).

Türkiye'de su ürünleri yetiştiriciliği üretimi her geçen gün artmaktadır. Türkiye'de toplam su ürünleri üretimi, 1995 yılında 65 ton iken 2015 yılında sadece yetiştiricilik üretimi bir önceki yıla göre % 2,2 artmış ve 240 bin tona yükselmiştir (TÜİK, 2016; OECD, 2015). Gökkuşacağı alabalığı, çipura ve levrek, Türkiye'de üretimi yapılan en popüler kültür balıklarıdır. 2015'te kültür balıklarından gökkuşacağı alabalığının üretimi iç sularda 101,170 ton ve denizde 6,870 ton olarak toplam 108,000 tonun üzerine çıkmıştır. Bu üretim miktarı ise Türkiye'deki toplam su ürünleri yetiştiriciliğinin neredeyse yarısı kadardır (TÜİK, 2015).

Çevresel faktörler su canlılarının üreme ve biyolojik olaylarda endojen döngüleri ile birlikte önemli rol oynamaktadır. Farklı balıklar, olumlu ve uygun çevre koşullarına bağlı olarak farklı mevsimlerde ve zamanlarda yumurtalarını bırakırlar. Balıkların yumurtlama mevsimi, çevresel faktörler ile ilişkilidir. Bu faktörlerden biri olan fotoperiyot yani gün içerisindeki aydınlık ve karanlık zaman aralığı, diğer bazı çevresel etkenlerle birlikte balıkların üremesinde önemli bir rol oynamaktadır (Borg, 2010).

Temelde üreme, eksojen olarak iki yolla kontrol edilebilmektedir. Bunlardan birincisi hormonlarla yumurtlamayı teşvik etmek için endokrin sistemi kontrol altına almak (Donaldson, 1973; Billard 1989; Peter ve diğ. 1991; Nagahama, 1994), ikincisi ise çevresel faktörlerin su sıcaklığı, tuzluluk oranı, tank hacmi ve derinliği gibi faktörlerin kontrolüdür (Bromage ve diğ. 1990, 1995, 2001; Stacey 2003). Üremedeki mevsimsel döngü, ağırlıklı olarak fotoperiyot ve sıcaklık ile programlanması yanında, ay döngüsü veya sosyal etkileşimle de (Pankhurst ve Porter, 2004) düzenlenebilmektedir.

Fotoperiyotta meydana gelen bir değişiklik, üreme ve diğer biyolojik olaylarda güçlü bir etki yaratabilir (Borg, 2010). Balıkların yumurtlama mevsimine fotoperiyodun etkisi ilk kez Hoover (1937), Hoover ve Hubbard (1937) tarafından araştırılmıştır. Onların yaptığı bu çalışmalara göre kaynak alabalıklarının (*Salvelinus fontinalis*) fotoperiyodik manipülasyonla kontrol balıklarından 3-4 ay daha erken olgunlaşmaları sağlanmıştır. Üreme üzerinde fotoperiyodun etkisi gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) da aynı şekilde olduğu tespit edilmiştir (Whitehead ve diğ. 1978; Bromage ve diğ. 1982, 1990a, b; Bromage and Roberts, 1995; Bromage ve Duston, 1986; Bon ve diğ. 1997).

Balıkların yumurtlama zamanının, fotoperiyot, su sıcaklığı, yağış ve balığın Beyin-Hipofiz-Gonadal eksenli yolu ve besin kaynağı gibi bir dizi çevresel faktörler tarafından etkilenebileceği söylenebilir (Alavi ve diğ. 2008). Bromage ve diğ. (1990b, 1994, 2001) ve Lam (1982, 1985) çevresel koşulların manipülasyonu ile balıkların üremesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Ancak çevre koşullarının manipülasyonu ile gamet kalitesi arasındaki ilişki üzerine çok az araştırma bulunmaktadır (Ciereszko ve diğ. 1997). Fotoperiyot ortamın mevcut su sıcaklığından bağımsız olarak balıkların eşeyssel olgunlaşma zamanının değişmesinde büyük etki gösterdiği bilinmektedir (Davies ve Bromage, 2002).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde, tank ortamında yetiştirilen balığın yüksek kaliteli gametlerinin kullanılması, kaliteli yavru üretimini sağlamak için büyük önem taşımaktadır (Kjørsvik ve diğ. 1990; Bromage ve Roberts, 1995). Balık çiftliklerinde dışı balıkların yumurta ve larvalarının kaliteli olmasına önem verilmekte oysa erkek balıklardan kaliteli sperm elde edilmesi sağlıklı larvaları elde etmek için çok daha fazla önem taşımaktadır. Bununla birlikte, ticari kuluçkahanelerde kalite ve miktar bakımından yetersiz sperm elde edilmesi, genellikle su ürünleri yetiştiriciliğinde yaygın olarak

kullanılan suni dölleme işleminin başarılı olmasını engelleyebilmektedir (Rurangwa ve diğ. 2004). Özellikle, intratestiküler spermlerin testislerden çıkarılacağı Afrikalı kedibalıği (*Clarias gariepinus*) gibi bazı türlerde elle sağım yoluyla sperm almak zordur ve spermasyonu sağlamak için hormon kullanılması gerekmektedir. Ya da bazı türlerin sağım işlemi sırasında sperm ile idrarın karışması önlenmelidir. Kalkan (*Psetta maxima*) ve pisi balıklarından (*Pleuronectes ferrugineus*) sınırlı miktarda süt elde edilebilmektedir (bir balıktan 1 ml'den daha az süt alınabilmektedir) (Suquet ve diğ. 1992; Clearwater ve Crim, 1998). Üretim sırasında oluşan bu gibi sorunların üstesinden gelebilmek için, kaliteli spermlerin daha sonra gerektiğinde kullanılabilmesi için korunması veya dondurulması yöntemi iyi bir yol olabilmektedir.

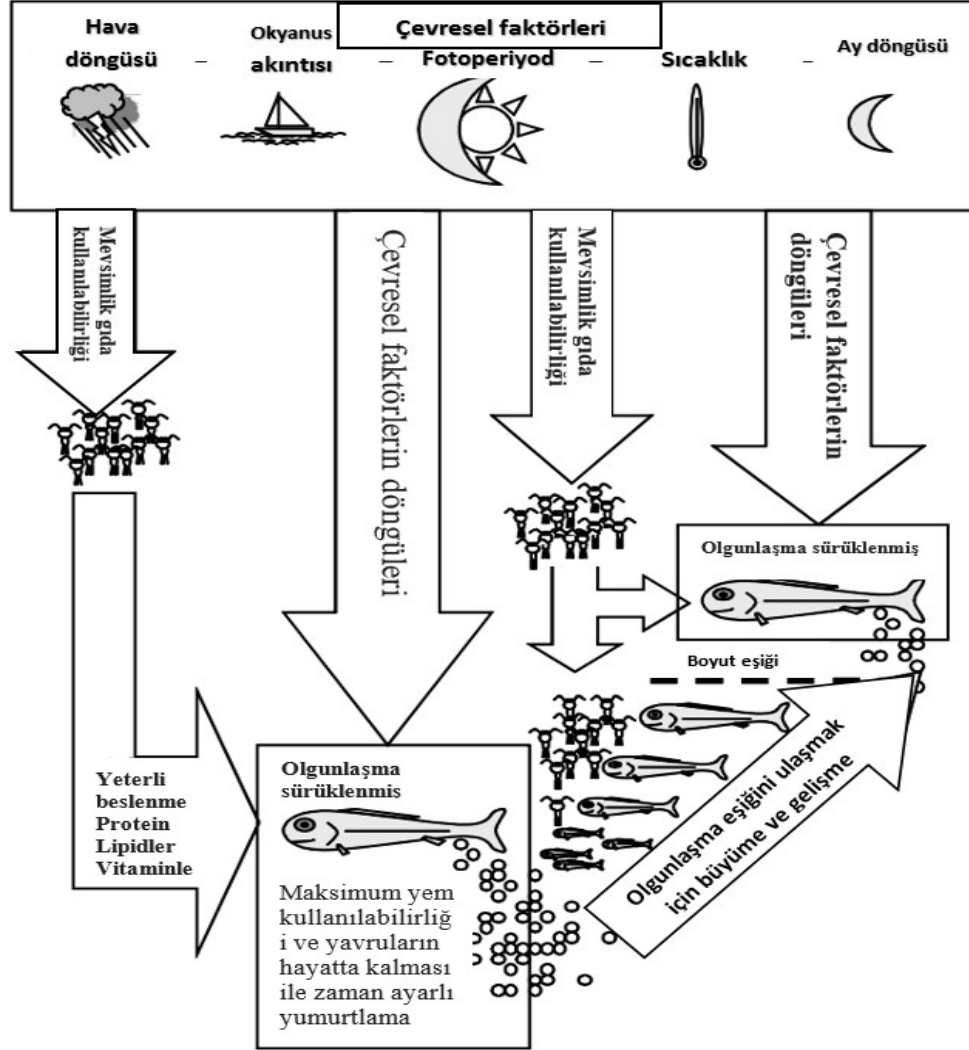
Sperm hareketliliği, sperm kalitesini değerlendirmede temel faktörlerin en önemlisidir. Sperm hareketinin araştırılması, toplanması ya da sağım prosedürleri, sperm seyreltme ortamı ve sperm saklama koşulları gibi farklı deneysel koşulları karşılaştırmak için çok yararlı bir yoldur. Sperm motilite parametreleri, kriyoprezervasyon gibi biyoteknoloji çalışmalarının etkisini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Bobe ve Labbe, 2010; Ekici ve diğ. 2012).

Bu tezde, gökkuşağı alabalıklarında normal üretimin yanı sıra fotoperiyot uygulayarak elde edilen spermin kalitesini karşılaştırmak, her iki uygulamadaki dölleme başarısını belirlemek, normal üretim sezonu dışında farklı zamanlarda döllenmiş yumurta ve yavru elde edilmesini sağlayacak bir uygulamanın bilimsel olarak değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. BALIKLARDA FOTOPERİYODUN ÖNEMİ

Balıkların eşeyssel olgunlaşması öngörülebilir çevresel parametrelerin rutin olarak değişmesiyle başlar. Bu parametreler; fotoperiyot, sıcaklık, besin durumu, ay döngüsü, yağışlar, hava akımları ve basınçtır (Şekil 2.1) (Cabrita ve diğ. 2009). Bunların arasında fotoperiod olgunlaşma için en uygun faktördür. Fotoperiyodun olgunlaşmadaki rolü, somon balığı ve özellikle gökkuşuğu alabalıklarıyla ilgili birçok çalışmada incelenmiştir. Bu çalışmalarda, sıcaklık gibi diğer yakın faktörler sabit kaldığı zaman, doğal ve yapay fotoperiyodların üreme üzerindeki etkisi gösterilmiştir. Bu araştırmalarda, fotoperiyodun, gonadal gelişimin, diğer bir deyişle beyin-pitüiter-gonad eksenini olgunlaşmasından sorumlu bir endojen ritmi başlatmaya teşvik ettiği belirtilmiştir (Bromage ve diğ. 1993, 2001).



Şekil 2.1: Balıkları etkileyen çevresel faktörlerin diyagramı (Cabrita ve diğ. 2009).

Gökkuşuğu alabalıklarında artan ilkbahar fotoperiyodunda gametogenezin tamamlanması sağlanarak, sonbaharda azalan fotoperiyot ile son olgunlaşma, ovülasyon ve spermiasyon süreci gerçekleşmektedir (Cabrita ve diğ. 2009).

Fotoperiyodun olgunlaşmadaki rolü, pek çok balıkta araştırılmıştır ve bu farklı türlerde farklı uygulama ile hem gelişmiş olgunlaşma hem de gecikmiş olgunlaşma gerçekleşmesi sağlanmıştır. Bu çalışmaların bazıları; Atlantik somon (*Salmo salar*), Deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) (Carrillo ve diğ. 1995), Çipura (*Sparus aurata*) (Zohar ve diğ. 1995), *Sciaenops ocellatus* (Thomas ve diğ. 1995), *Heteropneustes fossilis* (Sundararay

ve diğ. 1970), Atlantik morinası (*Gadus morhua*) (Davie ve diğ. 2007), Halibut, (*Hippoglossus hippoglossus*) (Smith ve diğ. 1991), Nil tilapyası (*Oreochromus niloticus*) (Campos-Mendoza ve diğ. 2004), Has kefal (*Mugil cephalus*) (Kelley ve diğ. 1991), Dil balığı (*Solea solea*), Kalkan (*Psetta maxima*) (Girin ve diğ. 1978) ve Sazan (*Cyprinus carpio*) (Davies ve Hanyu, 1986; Davies ve diğ. 1986a, 1986b)'dir.

Fotoperiyot, diğ. çevresel faktörlerin aynı olduğu yerde balık gametogenezinde özel bir rol oynamaktadır. Özellikle salmonidlerde ve birçok deniz balığı türünde fotoperiyodun rolü daha fazla görülür. Fotoperiyot uygulamaları, fotoreseptörler (göz, pineal bez) aracılığıyla merkezi sinir sisteminin hipotalamus-hipofizyel ekseninde yapılır (Barnabe, 2005).

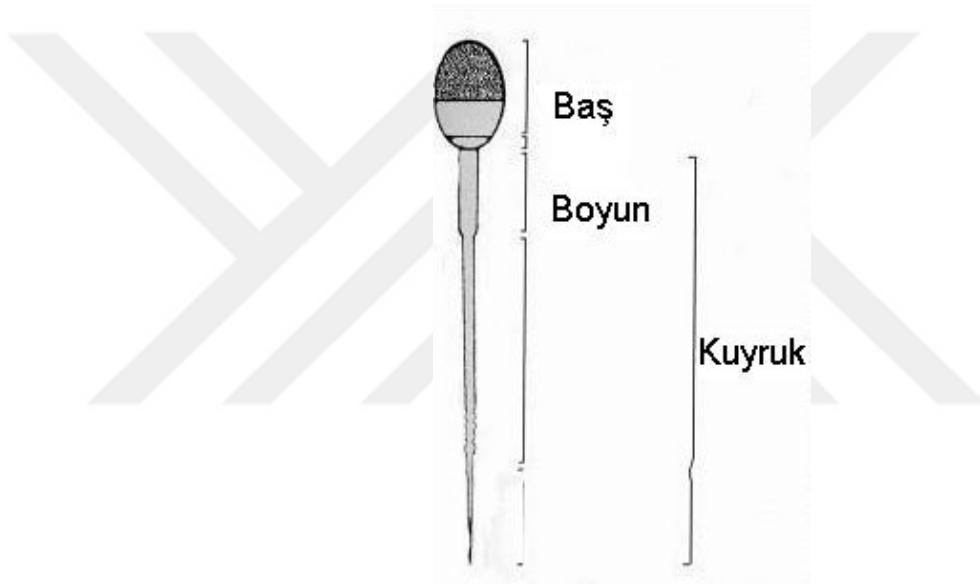
Mevsimlik döngünün kısa ve uzun gün fotoperiyodu değiştirilerek salmonidlerde ve deniz levreğinde yumurta veya larva kalitesinde olumsuz bir etki yapmadan yumurtlama sezonunu 3-4 aya kadar ilerletmek veya ertelemek mümkün olmuştur (Carrillo ve diğ. 1989, 1993; Cantin and Bromage 1991; Bromage ve diğ. 1990b, 1993). Sabit kısa günlerden hemen sonra sabit uzun günlerin fotoperiyot uygulanması ile 3-4 aylık yumurtlama sezonunun daha sonraki günlerde gerçekleşmesini sağlar (Bromage ve Roberts, 1995).

2.2. BALIKLARDA SPERM YAPISI

Sperm yapısı ve sperm hücreleri bilinen hayvan türlerinde şekil ve boyutunun farklı olması nedeniyle hem türler arasında (Cohen, 1977; Pitnick ve diğ. 1995; Balshine ve diğ. 2001; Calhim ve diğ. 2007; Lüpold ve diğ. 2009, Pitnick ve diğ. 2009) hem de kendi türünün içinde (Ward, 1998; Morrow ve Gage, 2001; Birkhead ve diğ. 2005; Harris ve diğ. 2007) farklılık göstermektedir.

Teleost balıklarının spermi seminal plazmanın yapısı ve spermatozoa özellikleri bakımından çeşitlilik gösterdiği için genel bir tanım yapılması mümkün değildir (Stoss, 1983; Jamieson, 1991; Lahnsteiner ve diğ. 1995; Stockley ve diğ. 1997) ve spermatozoon yüzme hızı, miktarı, boyutu ve ömrü gibi spermatolojik özellikler türlere göre farklılık göstermektedir (Gage ve diğ. 1995; Stockley ve diğ. 1997; Gomendio ve diğ. 1998; Neff ve diğ. 2003; Schulte-Hostedde ve Millar 2004; Hettyey ve Roberts 2006).

Gökkuşığı alabalığı basit bir sperm hücresine sahiptir. Olgun sperm, DNA'yı içeren küçük bir baş, yumurta dölleme yolculuğunda enerji sağlamak için mitokondriye sahip bir orta kısım ve ileri doğru hareket için bir kuyruğa sahiptir (Şekil 2.2). Memelilerin spermelerinden farklı olarak, çoğu teleost balıklarda akrozom yoktur ve sperm, yumurtalarda bulunan mikrofilin yardımıyla yumurta içine girmeyi başarır (Ginsberg, 1963; Amanze ve Iyengar, 1990; Billard ve Cosson 1992; Yanagimachi ve diğ. 1992).



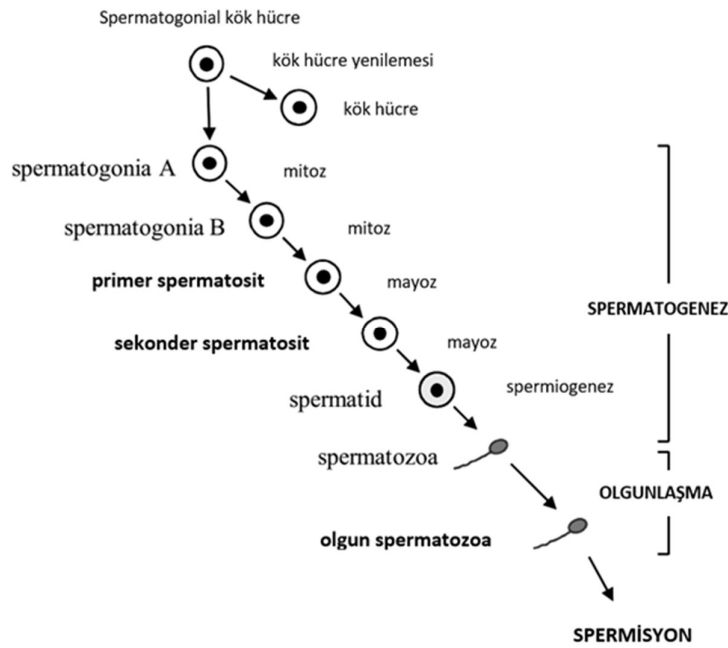
Şekil 2.2: Spermatoozon yapısı (Özgür, 2011).

Salmonidlerde, spermier sperma sıvısındaki yüksek potasyum iyonu konsantrasyonundan dolayı (Morisawa ve Suzuki, 1980; Cosson ve diğ. 1999) suya salınmadan önce testis kanalının içinde hareketsizdir (Stoss, 1983). Sperm, sperm kanalından serbest bırakıldıktan sonra su ile temas ettiğinde içerdiği sperm hücreleri derhal harekete geçer.

Salmonidlerde, tek bir spermatozoonun yumurtanın mikrofilinden geçmesiyle dölleme gerçekleşir (Kobayashi ve Yamamoto, 1981). Döllemenin gerçekleşmesi için erkek balıklar arasında güçlü bir seçim olmalıdır (Rosengrave, 2010).

2.3. SPERMATOGENEZ

Testislerde sperm üretimi prosedürü “spermatogenez” olarak adlandırılır. Bu işlem iki şekilde meydana gelir. Bunlar; spermatositogenez ve spermiyogenezdir. Hem mitoz hem de mayoz bölünme tipleri spermatositogenezde ortaya çıkar. İlk önce kök hücresi mitoz bölünme ile spermatogonia A'ya ve spermatogonia B'ye bölünür ve her iki hücrede de diploid (2n) kromozom bulunur. Spermatogonia B'nin son mitotik bölünmesi birincil spermatositleri (2n) üretir, daha sonra primer spermatozitlerin ikinci spermatositleri (n) oluşturan genetik materyallerin DNA duplikasyonu ve rekombinasyonunu içerdiği ilk mayotik bölünme içine girer (Şekil 2.3) (Cabrita ve diğ. 2011).



Şekil 2.3: Spermatozoa'nın gelişim süreci (Cabrita ve diğ. 2009).

Spermiyogenezde, ikinci mitotik bölünme çok hızlı bir şekilde gerçekleşir ve bu DNA kopyası olmayan haploid spermatidleri oluşturur. Haploid spermatidler flagellalı hücrelere dönüşürler. Bu işlem sırasında, çekirdeğin yoğunlaşması ve sitoplazmik içeriğin çevreleyen Sertoli hücrelerine sıkışması nedeniyle boyut azalması gerçekleşir (> %80) (Cabrita ve diğ. 2009).

2.4. SPERM KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

Döllenmeden önce sperm fizyolojisini bilmek başarılı bir döllenme sonucu elde etmek için temel bir unsurdur. Sperm yoğunluğu, sperm kalitesini belirleyen en önemli faktörlerden biridir (Billard, 1986; Billard ve diğ. 1995a). Yapay döllemede sperm yoğunluğunun bilinmesi, yumurta miktarı için en uygun spermin kullanılmasının belirlenmesi için çok önemli bir parametre haline gelir (Gwo ve diğ. 1991; Suquet ve diğ. 1995; Tvedt ve diğ. 2001; Linhart ve diğ. 2004).

Sperma spermatozoa ve sıvı seminal plazma olmak üzere iki ana bileşenden oluşur. Spermatozoa ve seminal plazma farklı balıklarda farklı kompozisyona sahip olabilirler (Hwang ve Idler, 1969; Gosh, 1985; Linhart ve diğ. 1991; Emri ve diğ. 1998; Krasznai ve diğ. 2003). pH ve ozmolalitesi belirlenebilen sperm ve seminal plazma farklı inorganik maddelerden oluşur (Linhart ve diğ. 1991; Billard ve diğ. 1995b; Ciereszko ve diğ. 2000).

2.5. SEMİNAL PLAZMA

Seminal plazma, sperm motilitesi ve döllenme yeteneğinde hayati bir rol oynamaktadır. Testisin içinde ve su ortamında spermlerin boşaltılmasını destekleyen çeşitli yollar vardır (Morisawa ve Morisawa, 1988; Alavi ve Cosson, 2005; 2006). Seminal plazma sıvısı, ana kanallar ve spermatik kanallardan oluşan testisin farklı sekresyonlardan oluşan bir bileşimdir (Alavi ve diğ. 2008). Farklı çalışmalarda seminal plazmanın iyonik içeriği (Na^+ , Cl^- ve K^+ vs) arasında anlamlı bir korelasyon olduğu bildirilmiştir (Piironen, 1985; Aas ve diğ. 1991; Lahnsteiner ve diğ. 1996; 1997; 1998; Linhart ve diğ. 2003c, 2003d; Alavi ve diğ. 2004; 2005). Başka bir çalışmada ise seminal plazmanın iyon içeriği ile sperm hareketliliği arasında gökkuşağı alabalıklarında hiçbir korelasyon olmadığı belirtilmiştir (Koldras ve diğ. 1996).

2.6. SPERMANIN pH'SI

Spermanın pH'sı aynı zamanda balıklardaki sperm aktivasyonunu etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Ayrıca sperm motilitesini ve dölleme yeteneğini de etkileyebilir (Alavi ve diğ. 2008). pH'ın sperm hareketliliği ve döllenme yeteneği üzerine etkisinin araştırıldığı bazı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar, Stoss (1983), Billard ve diğ. (1995a), Alavi ve Cosson (2005) tarafından yapılmıştır. Farklı çalışmalarda gökkuşağı alabalıklarının sperm ve seminal plazmasına ait pH değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 2.1).

Tablo 2.1: Gökkuşığı alabalıklarında sperm ve seminal plazmanın pH değerleri.

Sperm pH	Seminal Plazma pH'sı	Yazar
7,3	-	Schlenk, 1933
7,96±0.04	-	Inaba ve diğ. 1958
8,0-8,82	8,2-8	Nomura, 1964
-	8,2	Baynes ve diğ. 1981
7,6±0,2	-	Robitaille ve diğ. 1987
-	7,99	Morisawa ve Morisawa, 1988
-	8,11	Lahnsteiner ve diğ. 1998

2.7. SPERMİN OZMOLALİTESİ

Tatlı su balıklarının yaşadığı suyun hipo-ozmotik basıncı ve deniz balıklarının yaşadığı suyun hiper-ozmotik basıncı sperm hareketliliğini sağlar (Morisawa ve Suguki, 1980; Billard ve Cosson, 1992; Billard ve diğ. 1993; Suquet ve diğ. 1994 Linhart ve diğ. 1999; Morisawa ve diğ. 1999; Alavi ve Cosson 2006). Seminal plazmasında yüksek ozmolalite, spermatozoa (250-300 mOsm/kg) motilitesini engeller ve ozmolalite 200 mOsm/kg'dan düşük bir hipo-ozmotik ortamda uygulandığında sperm motilitesini aktive etmesine neden olur (Plouidy ve Billard, 1982; Perchec ve diğ. 1997). Seminal plazma ozmolalitesi (yaklaşık 300 mOsmol/kg) spermatozoa'nın hareketliliğini engelleyecek kadar yüksek olmasa da, Salmonoidlerde yüksek ozmotik basınç (400 mOsm/kg) sperm hareketliliğini engeller (Billard ve Cosson, 1992). Potasyum iyonu konsantrasyonu, Salmonidler ve mersin balıklarındaki sperm motilitesini engellenmesini kontrol eder. Ayrıca ozmolalite ve iyon konsantrasyonu balıkların sperm motilitesini kontrol altına alır (Alavi ve Cosson, 2006). Dziejulska ve diğ. (2008), gökkuşığı alabalığında seminal plazma ozmolalitesinin 113 ile 473 mOsm/kg arasında değişebileceğini göstermiştir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. MALZEME

3.1.1. Denemenin Yapıldığı Çalışma Yeri

Bu çalışma 14 Temmuz 2016'dan 14 Ocak 2017 tarihleri arasında Sakarya ilinin Kurtköy mahallesinde İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne bağlı Sapanca İç Su Ürünleri Üretimi Araştırma ve Uygulama Birimi'nde yapılmıştır.

3.1.2. Çalışmada Kullanılan Balıklar

Araştırmada, 2+ yaşında ortalama 47 ± 3 cm toplam uzunluk ve 1331 ± 184 g ağırlığında toplam 30 adet gökkuşuğu alabalığı (*O. mykiss*) kullanılmıştır (Şekil 3.1). Denemenin yapıldığı normal üretim dönemi (Normal Grubu) ve fotoperiyot uygulanan dönemde (Fotoperiyot Grubu) oluşturulan iki deneme grubu için her bir sağım periyodunda 5'er adet toplam 15 adet erkek balık kullanılmıştır. Denemede kullanılan balıkların toplam boyu metre ağırlığı ise hassas terazi (Wortex 3562) ile ölçülmüştür.



Şekil 3.1: Denemede kullanılan alabalıklar.

3.1.3. Denemede Kullanılan Su Kaynağı

Bu çalışmada anaç balıklarının bakımında, zaman zaman suyun mevsimsel azalma durumuna göre dere ve kuyu suyu olmak üzere iki farklı su kaynağı kullanılmıştır. Kuyu suyu toprağın 60-80 metre derinlikte bir pompa ile ve dere suyu ise Sapanca Kurtköy Deresi'nden Araştırma Birimi'ne yaklaşık 2 km uzunluğunda bir boru sistemi ile getirilmiştir. Yıl boyunca sabit olan kuyu suyunun ortalama sıcaklığı yaklaşık 12,8 °C'dir. Deneme havuzlarında mevsime bağlı olarak, dere suyu sıcaklığı ise en düşük 4 °C ile en yüksek 25 °C arasında değişim gösteren ve ortalama 21,7±5,2 °C olan su kullanılmıştır. Her iki dönemde anaçların bakıldığı tüm havuzlarda 70 lt/dk su debisi kullanılmıştır.

3.1.4. Denemede Kullanılan Havuzlar

Bu çalışmada beton havuzlar kullanılmıştır. Normal üreme döneminde kullanılan balıklar gün ışığında, açık beton havuzda (5,8 m en; 26,5 m boy; 1 m derinlik) ve fotoperiyot manipülasyonu uygulanan balıklar yapay LED ışık (50 lüks/m²) sistemi ile kapalı beton havuzda (3 m en; 12 m boy; 1 m derinlik) bakıma alınmıştır (Şekil 3.2 ve 3.3).



Şekil 3.2: Denemede kullanılan NG havuzlarının genel görünümü.



Şekil 3.3: Denemede kullanılan FG havuzlarının genel görünümü.

3.1.5. Denemede Kullanılan Yem

Denemede kullanılan anaç balıklara 10 mm çapında özel hazırlanmış ticari alabalık yemi verilmiştir. Kullanılan ticari alabalık yemi %49 ham protein, %15 ham yağ, %12 kül, %3 selüloz ve %10 nem içermektedir.

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Denemede Kullanılan Suyun Fiziko-kimyasal Parametrelerinin Belirlenmesi

Anaç balıkların beslendiği havuzlardaki suyun fiziksel ve kimyasal parametreleri (sıcaklık, çözülmüş oksijen ve pH) her gün sabah (09:00) ve akşam (16:00) olmak üzere günde iki defa yem verilmeden önce WTW marka Multi 3420 multimetre ile ölçülmüştür (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: Su sıcaklığı, çözülmüş oksijen ve pH ölçümü yapılan cihaz.

3.2.2. Balıkların Beslenme Rejimi

Deneme sırasında anaç balıklar her gün bakıma ve beslenmeye tabi tutulmuştur. Denemede kullanılan balıklar, yumurtlamadan önce vücut ağırlığının %2'si ile günlük olarak beslenmeye başlanmış ve yumurtlama döneminde beslenme, toplam vücut ağırlığının %0,5'i kadar azaltılarak devam ettirilmiştir. Yemler, balıkların yem alımını gözlemleyerek günde iki kez sabah (09:00) ve akşam (16:00) elle doyana kadar verilmiştir.

3.2.3. Deneme Gruplarının Oluşturulması ve Çalışma Planı

3.2.3.1. Deneme Gruplarının Oluşturulması

Normal ve fotoperiyot uygulanan balıkların sperm kalite parametreleri ve yumurtaların dölleme oranı iki dönemde incelemeye tabii tutulmuştur. Fotoperiyot manipülasyonu ile muamele edilen balıklar otomatik olarak işletilen yapay LED ışık sistemi ile kapalı beton havuzda ve normal üretim sezonu balıkları açık beton havuzda doğal gün ışığına maruz bırakılmıştır. Denemede benzer uzunluk ve ağırlığa sahip olan ve sağıma hazır deneme balıkları seçilerek 1,5 m çapında 80 cm derinliğinde 1,5 m³ hacminde yuvarlak fiberglas deney tanklarına alınmıştır.

3.2.3.2. *Deneme Gruplarının Çalışma Planı*

Her iki grupta da ilk sağım başlamasından sonra üç farklı aşamada anaç balıkların sperm kalitesinin belirlendiği parametreler bilgisayarlı analiz sisteminde (CASA sistemde) incelenmiştir. Fotoperiyot uygulanan balıkların bulunduğu deneme grubuna 1 Ocak 2016'dan 15 Nisan 2016 tarihleri arasında yapay otomatik LED ışık sistemi ile 16 saat ışık 8 saat karanlık (16L:8D oranında) yaz uygulaması ile yapay fotoperiyoda toplam 210 gün maruz bırakılmıştır. Bundan sonra 16 Nisan 2016'dan 30 Temmuz 2016 tarihlerine kadar olan kış dönemi uygulaması için 8 saat karanlık (8L:16D oranında) fotoperiyoda maruz bırakılmıştır.

Yapay LED ışık sistemi ile 7 ay (3½ ay yaz fotoperiyodu ve 3½ ay kış fotoperiyodu süresi) muamele ettikten sonra, fotoperiyot uygulanmış gruptaki (FG) balıklar sağıma hazır olana kadar olgunlaşması beklenmiştir. FG'de 14 Temmuz 2016'da 5 anaç balıktan ilk sperm alımı gerçekleşmiştir. İkinci sağım döneminde, balıklardan sperm alımı 28 Temmuz 2016'da diğer 5 anaç balıktan gerçekleştirilmiştir. Üçüncü sağım döneminde, 19 Ağustos 2016'da sperm elde edilmesi için kullanılan diğer 5 adet erkek anacın seçimi yapılmıştır.

Sapanca'daki koşullarda gökkuşağı alabalığında genellikle yumurtlama zamanı Kasım ayında başlamakta ve Ocak ayına kadar devam etmektedir. Ancak, 2016-17 üretim sezonunda hava koşullarının küresel olarak değişmesi nedeniyle Kasım ayında olgunlaşmış erkek anaç balık bulunamamıştır. Bu nedenle, ilk sperm alımı 08 Aralık 2016'da 5 adet erkek anaç balıktan ilk dönem olarak toplanabilmiştir. İkinci dönemdeki sperm, 17 Aralık 2016'da diğer 5 adet anaçtan gerçekleştirilmiştir. Üçüncü dönemde, 14 Ocak 2017'de diğer 5 adet anaçtan sperm alınmıştır.

3.2.4. *Denemede Kullanılan Balıklardan Sperm Alınması*

Denemelerde, her deney grubunda sperm toplamak için her iki haftada bir erkek anaçlar kontrol edilmiştir. Kontrollerden iki gün önce anaç balıkların, sağım sırasında sperm ile birlikte dışkı çıkmasını önlemek için beslenmeleri durdurulmuştur. Kontrol sırasında sperm gözlemlendiğinde, olgunlaşmış balıklar arasından sağım için 5 adet anaç balığın seçimi yapılmıştır. Yumurtlama sırasında, idrar veya suyun spermle temasından kaçınmak için, balıkların abdominal bölgesi kuru bir havlu ile kurulanmıştır. Sonra abdominal bölgesine elle hafif bir masajla sperm alınmıştır. Anestezi kullanımı sperm kalitesini

etkileyebileceği için (Dietrich ve diğ. 2005) balıklara sağım sırasında anestezi amacıyla herhangi bir kimyasal kullanılmamıştır.

Spermler küçük işaretli cam beherlerde toplanmıştır. Sıcaklık şokunu önlemek için, içinde sperm örnekler olan cam beherler (+4 °C) buz kasetler ile ve spermatolojik parametreleri belirlemek için doğrudan laboratuvara getirilmiştir. Sağımdan sonra sperm örnekleri +4 °C'nin altında tutulmuş ve laboratuvara götürülene kadar doğrudan güneş ışığından korunmuştur. Birinci spermin analizinden son sperminin analizi arasındaki zaman 5 saati geçmemiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5: Sperm örneklerinin laboratuvara taşınmasında kullanılan malzemeler.

3.2.5. Sperm Örneklerinde Spermatolojik Parametrelerin Belirlenmesi

Birinci ikinci ve üçüncü deneme periyodlarının sonunda erkek anaç balıklarından alınan spermlerin spermatolojik özelliklerinden sperm hacmi (ml), sperma pH, seminal plazma ozmolalitesi (mOsm/kg), spermatozoa yoğunluğu ($10^9/ml$), spermatokrit (%), motilite süresi (sn) belirlenmiştir. Her bir sağım döneminde elde edilen parametreler ayrı ayrı

belirlenmiş ve en son olarak her döneme ait parametrelerin ortalama değerleri ile iki grup arasında sperm kalitesi bakımından karşılaştırma yapılmıştır.

3.2.6. Sperm Hacminin Belirlenmesi

Denemede kullanılan balıklarının toplam sperm hacmi, ölçekli cam beherin yardımıyla (5, 10, 25 mL) mililitre olarak ölçülmüştür.

3.2.7. Sperm Yoğunluğunun Hesaplanması

Hemositometrik yöntemi (ANSCI, 2017) ile sperm yoğunluğu tespit edilmiştir. Mikroskopik sayım için 1 µl sperm, %0,7 NaCl solüsyonu ile seyreltilmiştir. Bir mikro pipet ile bir ependorf tüp içerisinde 1000 µl 0,7% NaCl solüsyonu alınmış ve bir mikropipetle 1 µl sperm ilave edilmiş ve bir vorteks makinesi ile iyice karıştırılmıştır. Seyreltilmiş spermden alınan numune, ışık mikroskopunda (40x) 0,1 mm derinliğe sahip bir Thoma lamı (hacim = 0,00025 mm³) ile analiz edilmiştir. Tekrarlanan seyreltme, analiz edilen numunenin yoğunluğunu gözlemleyerek yapılmış ve bir deftere kaydedilmiştir. Thoma'nın her iki yanında toplam 9 büyük kare kutu vardır. Her iki taraftaki 5 büyük kareden spermler dikkatlice sayılmış ve ortalaması belirlenmiştir. Thoma lamındaki sperm sayısı sayılmış ve sulandırma oranı ile hesaplanmış ve x10⁹/ml olarak temsil edilmiştir. Hesaplama formülü aşağıdaki gibidir (ANSCI, 2017):

$$\text{Yoğunluk (/mm}^3\text{)} = (\text{sulandırma oranı}) \times (5 \text{ karede sayım}) \times (0.05 \times 10^6)$$

3.2.8. Sperm pH Değerinin Belirlenmesi

Her bir sperm örneğinin pH' değeri WTW marka Multi 3420 multiparametre cihazı ile belirlenmiştir.

3.2.9. Seminal Plazmanın Osmolalitesi

Her bir sperm örneğinden 1 mililitre sperm alınarak seminal plazma osmolalitesi saptanmış ve daha sonra bu numune 10000 G'de, 4 °C'de 10 dakika süreyle bir santrifüj cihazına konmuştur (Dziewulska ve diğ. 2008). Santrifüjden sonra, osmolalitesi belirlenmek için ependorf tüpteki süpernatant örneğinden 20 µl alınarak ozmometre cihazı (The Fiske® Micro-osmometer 210) ile ölçülmüştür (Şekil 3.6).



Şekil 3.6: Seminal plazma ozmolalitesi ölçümü yapılan cihaz.

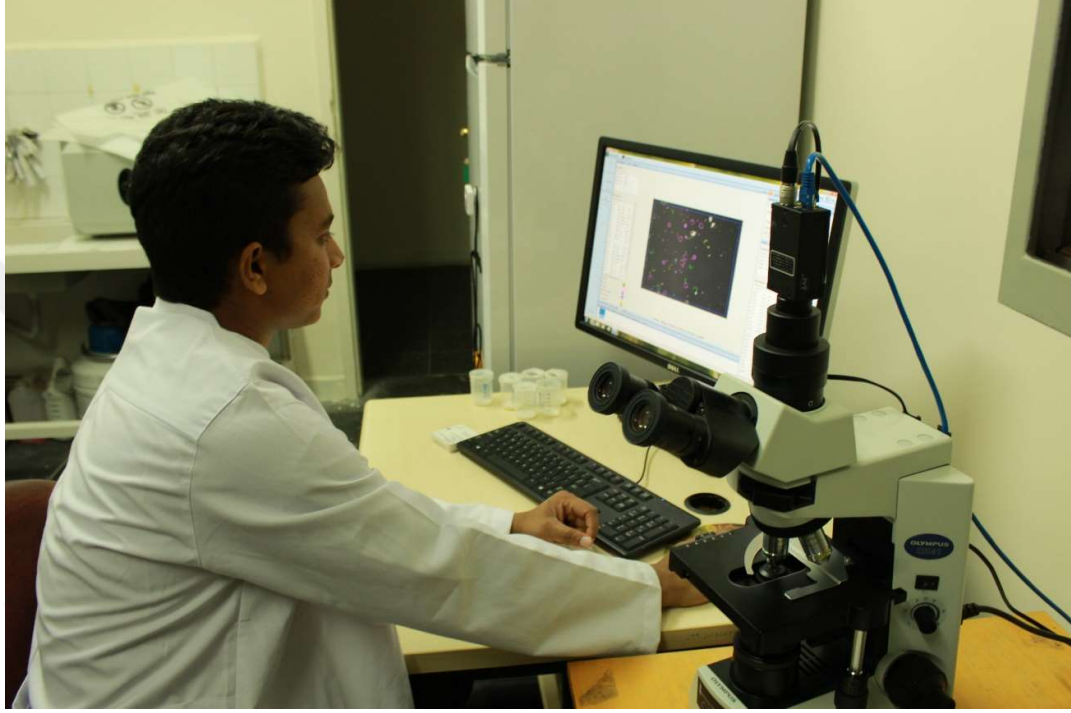
3.2.10. Motilite Süresi

Motilite süresi, sperm örneğinin ışık mikroskobu incelenmesi ile belirlenmiştir. Kuluçka suyuyla aktive edilen spermlerin su ile temas ettikten sonra kitlesel olarak hareketliliklerini kaybettiklerini ana kadar olan süre bir kronometre ile ölçülmüş ve saniye (sn) olarak bir deftere kaydedilmiştir.

3.2.11. Motilite ve Motiliteye Bağlı Kinematik Parametreler

Sağım sonucunda alınan örneklerden spermatozoa motilitesi (%), progresif motilite (%) ve spermatozoon hareket özellikleri [Ortalama Yol Hızı (VAP) ($\mu\text{m/s}$), Doğrusal Hız (VSL) ($\mu\text{m/s}$), Eğrisel Hız (VCL) ($\mu\text{m/s}$), Eğrisel yolların doğrusallığı (LIN), Ortalama

Yolun Doğrusallığı (STR)] Bilgisayarlı Otomatik Sperm Analiz Sistemi (CASA) [CEROS II (Hamilton-Thorne, Beverly, MA, USA)] ile ölçülmüştür (Şekil 3.7).

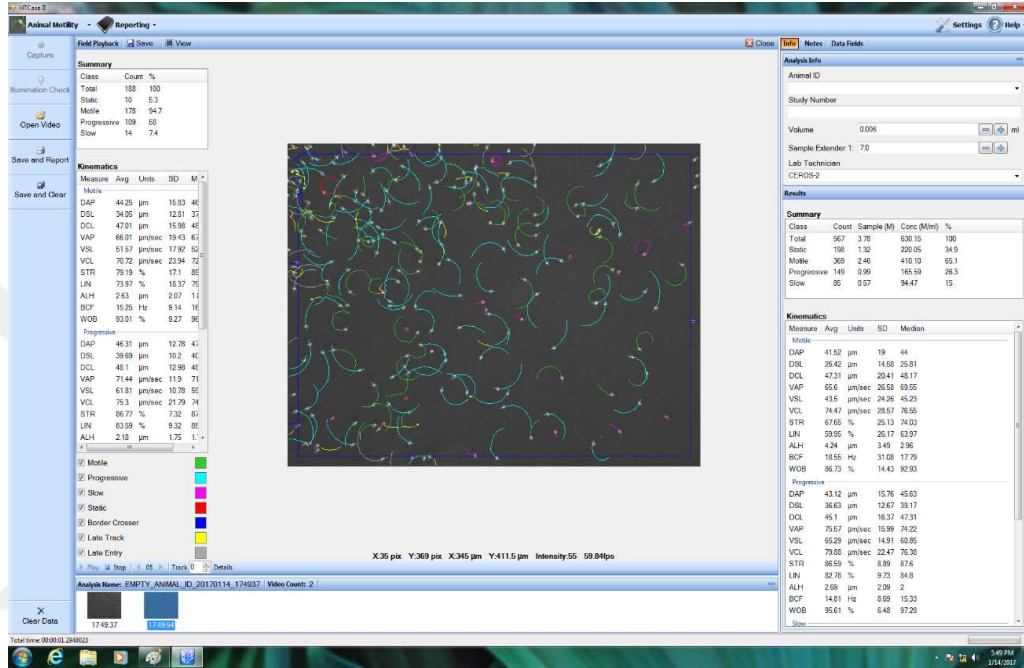


Şekil 3.7: Bilgisayarlı otomatik sperm analiz sistemi.

Mikropipet yardımı ile spermadan alınan örnek, CASA sistem için özel olarak kullanılan lam (Makler chamber, Sefi-Medical Instrument, Haifa, Israel) üzerine konulmuş daha sonra üzerine kuluçka suyu eklenmiştir. Hazırlanan preparat sistemin parçalarından birini oluşturan ışık mikroskobuna yerleştirilmiştir.

Mikroskoba bağlı bulunan kamera sistemi ile spermatozoonların 6.-10. saniyeler arasındaki motilitesi kaydedilmiştir. Spermin bulunduğu lamın beş farklı yerinden toplam 5 adet video kaydedilmiş ve her bir bireyden alınan spermada hareketlilik analizi 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. CASA sistemi, balığın marka numarasını, sulandırma oranı ve kaydedilen motilite parametrelerini kayıttan sonra analiz yapmaya olanak sağlamaktadır. Elde edilen tüm örneklerin hareketliliğinin mikroskop altında kaydedilmesinden sonra, depolanan tüm veriler sistem parçalarından birini oluşturan,

motilite ve motiliteye ait kinematik parametreleri analizini otomatik olarak yapan Hamilton yazılım sistemi (Şekil 3.8) ile analiz edilmiştir.



Şekil 3.8: Hamilton yazılım sistemi.

3.2.12. Normal Grup ve Fotoperiyot Grubu arasında Dölleme Oranının Tespiti

Yumurtaların dölleme işleminden sonra inkübatöre yerleştirilen yumurtalardan günlük olarak ölenlerin toplanması ve tüm yumurta sayısına oranlanması ile her iki grubun dölleme oranı başarısı “%” olarak hesaplanmıştır.

3.2.13. İstatistiksel Analiz

Denemede elde edilen veriler ortalama değerleri ve standart sapmalarıyla (\pm SD) birlikte verilmiştir. Deneme sonunda elde edilen veriler XLSTAT-Base ve İBM SPSS v.20 programların yardımıyla varyans analizi (ANOVA), Tukey (HSD) ve t-testi kullanılarak değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

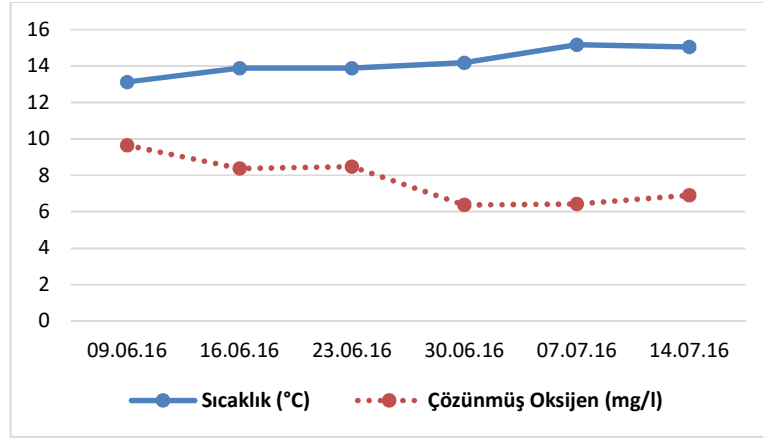
4.1. DENEMEDE KULLANILAN SUYUN FİZİKSEL VE KİMYASAL PARAMETRELERİ

Fotoperiyot grubu ve normal gruptaki ölçülen ortalama su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen değerleri sırasıyla tablo 4.1 ve tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.1: Fotoperiyot Grubunda su sıcaklığı (°c) ve çözünmüş oksijen ortalaması (mg/l).

Tarih	Sıcaklık (°C)	Çözünmüş Oksijen (mg/l)
09.06.16	13,11	9,66
16.06.16	13,88	8,38
23.06.16	13,88	8,48
30.06.16	14,18	6,38
07.07.16	15,16	6,44
14.07.16	15,05	6,92
Ortalama	14,21±0,78	7,71±1,33

Fotoperiyot grubunda ortalama su sıcaklığı ve ortalama çözünmüş oksijen toplam 35 gün önce ilk spermiasyonuna kadar ölçülmüştür. Su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen ölçümü günde iki kez (sabah ve akşam) yapılmıştır. Su sıcaklığı 13,11 °C ila 15,16 °C arasında ve çözünmüş oksijen 6,38 mg/l ila 9,66 mg/l arasında değişmektedir. Ortalama su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen sırasıyla 14,21±0,78 °C ve 7,71±1,33 mg/l olarak belirlenmiştir.

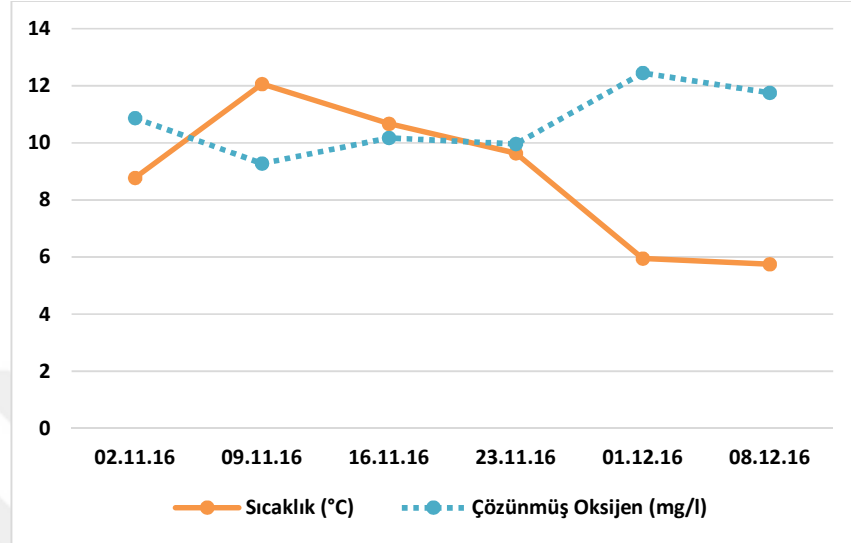


Şekil 4.1: Fotoperiyot Grubundaki kullanılan suyun sıcaklık (°C) ve çözünmüş oksijen (mg/l).

Normal grubunda ortalama su sıcaklığı ve ortalama çözünmüş oksijen toplam 36 gün öncesinden anaçlarının ilk spermiasyonuna kadar ölçülmüştür. Su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen günde iki kez (sabah ve akşam) ölçülmüştür. Su sıcaklığı 5,75 °C ila 10,67 °C arasında ve çözünmüş oksijen 9,97 mg/l ila 12,45 mg/l arasında değişmiştir. Ortalama su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen sırasıyla $8,81 \pm 2,54$ °C ve $10,74 \pm 1,18$ mg/l olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.2, normal grupta su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen değerini gösterilmiştir.

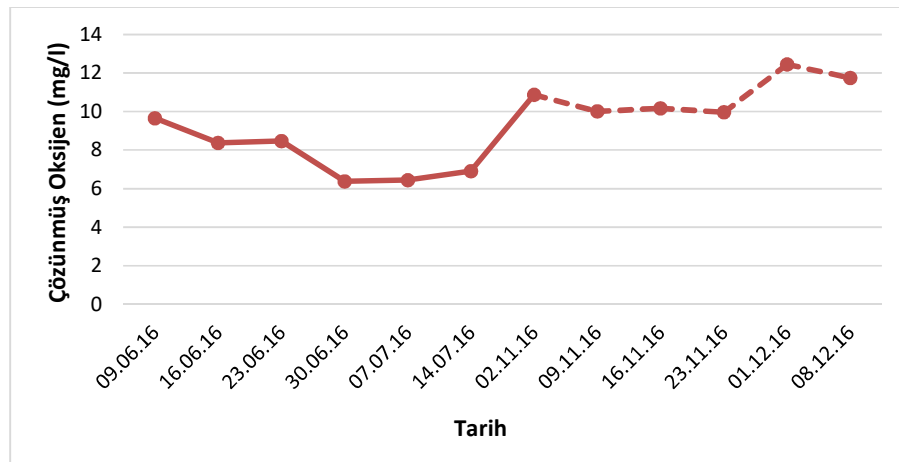
Tablo 4.2: Normal Grubunda su sıcaklığı (°c) ve çözünmüş oksijen ortalaması (mg/l).

Tarih	Sıcaklık (°C)	Çözünmüş Oksijen (mg/l)
02.11.16	8,78	10,88
09.11.16	12,06	9,28
16.11.16	10,68	10,18
23.11.16	9,63	9,97
01.12.16	5,95	12,45
08.12.16	5,75	11,75
Ortalama	$8,81 \pm 2,54$	$10,74 \pm 1,18$



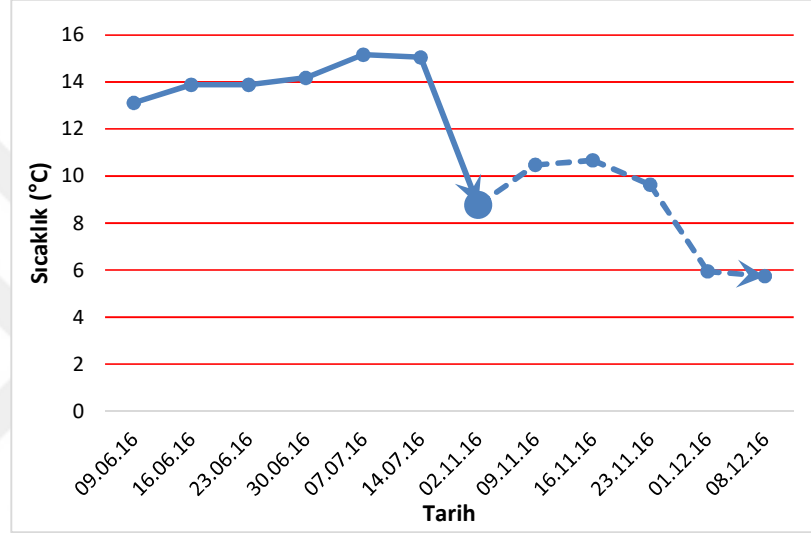
Şekil 4.2: Normal Grubundaki kullanılan suyun sıcaklık (°C) ve çözünmüş oksijen (mg/l).

Çözünmüş oksijen üreme mevsimlerinde normal grupta fotoperiyot grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. En yüksek çözünmüş oksijen değeri 12,45 mg/l normal grubunda ve 9,66 mg/l ise fotoperiyot grubunda tespit edilmiştir. Normal grubunda 9,97 mg/l en düşük çözünmüş oksijen olup, Fotoperiyot grubunda ise 6,38 mg/l olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.3: Her iki gruptaki çözünmüş oksijen (mg/l) (burada 09.06.16 Fotoperiyot Grubunun başlangıcı ve 02.11.16 Normal Grubun başlangıcıdır).

Su sıcaklığı, Fotoperiyot grubundaki yumurtlama mevsimlerinde normal gruba göre daha yüksek bulunmuştur. Normal koşullarda 10,68 °C olan Fotoperiyot grubunda maksimum su sıcaklığı 15,16 °C olarak tespit edilmiştir. Minimum sıcaklık normal grupta 5,75 °C olan Fotoperiyot grupta 13,11 °C olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4: Her iki grupta su sıcaklığı (°C) (burada 09.06.16 Fotoperiyot Grubunun başlangıcı ve 02.11.16 Normal Grubun başlangıcıdır).

4.2. FOTOPERİYOD UYGULAMASINDA ELDE EDİLEN SPERME AİT VERİLER

Deneme planında normal üreme mevsimi dışında alabalıklardan sperm alınması Temmuz ayı olarak belirlendiğinden, Fotoperiyot uygulamasına Ocak 2016'da başlanmıştır. Fotoperiyot uygulamasına 01.01.2016 tarihinde 16 saatlik gün ışığı ve 8 saat karanlık uygulaması ile başlanmıştır. Bu uygulama 15.04.2016 tarihine kadar sürdürülmüştür. 16.04.2016 tarihinden itibaren kış Fotoperiyot uygulamasına geçilmiş ve bu süreç Ağustos ayının sonuna kadar 8 saatlik gün ışığı ve 16 saat karanlık olarak uygulanmıştır. Fotoperiyot uygulaması süresince ilk sağım işlemi 04.07.2016 tarihinde, ikinci sağım işlemi 28.07.2016 tarihinde ve üçüncü sağım ise 19.08.2016 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Her aşamada benzer vücut boyu ve ağırlığına göre seçilmiş beş farklı anaç balık kullanılmıştır. Sezon dışında Fotoperiyot uygulaması ile elde edilen ve FG 1, 2 ve 3 olarak isimlendirilen periyotlarda (5'er adet balık) elde edilen sperm örneklerinde tespit edilen

spermatolojik parametreler Tablo 4.3’de verilmiştir. Üç periyotta elde edilen spermilerin spermatolojik özelliklerinin genel ortalamasına bakıldığında alabalıkların sperm hacmi 21,07 ml, pH 7,8, ozmalalite 376,6 mOsm/kg, spermatozoa yoğunluğu 8,8 (10^9 hücre/ml), spermatokrit miktarı %70,8 ve motilite süresi 4,37 sn olarak tespit edilmiştir.

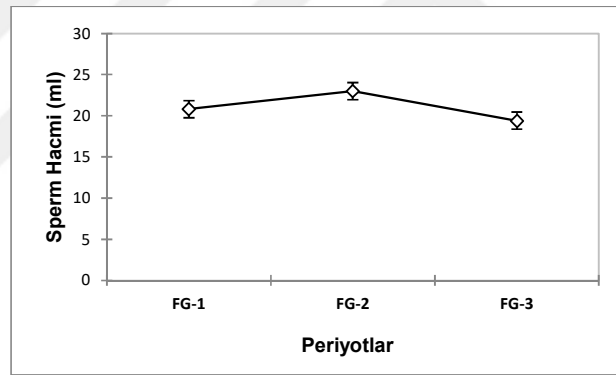
Tablo 4.3: Fotoperiyot uygulaması ile 3 periyotta elde edilen spermilerin kalite parametreleri.

Periyodlar	Sperm hacmi (ml)	pH	Ozmolalite (mOsm/kg)	Spermatozoa Yoğunluğu (10^9 hücre/ml)	Spermato krit miktarı (%)	Motilite süresi (sn)	Toplam Motilite (%)
1-a	12	7,82	374	8	66	6	33.90
1-b	45	7,56	365	8	66	6	40.40
1-c	20	8,32	338	5,75	60	7	12.00
1-d	20	7,98	406	3	75	6	13.40
1-e	7	7,88	400	5,25	75	7	11.20
FG-1	20,8	7,91	376,6	6,4	68,4	6	22,18
Ortalama	$\pm 14,62$	$\pm 0,28$	$\pm 27,58$	$\pm 0,55$	$\pm 6,5$	$\pm 2,1$	$\pm 13,88$
2-a	15	7,91	295	2	95	12	80
2-b	30	7,92	284	5,5	70	12	73.90
2-c	20	8,13	382	2,5	95	8	81.60
2-d	25	8,26	372	6,75	85	9	69.70
2-e	25	8,33	364	3	85	8	71.30
FG-2	23	8,11	339,4	3,95	86	9,8	75,30
Ortalama	$\pm 5,7$	$\pm 0,19$	$\pm 46,16$	$\pm 2,06$	$\pm 10,25$	$\pm 2,04$	$\pm 5,41$
3-a	15	7,92	369	4,25	10	10	61.10
3-b	17	7,25	388	3,75	90	8	17.10
3-c	20	7,6	370	3,5	65	10	71.90
3-d	25	7,38	302	1,25	50	14	51.20
3-e	20	7,5	368	3	75	9	25.80
FG-3	19,4	7,53	359,4	3,15	58	10,2	45,42
ortalama	$\pm 3,78$	$\pm 0,25$	$\pm 33,13$	$\pm 1,15$	$\pm 30,54$	$\pm 2,28$	$\pm 23,23$
Genel	21,07	7,85	358,47	4,37	70,8	8,8	47,63
Ortalama	$\pm 8,76$	$\pm 0,34$	$\pm 37,25$	$\pm 2,10$	$\pm 21,25$	$\pm 2,4$	$\pm 26,91$

1= Birinci periyot, 2= İkinci periyot, 3= Üçüncü periyot; balık no=1(a, b, c, d, e); 2(a, b, c, d, e); 3(a, b, c, d, e)

4.2.1. Sezon Dışındaki Balıklardan Alınan Sperm Hacmi

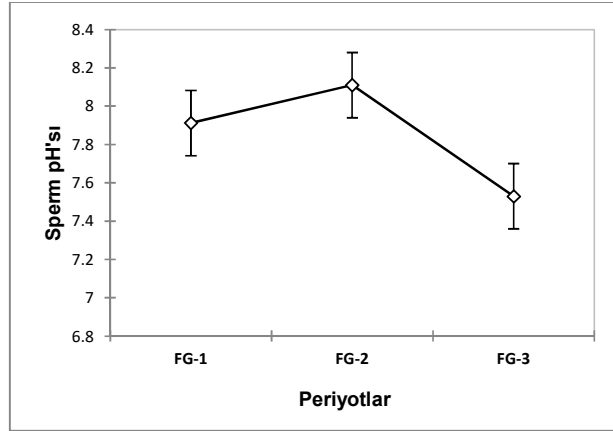
Denemenin 1. periyodunda 5 balıktan ortalama $20,80 \pm 14,62$ ml sperm elde edilmiştir. Balıklardan elde edilen en yüksek sperm miktarı 45 ml sperm ve en düşük sperm miktarı 7 ml olarak belirlenmiştir. Birinci sağıım işleminden 14 gün sonra yapılan 2. sağıımda balıklardan ortalama $23 \pm 5,7$ ml sperm elde edilmiştir. En yüksek sperm alımı 30 ml ve en düşük 15 ml olduğu belirlenmiştir. 3. sağıımda, 5 anaç'tan ortalama $19,4 \pm 3,78$ ml sperm tespit edilmiştir. Bu dönemde hemen hemen 5 örnekten benzer sperm miktarları bulunmuştur, 15 ml en düşük ve 25 ml en yüksek olarak belirlenmiştir. Bu üç periyotta balıklardan elde edile sperm hacmi bakımından sağıımlar arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$) (Şekil 4.5).



Şekil 4.5: Fotoperiyot grubunda elde edilen sperm hacmi (ml).

4.2.2. Sezon Dışındaki Balıklardan Alınan Spermın pH

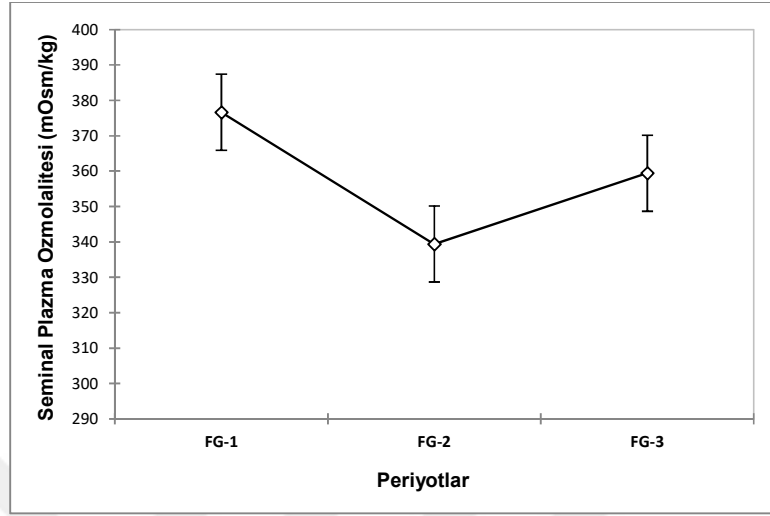
Denemenin 1. Periyodunda elde edilen spermin ortalama pH değeri $7,91 \pm 0,28$ olarak tespit edilmiştir. Bu periyotta 5 balıktan elde edilen spermin pH'sı sırasıyla 7,82, 7,56, 8,32, 7,98 ve 7,88 olarak tespit edilmiştir. 2. Periyotta ortalama pH $8,11 \pm 0,19$ olarak bulunmuştur. Bu dönemde 5 balıkta pH değerleri sırasıyla 7,91, 7,91, 8,13, 8,26 ve 8,33 olarak belirlenmiştir. 3. sağıımda elde edilen ortalama pH değeri $7,53 \pm 0,25$ olarak tespit edilmiştir. Deneyde kullanılan balıkların spermlerine ait pH sırasıyla 7,92, 7,25, 7,6, 7,38 ve 7,5 olarak bulunmuştur. Fotoperiyot gruplarında FG-2 ve FG-3 arasında spermın pH sı açısından anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0,05$) (Şekil 4.6).



Şekil 4.6: Fotoperiyot grubunda elde edilen sperm pH'sı.

4.2.3. Sezon Dışındaki Balıklardan Alınan Seminal Plazma Ozmolalitesi

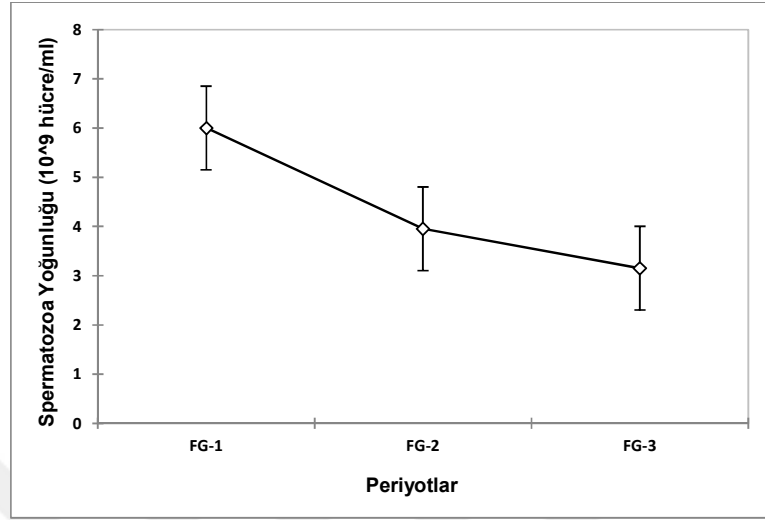
Denemenin 1. periyodunda seminal plazmanın ortalama ozmolalitesi $376,6 \pm 27,58$ mOsm/kg'dır. Bu aşamada en yüksek ozmolalitesi 406 mOsm/kg ve en düşük ozmolalitesi 338 mOsm/kg olarak tespit edilmiştir. Diğer üç balığın sperminin ozmolalitesi 374, 365 ve 400 mOsm/kg olarak belirlenmiştir. 2. periyotta elde edilen seminal plazmanın ortalama ozmolalitesi $339,4 \pm 46,16$ mOsm/kg'dır. Bu periyottaki en yüksek ozmolalitesi 382 (mOsm/kg) ve en düşük ozmolalitesi 284 mOsm / kg'dır. Diğer üçünün ozmolalitesi 295, 372 ve 365 mOsm/kg olarak tespit edilmiştir. Üçüncü periyotta elde edilen spermin ortalama ozmolalitesi $359,4 \pm 33,13$ mOsm/kg'dır. En yüksek olan 388 mOsm/kg ve en düşük olan 302 mOsm/kg değerleri ise 369, 370 ve 368 mOsm/kg olarak belirlenmiştir. Bu üç periyotta elde edilen spermin seminal plazmasının ozmolalitesi bakımından aralarında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$) (Şekil 4.7).



Şekil 4.7: Fotoperiyot grubunda elde edilen seminal plazma ozmolalitesi (mOsm/kg).

4.2.4. Sezon Dışındaki Balıklardan Alınan Spermatozoa Yoğunluğu

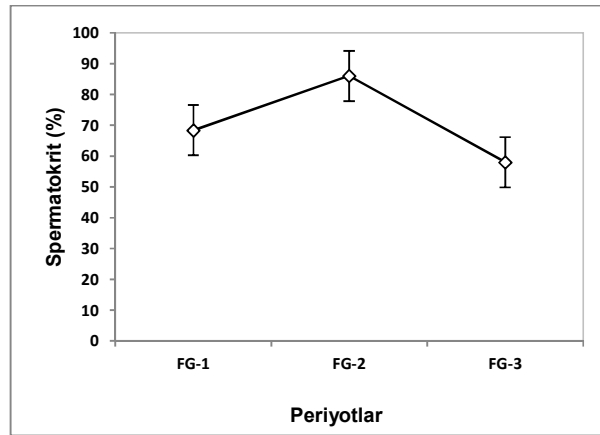
Denemenin birinci periyodunda sağımı yapılan balıklardan elde edilen ortalama spermatozoa yoğunluğu $6 \pm 2,1 \times 10^9$ hücre/ml'dir. Bu dönemde en yüksek yoğunluk, 8×10^9 hücre/ml ve en düşük olarak 3×10^9 hücre/ml elde edilmiştir. İkinci periyotta ortalama spermatozoa yoğunluğu $3,5 \pm 2,06 \times 10^9$ hücre/ml olarak bulunmuştur. Üçüncü periyota ise ortalama yoğunluk $3,15 \pm 1,15 \times 10^9$ hücre/ml olarak tespit edilmiştir. Bu üç periyotta elde edilen spermin spermatozoa yoğunluğu bakımından aralarında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$) (Şekil 4.8).



Şekil 4.8: Fotoperiyot grubundaki elde edilen spermatozoa yoğunluğu (10⁹ hücre/ml).

4.2.5. Sezon Dışındaki Balıklardan Alınan Spermatokrit Oranı

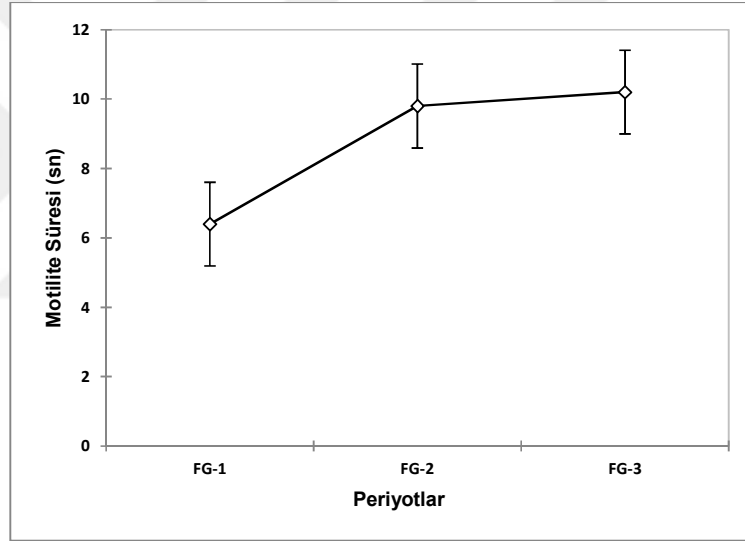
Denemenin 1. Periyodunda elde edilen ortalama spermatokrit oranı %68,4±6,5 olarak tespit edilmiştir. İkinci periyotta spermatokrit oranı birinci periyoda göre yüksek olarak bulunmuştur ve ortalaması 86±10,25% olarak belirlenmiştir. 3. periyotta elde edilen ortalama spermatokrit oranı diğer iki periyottan daha düşük olduğu bulunmuştur (Şekil 4.9).



Şekil 4.9: Fotoperiyot grubunda elde edilen spermatokrit oranı (%).

4.2.6. Sezon Dışındaki Balıklardan Alınan Spermin Motilite Süresi

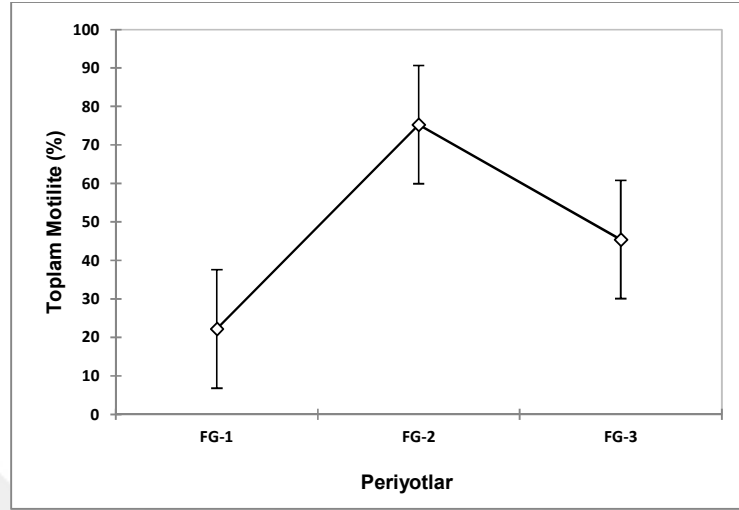
Denemenin 1. periyodunda elde edilen spermin ortalama motilite süresi $6,4 \pm 0,55$ saniye olarak belirlenmiştir. İkinci periyotta spermin ortalama motilite süresi $9,8 \pm 2,04$ saniye olarak tespit edilmiştir. 3. periyotta, ortalama motilite süresi $10,2 \pm 2,28$ saniye olarak tespit edilen spermin motilite süresi başlangıçtaki diğer iki periyoda göre süre artmıştır. Beş adet bireyden sırasıyla 10, 8, 10, 14 ve 9 saniye olarak motilite süresi rapor edilmiştir. Yapılan istatistik analizde FG-1 ve FG-3 ile FG-1 ve FG-3 arasında motilite süresi açısından anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0,05$) (Şekil 4.10).



Şekil 4.10: Fotoperiyot grubunda elde edilen motilite süresi (sn).

4.2.7. Sezon Dışındaki Balıklardan Alınan Spermin Toplam Motilitesi

Fotoperiyot grubunda, 1. periyotta 5 bireyden alınan spermin ortalama toplam motilite $\%22,18 \pm 13,88$ olarak bulunmuştur. İkinci aşamada ortalama toplam motilite $\%75,3 \pm 5,41$ olarak belirlenmiştir. Üçüncü aşamada ise ortalama toplam motilite $\%45,42 \pm 23,23$ olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11: Fotoperiyot grubunda elde edilen toplam motilite (%).

4.3. NORMAL SEZONDA ELDE EDİLEN SPERME AİT VERİLER

Normal sezonda sağımı yapılan grupta, balıklardan ilk spermin alımı 08.12.2016 tarihinde gerçekleşmiştir. İkinci ve üçüncü periyotlarda balıklardan sperm sağım işlemi sırasıyla 17.12.2016 ve 14.01.2017 tarihlerinde yapılmıştır (Tablo 4.4).

Tablo 4.4: Normal Sezonda 3 periyotta elde edilen spermlerin kalite parametreleri.

Periyotlar	Sperm hacmi (ml)	pH	Ozmolalite (mOsm/kg)	Spermatozoa Yoğunluğu (10 ⁹ hücre/ml)	Spermat okrit miktarı (%)	Motilite süresi (Sn)	Toplam Motilite (%)
1-a	23	7,92	348	10,75	30	15	39,10
1-b	7	7,78	314	8,25	25	17	18,60
1-c	3	7,87	359	9,75	35	16	34,05
1-d	7	7,82	297	9	30	18	3,97
1-e	6	7,71	322	9	33	15	30,20
NG-1	9,2	7,82	328	9,35	30,6	16,2	25,18
Ortalama	±7,89	±0,08	±25,27	±0,95	±3,78	±1,3	±14,06

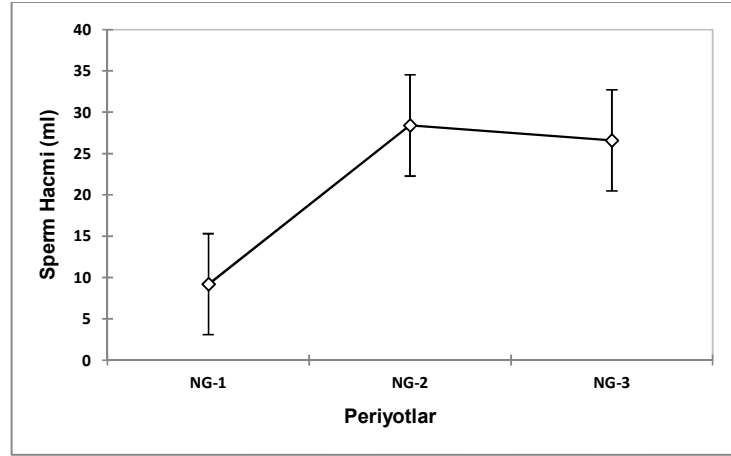
Tablo 4.4(Devam): Normal Sezonda 3 periyotta elde edilen spermilerin kalite parametreleri.

2-a	50	8,25	280	9,25	35	31	44,40
2-b	26	7,91	322	9	38	33	76,23
2-c	26	8,14	310	9,25	30	31	59,25
2-d	30	7,97	420	13,25	45	27	79,30
2-e	10	8,22	324	9,5	25	33	67,23
NG-2	28,4	8,10	331,2	10,05	34,6	31	65,29
Ortalama	±14,31	±0,15	±52,66	±1,78	±7,64	±2,45	±14,07
3-a	27	7,82	272	9,5	22	22	54,20
3-b	32	8,02	277	9,75	15	29	86,58
3-c	24	7,52	279	10,75	23	28	54,30
3-d	20	8,65	249	7,25	15	28	50,92
3-e	30	8,39	260	12,75	22	26	78,73
NG-3	26,6	8,08	267,4	10	19,4	26,6	64,95
ortalama	±4,77	±0,45	±12,66	±2	±4,04	±2,79	±16,69
Genel	21,4	8,0	308,87	9,8	28,2	24,6	51,8
Ortalama	±12,77	±0,2	±44,09	±1,56	±8,35	±6,76	±23,88

1= Birinci periyot, 2= İkinci periyot, 3= Üçüncü periyot; balık no=1(a, b, c, d, e); 2(a, b, c, d, e); 3(a, b, c, d, e)

4.3.1. Normal Sezonda Balıklardan Alınan Sperm Hacmi

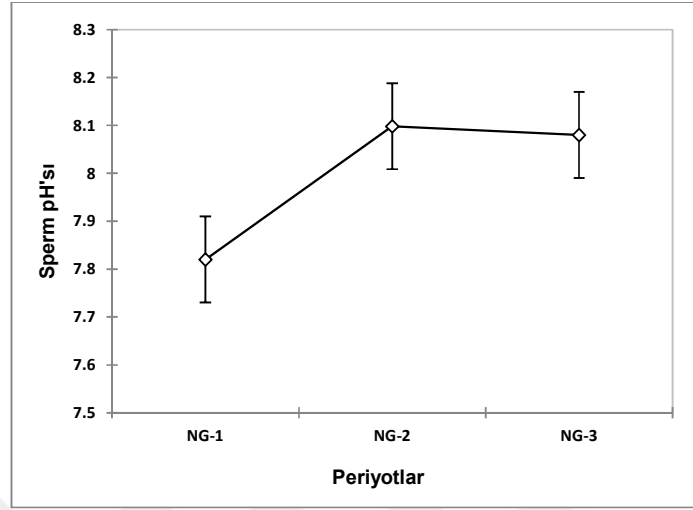
Denemenin 1. Periyodunda balıklardan elde edilen ortalama sperm hacmi $9,2 \pm 7,89$ ml, sonraki sağımlarda elde edilen sperm hacimlerinden çok daha düşük olarak tespit edilmiştir. En düşük sperm hacmi 3 ml en yüksek ise başka bir bireyden 23 ml olarak bulunmuştur. Diğer 3 erkek anaç üzerinde 7 ml, 7 ml ve 6 ml sperm elde edilmiştir. 2. periyotta ortalama $28,4 \pm 14,31$ ml sperm tespit edilmiştir. En yüksek üretim bir erkekten 50 ml, en düşük üretim ise başka bir erkekten 10 ml bulunmuştur. Diğer 3 balıktan 26 ml, 26 ml ve 30 ml sperm elde edilmiştir. 3. periyotta ortalama sperm hacmi $26,6 \pm 4,77$ ml olarak bulunmuştur (Şekil 4.12).



Şekil 4.12: Normal grubunda elde edilen sperm hacmi (ml).

4.3.2. Normal Sezonda Balıklardan Alınan Spermin pH Değeri

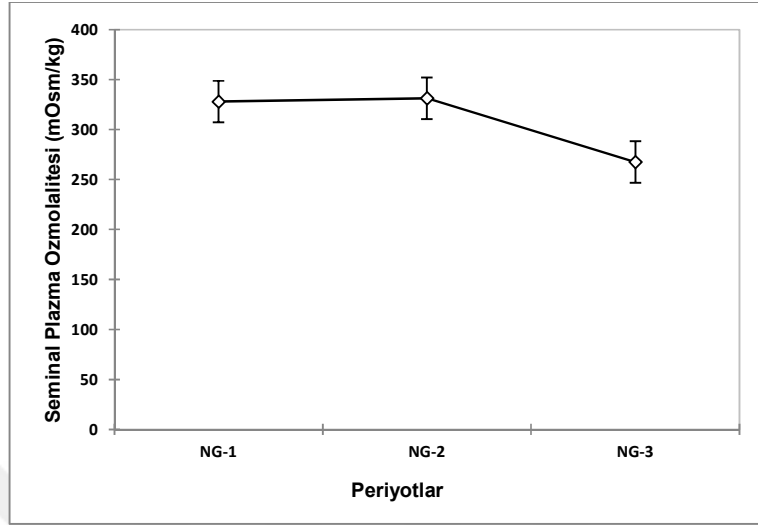
1. periyotta elde edilen spermin ortalama pH değeri $7,82 \pm 0,08$ olarak belirlenmiştir. Beş farklı balıktan pH değeri 7,92, 7,78, 7,87, 7,82 ve 7,71 olarak saptanmıştır. İkinci periyotta ortalama pH değeri $8,10 \pm 0,15$ olarak belirlenmiştir. Beş anaçtan 8,25, 7,91, 8,14, 7,97 ve 8,22 pH değeri tespit edilmiştir. Üçüncü periyotta ortalama pH değeri $8,08 \pm 0,45$ ve sırasıyla bireylerden 7,82, 8,02, 7,52, 8,65 ve 8,39 pH değeri tespit edilmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13: Normal grubunda elde edilen sperm pH.

4.3.3. Normal Sezonda Balıklardan Alınan Seminal Plazmanın Ozmolalitesi

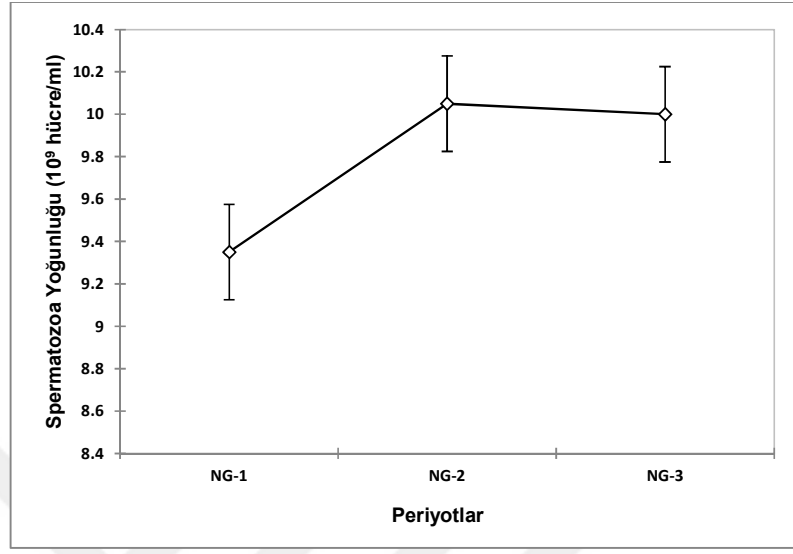
Birinci sağımda elde edilen sperm seminal plazmanın ortalama ozmolalitesi $328 \pm 25,27$ mOsm/kg olarak tespit edilmiştir. Bu aşamadaki en yüksek ozmolalite 359 mOsm/kg ve en düşük ozmolalite 297 mOsm/kg olarak belirlenmiştir. Seminal plazmanın ozmolalitesi 348, 314 ve 322 mOsm/kg olarak diğer üç bireyden tespit edilmiştir. İkinci sağımda ortalama ozmolalite $331,2 \pm 52,66$ mOsm/kg olarak bulunmuştur. Bu aşamadaki en yüksek ozmolalite 420 mOsm/kg ve en düşük ozmolalite 280 mOsm/kg belirlenmiştir. Üçüncü sağımda ise ortalama ozmolalite $267,4 \pm 12,66$ mOsm/kg olarak belirlenmiştir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14: Normal grubundaki seminal plazma ozmolalitesi (mOsm/kg).

4.3.4. Normal Sezonda Balıklardan Alınan Spermatozoa Yoğunluğu

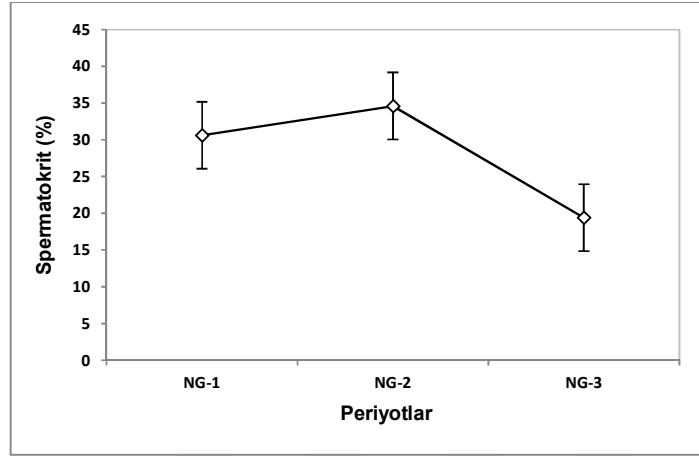
Birinci sağımda ortalama sperm yoğunluğu $9,35 \pm 0,95 \times 10^9$ hücre/ml olarak belirlenmiştir. Bu dönemde en yüksek yoğunluk $10,75 \times 10^9$ hücre/ml ve iki anaçtan alınan spermatozoa yoğunluğunu 9×10^9 hücre/ml olarak bulunmuş, diğerleri ise $8,25 \times 10^9$ hücre/ml ve $9,75 \times 10^9$ hücre/ml olarak belirlenmiştir. İkinci sağımda ortalama yoğunluk $10,05 \pm 1,78 \times 10^9$ hücre/ml olarak belirlenmiştir. Üçüncü sağımda ortalama yoğunluk $10 \pm 2 \times 10^9$ hücre/ml olarak bulunmuştur. Bu dönemdeki 5 farklı anaç balığın spermatozoanın yoğunluğu sırasıyla 9,5, 9,75, 10,75, 7,25 ve $12,75 \times 10^9$ hücre/ml' dir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15: Normal grubunda elde edilen spermatozoa yoğunluğu (10⁹ hücre/ml).

4.3.5. Normal Sezonda Spermatokrit Yüzdesi

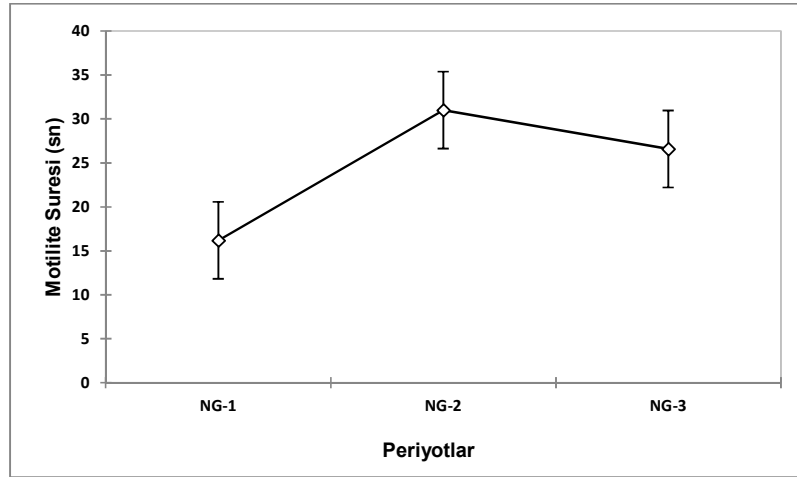
Birinci periyotta balıklardan elde edilen ortalama spermatokrit oranı $30,6 \pm 3,78$ dir. Beş bireyden spermatokrit oranı sırasıyla %30, %25, %35, %30 ve %33 olarak tespit edilmiştir. İkinci sağımda spermatokrit $34,6 \pm 7,64$ olarak belirlenmiştir. Beş farklı bireyden %35, %38, %30, %45 ve %25 olarak elde edilmiştir. 3. sağım döneminde ise ortalama spermatokrit $19,4 \pm 4,04$ olarak diğer iki aşamadan daha düşük tespit edilmiştir. Beş farklı bireyde spermatokrit oranı %22, %15, %23, %15 ve %22 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.16).



Şekil 4.16: Normal grubundaki aşamalarda elde edilen spermatozoid (%).

4.3.6. Normal Sezonda Spermin Motilite Süresi

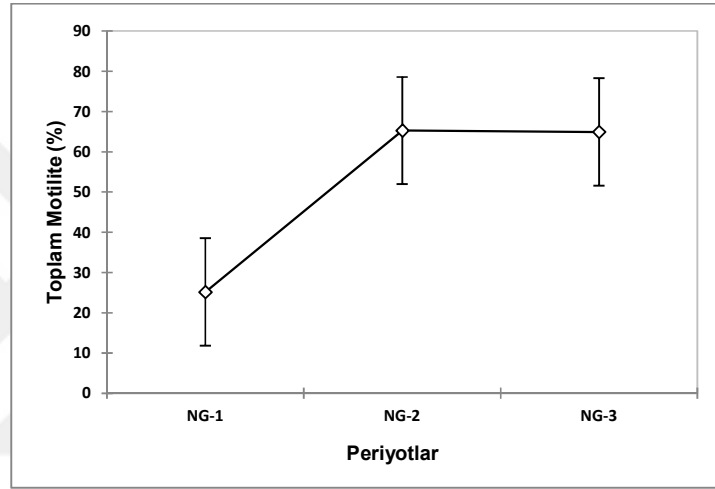
1. periyotta balıklardan elde edilen spermin ortalama motilite süresi $16,2 \pm 1,3$ saniye, beş anaç bireyden ise sırayla 15, 17, 16, 18 ve 15 saniye olarak belirlenmiştir. İkinci periyotta ortalama motilite süresinin $31 \pm 2,45$ saniye olduğu tespit edilmiştir. Üçüncü ve son sağımda ortalama motilite süre $26,6 \pm 2,79$ saniye olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17: Normal grubunda elde edilen spermin motilite süresi (sn).

4.3.7. Normal Sezonda Sperminin Toplam Motilite Oranı

Çalışma boyunca, normal gruptan 1. aşamada 5 balıktan toplam motilite ortalaması sırasıyla $25,18 \pm 14,06$ olarak tespit edilmiştir. İkinci aşamada, beş sperm örneğinin toplam motilite $65,29 \pm 14,07$ olarak tespit edilmiştir. Üçüncü aşamada ortalama toplam $64,95 \pm 16,69$ olarak bulunmuştur (Şekil 4.18).



Şekil 4.18: Normal grubunda elde edilen sperm toplam motilite (%).

4.4. FOTOPERİYOD VE NORMAL GRUBU ARASINDAKİ SPERMATOLOJİK ÖZELLİKLER

Hem Fotoperiyot (FG) hem de normal (NG) sezonda sağımı yapılan gruptaki balıklardan elde edilen spermelerin spermatojik özelliklerinin (sperm hacmi, sperm pH'sı, ozmolalite, spermatozoa yoğunluğu, motilite süresi, spermatokrit yüzdesi) birinci, ikinci ve üçüncü periyotlardan toplanan spermelerin ortalama değerleri aşağıdaki Tablo 4.5 de belirtilmiştir.

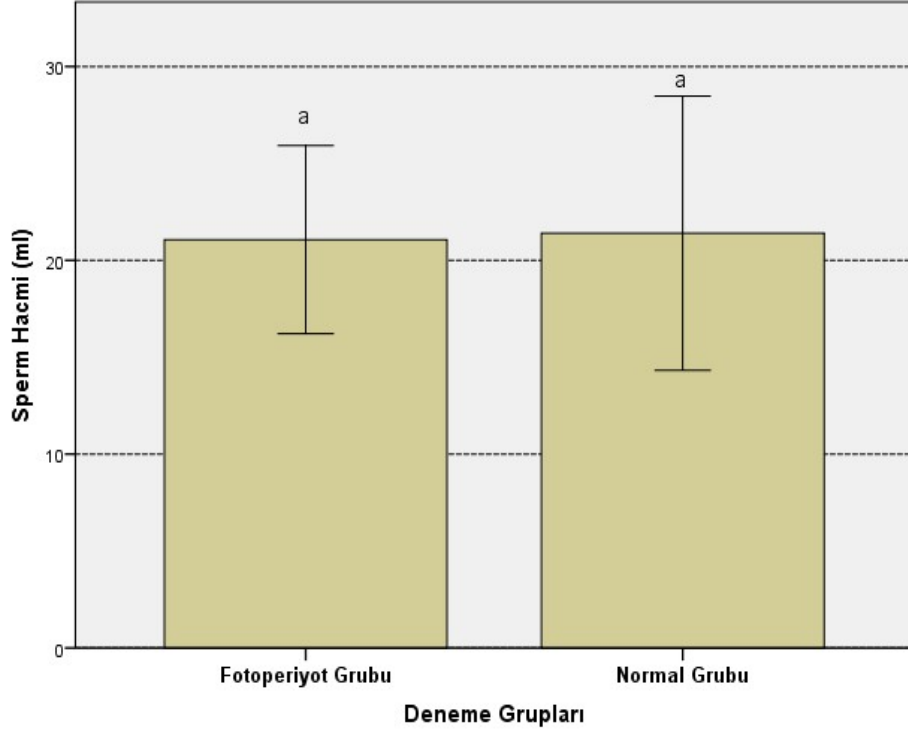
Tablo 4.5: Fotoperiyot ve Normal sezonda elde edilen spermilerin genel ortalama parametre değerleri.

Periyodlar	Sperm Hacmi (ml)	Sperm pH'sı	Seminal		Motilite Süresi (sn)	Spermatozoa Yoğunluk (10^9 /ml)
			Plazma Ozmolalitesi (mOsm/kg)	Spermatokrit (%)		
1. FG	20,8±14,62	7,91±0,28	376,6±27,58	68,4±6,5	6,4±0,55	6±2,1
2. FG	23±5,7	8,11±0,19	339,4±46,16	86±10,25	9,8±2,04	3,95±2,06
3. FG	19,4±3,78	7,53±0,25	359,4±33,13	58±30,54	10,2±2,28	3,15±1,15
FG Genel Ortalama	21,07±8,76	7,85±0,34	358,47±37,25	70,8±21,25	8,8±2,4	4,37±2,10
1. NG	9,2±7,89	7,82±0,08	328±25,27	30,6±3,78	16,2±1,3	9,35±0,95
2. NG	28,4±14,31	8,10±0,15	331,2±52,66	34,6±7,64	31±2,45	10,05±1,78
3. NG	26,6±4,77	8,08±0,45	267,4±12,66	19,4±4,04	26,6±2,79	10±2
NG Genel Ortalama	21,4±12,77	8,0±0,2	308,87±44,09	28,2±8,35	24,6±6,76	9,8±1,56

FG= Fotoperiyot Grup; NG= Normal Grup; 1, 2, ve 3= Birinci, ikinci ve üçüncü periyot.

4.4.1. Sperm Hacmi

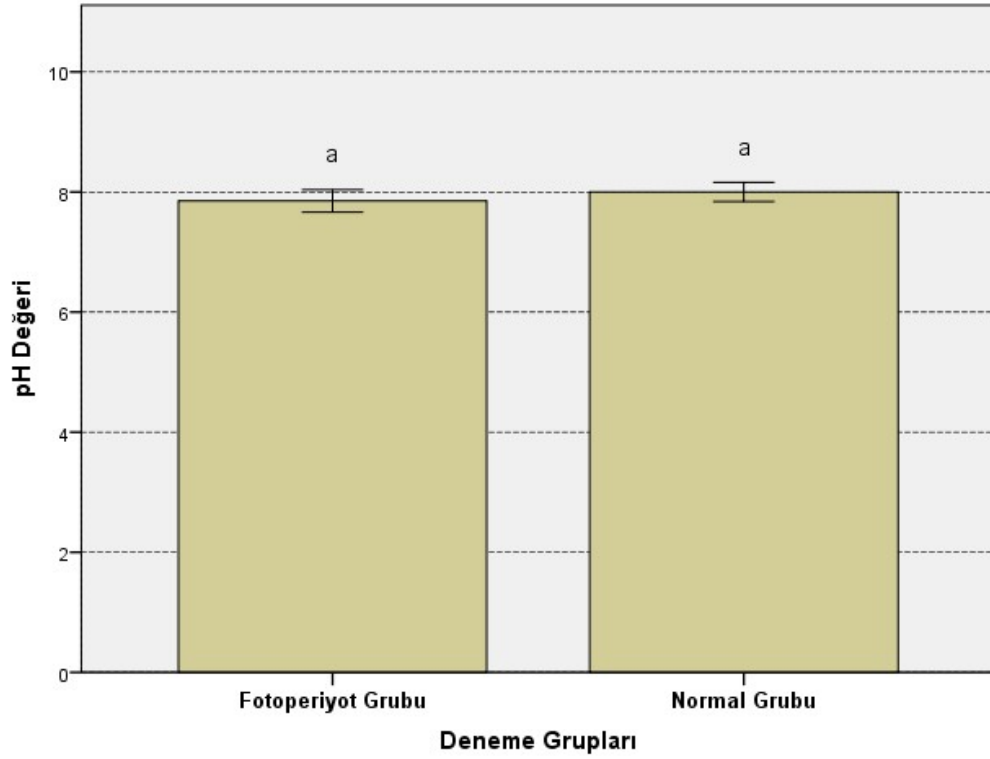
Her iki gruptaki balıklardan elde edilen ortalama sperm hacmi normal grubun 1. aşama hariç fotoperiyotla manipüle edilen grupla neredeyse benzerdir (21,23±10,76 ml). Fotoperiyot grubunda 1. 2. ve 3. periyotlarda ortalama sperm hacmi sırasıyla 20,8±14,62 ml, 28,4±14,31 ml ve 19,4±3,78 ml bulunmuştur. Normal grubunda, ortalama sperm hacmi 9,2±7,89 ml, 28,4±14,31 ml ve 26,6±4,77 ml sırasıyla 1. 2. ve 3. periyotta belirlenmiştir. Normal gruptaki balıklardan elde edilen sperm hacminin 2. periyotta en yüksek ve 1. aşamada en düşük olduğu belirlenmiştir. Tukey (HSD) testine göre, N-1 ve N-2 periyot arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Ancak, fotoperiyotla manipüle edilen grup ile normal üreme grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$) (Şekil 4.19).



Şekil 4.19: FG ve NG de elde edilen ortalama sperm hacmi (ml).

4.4.2. Sperm pH'sı

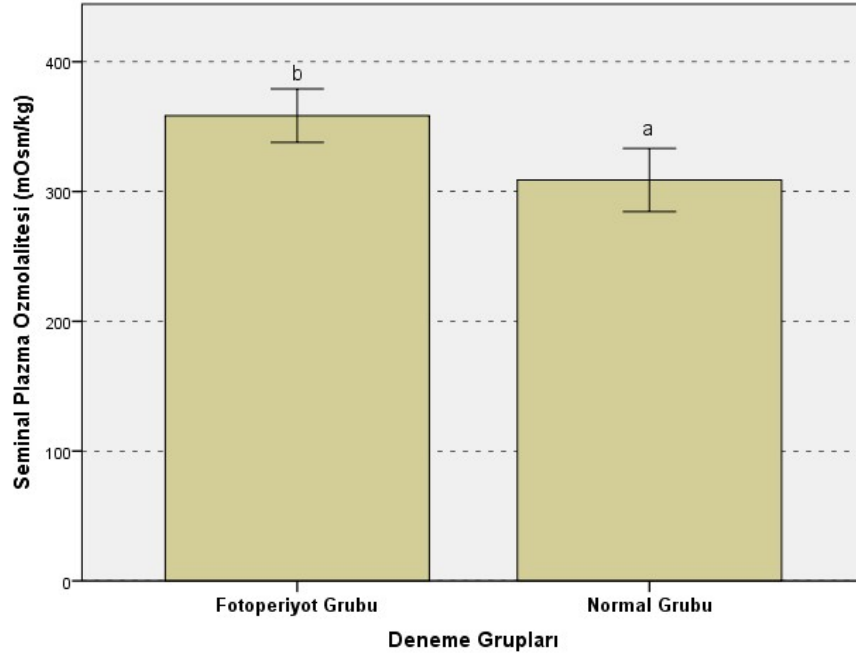
Bu çalışmada sperm pH'sın ortalama değeri $7,93 \pm 0,32$ olarak bulunmuştur. Fotoperiyodla manipüle edilen grubun 3. periyodunda ($7,53 \pm 0,25$) en düşük pH değeri bulunmuştur. Deneme periyodlarında FG-2 ile FG-3; N-2 ile FG-3 ve N-3 ile FG-3 arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Buna karşın, sperm pH'sında Fotoperiyot manipüle grup ile normal sezon grubu arasında anlamlı bir fark olmadığını tespit edilmiştir ($p > 0,05$) (Şekil 4.20).



Şekil 4.20: FG ve NG de elde edilen ortalama pH.

4.4.3. Seminal Plazma Ozmolalitesi

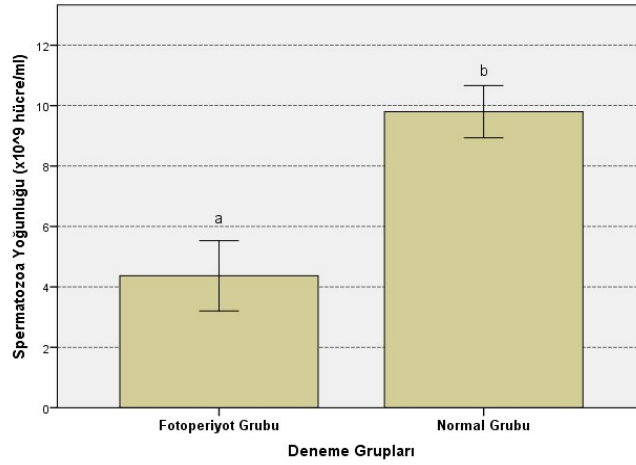
Fotoperiyodla manipüle edilen grubun en yüksek ozmolalite değeri ($376,6 \pm 27,58$ mOsm/kg) 1. sağında ve normal grubun en düşük ozmolalite değeri ($267,4 \pm 12,66$ mOsm/kg) 3. periyotta belirlenmiştir. Her iki grubun seminal plazmasının ortalama ozmolalitesi $333,67 \pm 47,37$ mOsm/kg olarak belirlenmiştir. Deneme süresi içinde FG-1 ile NG-3 ve FG-3 ile NG-3 arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Seminal plazmasının ozmolalitesi, fotoperiyodla manipüle edilen grup ile normal üreme grubu arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$) (Şekil 4.21).



Şekil 4.21: FG ve NG de elde edilen ortalama seminal plazma ozmolalitesi (mOsm/kg).

4.4.4. Spermatozoa Yoğunluğu

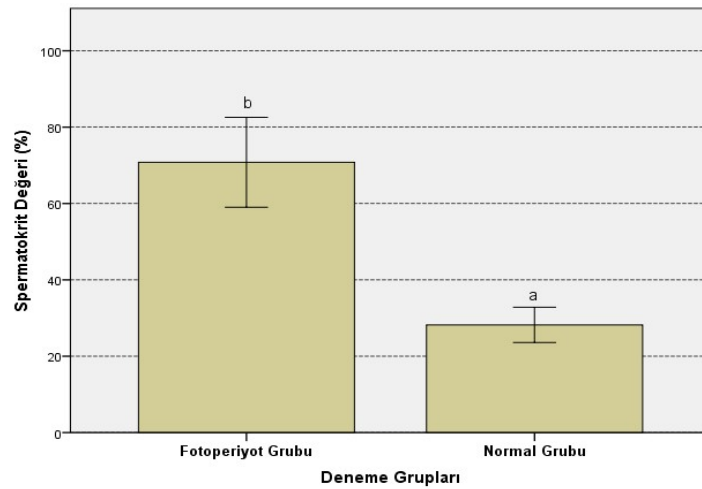
Fotoperiyot manipüle edilmiş erkeklerden elde edilen spermlerde normal sezon grubundan daha düşük oranda yoğunluk elde edilmiştir. Fotoperiyot grubundaki üçüncü sağım zamanında en düşük yoğunluk ($3,15 \times 10^9$ hücre/ml) ve normal grubun ikinci sağımında en yüksek spermatozoa yoğunluğu ($10,05 \times 10^9$ hücre/ml) bulunmuştur. Yoğunluk, normal grup içinde daha yüksek ve çok daha yakın olmakla birlikte, Fotoperiyot uygulanan grupta değişim göstermiştir. Normal ve Fotoperiyot grupları arasında spermatozoa yoğunluğu bakımından anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$) (Şekil 4.22).



Şekil 4.22: FG ve NG de elde edilen ortalama spermatozoa yoğunluğu (hücre/ml).

4.4.5. Spermatokrit Oranı

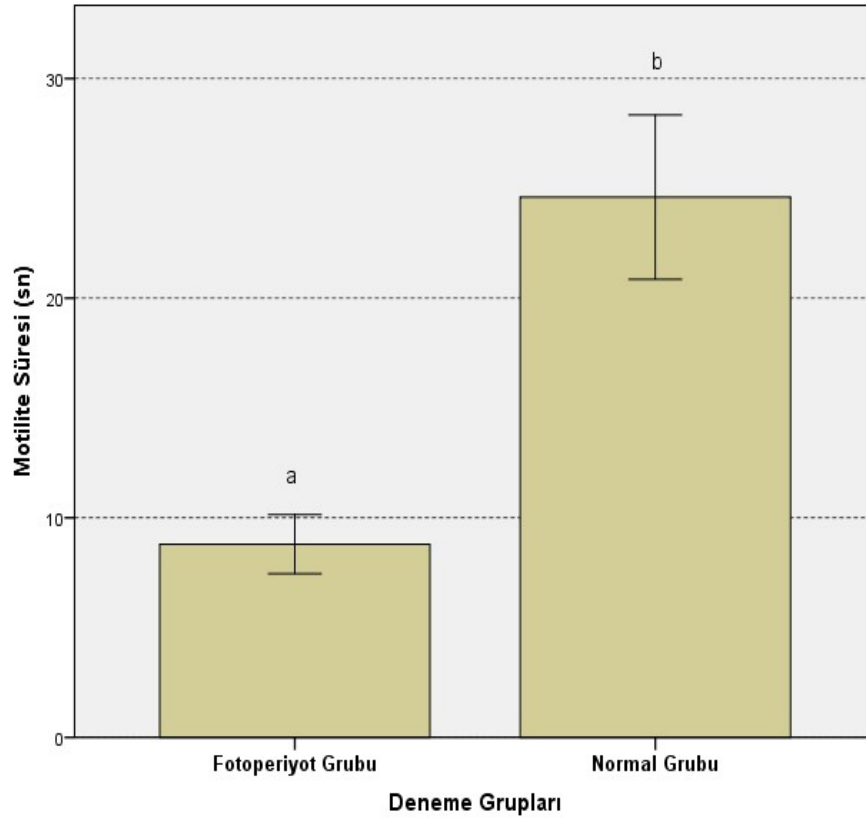
Fotoperiyot grubunun ikinci aşamasında en yüksek spermatokrit yüzdesi (%86) ve üçüncü aşamada en düşük spermatokrit yüzdesi (%19,4) normal grupta belirlenmiştir. Deneme periyodları arasında önemli farklar bulunmuştur ($p < 0,05$). Normal grup, Fotoperiyot grubuna göre daha düşük spermatokrit yüzdesi göstermiştir. Fotoperiyot grubu ile normal grup arasında spermatokrit oranı bakımından anlamlı fark tespit edilmiştir ($p < 0,05$) (Şekil 4.23).



Şekil 4.23: FG ve NG'de elde edilen ortalama spermatokrit yüzdesi (%).

4.4.6. Motilite Süresi

Fotoperiyot grubu balıklarına ait spermmler normal gruba göre daha düşük motilite süresi gösterilmiştir. Fotoperiyot grubunun üç periyodunda motilite süresi zamanla artış göstermiştir. İlk sağımda spermin en düşük motilite süresine $6,4 \pm 0,55$ sn sahip olduğunu ve üçüncü sırada en yüksek motilite süresine $10,2 \pm 2,28$ sn sahip olduğu belirlenmiştir. Normal grubunda en yüksek motilite süresi gözlemlenmiştir. Fotoperiyot ile normal grup arasında anlamlı bir fark olduğunu tespit edilmiştir ($p < 0,05$) (Şekil 4.24).



Şekil 4.24: FG ve NG'de elde edilen ortalama motilite süresi (sn).

4.4.7. Sperm Motilitesinin Kinematik Parametreleri

Bu çalışmada, sperm motilitesinin bazı kinematik parametreleri (Toplam motilite (%), progresif motilite (%), VCL ($\mu\text{m/s}$), VSL ($\mu\text{m/s}$), VAP ($\mu\text{m/s}$), LIN (%) ve STR (%)), CASA sistemi ile incelenmiştir. Her iki grupta da üç aşamadan standart sapmalar gösteren

kinematik parametrelerin ortalama değerleri aşağıdaki iki tabloda gösterilmiştir (Tablo 4.6).

Tablo 4.6: Fotoperiyot ve Normal gruplarındaki spermatozoaya ait kinematik parametreler.

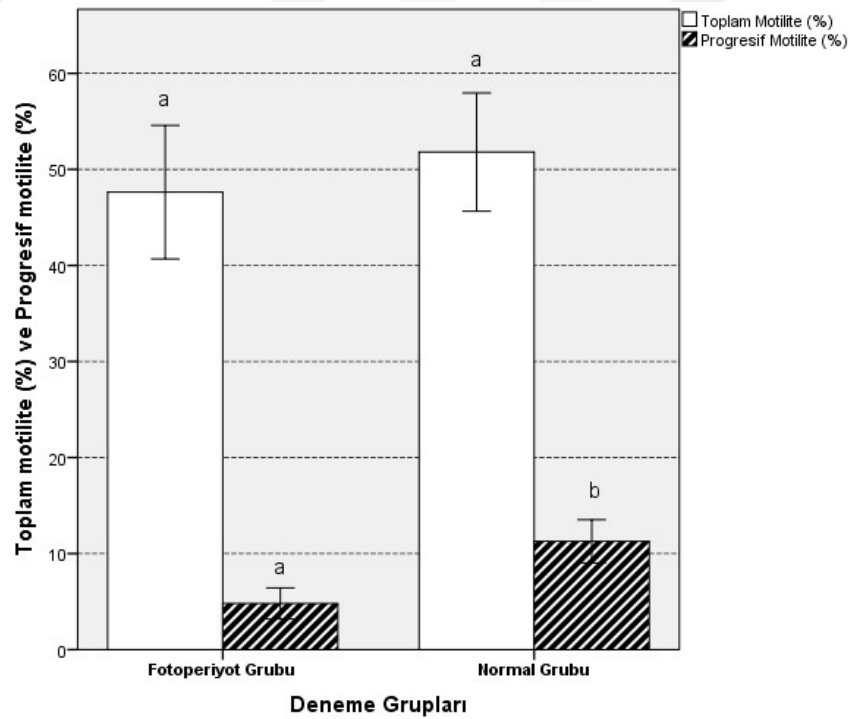
Motilite Parametreleri		1. Aşama	2. Aşama	3. Aşama	Ortalama
Toplam Motilite (%)	FG	22,18±13,88	75,3±5,41	45,42±23,23	47,63±26,91
	NG	25,18±14,06	65,29±14,07	64,95±16,69	51,8±23,88
Progresif Motilite (%)	FG	6,34±10,52	6,1±3,41	1,96±1,10	4,8±6,31
	NG	4,71±6,91	9,78±3,97	19,35±8,69	11,27±8,76
VAP ($\mu\text{m}/\text{sn}$)	FG	47,62±22,65	45,05±10,72	34,91±14,63	42,53±16,52
	NG	64,18±8,66	82,13±16,52	91,37±14,17	79,23±17,12
VSL ($\mu\text{m}/\text{sn}$)	FG	35,19±20,84	26,15±6,48	20,94±9,13	27,42±14,03
	NG	30,78±8,93	38,52±8,05	51,83±12,03	40,37±12,79
VCL ($\mu\text{m}/\text{sn}$)	FG	65,88±33,3	62,57±17,07	49,83±23,26	59,42±24,63
	NG	92,27±16,51	115,75±17,71	117,1±15,21	108,35±19,32
STR (%)	FG	79,77±17,51	70,81±6,98	76,35±10,97	75,64±12,27
	NG	52,63±10,55	50,49±3,78	57,44±5,25	53,51±7,26
LIN (%)	FG	64,80±22,42	53,74±8,45	59,06±11,13	59,20±14,87
	NG	39,04±11,08	35,57±6,09	46,03±6,59	40,20±8,85
ALH (μm)	FG	3,6±2,58	5,24±1,91	4,02±2,21	4,31±2,20
	NG	7,26±1,95	9,90±2,18	9,34±2,06	8,83±2,24

Çalışma boyunca, Normal Grubun 1. periyotta 5 balıktan toplam motilite ve progresif motilite ortalama değerleri sırasıyla %25,18±14,06 ve %4,71±6,91 olarak tespit edilmiştir. İkinci aşamada, beş sperm örnekleminin toplam motilite ve progresif motilite ortalaması, sırasıyla, %65,29±14,07 ve %9,78±3,97 olarak tespit edilmiştir. Üçüncü aşamada ortalama toplam motilite ve progresif motilite sırasıyla %64,95±16,69 ve %19,35±8,69 olarak bulunmuştur.

Fotoperiyot Grubunda, 1. periyotta 5 bireyden sperm alınmış ve ortalama toplam motilite ve progresif motilite %22,18±13,88 ve %6,34±10,52 olarak bulunmuştur. İkinci periyotta ortalama toplam motilite ve progresif motilite sırasıyla %75,3±5,41 ve %6,1±3,41 olarak

belirlenmiştir. Üçüncü periyotta ortalama toplam motilite ve progresif motilite sırasıyla %45,42±23,23 ve %1,96±1,10 belirlenmiştir.

Normal Grup ve Fotoperiyot Grubu arasında toplam motilite ve progresif motilite için Tukey (HSD) testi yapılmış ve iki grup arasında toplam motilite bakımından anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiş ($p > 0,05$) ancak iki grup arasında progresif motilite arasında anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($P < 0,05$) (Şekil 4.25).



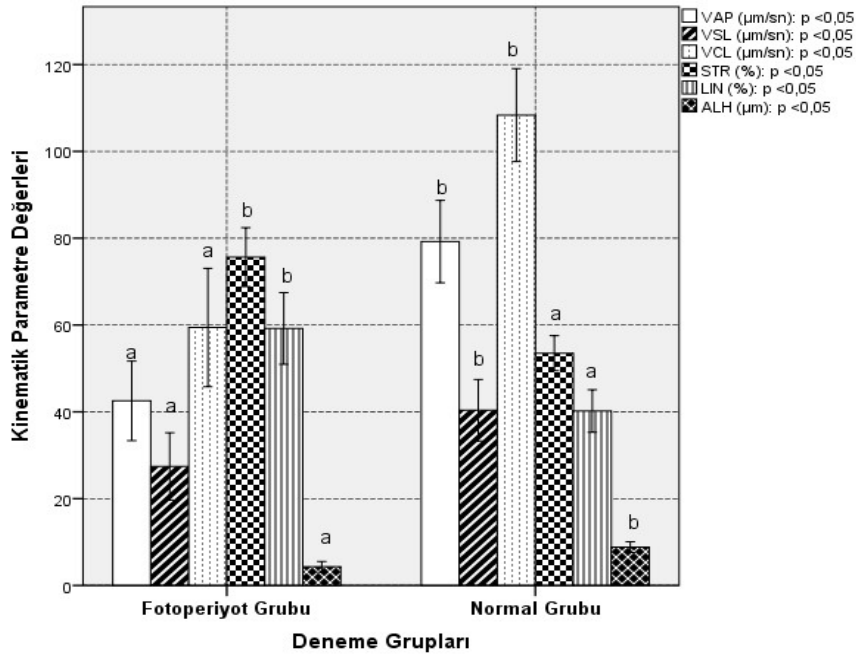
Şekil 4.25: Deneme gruplarındaki balıkların spermelerine ait toplam motilite (%) ve progresif motilite (%) değerleri (FG= n15; NG=n15).

Denemenin birinci periyodunda, VCL, VSL, VAP, STR, LIN ve ALH değerleri sırasıyla $92,27 \pm 16,51 \mu\text{m/sn}$, $30,78 \pm 8,93 \mu\text{m/sn}$, $64,18 \pm 8,66 \mu\text{m/sn}$, $52,63 \pm 10,55$, $39,04 \pm 11,08$ ve $7,26 \pm 1,95 \mu\text{m}$ olarak bulunmuştur. İkinci periyodunda, ise VCL, VSL, VAP, STR, LIN ve ALH değerleri sırasıyla $115,75 \pm 17,71 \mu\text{m/sn}$, $38,52 \pm 8,05 \mu\text{m/sn}$, $82,13 \pm 16,52 \mu\text{m/sn}$, $50,49 \pm 3,78$, $35,57 \pm 6,09$ ve $9,90 \pm 2,18 \mu\text{m}$ olarak tespit edilmiştir. Üçüncü periyodunda VCI, VSL, VAP, STR, LIN ve ALH değerleri sırasıyla

117,1±15,21 $\mu\text{m}/\text{sn}$, 51,83±12,03 $\mu\text{m}/\text{sn}$, 91,37±14,17 $\mu\text{m}/\text{sn}$, %57,44±5,25, %46,03±6,59 ve 9,34±2,06 μm olarak belirlenmiştir.

Fotoperiyot grubunun ilk periyodunda VCL, VSL, VAP, STR, LIN ve ALH değerleri 65,88±33,3 $\mu\text{m}/\text{sn}$, 35,19±20,84 $\mu\text{m}/\text{sn}$, 47,62±22,65 $\mu\text{m}/\text{sn}$, %79,77±17,51, %64,80±22,42 ve 3,6±2,58 μm olarak belirlenmiştir. İkinci periyodunda VCL, VSL, VAP, STR, LIN ve ALH değerleri sırasıyla 62,57±17,07 $\mu\text{m}/\text{sn}$, 26,15±6,48 $\mu\text{m}/\text{sn}$, 45,05±10,72 $\mu\text{m}/\text{sn}$, %70,81±6,98, %53,74±8,45 ve 5,24±1,91 μm olarak belirlenmiştir. Üçüncü periyotta VCL, VSL, VAP, STR, LIN ve ALH değerleri sırasıyla 49,83±23,26 $\mu\text{m}/\text{sn}$, 20,94±9,13 $\mu\text{m}/\text{sn}$, 34,91±14,63 $\mu\text{m}/\text{sn}$, %76,35±10,97, %59,06±11,13 ve 4,02±2,21 μm olarak belirlenmiştir.

Sperm motilite parametreleri (VCL, VSL, VAP, STR, LIN ve ALH) arasında Tukey (HSD) testi yapılmıştır ve Fotoperiyot Grubu ve Normal Grup arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0,05$). VCL, VSL, VAP ve ALH daha yüksek ve STR ve LIN Fotoperiyot grubuna göre normal grupta daha düşük olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.26).



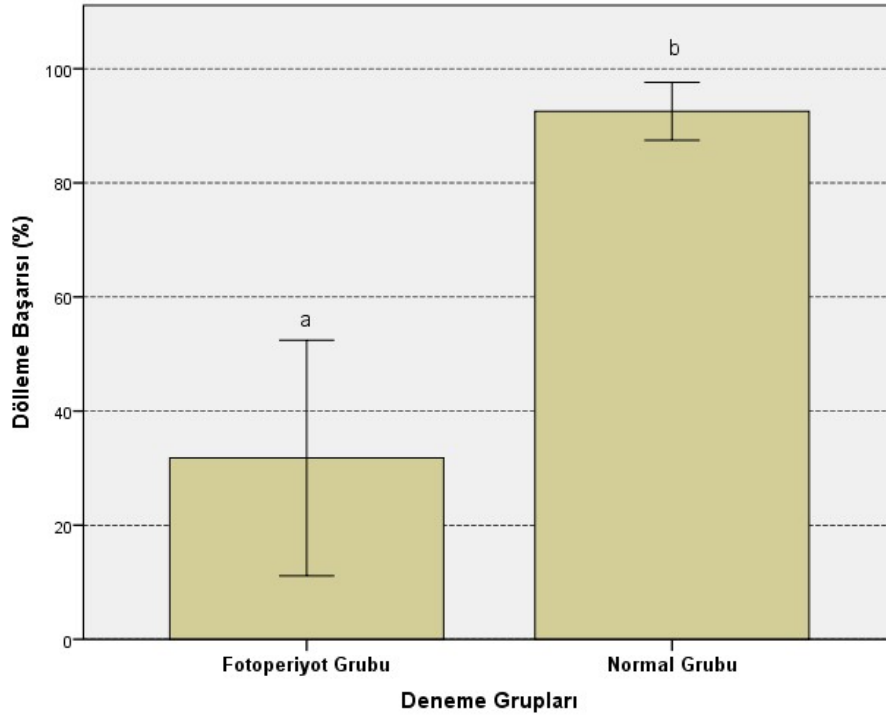
Şekil 4.26: Deneme gruplarındaki balıkların spermelerine ait motiliteye bağlı kinematik parametrelerinin değerleri.

4.4.8. Normal Grup ve Fotoperiyot Grubu arasında Dölleme Başarısı

Fotoperiyot grupta dölleme başarısı ortalama $31,77 \pm 24,68$ olarak tespit edilmiştir. 1. periyotta, 5 adet anaç balığın yumurtası 2 erkek balıktan elde edilen sperm ile döllenenmiştir. 2. periyotta 3 dişinin yumurtası 2 erkek balığın sperm ile döllenenmiştir. 3. periyotta, 9 adet balıktan yumurta alınmaya çalışılmış, fakat sağım sırasında yumurtaların bozulmuş olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle 3. periyotta dölleme başarıyla yapılamamıştır.

Normal Grupta dölleme başarısı ortalama $92,53 \pm 6,08$ olarak belirlenmiştir. 1. periyotta, döllemede 3 anaç balığın yumurtaları kullanılmıştır ve 2 erkek balığın spermi ile dölleme yapılmıştır. 2. periyotta 5 dişinin yumurtaları 1 erkek balığın sperm ile dölleme yapılmıştır.

Çalışmanın sonunda Fotoperiyot Grubu ile Normal Grubu arasında dölleme başarısında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0,05$) (Şekil 4.27).



Şekil 4.27: Deneme gruplarındaki dölleme başarısı.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma, gökkuşığı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) normal üreme sezonunda alınan erkek gamet hücreleri ile yapay fotoperiyot manipülasyonu ile sezon dışı elde edilen erkek gamet hücrelerinin kalitesi üzerinde oluşabilecek farkı belirlemek amacıyla yapılmıştır. Gökkuşığı alabalığı, Türkiye'nin en fazla üretilen kültür balığıdır. Yetiştiriciliği yapılan türlerin üretiminde fotoperiyot, normal yumurtlama mevsiminden önce veya normal yumurtlama mevsiminden daha sonra gamet (sperm ve yumurta) elde etmek için kullanılan uygulamalardan biridir. Alabalıklarda yıl boyunca pazar boyunda balık elde edebilmek için fotoperiyot uygulanarak normal sezon dışında da üretim yapmak mümkündür. Üretimin istenilenden fazla olduğu veya mevcut sistemin kapasitesinin aşılacağı zamanlarda larva üretimini kontrol altında almak için fotoperiyot uygulamasıyla (yani ışığın gün içindeki gece ve gündüz zamanını değiştirerek) gamet oluşumunu geciktirmek mümkün olmaktadır.

Yetiştiricilik koşullarında, kaliteli sperm ve yumurta elde etmek için bazı çevresel parametrelerin balıkların tutulduğu havuz veya tanklarda istenilen düzeyde sağlanması gerekmektedir. Bu parametrelerin en önemlileri ışık ve suyun fiziko-kimyasal özellikleri (sıcaklık, çözülmüş oksijen, pH vb.)'dir. Gökkuşığı alabalıklarında ilkbaharda giderek artan fotoperiyot gametogenezin tamamlanmasına ve sonbaharda azalan fotoperiyot ise son olgunlaşma, ovülasyon ve spermasyonun başlamasına neden olmaktadır (Cabrita ve diğ. 2009).

Özellikle salmonid türlerindeki Fotoperiyodun gonadların olgunlaşması üzerindeki etkisi birçok araştırmayla kanıtlanmıştır. Fotoperiyot balıklarda endojen ritminin başlatılmasının teşvik edilmesi ve gonadın tamamının olgunlaşmasından (beyin-hipofiz-gonad gelişimi) sorumludur (Bromage ve diğ. 1993; 2001).

Başarılı bir alabalık üretimi için su kalitesiyle ilgili parametreler ve havuz ortamı, balıkların biyolojik faaliyetlerini sürdürmesinde önemli bir role sahiptir. Bu faktörlerden herhangi birinin istenilen düzeyde olmaması durumunda kaliteli gametlerin elde edilmesi mümkün değildir (Bromage ve diğ. 2001). Salmonidlerde sonbaharda sıcaklığın düşmesi üretim başarısını etkileyen önemli bir faktördür (Pankhurst ve diğ. 1996).

Fotoperiyot, diğ er çevresel faktörlerin sabit olduğu yerlerde balık gametogenezinde özel bir rol oynamaktadır. Fotoperiyodun rolü, salmonidlerde ve birçok deniz balıklarında çok net bir şekilde görülür. Fotoperiyot operasyonu, fotoreseptörler (göz, pineal bez) aracılığıyla merkezi sinir sisteminin hipotalamo-hipofizyel ekseninde gerçekleşir (Barnabe, 2005).

Yapılan çalışmalarda *Morone chrysops* türünde fotoperiyot ve sıcaklık uygulmasının, sperm yoğunluğu, motilite süresi ve seminal plazmanın pH'ını etkilediğı ancak döllenme başarısı üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Tate ve Helfrich, 1998).

Fotoperiyodun rolü Atlantik somon (*Salmo salar*), Avrupa levreğı (*Dicentrarchus labrax*) (Carrillo ve diğ. , 1995), çipura (*Sparus aurata*) (Zohar ve diğ. 1995), ışkine (*Sciaenops ocellatus*) (Thomas ve diğ. 1995), *Heteropneustes fossilis* (Sundararay ve diğ. 1970) gibi farklı balık türlerinde farklı uygulamalar ile istenilen zamanda olgunlaşmanın gerçekleşebileceğı birçok araştırmada gösterilmiştir.

Bromage ve diğ. (1984), gökkuş ağı alabalığında fotoperiyot manipülasyonunu ışığı uygun şekilde ayarlanan zaman aralıklarında, su yüzeyinin 1,2 m üzerinde tek bir (40 W) beyaz ışık kaynağı kullanılarak yapmıştır. Bu çalışmada, 18L: 6D (18 saat ışık ve 6 saat karanlık) sabit uzun gün uygulandıktan sonra 6L:18D (kısa gün) yumurta bırakma tamamlanıncaya kadar uygulamaya devam edilmiş ve anaçlarda 6 hafta daha erken gamet elde edilebilmiştir. Diğ er yanda ise sabit 6L:18D (kısa gün) uygulanarak 12-14 hafta gecikmeli yumurtlama elde edilebilmiştir.

Bu denemede ise kapalı beton havuzda otomatik sistemli 50 lüks/m²'lik LED ışık kullanılarak fotoperiyot uygulanan anaçların normal yumurtlama mevsimine göre 4 ay daha erken olgunlaşması sağlanmıştır.

Bu denemede, fotoperiyot (FG) ve normal gün ışığı uygulanan anaçların (NG) bakıldığı havuzlarda spermiasyon sırasında su sıcaklığı sırasıyla 14,21±0,78 °C ve 8,81±2,54 °C ve çözünmüş oksijen 7,71±1,33 mg/l ve 10,74±1,18 mg/l olarak tespit edilmiştir. Her iki grupta uygulanan su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen değerleri gökkuş ağı alabalığı yetiştiriciliğinde kullanılan değerlere uygundur (Woynarovich ve diğ. 2011).

Sperm hacmi, spermiyasyonun başlamasına, sağım aralığına, sperm elde etme yöntemlerine göre değişmektedir (Alavi ve diğ. 2008). Sperm hacmi gibi spermatolojik parametreler, farklı türlerde ve aynı türün farklı bireylerinde bile farklılık göstermektedir (Babaoğlu, 2007). Sperm miktarı ise su sıcaklığı, sağım sıklığı, balık yaşı, çevre ve besleme gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Büyükhatipoğlu ve Holtz, 1984).

Bu denemede, her periyotta olgunlaşmasını tamamlamış farklı balıklar kullanılmıştır. Her bireyden maksimum verim alınmasını sağlamak için tek bir dişinin izlenmesi yerine her sağım döneminde olgun bireylerin dönemsel sperm kalite parametreleri incelenmiştir.

Kadife balığı, gökkuşaağı alabalığı, kalkan balığı ve hazar mersin balığında her sağımdan sonra sperm yoğunluğunun düşüş gösterdiği bildirilmiştir (Zuromska, 1981; Gjerde, 1984; Suquet ve diğ. 1992 ve Alavi ve diğ. 2005).

Normal yumurtlama veya sağım döneminin ortasında gökkuşaağı alabalığından alınan ortalama sperm hacminin 5,3 ml olduğu bildirilmiştir (Dziewulska ve diğ. 2008). Gökkuşaağı alabalıklarında sperm hacmi 5 ml/kg olarak, Atlantik salmonlarında ise 20 ml/kg olarak tespit edilmiştir (Gjerde, 1984). Gökkuşaağı alabalıklarında ortalama sperm hacmi balığın kilosuna başına 19,6 ml olarak belirlenmiştir (Tekin ve diğ. 2007).

Bu denemede, sağım dönemi boyunca iki deneme grubunda farklı zamanlarda üçer kez sperm alımı gerçekleştirilmiş ve her periyotta anaçlardan elde edilen sperm hacmi belirlenmiştir. Sağım dönemi boyunca FG ve NG'den alınan ortalama sperm hacmi sırasıyla 21,07±8,76 ml ve 21,4±12,77 ml olarak bulunmuştur. İki grup arasında elde edilen sperm hacmi bakımından anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$) (Şekil 4.19).

Çoğu araştırmada, pH'ın sperm motilitesini etkileyen başlıca faktörlerden biri olduğu ve doğrudan spermin dölleme yeteneğinde etkili olduğu bilinmektedir (Alavi ve Cosson, 2005). Sperm pH'sı balık türüne göre değişir. Schlenk (1933), gökkuşaağı alabalığında sperm hareketliliğinin pH'ın 7,5'in altında aktifleşmediğini bildirmiştir. Gökkuşaağı alabalığında, sperm pH değereri 7,3 ila 8,8 arasında olduğu yapılan farklı çalışmalarda rapor edilmiştir (Schlenk, 1933; Inaba ve diğ. 1958; Nomura, 1964; Robitaille ve diğ. 1987).

Çalışmamızda anaçlardan elde edilen spermin pH değeri, fotoperiyot grubu ve normal grupta sırasıyla, $7,85 \pm 0,34$ ve $8,0 \pm 0,2$ olarak saptanmıştır. Bu çalışmada her iki grupta da elde edilen spermin pH değeri yukarıda bahsedilen literatürler ile benzerlik göstermiştir. Sperm pH'sında fotoperiyot manipüle grup ile normal üreme grubu arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0,05$) (Şekil 4.20).

Gökkuşığı alabalıklarının yumurtlama mevsiminde spermatozoa yoğunluğu $10,7 \pm 4,4 \times 10^9$ ml/yıl iken kahverengi alabalık ve kaynak alabalıklarında sırasıyla, $22,3 \pm 6,7 \times 10^9$ hücre/ml ve $11,9 \pm 3,3 \times 10^9$ hücre/ml'dir (Dziewulska, et al. 2008). Spermatozoa sayısı, balık türüne göre $2 \times 10^6 - 6,5 \times 10^{10}$ hücre/ml arasında değişir (Jamieson ve Leung, 1991). Gökkuşığı alabalığında toplam sperm sayısı 58×10^9 sperm/gram testis/yıl olarak belirlenmiş ve bu miktarın %20 ila %50 arasında değişebileceği belirtilmiştir (Billard, 1986 ve Billard, 1990).

Salmo salar türünde sperm yoğunluğu $9,54 \pm 3,2 \times 10^9$ hücre/ml olarak belirlenmiştir (Aas ve diğ. 1991). *Salvelinus fontinalis* türünde ise sperm yoğunluğu $2,42 \pm 1,30 \times 10^9$ ila $9,10 \pm 116 \times 10^9$ hücre/ml arasında değişebildiği rapor edilmiştir (Köse ve Şahin, 2015). Gökkuşığı alabalığı, beyaz balık ve amerikan sarı levreğinde sperm yoğunluğu sırasıyla $11,80 \pm 6,19 \times 10^9$, $7,95 \pm 2,57 \times 10^9$ ve $41,58 \pm 3,50 \times 10^9$ olarak belirlenmiştir (Ciereszko ve Dabrowski, 1993).

Bu denemede ortalama spermatozoa yoğunluğu FG ve NG'den sırasıyla $4,37 \pm 2,10 \times 10^9$ ve $9,8 \pm 1,56 \times 10^9$ hücre/ml olarak saptanmıştır. İki grup arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$) (Şekil 4.22). Fotoperiyot grubunda spermatozoa yoğunluğu yukarıda belirtilen literatürlerden daha düşük olarak tespit edilmiştir. Bunun nedeni çevresel değişiklikler, coğrafi konum, yaş veya ırk farkından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Gökkuşığı alabalıklarında, yumurtlama mevsiminin ortasında seminal plazma ozmolalitesinin ortalaması $230,6 \pm 98,6$ mOsm/kg olarak tespit edilmiştir (Dziewulska ve diğ. 2008). Daha yüksek ozmolalite (400 mOsm/kg ve fazla) değerlerinin salmonidlerde sperm hareketliliğini engellediği belirtilmiştir (Billard ve Cosson, 1992). Gökkuşığı alabalığının ortalama ozmolalitesi $169,1$ mOsm/kg ile 322 mOsm/kg arasında değişmektedir (Morisawa ve diğ. 1983; Munikittrick ve Moccia, 1987; Morisawa ve

Morisawa, 1988; Lahnsteiner ve diğ. 1998; Koldras ve diğ. 1996; Glogowski ve diğ. 2000; Dietrich ve diğ. 2005 ve Dziewulska ve diğ. 2008). Başka bir çalışmada da *Oncorhynchus mykiss* türünde maksimum seminal plazma ozmolalitesi 473 mOsm/kg olarak belirlenmiştir (Dziewulska ve diğ. 2008). Ercan ve Ekici (2016)'nin *Oncorhynchus mykiss* tür üzerine yaptığı çalışmada ise 296,8±3,27 mOsm/kg olarak tespit edilmiştir.

Bu denemede, FG ve NG ortalama seminal plazma ozmolalitesi sırasıyla 358,47±37,25 ve 308,87±44,09 mOsm/kg olarak belirlenmiştir. Sperma plazmasının ozmolalitesi, fotoperiyodla manipule edilen grup ile normal üreme grubu arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$) (Şekil 4.21). Yukarıda belirtilen literatüre göre FG'da sperma plazmasının ozmolalitesi daha yüksek bulunma nedeninin spermiyasyon aşamasında Fotoperiyot uygulamasının endokrin sistemi ışık düzeyinde etkilemesi ve steroid hormonunun salgılanmasının seminal plazma ve sperm hücresinin olgunlaşmasında normal sezondan varolan miktardan farklı olması ile yaz aylarında yüksek sıcaklık, düşük çözünmüş oksijen ve yapay ışık periyodu uygulaması nedeniyle gerçekleşen plazmadaki iyon farklılaşmasından kaynaklanabileceğinden olabileceği düşünülmüştür.

Yumurtlama sezonunun ortasında gökkuşuğu alabalığı, deniz alabalığı ve kaynak alabalıklarda spermatokrit yüzdesinin sırasıyla %20±7,59, %48,40±15,41 ve %25,75±4,37 olduğu bildirmiştir (Dziewulska ve diğ. 2008). Ciereszko ve Dabrowski (1993), gökkuşuğu alabalığı, beyaz balık ve amerikan sarı levreği spermatokrit yüzdesinin sırasıyla %25,75±13,32, %26,55±8,25 ve %64,65±10,96 olduğu bildirmiştir.

Bu denemede, fotoperiyot uygulanan grubun ortalama spermatokrit yüzdesi %70,8±21,25 ve normal sezon grubunda sağımı yapılan açan balıklarda ise %28,2±8,35 olarak tespit edilmiştir. Fotoperiyot grubu ile normal grup arasında spermatokrit oranında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$) (Şekil 4.23). Bunun nedeninin fotoperiyot grubunda kısa sürede üremeye teşvik edilen balıkların daha az seminal plazma oluşturmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

Sperm hareketliliğinin (motilite) süresi, balık türlerine göre değişim göstermektedir. Tatlısu balıklarının çoğunda, hareketlilik süresi 2 dakikadan daha düşüktür (Morisawa ve Suzuki, 1980; Percec ve diğ. 1993; Billard ve diğ. 1995a, b). Gökkuşuğu alabalıklarında

sırasıyla tricaine, AQUUS ve CO₂ ile uygulama yapıldığında sperm motilitesinin süresi 36-55 sn, 37-56 sn ve 31-43 sn olarak tespit edilmiştir (Wagner ve diğ. 2002). *Oncorhynchus gorboscha*, *Salmo trutta* m. *lacustris* ve *Salmo irideus* türlerinde hareketlilik süresi, sırasıyla 30-55 sn, 63 sn ve 20-45 sn olduğu rapor edilmiştir (Smirnov, 1954; Ginzburg, 1968; Dorier, 1951). Alabalıkta (*Salvelinus fontinalis*) ortalama hareketlilik süresi, yıl içinde farklı zamanlarda yapılan sağımlarda 38,30±4,26 sn ile 60,70±4,70 sn arasında değişmektedir (Köse ve Şahin, 2015). *Salmo trutta macrostigma* türünde sperm ortalama hareketlilik süresi 68,1±1,3 sn olarak tespit edilmiştir (Yavaş ve diğ. 2011). Kral somon'da (*Oncorhynchus tshawytscha*) ortalama hareketlilik süresi 22,5 sn (7,4-39,5) olarak bulunmuştur (Rosengrave, 2010). *Oncorhynchus mykiss* türünde ortalama motilite süresi 114,5 ± 31,64 sn olarak bildirilmiştir (Şahin ve diğ. 2013a). Ekici ve ark.'nın 2012 yılında *Oncorhynchus mykiss* türünde yapmış oldukları çalışmada ortalama motilite süresi 48,5±1,9 saniye olarak tespit etmişlerdir. *Salmo coruhensis* türünde ise 129,5±38,78 sn (Şahin ve diğ. 2013b) ve 40±3,4 sn ile 36,62±6,72 sn (Tunçelli, 2016) olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada fotoperiyot uygulanan grupta sperm ortalama motilite süresi 8,8±2,4 sn (minimum 6 sn- maksimum 14 sn) olarak tespit edilmiştir. Normal üreme mevsiminde sağımlı yapılan grupta ise ortalama motilite süresi 24,6±6,76 sn (minumum 14 sn- maksimum 33 sn) olarak belirlenmiştir. Bu iki grup arasında sperm motilitesi bakımından anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur (p <0,05) (Şekil 4.24). Yukarıda belirtilen daha önce yapılmış farklı çalışmalarda, fotoperiyot uygulanan (sezon dışında alınan spermelerde) motilite süresi bu iki grup arasında çok daha kısa sürede gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bu değişikliğin nedenini çevresel koşulların, yaz aylarında yumurtlama esnasındaki yüksek sıcaklığın, oksijen seviyesi ve seminal plazmadaki iyon ve aktivasyon solüsyonunda ki farklılıktan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Daha önce yapılan bilimsel çalışmalarda, sperm motilite parametreleri, özellikle motil spermatozoa yüzdesi ve dölleme başarısı arasında önemli bir ilişki olduğunu ortaya konulmuştur (Ciereszko ve diğ. 2000, Alavi ve Cosson, 2005b; Mansour ve diğ. 2002, 2005). Endokrin düzeyindeki değişimden dolayı, sperm hareketliliği yumurtlama mevsimi boyunca giderek azalmaktadır (Linhart ve Billard, 1995; Rideout ve diğ. 2004). Sperm hareketliliğinde meydana gelen bu değişimleri, sağımlı işlemleri (Glogowski ve diğ.

2000; Dreanno ve diğ. 1998), sağım sırasında anestezinin kullanılması ve stres (Dietrich ve diğ. 2005), sağım aralığı veya sıklığı (Alavi ve diğ. 2005; Dietrich ve diğ. 2005) gibi faktörler etkileyebilmektedir.

Doğal ortamda yaşayan Atlantik somonlarda (*Salmo salar*) ve kahverengi alabalık (*Salmo trutta* m. *trutta*) türlerde toplam motilite oranı %20 ile % 100 arasında değişmektedir (Dziewulska ve diğ. 2011). Kral somonda (*Oncorhynchus tshawytscha*), ileri doğru doğrusal hareket eden spermatozoon yüzdesinin ifadesi olan progresif motilite %53,8 olarak tespit edilmiştir (Rosengrave, 2010). Alabalıklarda sperm motilitesi %64,60±10,03 ile %98,30±1,67 arasında değiştiği belirtilmiştir (Köşe ve Şahin, 2015). *Salmo coruhensis* türünde ortalama motilite %90±5,17 (Şahin ve diğ. 2013b) ve %93,90±7,47, %98,16 ve %82±10,10 (Tunçelli, 2016) olarak bulunmuştur. *Salmo trutta* m. *trutta*, *Salvelinus fontinalis* ve *Oncorhynchus mykiss* türlerinde yumurtlama sezonunun ortasında ortalama sperm motilite değerleri sırasıyla %98±6,32, %91,88±9,61 ve %88,00±17,51 olarak tespit edilmiştir (Dziewulska ve diğ. 2008). *Salmo trutta* marcostigma türünde sperm motilite %84,7±1,4 olarak bulunmuştur (Yavaş ve diğ. 2011). *Oncorhynchus mykiss* türünde sperm motilite değeri Şahin ve diğ. (2013a) tarafından %97,5±4,52 olarak, Ekici ve ark. (2012) tarafından ise %90±2,9 olarak tespit edilmiştir.

Bu denemede fotoperiyot uygulanan grupta spermelerin ortalama motilite ve progresif motilite değerleri sırasıyla %47,63±26,91 ve %4,8±6,31 olarak tespit edilmiştir. Bu hesaplamalarda üç farklı dönemde elde edilen maksimum motilite değeri %86,58, minimum ise %3,97 olarak bulunmuştur (Tablo 4.6). Normal yumurtlama sezonunda elde edilen spermelerin ortalama motilite ve progresif motilite değerleri sırasıyla %51,8±23,88 ve %11,27±8,76 olarak tespit edilmiştir. Bu grupta ise maksimum motilite değeri %81,6 ve minimum %11,2 bulunmuştur (Şekil 4.25). İki grup arasında toplam motilite arasında anlamlı fark olmadığını belirlenmiştir ($p > 0,05$), ancak iki grup arasında progresif motilite arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Denemede elde edilen sonuçlar yukarıda verilen literatürlerden daha düşük gösterilmiştir. Toplam motilite ve progresif motilitesinin yüzdesinin azalma nedeni olarak sıcaklık, çevresel faktörler, bir de CASA sisteminde Makler lam kullanılması olabilir.

Salmo salar türünde sperm motilite parametrelerinden, VCL değeri 178,4±63,6 $\mu\text{m}/\text{sn}$, VSL değeri 114,8±72,9 $\mu\text{m}/\text{sn}$, VAP değeri 155,7±58,6 $\mu\text{m}/\text{sn}$, LIN değeri %64,8±31,6,

STR değeri %71,3±30,4 ve ALH 2,6±1,7 µm ve *Salmo trutta* m. *trutta* türünde, VCL değeri 191,8±56,9 µm/sn, VSL değeri 122,0±36,6 µm/sn, VAP değeri 178,0±54,9 µm/sn, LIN değeri %65,5±32,0, STR değeri %68,6±31,4 ve ALH 1,7±1,2 µm olarak tespit edilmiştir (Dziewulska ve diğ. 2011).

Salmo salar türünde, ortalama yol hızı (VAP) 18 µm/sn ile 127 µm/saniye arasında değişebileceği bildirilmiştir (Gage ve diğ. 2002). *Oncorhynchus kisutch* balıklarının VAP değeri 120,0±16,1 µm/sn, VSL değeri 97,0±16,3 µm/sn ve VCL değeri 42,3±17,4 µm/sn olarak belirlenmiştir (Pitcher ve diğ. 2009). Rosengrave (2010), kral somon balığı (*Oncorhynchus tshawytscha*) üzerinde yaptığı çalışmasında VCL değerini 70,7 µm/sn (38,1 µm/sn - 149,5 µm/sn), VSL değerini 29,8 µm/sn (9,3 µm/sn - 61,7 µm/sn), VAP değerini 47,1 µm/sn (23,7 µm/sn - 77,9 µm/sn) ve LIN değerini %45,1 (%17 - %74,3) olarak tespit etmiştir.

Gökkuşuğu alabalığında yapılan bir çalışmada ise VCL değeri 141,2±19,0 µm/sn, VAP değeri 78,2±25,2 µm/sn, VSL değeri 31,4±20,2 µm/sn, ALH değeri 15,4±3,4 µm ve LIN değeri %21,9±8,6 olarak belirlenmiştir (Kowalski ve diğ. 2008).

Bu denemede, fotoperiyot uygulanan grubun sperm motilitesinin kinematik parametrelerinden olan VAP değeri 42,53±16,52 µm/sn, VSL değeri 27,42±14,03 µm/sn, VCL değeri 59,42±24,63 µm/sn, LIN değeri %59,20±14,87, STR değeri %75,64±12,27 ve ALH değeri 4,31±2,20 µm olarak tespit edilmiştir. Normal yumurtlama sezonunda sperm alınan grubun VAP değeri 79,23±17,12 µm/sn, VSL değeri 40,37±12,79 µm/sn, VCL değeri 108,35±19,32 µm/sn, LIN değeri %40,20±8,85, STR değeri %53,51±7,26 ve ALH değeri 8,83±2,24 µm olarak belirlenmiştir. Her iki deneme grubunda 3 farklı periyotta elde edilen spermilerin CASA sisteminde ölçümü yapılan sperm motilitesinin kinematik parametrelerinde fotoperiyot grubu ve normal grup arasında anlamlı bir fark bulunmuştur (p <0,05) (Şekil 4.26).

Sonuç olarak, yıl içerisinde normal şartlarda su sıcaklığı ve ışığa bağlı olarak sonbahar ve kış mevsimlerinde yumurtlayan gökkuşuğu alabalıklarına fotoperiyot uygulayarak yaz yumurtası elde edilmesi işletme sahipleri tarafından istenen bir durumdur. Yaz yumurtası alabilen işletmelerin yıl boyunca ve istediği zaman döllenen yumurta, yavru ve porsiyonluk balık elde edebilmesi satış stratejisini ve ekonomik kazancını olumlu yönde

etkilemektedir. Kış ve yaz döneminde elde edilecek alabalık yavrularının yaşam oranı ve büyümesi gamet kalitesine bağlı olarak değişecektir. Anaç balıkların yaygın olarak bilinen yumurta kalitesi yerine sperm kalitesinin iyi olması bütün üretimi etkileyecektir. Bu düşünce ile fotoperiyot uygulaması yapılan alabalıkların sperm kalite parametreleri ile normal sezonda elde edilen sperm parametreleri karşılaştırılmıştır.

İstanbul Üniversitesi İÇSU Balıkları Üretimi Araştırma ve Uygulama Biriminde bakılan mevcut anaçlar ile yapılan bu araştırmanın fotoperiyot uygulaması yapabilecek diğer özel sektör işletmelerinin yıllık üretim stratejilerine fayda sağlayacağı düşünülmüştür. Normal ve fotoperiyot uygulanan iki gruba ait anaçlardan elde edilen spermin sperm kalitesi bakımından benzer olduğu fakat fotoperiyot uygulanan balıklardan elde edilen spermin motilitesinin daha kısa sürdüğü ve bu nedenle dölleme işleminin yapılırken daha dikkatli olunması gerektiği belirlenmiştir.

Atasever ve Bozkurt (2015) tarafından yapılan *Oncorhynchus mykiss* üzerine çalışmada fotoperiyot gruplardaki dölleme başarısı $85,3 \pm 1,8$ ve $84,0 \pm 2,0$ olarak ve normal sezon aydınlatması uygulanan kontrol grubunda $87,0 \pm 2,5$ olarak tespit edilmiştir. Ekici ve diğ. (2014) tarafından *Oncorhynchus mykiss* üzerinde normal sezon aydınlatması uygulanan gruplarda dölleme başarısı $87,6 \pm 2,6$ olarak tespit edilmiştir.

Bizim çalışmamızda yumurtaların dölleme işlemlerinin başarısı normal sezonda $92,53 \pm 6,08$ fotoperiyot sezonunda ise $31,77 \pm 24,68$ olarak farklı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$) (Şekil 4.27). Fotoperiyot uygulanan grupta düşük oranda dölleme başarısı elde edilmesinin sebebi, bu gruptaki balıkların bir önceki sağım sezonunda yumurtlatılmış olması ve aynı yıl içerisinde bu balıklara fotoperiyot denemesine alınması söylenebilir.

Bu çalışma alabalık işletmelerdeki anaç balıkların üreme sezonu boyunca balıklara müdahale edilerek farklı sağım periyotlarında elde edilecek spermin kalite parametrelerine genel ne olabileceği hakkında genel bir fikir vermesi bakımından yapılmıştır. Ancak bir üreme sezonunda daha detaylı veri elde edebilmek için anaç balıkların bireysel markalanarak farklı periyotlardaki sağım işleminden sonra elde edilecek spermin kalite parametrelerinin araştırılması iki uygulama arasında daha net karşılaştırma imkânı sağlayacaktır. Ayrıca denemede kullanılan balıkların soy özelliği,

besleme rejimi, yaş ve su kalite parametrelerinin de yumurta ve sperm verimini etkileyebileceği düşünülürse daha yüksek dölleme başarısı için bundan sonraki fotoperiyot çalışmalarının detaylı bir şekilde yapılması yerinde olacaktır.



KAYNAKLAR

- Aas, G. H., Refstie, T. and Gjerde, B. 1991, Evaluation of milt quality of Atlantic salmon, *Aquaculture*, 95 (1), 125-132.
- ANSCI, 2017, *Determining the Concentration of Sperm with a Hemocytometer*, http://www.ansci.wisc.edu/jjp1/ansci_repro/lab/procedures/hemocytometer/Hemocytometer%20use.html. [Ziyaret tarihi: 15 Eylül 2016].
- Alavi, S.M.H. and Cosson, J., Karami, M., Abdoulhay, H. and Mojazi Amiri, B., 2004, Chemical composition and osmolality of seminal fluid of *Acipenser persicus*; their physiological relationship with sperm motility, *Aqua. Res.*, 30, 1-14.
- Alavi, S.M.H. and 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. and Cosson, J., 2005b, Sperm motility and fertilizing ability in the Persian sturgeon *Acipenser persicus*, *Aquaculture research*, 36 (9), 841-850.
- Alavi, S.M.H., Cosson, J., Karami, M. and Mojazi Amiri, B., 2005, Effects of stripping frequency on composition of seminal plasma and sperm density and motility in the Persian sturgeon, *Acipenser persicus*, *Proceeding of the 5th International Symposium on Sturgeon*, May 9-13, Rast, Iran, 13-17.
- Alavi, S.M.H. and Cosson, J., 2006, 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.
- Amanze, D. and Iyengar, A., 1990, The micropyle: a sperm guidance system in teleost fertilization, *Development*, 109 (2), 495-500.
- Atasever, M. and Bozkurt, Y., 2015, Effect of Different Photoperiod Regimes on Sperm Quality, Fecundity and Fertilization in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15, 517-523.
- Babaoğlu, A.Ö., 2007, *Alabalık spermlerinin kısa süreli muhafaza koşullarına adaptasyonu* (Doctoral dissertation, Ege Üniversitesi).
- Bagenal, T.B., 1969, The relationship between food supply and fecundity in brown trout *Salmo trutta* L, *Journal of Fish Biology*, 1 (2), 167-182.

- Bagenal, T.B., 1973, Fish fecundity and its relations with stock and recruitment, *Rapports et Proces-Verbaux des Reunions, Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 164, 186-198.
- Bagenal, T.B., 1978, *Aspects of fish fecundity*, Ecology of Freshwater Fish Production, In: Gerking, S.D. (ed.), 75-101.
- Baiz, M., 1978, Fecundity of reared rainbow trout *Salmo gairdneri*. *Ecologia*, 3, 57-64.
- Balshine, S., Leach, B. J., Neat, F., Werner, N. Y. and Montgomerie, R., 2001, Sperm size of African cichlids in relation to sperm competition, *Behavioral Ecology*, 12 (6), 726-731.
- Barker, G.A., Smith, S.N. and Bromage, N.R., 1989, The bacterial flora of rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, and brown trout, *Salmo trutta* L., eggs and its relationship to developmental success, *Journal of Fish Diseases*, 12 (4), 281-293.
- Barnabe, G., 2005, *Aquaculture: Biology and Ecology of the Cultured Species*, Taylor and Francis e-Library, 422.
- Baynes, S.M., Scott, A.P. and Dawson, A.P., 1981, Rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, spermatozoa: effects of cations and pH on motility, *Journal of Fish Biology*, 19 (3), 259-267.
- Billard, R. 1986, Spermatogenesis and spermatology of some teleost fish species, *Reproduction Nutrition Developpement*, 26 (4), 877-920.
- Billard, R. 1989, Endocrinology and fish culture, *Fish Physiol. Biochem.*, 2: 49-58.
- Billard, R. 1990, *Spermatogenesis in teleost fish*, Marshall's Physiology of Reproduction, In: Lamming, G.E. (ed.), Volume II. Churchill Livingstone, Edinburgh, pp. 183-212.
- Billard, R. and Cosson, M.P., 1992, Some problems related to the assessment of sperm motility in freshwater fish, *J. Exp. Zool.* 261, 122-131.
- Billard, R., Cosson, J. and Crim, L.W., 1993, Motility of fresh and aged Halibut sperm, *Aquat. Liv. Resour.*, 6, 67-75
- Billard, R., Cosson, J., Crim, L.W. and Suquet, M., 1995a, Sperm physiology and quality. Broodstock management and egg and larval quality, In: Bromage, N.R. and Roberts, R.J. (ed.), Blackwell Science, Oxford, 25-52.
- Billard, R., Cosson, J., Perchec, G. and Linhart, O., 1995b, Biology of sperm and artificial reproduction in carp, *Aquaculture*, 129 (1-4), 95-112.
- Birkhead, T.R., Pellatt, E.J., Brekke, P., Yeates, R. and Castillo-Juarez, H., 2005, Genetic effects on sperm design in the zebra finch, *Nature*, 434 (7031), 383-387.

- Bobe, J. and Labbé, C., 2010, Egg and sperm quality in fish, *General and comparative endocrinology*, 165 (3), 535-548.
- Borg, B., 2010, Photoperiodism in fishes. *Photoperiodism: The Biological Calendar*, In: Nelson, R.J., David L.D., and David E.S. (ed.), Third Chapter, Oxford University Press, 371-395.
- Bon, E., Barbe, U., Rodriguez, J.N., Cuisset, B., Pelissero, C., Sumpster, J.P. and Le Menn, F., 1997, Plasma vitellogenin levels during the annual reproductive cycle of the female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): establishment and validation of an ELISA, *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 117 (1), 75-84.
- Breton, B., Billard, R., Reinaud, P. and Escaffre, A.M., 1977, Effects of photoperiod and temperature on plasma gonadotropin and spermatogenesis in the rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson, *Annales de Biologie Animale Biochimie Biophysique*, *EDP Sciences*, 17 (3A), 331-340.
- Briggs, J.C., 1953, The behavior and reproduction of salmonid fishes in a small coastal stream. State of California, Department of Fish and Game, Marine Fisheries Branch.
- Bromage, N., Whitehead, C., Elliott, J., Breton, B. and Matty, A., 1982, Investigations into the importance of daylength on the photoperiodic control of reproduction in the female rainbow trout, *Reproductive Physiology of Fish*, 233-236.
- Bromage, N.R., Elliott, J.A.K., Springate, J.R.C. and Whitehead, C., 1984, The effects of constant photoperiods on the timing of spawning in the rainbow trout, *Aquaculture*, 43 (1), 213-223.
- Bromage, N. and Duston, J., 1986, The control of spawning in the rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson) using photoperiod techniques, Report-Institute of Freshwater Research, Drottningholm (Sweden).
- Bromage, N.R. and Cumarantunga, P.R.T., 1987, Oocyte development in the rainbow trout with special reference to vitellogenesis and atresia, *Proceedings of the 3rd International Symposium on the Reproductive Physiology of Fish*, St John's, Newfoundland, Canada (Vol. 194).
- Bromage, N. and Cumarantunge P.R.C., 1988, Egg Production in the Rainbow Trout, *Recent Advances in Aquaculture*, In: Roberts, R.J., Muir, J.F. (ed.), Vol. 3, Croom Helm, London, 63-138.
- Bromage, N., Hardiman, P., Jones, J., Springate, J. and Bye, V., 1990a, Fecundity, egg size and total egg volume differences in 12 stocks of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* Richardson, *Aquaculture Research*, 21 (3), 269-284.
- Bromage, N., Duston, J., Randall, C., Brook, A., Thrush, M., Carrillo, M. and Zanuy, S., 1990b, Photoperiodic control of teleost reproduction, *Progress in Clinical and Biological Research*, 342, 620-626.

- Bromage, N.R., Randall, C.R., Thrush, M. and Duston, J., 1993, The control of spawning in salmonids, *Recent Advances in Aquaculture*, 4, 55-65.
- Bromage, N., Bruce, M., Basavaraja, N., Rana, K., Shields, R., Young, C. and Gamble, J., 1994, Egg quality determinants in finfish the role of overripening with special reference to the timing of stripping in the Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus*, *Journal of the World Aquaculture Society*, 25 (1), 13-21.
- Bromage, N.R. and Roberts, R.J., 1995, *Broodstock management and egg and larval quality*, Blackwell Science Ltd., Oxford, 424.
- Bromage, N.R., Randall, C.F., Porter, M.J.R. and Davies, B., 1995, How do photoperiod, the pineal gland, melatonin and circannual rhythms interact to co-ordinate seasonal reproduction in salmonid fish? In *Proceedings of the Fifth International Symposium on Reproductive Physiology of Fish*, In: Goetz, F. and Thomas, P. (ed.), Austin, TX, 164-166.
- Bromage, N., Porter, M. and Randall, C., 2001, The environmental regulation of maturation in farmed finfish with special reference to the role of photoperiod and melatonin, *Aquaculture*, 197 (1), 63-98.
- Büyükhapoglu, S. and Holtz, W., 1984, Sperm output in rainbow trout (*Salmo gairdneri*): effect of age, timing and frequency of stripping and presence of females, *Aquaculture*, 37 (1), 63-71.
- Cabrera, E., Robles, V. and Herráez, P., 2009, *Methods in reproductive aquaculture: marine and freshwater species*, CRC Press, Taylor and Francis Group, New York, ISBN: 13: 978-0-8493-8053-2.
- Calhim, S., Immler, S. and Birkhead, T.R., 2007, Postcopulatory sexual selection is associated with reduced variation in sperm morphology, *PLoS one*, 2 (5), e413.
- Campos-Mendoza, A., McAndrew, B.J., Coward, K. and Bromage, N., 2004, Reproductive response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to photoperiodic manipulation; effects on spawning periodicity, fecundity and egg size, *Aquaculture*, 231 (1), 299-314.
- Cantin, M.C. and Bromage, N. 1991, Environmental control of the timing of smallmouth bass reproduction, *DC Jackson*, 73-75.
- Carrillo, M., Bromage, N., Zanuy, S., Serrano, R. and Prat, F., 1989, The effect of modifications in photoperiod on spawning time, ovarian development and egg quality in the sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.), *Aquaculture*, 81 (3-4), 351-365.
- Carrillo, M., Zanuy, S., Prat, F., Serrano, R. and Bromage, N., 1993, Environmental and hormonal control of reproduction in sea bass, *Recent advances in Aquaculture*, 4, 43-54.

- Carrillo, M., Zanuy, S., Prat, F., Cerda, J., Ramos, J., Mañanós, E. and Bromage, N., 1995, *Sea bass (Dicentrarchus labrax)*, Broodstock management and egg and larval quality, In: Bromage, N.R. and Roberts, R.J. (ed.), 138-168.
- Ciereszko, A., Dabrowski, K., Toth, G. P., Christ, S. A. and Glogowski, J., 2002, Factors affecting motility characteristics and fertilizing ability of sea lamprey spermatozoa, *Transactions of the American Fisheries Society*, 131 (2), 193-202.
- Ciereszko, A. and Dabrowski, K., 1993, Estimation of sperm concentration of Rainbow trout, whitefish and yellow perch using a spectrophotometric technique, *Aquaculture*, 109 (3), 367-373.
- Ciereszko, A. and Dabrowski, K., 1994, Relationship between biochemical constituents of fish semen and fertility: the effect of short-term storage, *Fish Physiology and Biochemistry*, 12 (5), 357-367.
- Ciereszko, R.E., Dabrowski, K., Ciereszko, A. and Ottobare, J., 1997, Plasma concentration of steroid hormones in male yellow perch *Perca flavescens*: the effect of age and photothermal manipulation, *Env. Biol. Fish.*, 51, 97-105.
- Ciereszko, A., Glogowski, J. and Dabrowski, K., 2000, Biochemical characteristics of seminal plasma and spermatozoa of freshwater fishes, *Cryopreservation of Aquatic Species*, In: Tiersch, T.R. and Mazik, P.M. (ed.), World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, 20-48.
- Clearwater, S.J. and Crim, L.W., 1998, Gonadotropin releasing hormone-analogue treatment increases sperm motility, seminal plasma pH and sperm production in yellowtail flounder *Pleuronectes ferrugineus*, *Fish Physiology and Biochemistry*, 19 (4), 349-357.
- Cosson, J., Billard, R., Cibert, C., Dreanno, C. and Suquet, M., 1999, Ionic factors regulating the motility of fish sperm, *The male gamete: from basic to clinical applications*, 161-186.
- Cohen, J., 1977, *Reproduction*, London, Butterworth, 356.
- Çelikkale, M.S., (1988), İç Su Balıkları ve Yetiştiriciliği, Cilt-1, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Davies, B. and Bromage, N., 2002, The effects of fluctuating seasonal and constant water temperatures on the photoperiodic advancement of reproduction in female rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, *Aquaculture*, 205, 183–200.
- Davies, P.R. and Hanyu, I., 1986, Effect of temperature and photoperiod on sexual maturation and spawning of the common carp: I. Under conditions of high temperature, *Aquaculture*, 51, 277
- Davies, P.R., Hanyu, I., Furukawa, K. and Nomura, M., 1986a, Effect of temperature and photoperiod on sexual maturation and spawning of the common carp: II. Under conditions of low temperature, *Aquaculture*, 51, 51.

- Davies, P.R., Hanyu, I., Furukawa, K. and Nomura, M., 1986b, Effect of temperature and photoperiod on sexual maturation and spawning of the common carp: III. Induction of spawning by manipulating photoperiod and temperature, *Aquaculture*, 52, 137.
- Davie, A., Porter, M.J., Bromage, N.R. and Migaud, H., 2007, The role of seasonally altering photoperiod in regulating physiology in Atlantic cod (*Gadus morhua*), Part I. Sexual maturation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 64, 84.
- Dietrich, G.J., Kowalski, R., Wojtczak, M., Dobosz, S., Goryczko, K. and Ciereszko, A., 2005, Motility parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) spermatozoa in relation to sequential collection of milt, time of post-mortem storage and anesthesia, *Fish Physiology and Biochemistry*, 31 (1), 1-9
- Dorier, A., 1951, Conservation de la vitalite et du pouvoir fecondant des spermatozoides de Truite arc-en-ciel, *Trav Labor Hydrob Piscic Grenoble Annees*, 75-85.
- Donaldson, E.M., 1973, Reproductive Endocrinology of Fishes, *Amer. Zool.*, 13, 909-927.
- Dreanno, C., Suquet, M., Desbruyeres, E., Cosson, J., Le Delliou, H. and Billard, R., 1998, Effect of urine on semen quality in turbot (*Psetta maxima*), *Aquaculture*, 169 (3), 247-262.
- 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.
- Dziewulska, K., Rzemieniecki, A. and Domagała, J., 2011, Sperm motility characteristics of wild Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and sea trout (*Salmo trutta m. trutta* L.) as a basis for milt selection, *Journal of Applied Ichthyology*, 27 (4), 1047-1051.
- Ekici, A., Baran, A., Yamaner, G., Özdaş, Ö.B., Sandal, A.İ., Güven, E. and Baltacı, M.A., 2012, Effects of different doses of taurine in the glucose-based extender during cryopreservation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) semen, *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 26 (4), 3113-3115.
- Ekici, A., Baran, A., Özdaş, Ö.B., Sandal, A.İ., Yamaner, G., Güven, E. and Baltacı, M.A., 2014, The Effect of Streptomycin on Freezing Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Sperm, *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*.
- Ercan, M.D. and Ekici, A., 2016, Reducing bacterial density in the semen of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by applying gradient centrifugation and swim-up washing methods. *Aquaculture Research*, 47 (12), 3845-3851.
- Emri, M., Marian, T., Tron, L., Balkay, L. and Krasznai, Z., 1998, Temperature adaptation changes ion concentrations in spermatozoa and seminal plasma of common carp without affecting sperm motility, *Aquaculture*, 167 (1), 85-94.

- Froese, R. and Pauly, D., eds, 2017, *Oncorhynchus mykiss*, <http://www.fishbase.org/summary/Oncorhynchus-mykiss.html>, [Ziyaret tarihi: 27 Mayıs 2017]
- FAO, 2014, *The State of World Fisheries and Aquaculture 2014: Opportunities and Challenges*, Rome, ISBN: 978-92-5-108275-1, 223.
- FAO, 2016. *The State of World Fisheries and Aquaculture, 2016. Contributing to food security and nutrition for all*, Rome, ISBN: 978-92-5-109185-2, 200.
- Gage, M.J., Stockley, P. and Parker, G.A., 1995, Effects of alternative male mating strategies on characteristics of sperm production in the Atlantic salmon (*Salmo salar*): theoretical and empirical investigations, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 350 (1334), 391-399.
- Ginsburg, A.S., 1963, Sperm-egg association and its relationship to the activation of the egg in salmonid fishes, *Development*, 11 (1), 13-33.
- Ginsburg, A.S., 1968, Fertilization in fishes and the problem of polyspermy, Moscow, Academy of Science USSR; Translation: NOAA and National Science Foundation, New York. 354.
- Girin, M. and Devauchelle, N., 1978, Décalage de la période de reproduction par raccourcissement des cycles photopériodique et thermique chez des poissons marins, *Annales de Biologie Animale Biochimie Biophysique, EDP Sciences*, 18 (4), 1059-1065.
- Gjerde, B., 1984, Response to individual selection for age at sexual maturity in Atlantic salmon, *Aquaculture*, 38 (3), 229-240.
- Glogowski, J., Kwasnik, M., Piros, B., Dabrowski, K., Goryczko, K., Dobosz, S. and Ciereszko, A., 2000, Characterization of rainbow trout milt collected with a catheter: semen parameters and cryopreservation success, *Aquaculture Research*, 31 (3), 289-296.
- Gomendio, M., Harcourt, A.H. and Roldan, E.R.S., 1998, Sperm competition in mammals, *Sperm competition and sexual selection*, 667-751.
- Gosh, R.I., 1985, Energeticzeskij obmen polovych kletok i embryonoy u ryb, Kiev: Naukova Dumka, 147. (in Russian).
- Gwo, J.C., Strawn, K., Longnecker, M.T. and Arnold, C.R., 1991, Cryopreservation of Atlantic croaker spermatozoa. *Aquaculture*, 94 (4), 355-375.
- Harris, W.E., Moore, A.J. and Moore, P.J., 2007, Variation in sperm size within and between ejaculates in a cockroach, *Functional ecology*, 21 (3), 598-602.
- Hettyey, A. and Roberts, J.D., 2006, Sperm traits of the quacking frog, *Crinia georgiana*: intra- and interpopulation variation in a species with a high risk of sperm competition, *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 59 (3), 389-396.

- Hoover, E.E., 1937, Experimental modification of the sexual cycle in trout by control of light, *Science*, 86 (2236), 425-426.
- Hoover, E.E. and Hubbard, H.E., 1937, Modification of the sexual cycle in trout by control of light, *Copeia*, 4, 206-210.
- Hwang, P.C. and Idler, D.R., 1969, A Study of Major Cations, Osmotic Pressure, and pH in Seminal Components of Atlantic Salmon, *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 26 (2), 413-419.
- Inaba, D., Nomura, M. and Suyama, M., 1958, Studies on the improvement of artificial propagation in trout culture, II. On the pH values of eggs, milt, coelomic fluid and others, *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish*, 23, 762-765.
- Jamieson, B.G. and Leung, L.P., 1991, Fish evolution and systematics: evidence from spermatozoa: with a survey of lophophorate, echinoderm and protochordate sperm and an account of gamete cryopreservation, Cambridge University Press.
- Kelley, C.D., Tamaru, C.S., Lee, C.S., Moriwake, A. and Miyamoto, G., 1991, Effects of photoperiod and temperature on the annual ovarian cycle of the striped mullet, *Mugil cephalus*.
- Krasznai, Z., Morisawa, M., Morisawa, S., Krasznai, Z.T., Trón, L., Gáspár, R. and Márián, T., 2003, Role of ion channels and membrane potential in the initiation of carp sperm motility, *Aquatic Living Resources*, 16 (5), 445-449.
- Kobayashi, W. and Yamamoto, T.S., 1981, Fine structure of the micropylar apparatus of the chum salmon egg, with a discussion of the mechanism for blocking polyspermy, *Journal of Experimental Zoology*, 217 (2), 265-275.
- Koldras, M., Loir, M., Maise, G. and Le Gac, F., 1996, Study of the composition of seminal fluid and of sperm motility along the genital tract, during a spawning season, in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquatic Living Resources*, 9 (4), 337-345.
- Köse, Ö. ve Şahin, T., 2015, Üreme mevsimi boyunca Kaynak Alabalığı (*Salvelinus fontinalis* Mitchell, 1814) sperma kalitesindeki değişimler, *El-cezeri Journal of Science and Engineering*, 2 (3), 14-22.
- Kowalski, R.K., Shiba, K., Yoshida, M. and Glogowski, J., 2008, Prostaglandins in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) sperm biology—searching for answers, *Journal of Applied Ichthyology*, 24 (4), 487-491.
- Kjørsvik, E., Mangor Jensen, A. and Holmefjord, T., 1990, Egg quality in fishes, *Adv Mar Biol*, 26, 71.
- Lahnsteiner, F., Berger, B., Weismann, T. and Patzner, R.A., 1995, Fine structure and motility of spermatozoa and composition of the seminal plasma in the perch, *Journal of Fish Biology*, 47 (3), 492-508.

- Lahnsteiner, F., Berger, B., Weismann, T. and Patzner, R.A., 1996, Motility of spermatozoa of *Alburnus alburnus* (Cyprinidae) and its relationship to seminal plasma composition and sperm metabolism, *Fish Physiology and Biochemistry*, 15 (2), 167-179.
- Lahnsteiner, F., Berger, B., Weismann, T. and Patzner, R.A., 1997, Sperm motility and seminal fluid composition in the burbot, *Lota lota*, *Journal of Applied Ichthyology*, 13 (3), 113-119.
- Lahnsteiner, F., Berger, B., Weismann, T. and Patzner, R.A., 1998, Determination of semen quality of the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, by sperm motility, seminal plasma parameters, and spermatozoal metabolism, *Aquaculture*, 163 (1), 163-181.
- Lahnsteiner, F., 2000, Semen cryopreservation in the Salmonidae and in the Northern pike, *Aquaculture Research*, 31 (3), 245-258.
- Lam, T.J., 1982, Application of endocrinology to fish culture, *Can. Fish. Aquat. Sci.*, 39, 111-137.
- Lam, T.J., 1983, 2 Environmental Influences on Gonadal Activity in Fish, *Fish physiology*, 9, 65-116.
- Lam, T.J., 1985, Induced spawning in fish. Reproduction and culture of Milkfish, 22-24 April 1985, Oceanic Institute, Hawaii and Tungkuang Marine Laboratory, Taiwan, 14-56.
- Linhart, O., Slechta, V. and Slavik, A., 1991, Fish sperm composition and biochemistry, *Bull. Inst. Zool. Acad. Sin.*, Monograph, 16, 285-311.
- Linhart, O. And Billard, R., 1995, Biology of gametes and artificial reproduction in Common tench (*Tinca tinca* L.), A review *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 42, 37-56
- Linhart, O., Walford, J., Sivaloganathan, B. and Lam, T.J., 1999, Effects of osmolality and ions on the motility of stripped and testicular sperm of freshwater-and seawater-acclimated tilapia, *Oreochromis mossambicus*, *Journal of Fish Biology*, 55 (6), 1344-1358.
- Linhart, O., Mims, S.D., Gomelsky, B., Hiott, A.E., Shelton, W.L., Cosson, J. and Gela, D., 2000, Spermiation of paddlefish (*Polyodon spathula*, Acipenseriformes) stimulated with injection of LHRH analogue and carp pituitary powder, *Aquatic Living Resources*, 13, 1-6.
- Linhart, O., Mims, S.D., Gomelsky, B., Hiott, A.E., Shelton, W.L., Cosson, J. and Bastl, J., 2003a, Ionic composition and osmolality of paddlefish (*Polyodon spathula*, Acipenseriformes) seminal fluid, *Aquaculture International*, 11 (4), 357-368.
- Linhart, O., Rodina, M., Bastl, J. And Cosson, J., 2003b, Urinary bladder, ionic composition of seminal fluid and urine with characterization of sperm motility in tench (*Tinca tinca* L.), *J. Appl. Ichtyol.*, 19, 177-181.

- Linhart, O., Gela, D., Rodina, M. and Kocour, M., 2004, Optimization of artificial propagation in European catfish, *Silurus glanis* L, *Aquaculture*, 235 (1), 619-632.
- Lüpold, S., Linz, G. M. and Birkhead, T. R., 2009, Sperm design and variation in the New World blackbirds (Icteridae), *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 63 (6), 899-909.
- Mansour, N., Lahnsteiner, F. and Patzner, R. A., 2002, The spermatozoon of the African catfish: fine structure, motility, viability and its behaviour in seminal vesicle secretion, *Journal of Fish Biology*, 60 (3), 545-560.
- Mansour, N., Ramoun, A. and Lahnsteiner, F., 2005, Quality of testicular semen of the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) and its relationship with fertilization and hatching success, *Aquaculture Research*, 36 (14), 1422-1428.
- Morisawa, M. and Suzuki, K., 1980, Osmolality and potassium ion: their roles in initiation of sperm motility in teleosts, *Science*, 210 (4474), 1145-1147.
- Morisawa, S. and Morisawa, M., 1988, Induction of potential for sperm motility by bicarbonate and pH in rainbow trout and chum salmon, *Journal of Experimental Biology*, 136 (1), 13-22.
- Morisawa, M., Oda, S., Yoshida, M. and Takai, H., 1999, Transmembrane signal transduction for the regulation of sperm motility in fishes and ascidians, *The Male Gamete: From Basic Science to Clinical Applications*, Gagnon, C. (ed.), Cache River Press, Vienna, 149-160.
- Morrow, E.H. and Gage, M.J., 2001, Consistent significant variation between individual males in spermatozoal morphometry, *Journal of Zoology*, 254 (2), 147-153.
- Munkittrick, K.R. and Moccia, R.D., 1987, Seasonal changes in the quality of Rainbow trout (*Salmo gairdneri*) semen: effect of a delay in stripping on spermatocrit, motility, volume and seminal plasma constituents, *Aquaculture*, 64 (2), 147-156.
- Nagahama, Y., 1994, Endocrine regulation of gametogenesis in fish, *Int. J. Dev. Biol.*, 38, 217-229.
- Neff, B.D., Fu, P. and Gross, M.R., 2003, Sperm investment and alternative mating tactics in bluegill sunfish (*Lepomis macrochirus*), *Behavioral Ecology*, 14 (5), 634-641.
- Nomura, M., 1964, Studies on reproduction of rainbow trout *Salmo gairdneri* with special reference to egg taking, VI. The activities of spermatozoa in different diluents and preservation of semen, *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 30, 723-733.
- OECD, 2015, OECD Review of Fisheries: Policies and Summary Statistics 2015, OECD Publishing, Paris. (<http://dx.doi.org/10.1787/9789264240223-en>)
- OECD, 2016, Fisheries: Fisheries support estimates (Edition 2016), DOI 10.1787/agr-data-en.

- Özgür, M.E., 2011, Balıklarda gamet hücreleri, kaliteleri ve üretime etkileri, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 4 (2), 17-24.
- Pankhurst, N.W., Porter, M.J.R., 2004, Cold and Dark or warm and Light: variations on the theme of environmental control of reproduction, *Fish Physiology and Biochemistry*, 28: 385-389.
- Perchee-Poupard, G., Gatti, J.L., Cosson, J., Jeulin, C., Fierville, F. and Billard, R., 1997, Effects of extracellular environment on the osmotic Signal transduction involved in activation of motility of carp spermatozoa, *J. Repord. Fertil.*, 110, 315-327.
- Peter, R.E., Trunseau, V.L., Sloley, B.D., 1991, Brain regulation of reproduction in teleosts, *Bull. Inst. Zool., Acad. Sin.*, Monograph, 16, 89-118.
- Pitcher, T.E., Doucet, J.-M., Beausoleil, J. and Hanley, D., 2009, Secondary sexual characters & sperm traits in coho salmon *Oncorhynchus kisutch*, *Journal of Fish Biology*, 74, 1450–1461.
- Pitnick, S., Spicer, G.S. and Markow, T.A., 1995, How long is a giant sperm, *Nature*, 375 (6527), 109-109.
- Pitnick, S., Hosken, D.J. and Birkhead, T.R., 2009, Sperm morphological diversity, *Sperm biology: an evolutionary perspective*, 3, 69-149.
- Piironen, J., 1985, Variation in the properties of milt from the Finnish landlocked salmon (*Salmo salar* m. *sebago* Girard) during a spawning season, *Aquaculture*, 48 (3-4), 337-350.
- Plouidy, M.G. and Billard, R., 1982, The chemical composition of the companion fluids of the gametes in the common carp (*Cyprinus carpio*), *CJJ Richter and HJ Th. Goos (Comp.) Reproductive Pysiology of Fish, PUDOC, Amsterdam*, 134.
- Poupard, G.P., Gatti, J.L., Cosson, J., Jeulin, C., Fierville, F. and Billard, R., 1997, Effects of extracellular environment on the osmotic signal transduction involved in activation of motility of carp spermatozoa, *Journal of reproduction and fertility*, 110 (2), 315-327.
- Rideout, R.M., Trippel, E.A. and Litvak, M.K., 2004, Relationship between sperm density, spermatocrit, sperm motility and spawning date in wild and cultured Haddock, *Journal of Fish Biology*, 65 (2), 319-332.
- Robitaille, P.M.L., Mumford, K. G. and Brown, G.G., 1987, 31P nuclear magnetic resonance study of trout spermatozoa at rest, after motility, and during short-term storage, *Biochemistry and Cell Biology*, 65 (5), 474-485.
- Rosengrave, P., Taylor, H., Montgomerie, R., Metcalf, V., McBride, K. and Gemmell, N.J., 2009, Chemical composition of seminal and ovarian fluids of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) and their effects on sperm motility traits, *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology*, 152 (1), 123-129.

- Rosengrave, P.C., 2010, Ejaculate traits and ovarian fluid as a potential mechanism for cryptic female choice in chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*), Thesis (PhD), University of Canterbury.
- Rurangwa, E., Kime, D.E., Ollevier, F. and Nash, J.P., 2004, The measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in cultured fish, *Aquaculture*, 234 (1), 1-28.
- Schlenk, W., 1933, Spermatozoenbewegung und wassertoffnenkonzentration versuche mit dem sperma dem regenforellen, *Biochem Z.*, 265, 29-35.
- Schulte-Hostedde, A.I. and Millar, J.S., 2004, Intraspecific variation of testis size and sperm length in the yellow-pine chipmunk (*Tamias amoenus*): implications for sperm competition and reproductive success, *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 55 (3), 272-277.
- Smirnov, A.I., 1954, Observation of milt production by the pacific salmon, *Izvestiya TINRO*, 42, 159-164.
- Smith, P., Bromage, N., Shields, R., Ford, L., Gamble, J., Gillespie, M. and Bruce, M., 1991, Photoperiod controls spawning time in the Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*, L.), *Proceedings of IV International Symposium on Reproductive Physiology of Fish*, 172.
- Stacey, N., 2003, Hormones, pheromones and reproductive behavior, *Fish Physiol. Biochem.*, 28, 229-235.
- Stockley, P., Gage, M.J.G., Parker, G.A. and Møller, A.P., 1997, Sperm competition in fishes: the evolution of testis size and ejaculate characteristics, *The American Naturalist*, 149 (5), 933-954.
- Stoss, J., 1983, 6 Fish Gamete Preservation and Spermatozoan Physiology. *Fish physiology*, 9, 305-350.
- Suquet, M., Billard, R., Cosson, J., Normant, Y. and Fauvel, C., 1995, Artificial insemination in turbot (*Scophthalmus maximus*): determination of the optimal sperm to egg ratio and time of gamete contact, *Aquaculture*, 133 (1), 83-90.
- Suquet, M., Omnes, M.H., Normant, Y. and Fauvel, C., 1992, Assessment of sperm concentration and motility in turbot (*Scophthalmus maximus*), *Aquaculture*, 101 (1-2), 177-185.
- Sundararaj, B.I., and Sehgal, A., 1970, Effects of a long or an increasing photoperiod on the initiation of ovarian recrudescence during the preparatory period in the catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch), *Biology of Reproduction*, 2 (3), 413.
- Şahin, T., Köse, Ö. and Kurtoğlu, İ.Z., 2013a, Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nın spermatolojik özellikleri ve spermanın kısa süreli muhafazası, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 25 (1), 87-92.

- Şahin, T., Kurtoğlu, İ.Z., Delihasan Sonay, F. and Ak, K., 2013b, Quantitative characteristics and shortterm storage of *Salmo coruhensis* sperm, *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh, IJA*, 65 (6), 828.
- Şahin, T., 2015, Üreme Mevsimi Boyunca Kaynak Alabalığı (*Salvelinus fontinalis* Mitchill, 1814) Sperma Kalitesindeki Değişimler. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 2 (3), 14-22
- Tate, A.E. and Helfrich, L.A., 1998, Off-season spawning of sunshine bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) exposed to 6-or 9-month phase-shifted photothermal cycles. *Aquaculture*, 167 (1), 67-83.
- Tekin, N., Secer, S., Akçay, E. and Bozkurt, Y., 2003, Cryopreservation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) semen, *The Israeli Journal of Aquaculture Bamidgeh*, 55 (3), 208-212.
- Tekin, N., Seçer, S., Akçay, E., Bozkurt, Y. and Kayam, S., 2007, Effects of glycerol additions on post-thaw fertility of frozen rainbow trout sperm, with an emphasis on interaction between extender and cryoprotectant, *Journal of Applied Ichthyology*, 23 (1): 60-63.
- Thomas, P., Arnold, C.R. and Holt, G.J., 1995, Red drum and other sciaenids. *Broodstock management and egg and larval quality*, In: Bromage, N.R. and Roberts, R.J. (ed.), Blackwell Science Ltd, Cambridge UK, 118.
- Tunçelli, G., 2016, İki farklı su kaynağının doğal alabalık (*Salmo coruhensis*) anaçlarının sperma kalitesinin araştırması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tvedt, H.B., Benfey, T.J., Martin-Robichaud, D.J. and Power, J., 2001, The relationship between sperm density, spermatocrit, sperm motility and fertilization success in Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus*. *Aquaculture*, 194 (1), 191-200.
- TÜİK, 2015, Su Ürünleri İstatistikleri Sayı: 21720, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21720>, [Ziyaret tarihi: 24 Mayıs 2017].
- TÜİK, 2016, Su Ürünleri İstatistikleri, <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> [Ziyaret tarihi: 20 Nisan 2017].
- Wagner, E., Arndt, R. and Hilton, B., 2002, Physiological stress responses, egg survival and sperm motility for rainbow trout broodstock anesthetized with clove oil, tricaine methanesulfonate or carbon dioxide. *Aquaculture*, 211 (1), 353-366.
- Ward, P.I., 1998, Intraspecific variation in sperm size characters. *Heredity*, 80 (6), 655-659.
- Whitehead, C., Bromage, N.R., Forster, J.R.M., Matty, A.J., Ralph, J. and Taylor, S., 1978, The effects of alterations in photoperiod on ovarian development and

spawning time in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*), *Annales de Biologie Animale Biochimie Biophysique, EDP Sciences*, 18 (4), 1035-1043.

Whitehead, C. and Bromage, N.R., 1980, Effects of Constant Long-Day and Short-Day Photoperiods on the Reproductive Physiology and Spawning of the Rainbow-Trout, *Journal of Endocrinology*, 87 (2), 6-7

Woynarovich, A., Hoitsy, G. and Moth-Poulsen, T., 2011, Small-scale rainbow trout farming, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Yanagimachi, R., Cherr, G.N., Pillai, M.C. and Baldwin, J.D., 1992, Factors controlling sperm entry into the micropyles of salmonid and herring eggs, *Development, Growth and Differentiation*, 34 (4), 447-461.

Yavaş, İ., Bozkurt, Y. and Karaca, F., 2011, Short-term preservation of brown trout (*Salmo trutta macrostigma*) sperm: effect of extenders on motility, *International Conference Aquaculture and Fishery*, Belgrade (Serbia), 1-3 Jun 2011, Faculty of Agriculture, 5.

Zohar, Y., Elizur, A., Sherwood, N.M., Powell, J.F.F., Rivier, J.E. and Zmora, N., 1995, Gonadotropin-releasing activities of the three native forms of gonadotropin-releasing hormone present in the brain of gilthead seabream, *Sparus aurata*, *General and Comparative Endocrinology*, 97 (3), 289-299.

Zuromska H., 1981, Effect of different thermal regimes on reproductive cycles of tench (*Tinca tinca*), Part VI. Estimation of milt quality, *Pol. Arch. Hydrobiol.* 28, 229–241.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Momin Momin
Doğum Yeri	Narsingdi, Bangladeş
Doğum Tarihi	27.12.1989
Uyruğu	<input type="checkbox"/> T.C. <input checked="" type="checkbox"/> Diğer: Bangladeş
Telefon	+905318219703
E-Posta Adresi	momin.zool.cu@gmail.com ; mominm89@ogr.iu.edu.tr
Web Adresi	https://www.researchgate.net/profile/Momin_Momin



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	University of Chittagong
Fakülte	Faculty of Biological Science
Bölümü	Zooloji
Mezuniyet Yılı	2013

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri
Anabilim Dalı	Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı
Programı	Yetiştiricilik Programı
Mezuniyet Tarihi	2017

Makale ve Bildiriler	
Momin, M.* and Azadi, M.A., 2014, <i>Commercial finfish and shellfish of the Karnaphuli River, Chittagong, Bangladesh</i> , Book of Abstracts, 6th Biennial Fisheries Conference and Research Fair 2014, 21.	