



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



YÜKSEK LİSANS TEZİ

İKİ FARKLI SU KAYNAĞININ DOĞAL ALABALIK (*Salmo
coruhensis*) ANAÇLARININ SPERMA KALİTESİNE ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI

Gökhan TUNÇELLİ

Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

Yetiştiricilik Programı

DANIŞMAN
Prof. Dr. Devrim MEMİŞ

Aralık, 2016

İSTANBUL

Bu çalışma 22.12.2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Yetiştiriciliğı Anabilim Dalı Yetiştiricilik Programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

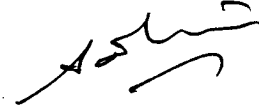
Tez Jürisi:



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 BAŞÇINAR
Karadeniz Teknik Üniversitesi
Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi



Yrd. Doç. Dr. Özcan GAYGUSUZ
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 abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Bu tez, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 47804 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması süresince maddi ve manevi desteğini her daim gösteren Prof.Dr. Devrim MEMİŞ'e, çalışmanın başlangıcından sonuna kadar her parçasında büyük emeği ve desteği olan Yrd.Doç.Dr. Güneş YAMANER'e, çalışmanın yapıldığı yerdeki fiziksel koşulları iyileştirmek için çaba gösteren ve tezin yürütülmesinde emekleri olan tüm Sapanca İçsu Ürünleri Üretimi Araştırma ve Uygulama Birimi personeline, çalışmada kullandığım anaç alabalık yemini tarafıma karşılıksız gönderen Abalıoğlu Denizli Yem Fabrikası'na, tez süresince bana fazladan müsemaha gösteren Yetiştiricilik Anabilim Dalı hocalarıma, çalışma boyunca destek veren canım arkadaşlarıma, öğrenim hayatım boyunca benim için ellerinden gelenin hep daha fazlasını sağlamaya çalışan aileme, teşekkürü bir borç bilirim.

Aralık 2016

Gökhan TUNÇELLİ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
TABLO LİSTESİ	vi
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	vii
ÖZET.....	ix
SUMMARY	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR	10
2.1. KIRMIZI BENEKLİ ALABALIKLAR HAKKINDA GENEL BİLGİLER .	10
2.2. ALABALIK YETİŞTİRİCİLİĞİNDEKİ SU KRİTERLERİ.....	13
2.3. KAHVERENGİ ALABALIKLARDA ÜREME VE ÜREME FİZYOLOJİSİ.....	16
2.3.1. Kahverengi Alabalıklarda Üreme Özellikleri	16
2.3.1.1. Sperm Yapısı	17
2.3.1.2. Spermatogenez	19
2.3.1.3. Sperm Kalitesinin Belirlenmesi	20
2.3.1.4. Sperm Kalitesini Etkileyen Faktörler	24
3. MALZEME VE YÖNTEM	28
3.1. MALZEME	28
3.1.1. Denemenin Yapıldığı Yer	28
3.1.2. Denemede Kullanılan Balıklar	28
3.1.3. Deneme Gruplarında Kullanılan Su Kaynakları	32
3.1.4. Denemede Kullanılan Tanklar	32
3.1.5. Deneme Gruplarında Kullanılan Yem	34
3.2. YÖNTEM	34
3.2.1. Denemede Kullanılan Su Kaynaklarının Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin Belirlenmesi.....	34
3.2.2. Balıkların Bakımı ve Beslenmesi.....	36
3.2.3. Deneme Gruplarının Oluşturulması ve Çalışma Planı	36

3.2.3.1.	<i>Deneme Gruplarının Oluşturulması</i>	36
3.2.3.2.	<i>Deneme Gruplarının Çalışma Planı</i>	37
3.2.4.	Denemede Kullanılan Balıklardan Sperm Alınması	38
3.2.5.	Sperm Örneklerinde Spermatolojik Özelliklerin Belirlenmesi	40
3.2.5.1.	<i>Sperm Hacminin Belirlenmesi</i>	40
3.2.5.2.	<i>Spermatozoa Yoğunluğunun Hesaplanması</i>	40
3.2.5.3.	<i>Sperm pH Değerinin Belirlenmesi</i>	41
3.2.5.4.	<i>Seminal Plazmanın Osmolalitesi</i>	41
3.2.5.5.	<i>Motilite Süresi</i>	42
3.2.5.6.	<i>Motilite ve Motiliteye Bağlı Kinematik Parametreler</i>	42
3.2.6.	İstatistiksel Analiz	44
4.	BULGULAR	45
4.1.	DENEMEDE KULLANILAN DERE SUYUNUN FİZİKSEL VE KİMYASAL PARAMETRELERİ	45
4.1.1.	Deneme Gruplarında 1. Aşamada Tespit Edilen Sıcaklık, Oksijen ve pH Değerleri	45
4.1.2.	Deneme Gruplarında 2. Aşamada Tespit Edilen Sıcaklık, Oksijen ve pH Değerleri	48
4.1.3.	Deneme Gruplarında 3. Aşamada Tespit Edilen Sıcaklık, Oksijen ve pH Değerleri	51
4.1.4.	Denemede Kullanılan Dere ve Kuyu Sularının Kimyasal Özellikleri	54
4.2.	KUYU SUYU VE DERE SUYU GRUPLARINDA SPERM ELDE ETME DÖNEMLERİ	55
4.3.	DENEMEDE ALINAN SPERM ÖRNEKLERİNDE SPERMATOLOJİK ÖZELLİKLER	56
4.3.1.	Sperm Hacmi	57
4.3.2.	Spermatozoa Yoğunluğu	58
4.3.3.	Seminal Plazma pH Değerleri	59
4.3.4.	Seminal Plazma Osmolalitesi	60
4.3.5.	Motilite Süresi	61
4.4.	SPERM MOTİLİTESİNE AİT KİNEMATİK PARAMETRELER	62
5.	TARTIŞMA VE SONUÇ	66
	KAYNAKLAR	76
	ÖZGEÇMİŞ	94

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1: CASA sistemleriyle belirlenen sperm motilitesine ait kinematik parametrelerin gösterimi (Şerefoğlu, 2011).....	7
Şekil 2.1: Kahverengi alabalıkların dağılımı, Palearktik Bölge (kırmızı alan) (Anon. 2016).....	10
Şekil 2.2: Kahverengi alabalıklarda farklı ırkların coğrafik dağılımı (Kocabaş, 2009).....	11
Şekil 2.3: <i>Salmo coruhensis</i> 'in genel görünümü (Turan ve diğ. 2009).....	13
Şekil 2.4: Balık spermatozoonunun genel kısımları (Özgür ve diğ. 2008).....	18
Şekil 2.5: Erkek balıklarda spermatozoa'nın gelişim süreci.....	19
Şekil 3.1: 2010 yılında Sapanca Birimi'ne getirilen kırmızı benekli erkek anaç balık.....	29
Şekil 3.2: Anaç balıkların Akçay Deresi'nde yakalandığı alan	30
Şekil 3.3: Deneyde kullanılan anaçların geçmişini gösteren diyagram.....	31
Şekil 3.4: Denemede kullanılan Karadeniz alabalığı erkek anaç balıklar.....	32
Şekil 3.5: Kuluçkahane ortamında kuyu suyu kullanılan deneme tankları.....	33
Şekil 3.6: Dış ortamda dere suyu kullanılan deneme tankları.....	33
Şekil 3.7: Multiparametre ölçer ile sudaki sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH tespiti.....	35
Şekil 3.8: Su analizlerinde kullanılan Spektrofotometre cihazı.....	36
Şekil 3.9: Kuyu ve dere suyu deneme gruplarının tanklardaki yerleşim düzeni.....	37
Şekil 3.10: Denemenin çalışma planı.....	38
Şekil 3.11: Erkek bireyin sağımı.....	39
Şekil 3.12: Sağımda elde edilen spermaların laboratuvara götürülmesinde kullanılan buz kasetleri, beher ve strafor kutu.....	39
Şekil 3.13: Denemede kullanılan Thoma lamı.....	40
Şekil 3.14: Seminal plazma basıncının ölçülmesinde kullanılan mikroozmometre cihazı.....	42
Şekil 3.15: CASA sistemi ve sperm analizi.....	43

Şekil 3.16: CASA sistemi için özel tasarlanmış 2 ve 4 kanallı Thoma lamı.....	43
Şekil 3.17: CASA sisteminde kullanılan Hamilton Thorne yazılımı kullanılarak elde edilen sperm motilite özelliklerinin ekran görüntüsü.....	44
Şekil 4.1: Denemenin I.aşamasında belirlenen kuyu ve dere suyuna ait sıcaklık °C değerleri.....	46
Şekil 4.2: Denemenin I.aşamasında belirlenen kuyu ve dere suyuna ait çözülmüş oksijen (mg/l) değerleri.....	47
Şekil 4.3: Denemenin I.aşamasında belirlenen kuyu ve dere suyuna ait pH değerleri.....	48
Şekil 4.4: Denemenin II.aşamasında belirlenen kuyu ve dere suyuna ait sıcaklık °C değerleri.....	49
Şekil 4.5: Denemede II.aşama süresince kuyu suyu ve dere suyuna ait suda çözülmüş oksijen (mg/l) değerleri.....	50
Şekil 4.6: Denemede II.aşama süresince kuyu ve dere suyuna ait pH değerleri.....	51
Şekil 4.7: Denemede III.aşama süresince kuyu suyuna ait sıcaklık (°C) değerleri.....	52
Şekil 4.8: Denemede III.aşama süresince kuyu suyuna ait çözülmüş oksijen (mg/l) değerleri.....	53
Şekil 4.9: Denemede III.aşama süresince kuyu suyuna ait pH değerleri.....	54
Şekil 4.10: Kuyu Suyu Grubu'ndan alınan anaç balığın testisinin görünümü.....	56
Şekil 4.11: Deneme gruplarında elde edilen toplam sperm hacmi (ml) (DSG = n8; KSG = n6) ($p < 0,05$).....	58
Şekil 4.12: Deneme gruplarının sperminde spermatozoa yoğunlukları ($\times 10^9$ hücre/ml) (DSG = n8; KSG = n6) ($p > 0,05$).....	59
Şekil 4.13: Deneme gruplarının sperm örneklerinde seminal plazma pH değerleri (DSG = n8; KSG = n6) ($p > 0,05$).....	60
Şekil 4.14: Deneme gruplarının sperminin seminal plazma ozmolalite değerleri (mOms/g) (DSG = n8; KSG = n6) ($p < 0,05$).....	61
Şekil 4.15: Deneme gruplarında sperm motilite süreleri (sn) (Dere = n8; Kuyu = n6) ($p > 0,05$).....	62
Şekil 4.16: Deneme gruplarındaki balıkların spermilerine ait total motilite (%) ve progresif motilite (%) değerleri (DSG = n8; KSG = n6).....	64
Şekil 4.17: Deneme gruplarındaki balıkların spermilerine ait motiliteye bağlı kinematik parametreler.....	65

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1.1: Dünyadaki Su Ürünleri Tüketimi (FAO, 2016).....	2
Tablo 1.2: Türkiye’deki su ürünleri üretim miktarı (TÜİK, 2015).....	3
Tablo 2.1: GTHB tarafından belirlenen “Alabalık yetiştiriciliği için su kalite kriterleri”.....	14
Tablo 4.1: Denemede kullanılan kuyu ve dere suyuna ait sıcaklık, çözünmüş oksijen ve pH değerleri (Ortalama± SD).....	45
Tablo 4.2: Dere ve Kuyu Suyunda ölçümü yapılan Toplam Fosfat (PO ₄), Toplam Fosfor (TP), Nitrit (NO ₂), Nitrat (NO ₃), Demir (Fe) analizi sonuçları.....	54
Tablo 4.3: Denemede elde edilen spermlere ait Sperm Hacmi (ml), Seminal Plazma pH’sı, Seminal Plazma Ozmolalitesi (mOsm/kg), Spermatozoa Yoğunluğu (10 ⁹ /ml), Motilite Süresi (sn) değerleri (Ort±SD).....	57
Tablo 4.4: Deneme süresince elde edilen spermin motilitesine ait özellikleri (Total Motilite (%), Progresif Motilite (%), VCL (µm/s), VSL (µm/s), VAP (µm/s), LIN (%), STR (%))(Ortalama±SD).....	63

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
°	: Derece
μ	: Mikron
Ca ²⁺	: Kalsiyum İyonu
cm	: Santimetre
K ⁺	: Potasyum İyonu
kg	: Kilogram
lt	: Litre
m ²	: Metrekare
m ³	: Metreküp
mg	: Miligram
Mg ²⁺	: Magnezyum İyonu
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
mOsm	: Mikroozmoz
Na ⁺	: Sodyum İyonu
sn	: Saniye
Syn	: Sinonim
vb	: Ve benzeri

Kısaltmalar	Açıklama
APHA	: Amerikan Halk Sağlığı Birliği
AWWA	: Amerikan Su İşleri Birliği
DSG	: Dere Suyu Grubu
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
GTHB	: Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
IUCN	: Nesli Tükenme Tehlikesi Altında Olan Türlerin Kırmızı Listesi
KSG	: Kuyu Suyu Grubu
LIN	: Eğrisel Yolakların Doğrusallığı

STR	: Ortalama Yolun Doğrusallığı
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
VAP	: Ortalama Yol Hızı
VCL	: Eğrisel Hız
VSL	: Doğrusal Hız
WEF	: Su Çevre Federasyonu

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İKİ FARKLI SU KAYNAĞININ DOĞAL ALABALIK (*Salmo coruhensis*) ANAÇLARININ SPERMA KALİTESİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Gökhan TUNÇELLİ

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Devrim MEMİŞ

Bu tez çalışmasında farklı su kaynaklarında (Dere suyu ve Kuyu suyu) yetiştirilen kırmızı benekli doğal alabalıkların (*Salmo coruhensis* Turan, Kottelat & Engin 2010) üretim döneminde elde edilen sperm kalitesinin karşılaştırılması yapılmıştır. Araştırmada kullanılan anaç balıklardan oluşturulan Dere Suyu Grubu (DSG) dış ortamda gün ışığında, Kuyu Suyu Grubu (KSG) ise kuluçkahane ortamında floresan ışık kullanılarak bakıma alınmıştır. Çalışmada 3+ yaşında 2147 ± 647 g ağırlığında ve ortalama toplam boyları 56 ± 2 cm olan 20 adet erkek anaç balık kullanılmıştır.

Sağım öncesinde farklı koşullarda bakım ve beslemeye tabii tutulmuş olan anaç balıklardan elde edilen spermlerin spermatolojik özelliklerinden toplam motilite (%), progresif motilite (%), sperm hacmi (ml), seminal plazma pH'sı, seminal plazma ozmolalitesi (mOsm/kg), spermatozoa yoğunluğu ($\times 10^9$ hücre/ml), motilite süresi (sn) Dere Suyu Grubu ve Kuyu Suyu Grubu için birlikte sırasıyla; $93,90 \pm 7,47$ ve $82,68 \pm 10,10$, $37,94 \pm 25,06$ ve $19,91 \pm 11,52$, $12,6 \pm 7,1$ ml ve $6,16 \pm 2,5$ ml, $7,22 \pm 0,2$ ve $7,35 \pm 0,3$, $264,11 \pm 22,1$ mOsm/kg ve $299 \pm 95,3$ mOsm/kg, $4,0 \pm 1,7 \times 10^9$ hücre/ml ve $4,2 \pm 1,5 \times 10^9$ hücre/ml, $36,63 \pm 6,72$ sn ve $40 \pm 3,4$ sn olarak tespit edilmiştir. Spermatozoanın kinematik özelliklerinden olan VCL (μ m/s), VSL (μ m/s), VAP (μ m/s) LIN (%), STR (%) değerleri Dere Suyu Grubu ve Kuyu Suyu Grubu için birlikte sırasıyla, $102,50 \pm 18,39$ μ m/s ve $92,18 \pm 23,56$ μ m/s, $80,82 \pm 19,31$ μ m/s ve $81,63 \pm 20,78$ μ m/s, $83,73 \pm 19,43$ μ m/s

ve $84,40 \pm 21,64 \text{ } \mu\text{m/s}$, $\%79,50 \pm 7,80$ ve $\%87,15 \pm 7,07$, $\%95,45 \pm 1,85$ ve $\%95,04 \pm 5,67$ olarak rapor edilmiştir.

Sonuç olarak, Dere Suyu Grubunda bulunan anaçların spermatolojik özelliklerinden olan toplam motilite, sperm hacmi ve seminal plazma ozmolalitesi değerlerinin Kuyu Suyu Grubundan farklı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Çalışmada farklı iki su kaynağının erkek anaç balıklardan sperm elde edilmesinin su sıcaklığına ve ışığa bağlı olarak değişebileceği belirlenmiştir.

Aralık 2016, 108 sayfa.

Anahtar kelimeler: *Salmo coruhensis*, sperm kalitesi, CASA, dere suyu, kuyu suyu

SUMMARY

M.Sc. THESIS

EFFECTS OF TWO DIFFERENT WATER RESOURCES ON SPERM QUALITY OF BROODSTOCK OF TROUT (*Salmo coruhensis*)

Gökhan TUNÇELLİ

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Science and Engineering

Department of Aquaculture

Supervisor : Prof. Dr. Devrim MEMİŞ

In this study, red spotted trout (*Salmo coruhensis*) reared in different water sources (stream water and well water) was compared in terms of sperm quality during the spawning season. Stream water group was kept in daylight whereas well water group was in the hatchery with fluorescent light conditions. 20 males, +3years of age with 2147 ± 647 gr mean weight and 56 ± 2 cm mean length were used in the study.

Values of Total motility, progressive motility, sperm volume, seminal plasma pH, seminal plasma osmolality, Spermatozoa density and motility duration parameters were; $93,90 \pm 7,47$ and $82,68 \pm 10,10$, $37,94 \pm 25,06$ and $19,91 \pm 11,52$, $12,6 \pm 7,1$ ml and $6,16 \pm 2,5$ ml, $7,22 \pm 0,2$ and $7,35 \pm 0,3$, $264,11 \pm 22,1$ mOsm / kg and $299 \pm 95,3$ mOsm / kg, $4,0 \pm 1,7 \times 10^9$ cells/ml and $4,2 \pm 1,5 \times 10^9$ cells/ml, $36,63 \pm 6,72$ sec and $40 \pm 3,4$ sec, for Stream Water Group and Well Water Group, respectively. Values of VCL (μ m/s), VSL (μ m/s), VAP (μ m/s) LIN (%) and STR (%) which are the kinematic characteristics of spermatozoa are $102,50 \pm 18,39$ μ m/s and $92,18 \pm 23,56$ μ m/s, $80,82 \pm 19,31$ μ m/s and $81,63 \pm 20,78$ μ m/s, $83,73 \pm 19,43$ μ m/s and $84,40 \pm 21,64$ μ m/s, $79,50 \pm 7,80$ and $87,15 \pm 7,07$, $95,45 \pm 1,85$ and $95,04 \pm 5,67$, respectively.

The total motility, sperm volume and seminal plasma osmolality values of the spermatological characteristics of the broodstock in the River Water Group were found to be different from the Well Water Group ($p < 0,05$). In the study, it has been determined

that the variation of sperm obtaining and quality parameters between two different water sources depends on water temperature and light.

December 2016, 108 pages.

Keywords: *Salmo coruhensis*, sperm quality, CASA, well water, stream water

1. GİRİŞ

Balıkçılık faaliyetleri çok eskilerden beri insanların uğraşlarından biri olmuştur. İnsanoğlunun balıkçılık faaliyetlerine yapılan arkeolojik kazılarda balık avlama araçlarının bulunmasıyla M.Ö. 4500'lü yıllarda başladığı tahmin edilmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliğine ait ilk bulgular ise M.Ö. 2000 yıllarında Çin'de ele geçirilmiştir (Alpbaz ve Hoşsucu, 1996; Çelikkale, 2002).

Dünya nüfusunun artışı, sağlıklı ve bilinçli beslenmenin yaygınlaşması, karadaki çiftlik hayvanlarının yetiştiriciliğinin karasal alanların sınırlı olması ve giderek yetersiz olması nedenleri dikkate alındığında insanların her geçen gün artan sağlıklı gıda ihtiyacı problemi için yeni çözümler üretmek kaçınılmaz olmaktadır (Akman ve diğ. 2006). Bu ihtiyacı karşılamak için deniz ve tatlı sulardaki yüksek besin değeri ve kolay sindirilebilir proteine sahip olan su ürünlerinin kullanılması önemli bir potansiyel oluşturmaktadır.

Dünya genelinde 2011 yılında toplam su ürünleri üretiminin %60'ı avcılık yoluyla elde edilmekteyken 2014 yılında bu oran %56'ya (93,4 milyon ton) gerilemiş geriye kalan %44'lük kısmı (73,8 milyon ton) ise yetiştiricilik yoluyla sağlanmıştır (FAO, 2016). Yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünleri miktarı her geçen gün artmakta ve avlama yoluyla elde edilen su ürünleri miktarına yaklaşmaktadır. Yetiştiricilik sektörü son yıllarda eğitici faaliyetler ve hızlı gelişen teknoloji transferi ile şaşırtıcı bir gelişme göstermiş ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından balık yetiştiriciliği sektörünün gıda üretiminde dünyadaki en hızlı büyüyen sektör olduğu ilan edilmiştir (FAO, 2016).

Su ürünleri yetiştiriciliğindeki artışla beraber kişi başına düşen su ürünleri tüketiminin artışı da paralel olmuştur (Tablo 1.1). Kaçak ve yasadışı avcılık faaliyetleri ve denizlerin kirlenmesi gibi nedenlerle doğal stoklarda baskı oluşmakta ve doğal su ürünleri stoklarının azalmasına neden olmaktadır. Örneğin ülkemizde 1990'lı yılların başında yapılan 500 bin tonun üzerindeki aşırı avcılık balık popülasyonlarını olumsuz etkilemiş ve üretimin 1991 yılında 365 bin tona düşmesine neden olmuştur (Üstündağ ve diğ. 2000).

Bu av baskısını azaltmak ve sürdürülebilir su ürünleri üretimini sağlamak için tüketilecek gıdaların teminini kontrollü şartlarda yetiştiricilik ile sağlamak kaçınılmaz olmuştur.

Tablo 1.1: Dünyadaki Su Ürünleri Tüketimi (FAO, 2016).

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Beşeri Tüketim (milyon ton)	120,9	123,7	128,2	131,2	136,2	141,5	146,3
Nüfus (milyar)	6,8	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,1
Kişi başı besin tüketimi (kg)	17,9	18,1	18,5	18,7	19,2	19,7	20,1

Ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliğine 1969 yılında tatlı su balıkları ile başlanmış ve bu yıllardan itibaren bütün ülkeye hızla yayılmıştır (Çelikkale ve diğ. 1981; Çelikkale 1982; Soylu ve Soylu, 1997; Çelikkale ve diğ. 1999; Memiş ve diğ. 2002). Gökkuşluğu alabalığı (*Onchoryncus mykiss*) ile yetiştiricilik yapan işletme sayısı her geçen gün artmış olmasına rağmen içsu balıkları yetiştiriciliği tür açısından sınırlı kalmıştır (Kocabaş, 2009).

Başçınar (2004), Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan tür sayısı her ne kadar 4 olarak kayıtlarda yer asla da, üzerinde çalışmaların sürdüğü türlerle beraber gerçek sayının 15’in üzerinde olduğunu bildirmiştir. Üreticiler son yıllarda içsu balıklarından en yaygın olarak üretilen gökkuşluğu alabalığının yanı sıra hem ekonomik sebepler hem de pazara yeni tür kazandırmak için alternatif türlerin üretimine ve işleme teknolojisinin geliştirilmesine ağırlık vermiştir. Dünyada su ürünleri üretiminde yetiştiriciliği yapılan türlerin sayısı her geçen gün artmaktadır. 1980 yılında dünyada üretim miktarı 10.000 tonun üzerinde olan 28 tür bulunmaktayken 2014 yılında tür sayısı 367’ye ulaşmıştır (FAO, 2014).

Türkiye 2014 yılı FAO verilerine göre 234,4 bin tonluk üretimle dünyanın ilk 25 ülkesi arasına girmiştir (FAO, 2016). Türkiye’de ticari açıdan en yoğun üretimi yapılan türler; Gökkuşluğu alabalığı (*Onchoryncus mykiss*) (İçsu, 122.873 ton; Deniz, 5.186 ton), levrek (*Dicentrarchus labrax*) (75.164 ton), çipura (*Sparus aurata*) (51.844 ton), ve aynalı sazan (*Cyprinus carpio*) (146 ton) olarak sıralanmaktadır (Tablo 1.2) (TÜİK, 2015).

Tablo 1.2: Türkiye’deki su ürünleri üretim miktarı (TÜİK, 2015).

Yıllar	Avcılık			Yetiştiricilik			TOPLAM
	Deniz	İçsu	Toplam	Deniz	İçsu	Toplam	
2009	425.275	39.187	464.462	158.729	76.248	158.729	623.191
2010	445.680	40.259	485.939	167.141	78.568	167.141	653.080
2011	477.658	37.097	514.755	188.790	100.446	188.790	703.545
2012	396.322	36.120	432.442	212.410	111.557	212.410	644.852
2013	339.047	35.074	374.121	233.394	123.019	233.394	607.515
2014	266.078	36.134	302.212	126.894	108.239	235.133	537.345
2015	397.731	34.176	431.907	138.879	101.455	240.334	672.241

Dünyada salmon ve alabalık türleri tüketimi son yıllarda güçlü bir şekilde artış göstermiş ve bu grup (Salmonidae ve Osmeridae) 2013 yılında değer bazında %16,6’lık payı ile en çok ticareti yapılan emtia olmayı başarmıştır (FAO, 2016). Alabalık ve salmon türlerine olan talebin her geçen gün artarak devam ettiği bildirilmiştir (FAO, 2016).

Son yıllarda; *Salmo coruhensis* (Syn. *Salmo trutta labrax*) olarak adlandırılan Karadeniz alabalığı ya da deniz alası türünün, gökkulağı alabalığınaa (*Oncorhynchus mykiss*) rakip olarak ekonomik değere sahip olması, cazip görüntüsüyle tüketiciyi etkilemesi, et veriminin ve büyüme hızının yüksek olması, ülkemiz sularındaki akarsularda doğal olarak bulunması ve aynı zamanda doğal ortamdaki yaşam alanlarının tahribatı ile nesli tehlikeye girmesi gibi nedenler sonucunda yetiştiricilik çalışmaları önem kazanmıştır (Çelikkale 1988; Elliot, 1995; Kocabaş, 2009; Turan ve diğ. 2009; Anon. 2013).

Salmonidae familyası içerisinde yer alan Karadeniz alabalığı (*Salmo labrax*) üzerinde akademik ve ticari denemelere ağırlık verilmeye başlanmıştır (Memiş, 2002; Aksungur ve diğ. 2007; Başçınar ve diğ. 2007; 2010a,b). Bu türün üretimine özellikle Doğu Karadeniz’de alabalık üretimi yapan bazı işletmeler önem vermiş ve gerekli yasal işlemlere uyarak işletmelerinde Karadeniz alabalığını ticari olarak üretmeye başlamışlardır.

Doğal alabalıkların aşırı ve yasadışı metotlarla avlanması, yaşam ve yumurtlama alanlarının tahribi ve bulundukları suların kirlenmesi sebepleriyle her geçen gün yaşadıkları derelerde stokları azalmıştır (Aydın ve Yandı, 2002). Doğal stoklardaki bu

azalış nedeni ile bu tür Nesli Tükenme Tehlikesi Altında Olan Türlerin Kırmızı Listesi'ne (IUCN kırmızı listesi) girmiştir. *Salmo trutta labrax* türünün yetiştiricilik çalışmalarının yapılması ve üretim tekniklerinin yaygın kullanılır hale getirilmesi neslinin devamı için büyük önem taşımaktadır (Freyhof, 2013).

Balık yetiştiriciliğinde ve özellikle de alabalık yetiştiriciliğinde kullanılacak su kaynağının orijini ve kalitesinin yüksek nitelikte olması gereklidir (Anon. 2006). Balık yetiştiriciliğinin ana unsuru olan su, yetiştiriciliği yapılan tür için gerek anaç bakımında ve gerekse üretimin diğer gelişim evrelerinde (kuluçka evresi, pre-larva, larva, parmak boy ve erişkin) kalite, miktar ve fiziko-kimyasal özellikler bakımından üzerinde çalışılan türün ihtiyacını karşılayabilecek nitelikte olmalıdır (Çelikkale, 2002). Kontrollü alabalık yetiştiriciliğinde kaynak suları, dere veya ırmak suları, göl veya gölet suları, yeraltı suları kullanılmaktadır (Leitritz ve Lewis 1980, Çelikkale, 2002; Yıldız ve diğ. 2009). Karadeniz Bölgesi'ndeki alabalık işletmelerinin %50'sinde hem dere hem de kaynak suyu, %35,7'sinde sadece kaynak suyu ve %21,43'ünde sadece dere suyu kullanıldığı belirtilmektedir (Yıldız ve Şener, 2003). Gümüşhane ilinde yapılan bir başka çalışmada, karadaki alabalık işletmelerinin %73,33'ünün dere suyu ve %26,67'sinin kaynak suyu kullandığını bildirilmiştir (Kocaman ve Sayılı, 2014).

Üretimde kullanılacak su kaynağının seçimi ilk olarak işletmenin fiziksel durumuna, üretim kapasitesine ve yetiştiriciliği yapılacak türün ihtiyaçlarına göre değişiklik göstermektedir. İşletmenin ihtiyacına ve üretilmesi planlanan balık türüne göre seçilen herhangi bir su kaynağının su kalite parametreleri farklılık göstermektedir.

Küresel ısınma, mevsimsel değişiklikler, su kaynaklarının içme suyu ya da insan tüketimi için kullanılması, su kaynağına yakın başka balık üretim tesisleri, son yıllarda artan Hidroelektrik Santralleri (HES) işletmelerinin bulunması, suyun tarım veya başka faaliyetler için kullanılması yetiştiricilik yapan işletmelerde balık üretiminde kullanılacak suyun miktarında sıkıntı olmaya başlamıştır. Bununla birlikte döllenmiş yumurta, larva, yavru, porsiyonluk ve anaç balık üretim döngüsünde kullanılacak su kaynağının ihtiyaç duyulan su kalitesi özelliklerini karşılaması gerekmektedir. Bu yüzden işletmelerde tek bir su kaynağı yerine iki ya da daha fazla farklı su kaynağının kullanılması üretimin kalitesi ve miktarını arttırmada önemlidir. Böylece tek bir su kaynağına bağlı kalmadan, başka su kaynaklarının da üretim sırasında kullanılması kullanılan mevcut kaynaktan var

olabilecek sıkıntıları ortadan kaldırmaya yardımcı olmaktadır. İşletmede kullanılan ikinci bir su kaynağı var olan su kaynağının hem miktar olarak desteklenmesine hem de üretimin farklı dönemlerinde su kalite parametrelerinin değişmesi ile yumurta, larva, porsiyonluk balık ya da anaç üretimine olumlu katkı sağlamasına neden olacaktır.

Farklı su kaynaklarının farklı biyokimyasal ve fiziksel özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. Özellikle sıcaklık, su kaynağının orjinine göre değişiklik göstermektedir. Farklı su kaynakları ile yapılan yetiştiriciliğin, üretimi yapılan türlerde gametogenez sürecini dolayısı ile yumurta ve spermin kalitesini etkilediği bilinmektedir (Lahnsteiner ve Leitner, 2013).

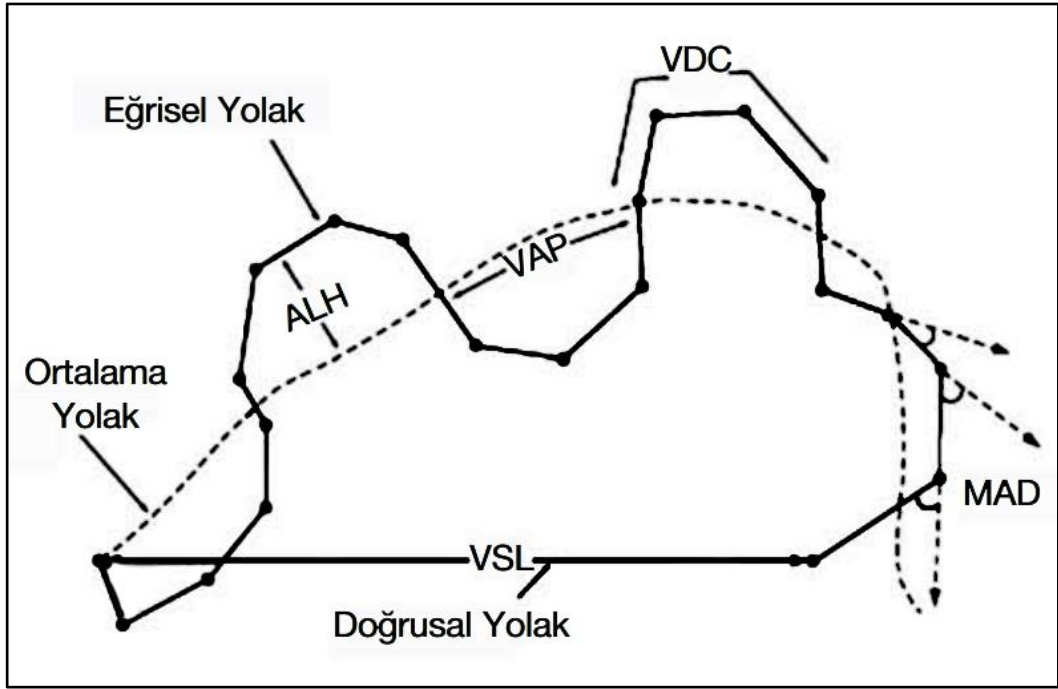
Balık yetiştiriciliğinde işletme veriminin en önemli basamağını iyi bir anaç yönetimi ve üretimin devamlılığını sağlayacak kaliteli gamet elde edilmesi oluşturmaktadır (Kjorsvik ve diğ. 1990; Bromage ve Roberts, 1995; Billard ve diğ. 1995). Anaç yönetiminde amaç, yıl boyunca eşeyssel olgunluğa erişmiş balık stoğunu doğadaki stoklara bağlı olmaksızın muhafaza etmek ve bunun yanında gerektiğinde doğadan yararlanarak stokların genetik çeşitliliğini ve devamını sağlamaktır (Bromage ve Roberts, 1995). Gamet kalitesi, üretimde kullanılacak yumurtaların dölleme kapasitesini, sperm hücresinin ise dölleyebilme kapasitesini ifade etmektedir. Sürekli ve verimli bir üretim için erkek haploid kromozomları setini oosite taşıyan spermatozoonun dölleme kabiliyetinin yüksek olması gerekir. Genellikle, işletmelerde yumurta kalitesinin belirlenmesi gamet kalitesi olarak düşünülmekte ve döllemenin ana unsurlarından olan sperma kalitesi üzerinde çok fazla durulmamaktadır. Ancak, son zamanlarda yapılan bilimsel ve ticari çalışmalarda, üretimde kullanılacak sperm ve yumurtanın kalitesinin belirlenmesi ve gerekli olması halinde çeşitli biyoteknolojik uygulamalar ile kalitenin arttırılması çalışmaları ağırlık kazanmış ve randımanlı balık üretiminin ana basamaklarından biri haline gelmiştir (Cabrita ve diğ. 2008).

Balık yetiştiriciliği ile ilgili bilimsel çalışmalar incelendiğinde yapılan araştırmalar genellikle yumurta ve larva kalitesi üzerine yoğunlaşmış, sperm kalitesi üzerine son yıllara kadar çok fazla çalışmaya rastlanılmamıştır. Oysaki başarılı bir dölleme için döllemede kullanılacak yumurta kalitesinin yüksek olması durumunda dahi dölleme ortamında kaliteli sperm mevcut değilse yüksek bir dölleme oranından bahsedilmesi veya beklenmesi düşünülemez (Cabrita ve diğ. 2008).

Sperm; seminal plazma ve üreme hücresini ihtiva eden sıvı olarak adlandırılabilir. Seminal plazmanın sahip olduğu fiziksel ve kimyasal özellikler sperm hücrelerini korumakta ve aynı zamanda spermatozoon hücrelerinin hareketsiz kalmasını sağlamaktadır. Sperm hücresi ise genetik materyali embriyoya aktaran baş, kuyruk ve orta kısımdan oluşan hücrelerdir (Cabrita ve diğ. 2008).

Sperm kalitesi ise sperm hücresinin dölleyebilme yeteneğidir ve kaliteli döllemede önemli olan iki parametre ile ifade edilir. Bunlardan ilki motilite, sperm hücresinin aktivasyondan sonra kazanmış olduğu hareketliliklerdir. Motiliteyle ilişkili parametreler özellikle de progresif hücrelerin miktarı sperm kalitesini belirlemede yaygın olarak kullanılmaktadır. Buna rağmen, doğru değerlendirme için bir değil birden fazla parametrenin kombinasyonuna (hücre yoğunluğu, pH, ozmolalite vb.) bakmak daha doğrudur (Cabrita ve diğ. 2008).

Teleost balıklarda spermatozoa hareketi türe ve aktivasyon solüsyonuna göre değişmekle beraber genellikle düz veya hafif eğimli bir çizgi çizerek hareketlerini tamamlarlar. Bu hareketleri sırasında çizdikleri yolu Bilgisayar Destekli Sperm Analizi (CASA) sistemleri ile izleyebilmek mümkündür (Rurangwa, 2004). Bu sistem ile sperm motilitesini belirlemede kullanılan parametrelerin tespiti daha pratik ve kolaydır. Bu parametreler Eğrisel Hız (VCL) ($\mu\text{m/s}$), Doğrusal Hız (VSL) ($\mu\text{m/s}$), Ortalama Yol Hızı (VAP) ($\mu\text{m/s}$), Eğrisel Yolların Doğrusallığı (LIN), Ortalama Yolun Doğrusallığı (STR) şeklinde adlandırılırlar (Şekil 1.1) (Cabrita ve diğ. 2008; Şerefoğlu, 2011).



Şekil 1.1: CASA sistemleriyle belirlenen sperm motilitesine ait kinematik parametrelerin gösterimi (Şerefoğlu, 2011).

Balık yetiştiriciliğinde sperm kalitesini etkileyen çeşitli faktörler vardır ve bu faktörler; işletmede kullanılan suyun kaynağı ve kalitesi, anaç balıkların beslenme rejimi ve yem kalitesi, yetiştiricilik şartlarındaki fotoperiyot ortamı, anaç balıkların maruz kaldığı stres, anaç balıkların yaşı, üreme sezonu ve sperm elde edilme yöntemleri olarak sıralanabilir (Billard ve diğ. 1995; Glogowski ve diğ. 2002; Rurangwa ve diğ. 2004; Bobe ve Labbe, 2010). Uygun su sıcaklık rejimi, balıklarda yumurta ve sperm gelişimini teşvik etmektedir (Taranger ve Hansen, 1993). Bununla birlikte kuluçkahanede yetiştiriciliği yapılan türlerde sperm kalitesi ve miktarı her zaman yeterli bir dölleme başarısı anlamına gelmeyebilir. Bunun nedeni üretimi planlanan balık türünün doğal özelliği olabilir. Örneğin Afrika kedibalgında (*Clarias gariepinus*) sperm ile beraber üreninde ortamda bulunması spermin dölleme yeteneğinin kaybolmasına neden olduğu Viveiros ve diğ. (2000) tarafından rapor edilmiştir.

Sperm kalitesi yaşayabilir embriyoları üretebilme kapasitesiyle alakalıdır. Sperm kalitesi; spermatozoanın dölleme sırasında yumurtaya ulaşabilme, yumurta kabuğundaki mikrofıl deliğinden geçerek, sağlıklı bir embriyo oluşturulmasında en önemli faktördür (Cabrita ve diğ. 2008).

Sperm kalitesinin biyolojik göstergeleri spermin sadece bir tek özelliğine değil birçok özelliğin ortalama seçim değerine bağlıdır. Sperm kalitesinin biyolojik göstergelerinin güvenilir ve objektif tanımını yaparken kaliteli olarak nitelendirilen bir spermin sadece bir karakteristik özelliğine değil birden fazla özelliğinin ortalama değerine bakılır. Fertilizasyon denemeleri tartışmasız en iyi ölçüm olarak anılabilir fakat fertilizasyon testlerinin sonuçları yumurtanın kalitesine, sperm/yumurta oranına ve bunların yanı sıra kesin olarak objektif ve standart olmasının çok zor olduğu inkübasyon koşullarına da bağlıdır (Cabrita ve diğ. 2008).

Fertilizasyon denemelerinde sperm kalitesinin değerlendirilmesindeki diğer bir endişe ise kalıcı sonuçlarla ilişkisidir. Kalite değerlendirmesi güvenilir olduğu kadar hızlı ve mümkün olduğunca kullanışlı olmalıdır. Döllenme oranı döllenmeden sonra saatlerle veya dakikalarla hesaplanabilir fakat bu durumda sadece yumurtanın bölünmeye başladığı safha dikkate alınır. Yumurtadan çıkma oranı daha güvenilir sonuçlar verir fakat gelişim süresi türe bağlı olarak günlerce veya haftalarca sürebilir (Cabrita ve diğ. 2008).

Geleneksel olarak, akuakültürde sperm kalitesinden ziyade yumurta kalitesini tespit etmeye daha fazla zaman harcanmıştır (Kjorsvik ve diğ. 1990; Campbell ve diğ. 1992; Bromage ve Roberts, 1995; Brooks ve diğ. 1997; Christiansen ve Torrisen, 1997; Tabak ve diğ. 2001; Baki, 2006; Başçınar ve diğ. 2010a, Güven ve diğ. 2016). Yapay koşullarda tutulduğunda döllemede zorluklar yaşayan veya sperm kalitesi düşük olan erkek bireylere sahip türler hariç tutulup genele bakıldığında, üremede dişiler erkek balıklara nazaran daha çok zorluk çektiği ve üremede yaşanan sorunların genellikle yumurtadan kaynaklı olduğu düşünülmüştür. Balık üretilen işletmelerde yapay döllemede çok yüksek miktarda sperm kullanımı veya birkaç farklı erkeğin sperminin karıştırılarak kullanımı döllenme başarısındaki sorunu çözüyor gibi görünmektedir. Oysaki yaygın olarak uygulanan bu yöntem, kaynakların boşa harcanmasına ve hatta yetersiz sperm/yumurta oranı kullanımı nedeniyle döllenme başarısının düşük olmasına sebep olmaktadır. Diğer yandan, birkaç erkeğin kullanılması döllemenin ve döllenmiş yumurtanın embriyo gelişimine katkı sağlayacağı kesin değildir. Çünkü kaliteli sperm üreten anaç balıktan elde edilen spermeler yumurtaların çoğunun döllenmesinde başarılı olacaktır. Böylece son yıllarda iyi kalitedeki spermin yetiştiricilikte değerlendirilmesi akuakültür sektöründe daha da büyük önem kazanmıştır. Döllemenin başarısını artırmak için sperm kalitesinin kontrol

edilmesi düşük kaliteye sahip sperm örneklerini elimine etme olanağı sağlayacaktır (Cabrita ve diğ. 2008).

İşletmelerin kendi anaç stoklarını oluşturduğu durumlarda, adayların anaç durumuna gelene kadar bakımının yapıldığı su sıcaklığının gamet ve özellikle sperm kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmaların yetersiz olduğu belirtilmektedir (Bobe ve Labbe, 2010).

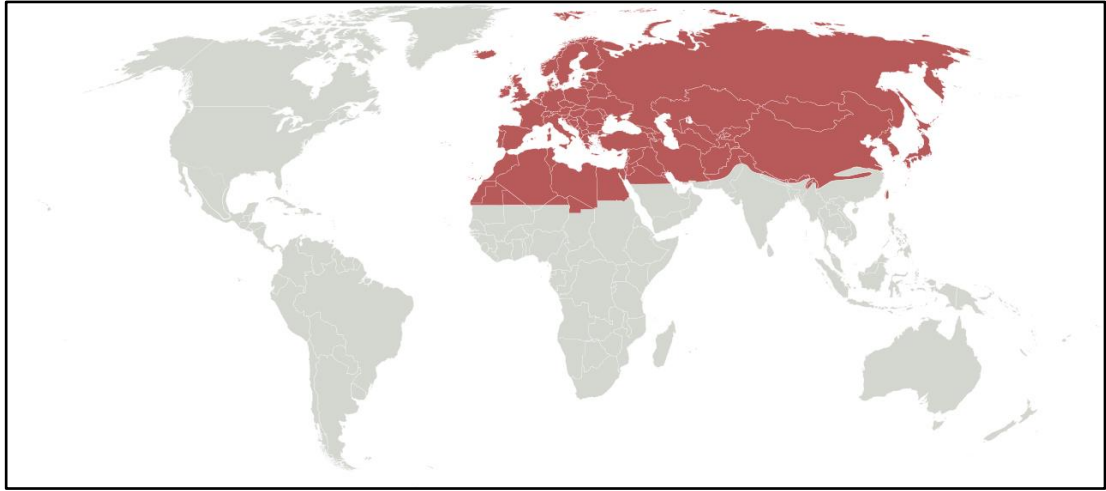
Türkiye sularındaki alabalık populasyonları her geçen gün azalmaktadır. Doğal alabalıklarla ilgili bilimsel çalışmalar yok denecek kadar az, populasyon dinamikleri, stokların korunması ve bu stokların üretimle desteklenmesi konusundaki çalışmalar yetersizdir (Aras ve diğ. 1997; 2003). Üretimi yaygın olarak yapılmaya başlanan Karadeniz alabalığında üretim çalışmaları genellikle besin, fekondite, dağılım konularından oluşmaktadır. Başarılı bir üretimin anahtarı olan gamet kalitesinin belirlenmesi ve kaliteyi etkileyen faktörlerin belirlenmesine yönelik çalışmalar yok denecek kadar azdır. Alabalıkların doğal ortamdaki populasyonlarının azalması ve ekonomik değerinin yüksek olması nedeniyle ülkemizde yaygın olarak bulunan Karadeniz alabalığının yetiştiriciliği üzerinde çalışmalar son yıllarda ağırlık kazanmıştır. Ar-Ge çalışmalarının halen devam ettiği bu tür başta Karadeniz Bölgesi olmak üzere, gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapan bazı işletmelerde üretime kazandırılmış durumdadır. Karadeniz alabalığı ile ilgili olarak yapılan akademik çalışmalar ise beslenme rejimi ve besin özellikleri (Erbaş, 2013); habitat (Aydın ve Yandı, 2002; Çakmak ve diğ. 2010); ıslah (Akhan ve diğ. 2011), hastalık (Türe ve diğ. 2014) ve fekondite verimliliği üzerine (Serezli ve diğ. 2010) yoğunlaşmış durumdadır.

Bu tez çalışmasında, farklı iki su kaynağının (dere ve kuyu suyu) kullanılarak yetiştiriciliği yapılan kırmızı benekli anaç alabalıklardan (*Salmo coruhensis*) üreme zamanında elde edilen spermin kalitatif ve kantitatif özellikleri (sperm motilitesi, miktarı, yoğunluğu, pH'si, motilite süresi ve motiliteye ait bazı spermatolojik özellikler) üzerinde etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. KIRMIZI BENEKLİ ALABALIKLAR HAKKINDA GENEL BİLGİLER

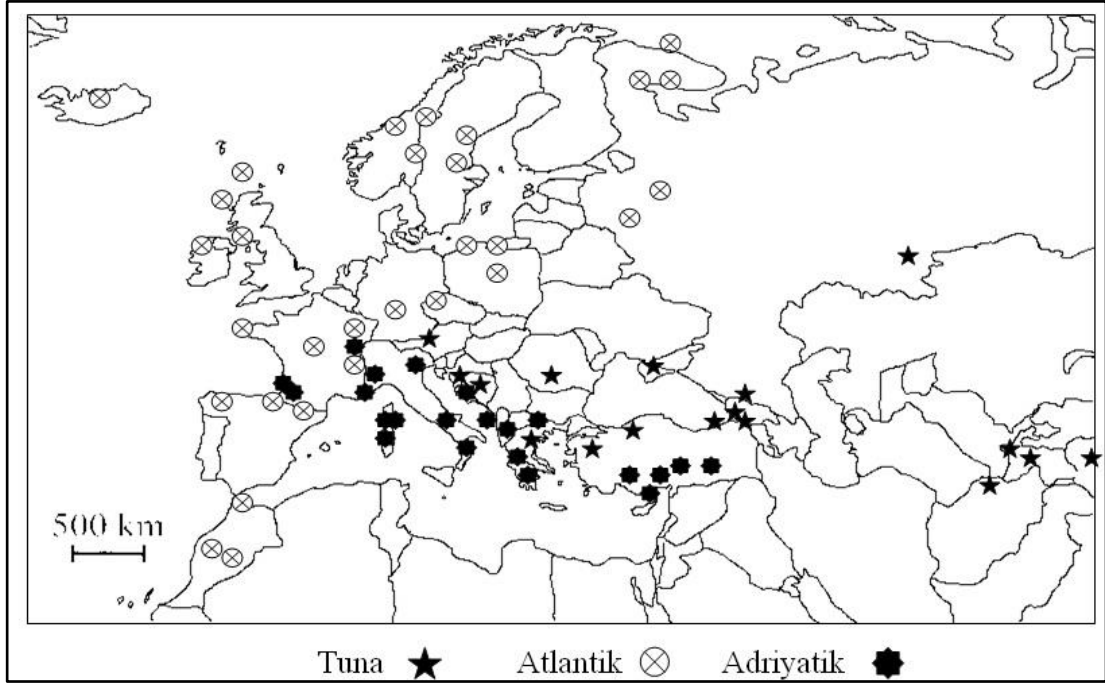
Salmonidae familyasına ait balıklar Kuzey Yarımkürenin tümünde dağılım gösterirken (Pennel ve Barton, 1996; Berra, 2001) kahverengi alabalıklar (*Salmo trutta* L.), daha ziyade Palearktık Bölge’de geniş dağılım gösteren tatlı su balıklarıdır (Macrimmon ve Marshall, 1968; Bernatchez, 2001) (Şekil 2.1). Kahverengi alabalıkların doğal yayılım alanı, kuzeyde Norveç’ten kuzey-doğu Rusya’ya, güneyde kuzey Afrika’nın Atlas Dağlarına kadar uzanır. Kahverengi alabalığın dağılımı ve tür olarak oluşmasında Avrupa’da M.Ö. 70.000–10.000 yıllarda yaşanan son buzul çağı etkili olmuştur (Behnke, 1972; Berg, 1985; Bernatchez, 2001; Çiftçi, 2006; Kocabaş, 2009).s



Şekil 2.1: Kahverengi alabalıkların dağılımı, Palearktık Bölge (kırmızı alan) (Anon. 2016).

İrlanda M.Ö. 13.000 ve İskoçya M.Ö. 10.000’li yıllarında buzul çağın sona ermesinden sonra, göç eden Salmonid türleri kuzeye doğru hareket ederek tatlı su sistemlerinde görülmeye başlamışlardır (Bernatchez, 2001). Kahverengi alabalıklar, Avrupa kıtasının tamamında birçok farklı formda yaygın olarak yaşamaktadırlar. Çok farklı ve benzer olmayan formları doğal olarak Avrupa, Orta Asya, Batı Asya ve Kuzey Afrika’nın bir kısmında gözlenmektedir. Kahverengi alabalıkların Tuna, Atlantik ve Adriyatik ırkları Şekil 2.2’de görüldüğü gibi batıdan doğuya İzlanda’dan Afganistan’daki Aral Denizi’ne

dökülen sulara kadar çok geniş bir alana yayılım gösterirler (Skaala ve Jorstad, 1987; Pakkasmaa ve Piironen, 2001; Çiftçi, 2006; Kocabaş, 2009).



Şekil 2.2: Kahverengi alabalıklarda farklı ırkların coğrafik dağılımı (Kocabaş, 2009).

Ticari ve sportif balıkçılıkta büyük öneme sahip olan birçok alabalık türü, dünyanın birçok bölgesinde temiz, bol oksijenli soğuk su kaynaklarına balıklandırma ya da stok takviyesi amacıyla sistematik bir şekilde bırakılmıştır. *Salmo trutta* türünün de 1852–1938 yılları arasında 24 ülkeye insan eliyle götürülüp doğal kaynaklara bırakıldığı rapor edilmiştir (Klemetsen ve diğ. 2003). Bu yüzden *Salmo trutta*, 90 yıldan daha az bir süreçte bütün dünyaya yayılmış bir tür haline dönüşmüştür (Polat ve diğ. 2011). Kahverengi alabalık ülkemizde doğal olarak bulunan bir alabalık türüdür (Şekil 2.2) (Aras, 1976; Geldiay ve Balık, 1999; Arslan ve diğ. 2000; Kuru, 2004; Kocabaş, 2009).

Salmo trutta türünün Avrupa'dan Atlas Okyanusu'nun güneyine (Fas, Cezayir) ve Afganistan'daki Amu-Darya havzasının doğusuna kadar geniş bir yayılım gösterdiği rapor edilmiştir (Kottelat ve Freyhof, 1997; Turan ve diğ. 2009; Anon. 2013). Günümüze kadar, *Salmo trutta* türünün çok sayıda tür ve alttürü tanımlanmış fakat bu biyolojik zenginlik uzun bir süre önemsenmemiştir (Anon. 2013). Ekolojilerine ve fenotiplerine göre değişik türler ve alt türler altında sınıflandırılmıştır (Kocabaş, 2009). Türkiye'de içsulardaki 358 türden 21 tanesi Salmonidlerden oluşmaktadır (Çiçek ve diğ. 2015).

Ülkemizde, kahverengi alabalıklar, doğal, dere, kırmızı benekli, göl ve deniz alabalığı şeklinde isimlerle isimlendirilmektedir (Güllü, 2007; Baki, 2002).

Ülkemizdeki doğal alabalıklardan olan Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*) ilk kez Berg (1962) tarafından Karadeniz’de saptanmıştır (Arıman ve Kocaman, 2003). Karadeniz alabalıklarını Turan ve diğ. (2009) moleküler ve morfometrik yöntemlerle yaptıkları sistematik çalışmalar sonucunda iki farklı türe ayırmışlardır. Bu çalışmada, *Salmo trutta labrax*’ın (Karadeniz alabalığı) *Salmo coruhensis* (Çoruh alabalığı) ve *Salmo trutta macrostigma*’nın da *Salmo rizeensis* (dağ alabalığı veya kırmızı benekli alabalık) olduğu ifade edilmiştir (Turan ve diğ. 2009).

Salmo coruhensis türünün akarsuların aşağı ve orta kısımlarında, deniz seviyesinden 1,3 km yüksekliğe kadar olan temiz ve yavaş akan geniş akarsu yataklarına sahip kesimlerde yaşadıkları; su kalitesi bakımından diğer doğal alabalık türlerine nazaran daha toleranslı oldukları; sular çok soğuduğunda Karadeniz’e doğru aşağı-akıntı yönünde kış göçleri yaptıkları ve kıyısız akarsu sistemlerini (5-15 km) tercih ettikleri bildirilmiştir (Turan ve diğ. 2009).

Salmo coruhensis anaçlarının *Salmo rizeensis* türünün aksine akarsuların kaynak bölgesinde yumurtlamadığı, bu türün yumurtlama sonrasında, akarsu ve nehirlerin aşağı kesimlerine veya denize sıcaklığın yükselmeye başladığı aylarda küçük gruplar halinde göç ettiği ve Nisan-Mayıs aylarına kadar o bölgelerde yaşadığı tespit edilmiştir. Ülkemizde yumurtlama zamanının Ekim-Kasım aylarında olduğu rapor edilmiştir (Anon. 2013).

Salmo coruhensis genel vücut rengi gümüşü, büyük boylara ulaşabilen, başı ve ağzı küçük olan, üst çene kemiği (maksilla) kısa olan, vücut renk ve deseniyle kolaylıkla ayırt edilebilen bir türdür. Ergin bireylerinde vücudun yanlarında ve sırtında çok sayıda siyah ve kırmızı benekler bulunması ile diğer alabalık türlerinden morfolojik olarak ayırt edilebilmektedir (Şekil 2.3) (Turan ve diğ. 2009).



Şekil 2.3: *Salmo coruhensis*'in genel görünümü (Turan ve diğ. 2009).

2.2. ALABALIK YETİŞTİRİCİLİĞİNDEKİ SU KRİTERLERİ

Alabalık yetiştiriciliğinde kaynak suları, dere ve ırmak suları, göl, gölet ve baraj göllerinin suları ve yeraltı suları kullanılmaktadır (Çelikkale, 2002). Alabalık yetiştiriciliği için kullanılan su kaynaklarının birbiriyle kıyaslanması durumunda bir takım avantaj ve dezavantajlara sahip oldukları görülür. Çelikkale (2002) eğer bir yetiştiricilik tesisi hem kaynak hem de akarsuya sahip ise, kuluçka ve yavru büyütmede kaynak suyunun, büyütme ve beslemede ise akarsuyun tercih edilmesini önermiştir.

Kaynak suyu için sıcaklığının hemen hemen değişmez oluşu ve temiz oluşu avantajlı fakat az oksijen içermesi ve bazı gazları bulundurması dezavantajdır. Akarsular için mevsimlik su sıcaklıklarındaki değişimin fazla olması, debilerinin değişkenliği, enfeksiyonları taşıma ihtimalinin yüksek oluşu dezavantaj fakat oksijence zengin olmaları avantajdır. Göl, gölet suları için ise su sıcaklığındaki fazla değişim, göle gelen su kaynağının durumuna göre enfeksiyonları taşıma ihtimali söz konusu olması; yeraltı suları için sanayi geliştikçe, gelecekte büyük önem kazanacağı, su sıcaklıklarının standart oluşu, enfeksiyonları taşınamaması avantajlı özellikleri, yer altından çıkarılmaları için pompaj masrafı ve oksijence zenginleştirmek için havalandırma masrafları dezavantajlı özellikleri olduğu belirtilmiştir. Özellikle kapalı devre yetiştirme sistemleri için yer altı suları idealdir (Çelikkale, 2002).

Alabalık yetiştiriciliği yapılırken suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin gözönünde bulundurulması gereklidir. Aksi halde başarılı bir üretimden bahsedilemez. Alabalık

yetiştiriciliği için su kriterleri Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (GTHB), Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'nün Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliğine İlişkin Uygulama Esaslarında (Genelge 2006/1) belirtilmiştir (Tablo 2.1)(Anon. 2006).

Tablo 2.1: GTHB tarafından belirlenen “Alabalık yetiştiriciliği için su kalite kriterleri”.

ÖZELLİKLER	DEĞERLER	AÇIKLAMA
Su Sıcaklığı °C	7-19	-
	12-16 (Optimal)	
pH	6.5-8.0	(Hafif asitlik 6.5)
	7 Civarı	(Entansif üretim için uygun)
Oksijen (O ₂)	9.2-11.5mg O ₂ /lt	Doyma derecesinde
Amonyak (NH ₃)	0.1 veya 0.02 mg/lt	Yavrular için
	0.005 mg/lt	-
Nitrit (NO ₂)	-	Yumuşak sularda
	0.1 mg/lt	Sert sularda
	0.2 mg/lt	Kapalı sistemlerde
	(=0.03 veya 0.06 mg N-NO ₂ /lt)	-
	0.012 mg N-NO ₂ /lt	-
Nitrat (NO ₃)	100 mg/lt	Kapalı sistemlerde
	(25-35 mg N-NO ₃ /lt)	
Klor (Cl ₂)	0.01-0.03 mg/lt	-
Klorid (Cl ⁻)	50 mg/lt	Kuluçka için
Hidrojen Sülfür (H ₂ S)	0.002 mg/lt	-
Karbondiyoksit (CO ₂)	25 mg/lt	Mümkünse bu değerlerin üzerine çıkılmamalı
	10 mg/lt	
Ozon (O ₃)	0.02 mg/lt	-

Tablo 2.1 (devam): GTHB tarafından belirlenen “Alabalık yetiştiriciliği için su kalite kriterleri”.

Azot (N₂)	110%	Doyumun maksimum toplam gaz basıncı
Yüzen ve çöken maddeler	15-80 mg/lt	-
Bakır	0.006mg/lt	Yumuşak sularda
	0.03 mg/lt	Sert sularda
	ABG 2=100mg/lt CaCO ³	-
Çinko	0.005-0.04 mg/lt	Su sertliğine bağlı olarak
Demir	0.3 mg/lt	Yavru için
	0.1 mg/lt	-
Kurşun	0.3 0.01-0.03 mg/lt	-
Civa	0.005 mg/lt	-
	0.0002 mg/lt	-
Kadmiyum	0.0004 mg/lt	Yumuşak sularda (ABG<2)
	0.003 mg/lt	Sert sularda (ABG>2)
Krom	0.01 mg/lt	Hexavalent
	0.05 mg/lt	(Trivalent)
Siyanit	0.005-0.25 mg/lt	-
Arsen	0.01-0.5 mg/lt	-
Baryum	5 mg/lt	-
Aliminyum	0.1 mg/lt	-
Akarsu hızı	0.005-0.03 mg/lt	-
Bulanıklık	10 JTU	(=Jackson-Turbitite) Jackson bulanıklık ölçüsü

Oksijen azottan sonra suda en fazla bulunan ve balıklar için en önemli gazdır. Eğer suda oksijen bulunmaz veya yaşamsal faaliyetleri sürdürece kadar yeterli bulunmazsa suda yaşayan balıklar ve diğer canlıların yaşamları sona erecektir. Balıklar sudaki çözünmüş oksijen azaldığında solungaçlarına daha fazla su girmesi için daha çok solungaç hareketi yapar. Sudaki çözünmüş oksijen miktarı sıcaklık arttıkça azalır ve su sıcaklığı düştükçe artar. Rakım yükseldikçe sudaki çözünmüş oksijen miktarı azalma eğilimi gösterir.

Normal şartlarda atmosferle dengedeki doğal sular çözünmüş oksijene doymuş halde bulunur (Kocabaş, 2009).

Balık yetiştiriciliğinde kullanılan suyun pH değeri balığın sağlığı için kritiktir. Sudaki pH değeri nötre ne kadar yakın olursa balıklar için o kadar iyi olduğu belirtilmektedir. Yetiştiricilikte kullanılan suyun en uygun pH değeri 6,5-8,0 arasındadır (Atay, 1980).

2.3. KAHVERENGİ ALABALIKLARDA ÜREME VE ÜREME FİZYOLOJİSİ

2.3.1. Kahverengi Alabalıklarda Üreme Özellikleri

Kahverengi alabalıklar üremek için yaşadıkları ortamlara göre değişkenlik gösteren su kaynaklarında yukarı akıntı yönünde kısa ya da uzun göçler yaparlar. Ülkemizde kahverengi alabalıkların yumurtlama dönemi genellikle sonbahar ve kış aylarındadır. Eylül ayı içerisinde başlayan yumurtlama Ocak ayı sonuna kadar devam eder. Bu türün Karadeniz’de bulunan bireyleri akarsulara, yaşamlarını göllerde sürdüren bireyleri yaşadıkları göle bağlı su kaynaklarına, akarsulardaki bireyler ise suyun kaynağına doğru üreme göçü yaparlar. Kahverengi alabalıklar yumurtalarını zemini kumlu, çakıllı gölgeli yerlerde oluşturdukları yuvalara bırakırlar (L’Abee-Lund ve diğ. 1989; Sedgwick, 1990; Çiftçi, 2006; Kocabaş, 2009).

Kahverengi alabalıklarda üreme döneminde yumurta bırakacakları alana ilk olarak erkek bireylerin geldiği ancak yumurta bırakılacak alanı dışı bireylerin belirlediği belirtilmektedir (Çiftçi, 2006; Kocabaş, 2009). Kahverengi alabalıklarda bir dişi bireyin yumurtalarının döllenmesinde 1-10 adet erkek balık rol oynayabileceği ve dişi balıklarda yumurta bırakma işleminin tek seferde gerçekleştiği rapor edilmiştir (Evans, 1994; Çiftçi, 2006; Kocabaş, 2009).

Kahverengi alabalıkların anadrom göç özelliğine sahip dişi bireylerinin yumurta verimi uzun göçler yapmayan yerleşik yaşayan balıklara oranla daha fazladır. Dişi balıklar uygun yumurtlama alanının belirlendiğinde yumurtalarını bırakmak için kumda ya da çakılda kuyruk darbeleriyle bir çukur hazırlarlar. Dişi balık yumurtalarını ve aynı anda erkek balıklar da spermalarını hazırlanan bu çukura bırakarak yumurtaların döllenmesini sağlarlar. Daha sonra dişi balıklar yumurtalarını dış etkilere, özellikle de güneş ışığından korumak için kuyruk darbeleriyle yumurtaların üzerine kum çakıl ile kapatmaya çalışırlar. Bir dişi birey ortalama 4,5–5,5 mm çapında yaklaşık 1500–2000 yumurta/kg

bırakır (Campbell, 1977; Jonsson, 1985; Evans, 1994; Tabak ve diğ. 2001; Çiftçi, 2006; Kocabaş, 2009).

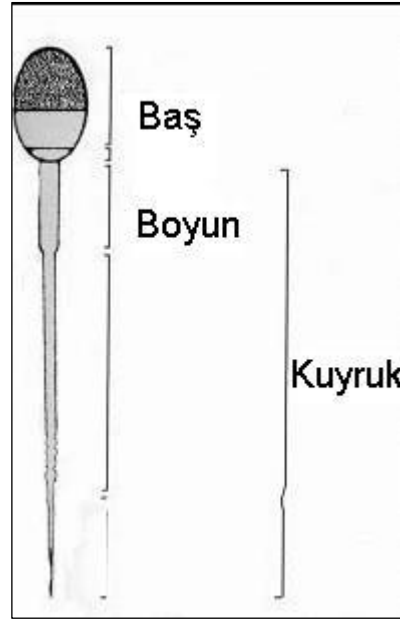
Yumurtlama işlemini tamamlayan kahverengi alabalık anaçları nehrin aşağı kısımlarına geri dönerler. Yumurtalar kış ayları boyunca gelişir ve su sıcaklığına bağlı olarak bahar başlarında açılmaya başlarlar. Yumurtalar açıldıktan sonra larvalar çakıl taşları içerisinde kalırlar ve yaklaşık bir ay süre ile besinlerini yumurta keselerinden sağlarlar. Doğal ortamda besin kesesi tamamen tüketildiğinde su sıcaklığı 7–12°C civarındadır. Besin kesesinin yaklaşık %80'i tüketildiğinde, larvalar çakıl taşları arasından çıkmaya başlarlar. Su yüzeyine çıkan larvalar hava keselerini doldurduktan sonra serbest yüzmeye başlarlar (Elliot, 1994).

Kahverengi alabalığın anadrom formları yaşamlarının 2–3 yılını tatlı suda geçirdikten sonra 15–25 cm boya ulaştıklarında bahar döneminde veya yaz başlangıcında denize dönerler. Anadrom formlar deniz ortamında kalıp beslenerek üreme göçü yapmadan önce 7–8 kg ağırlığa ulaşabilirler. Kahverengi alabalıkların anadrom formları yaşamları boyunca birçok kez üreme ve beslenme için denize giriş çıkış yaparlar ve yaşamlarını devam ettirirler (Elliot, 1994).

Doğal ortamdaki bireylerde belirtilmiş olan eşeyssel olgunluk yaşı, yetiştiricilik şartlarındaki bireyler ile benzerlik göstermektedir. Balıkların olgunluk yaşı dişi bireylerde 2-3; erkek bireylerde ise 3-4 yaş olarak bildirilmektedir (Çelikkale, 2002; Çiftçi, 2006).

2.3.1.1.Sperm Yapısı

Kahverengi alabalıklar basit bir spermatozoon yapısına sahiptir. Alabalık gibi teleost balıklarda bir sperm hücresi baş, birkaç mitokondriye sahip orta parça ve tek kamçılı bir kuyruktan olmak üzere 3 ana bölümden oluşur (Şekil 2.5) (Cabrita ve diğ. 2009).



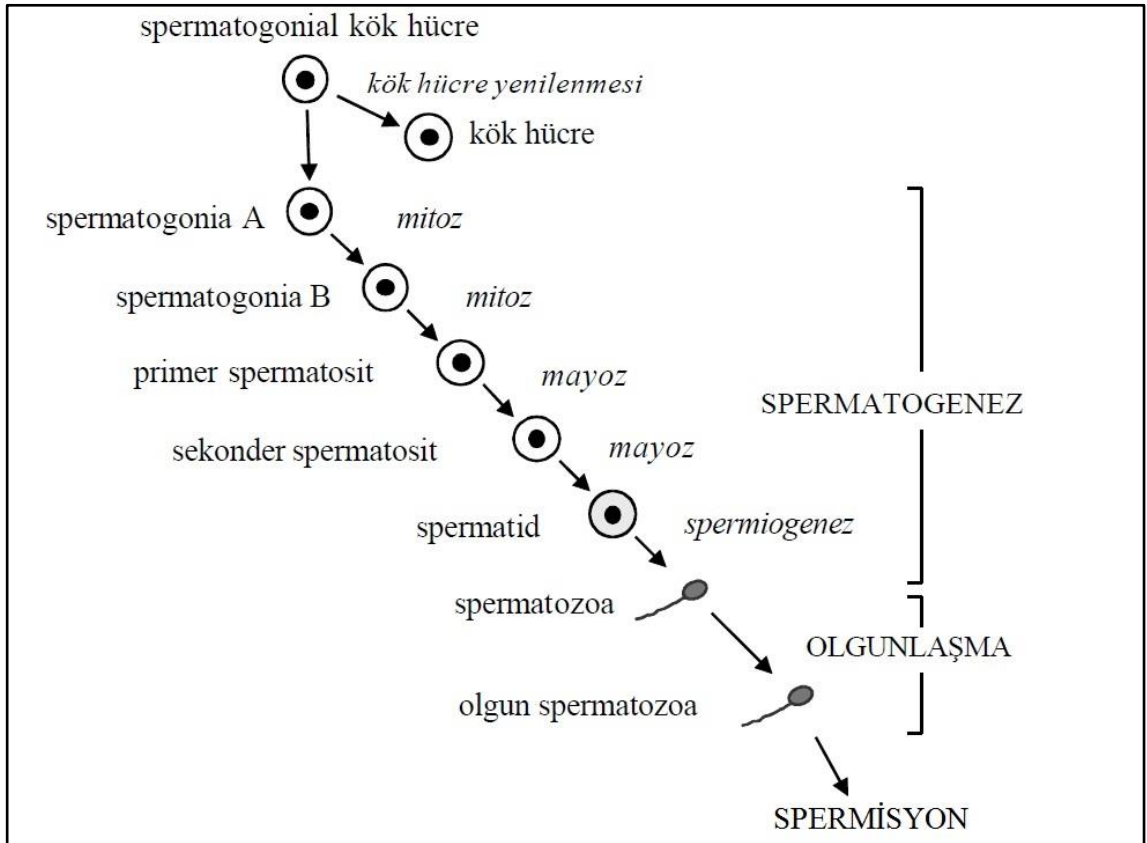
Şekil 2.4: Balık spermatozoonunun genel kısımları (Özgür ve diğ. 2008).

Baş kısmı genetik materyali taşıyan ve başın büyük bir kısmını kaplayan nükleusu içerirken orta kısım mitokondriyi içerir. Mitokondri kuyruk hareketinin sağlanmasında enerji deposu olarak görev almaktadır ve bir spermatozoonda bulunma sayısı 1-20 arasında değişebilmektedir. Kuyruk ise sperm hücresinin motoru olarak görev yapmaktadır. Teleost balıklarda genel olarak baş kısmı 2-4 μm boyutlarında ve spermatozoonun boyuna oranla oldukça kısadır (Billard, 1983b; Suquet ve diğ. 1993; İslam ve Akhter, 2011). Kuyruk kısmı ise genelde balıklarda 25–36 μm uzunlukta, alabalıkta ise 33 μm uzunlukta (Scott ve Baynes, 1980; Billard, 1983a; Morisawa ve diğ, 1983a; Mattei, 1988).

Balıklarda gamet oluşumu balığın yaşı, ağırlığı ve türe ait üreme özellikleri gibi birçok faktörün etkisi altındadır. Gametogenez sürecinin tamamlanmasında bu faktörlerin sırası ve zamanı önem taşımaktadır. Bunların zamanlaması tamamen çevre şartlarının etkisi altındadır (Pennel ve Barton, 1996). Birçok biyotik ve abiyotik faktörler yumurta ve sperma kalitesini, verimini etkilemektedir (Bromage ve Roberts, 1995). Anaç balıkların beslenmesi (Kjorsvik, 1990) ve stres faktörleri (Campbell, 1992) gibi faktörler gamet kalitesini doğrudan etkilemektedir (Özgür, 2011).

2.3.1.2.Spermatogenez

Diğer balık türlerinde olduğu gibi Salmonid bireylerde de sperma seminal plazma ve sperm hücrelerinden oluşmaktadır ve testislerde üretilip olgunlaşan sperm genital açıklıktan doğal ortama bırakılmaktadır. Spermanın testislerde üretilmesi ve olgunlaşması “Spermatogenez” ismini alır (Şekil 2.5) (Bromage ve Roberts, 1995; Karayücel ve Karayücel, 2016).



Şekil 2.5: Erkek balıklarda spermatozoa'nın gelişim süreci (Karayücel ve Karayücel, 2016).

İlkel spermatogonia, aktif olarak testis kanallarının duvarlarında mitozla çoğalır. Spermatogonia'dan öncelikle spermatozoidler gelişir. Bunlardan her birisi daha sonra ikincil olarak spermatozoidleri oluşturur. Her bir ikincil spermatozoid iki spermatozoa veya spermi oluşturur. Testisin kanal boşluklarında toplanan burada uygun çevre koşulları sağlanıncaya kadar istirahat durumunda bulunan sperm, çevresel şartların optimum olması ile gonodotropin hormonunun salgılanmasının ardından olgunlaşma aşamasında dölleme yeteneği kazanır. Bu aşamadan sonra erkek balıklar sperm vermeye hazır hale gelirler (Çelikkale, 2002; Karayücel ve Karayücel, 2016).

Her balık türünde farklılık göstermesine rağmen balık sperminde seminal plazma, inorganik (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) ve trigliserid, gliserol, yağ asitleri, glikoz, laktat proteinleri gibi organikler ve bir takım enzimleri içermektedir (Scott ve Baynes, 1980; Morisawa, 1985; Morisawa ve diğ. 1983a,b,c Lahnsteiner ve diğ. 1993a,b; Oda ve Morisawa, 1993; Lahnsteiner ve diğ. 1996a; Babiak ve diğ. 2001; Rurangwa, 2004; Morisawa, 2008). Seminal plazma, spermatozoanın testislerden ayrıldıktan sonra yaşayabilirliğini sağlamak için sperm kanalı tarafından üretilen iyonik çevre özelliğindeki sıvıdır (İslam ve Akhter, 2011). Seminal plazma ile ilgili çalışmalar 1980'lerde başlamış ve sperm dölleme yeteneğini ortaya koymada seminal plazmanın bazı özelliklerinden yararlanılmıştır (Perez ve diğ. 2003; Rurangwa, 2004; Lahnsteiner, 2009; Lahnsteiner ve diğ. 2009). Seminal plazma ile motilite hakkında Atlantik salmonu (Hwang ve Idler, 1969), sazan (Kruger ve diğ. 1984), tatlısu kefali (Lahnsteiner ve diğ. 1996b), Gökkuşluğu alabalığı (Lahnsteiner ve diğ. 1998), İran mersini (Alavi ve diğ. 2004) ve kral somon (Rosengrave ve diğ. 2009) türlerinde yapılan çalışmalarda iki parametre arasında ilişki olduğu saptanmıştır. Seminal plazma yapıları ve sperm özellikleri nedeniyle tatlı su balıklarının sperm aktivasyonu için hipo-ozmotik şoka girmeleri gerekmektedir (Krasznai ve diğ. 2003).

2.3.1.3. Sperm Kalitesinin Belirlenmesi

Sperm kalitesi belirlemede yumurtayı dölleyebilme kapasitesiyle direkt olarak ilişkili olan bazı parametreler vardır (Brooks ve diğ. 1997; Rurangwa, 2004). Bu parametreler arasında spermatokrit, sperm yoğunluğu, ozmolalite, seminal plazmanın pH'sı, seminal plazmanın kimyasal kompozisyonu, enzim aktivitesi, ATP konsantrasyonu, motilite, morfoloji ve nanoölçümsel yapısı, dölleme kapasitesi ve birkaç başka faktör sayılabilir (Billard ve Cosson, 1992; Ciereszko ve Dabrowski, 1993, 1994; Lahnsteiner ve diğ. 1996a, 1998; Fauvel ve diğ. 1998; Geffen ve Evans, 2000; Chowdhury ve Joy, 2001; Pérez ve diğ. 2003; Cosson ve diğ. 2008; Lahnsteiner, 2009; Pérez ve diğ. 2009; Bobe ve Labbe, 2010; Figueroa ve diğ. 2013; Gallego ve diğ. 2013a,b; Valdebenito ve diğ. 2015; Yamaner ve diğ. 2015b; Asturiano ve diğ. 2016; Dadras ve diğ. 2016; Figueroa ve diğ. 2016). Sperm özelliklerinin tespit edilebildiğinden beri yapılan çalışmalarda tek bir sperm kalite parametresinin iyi kalitedeki sperm belirlenmesinde yeterli olamayacağı anlaşılmıştır. Hatta sperm hareketsizken bile yumurtaları dölleyebildiği belirtilmektedir (Truscott ve Idler, 1969; Dreanno ve diğ. 1998; Rurangwa, 2004). Sperm biyolojisi

üzerine yapılan ilk çalışmada sazan balığının sperm hareketlilik süresinin (15 dakika) insana ait spermden (8 saat) çok daha kısa olduğu gözlemlenmiştir (Billard ve Cosson, 1992).

20. yüzyılın başlarında Salmonid balıkların spermlerinin motilitesine iyonların (Schlenk ve Kahmann, 1938) ve ozmotik basıncın (Ellis ve Jones 1939) nasıl etkili olduğu hakkında çalışmalar yapılmaya başlanmıştır (Baynes ve diğ., 1981). Daha sonra birçok balık türü için ve özellikle Salmonidler için yapılan çalışmalarda başta Kuzey Amerika ve Japon araştırmacıların olduğu birçok ülkede balıkların spermeleriyle ilgili çalışmalar yaygın olarak yapılmaya devam etmiştir. Üzerinde en çok çalışma yapılan türler genellikle ekonomik değeri olan veya *Poecilia reticulata* (lepidistes) gibi laboratuvarlarda kullanması diğerlerine nazaran daha kolay olan türlerdir (Bromage ve Roberts, 1995).

Akuakültürde üretim kalitesinin yüksek olması için iyi kalitede sperm kullanılması son derece büyük bir öneme sahiptir (Kjorsvik ve diğ. 1990; Bromage ve Roberts, 1995). Sperm kalitesinde spermatolojik özellikler; hacim, spermatozoa yoğunluğu, spermatozoa aktivasyon şartları, pH, ozmolalite, motilite, motilite süresi ve motiliye ait kinematik parametreler gibi parametrelerin belirlenmesiyle tarif edilmektedir (Cosson ve diğ. 1991; Billard ve Cosson, 1992; Billard ve diğ. 1995; Ciereszko ve Dabrowski, 1993, 1994; Lahnsteiner ve diğ. 1996a, 1998; Fauvel ve diğ. 1998; Köprücü ve Gür, 1999; Geffen ve Evans, 2000; Chowdhury ve Joy, 2001; Rurangwa, 2004; Chowdhury ve Joy 2007; Bobe ve Labbe, 2010; Dadras ve diğ. 2016).

Bu spermatolojik özelliklerden biri olan sperm hacmi türler arası farklılık gösterdiği gibi tür içinde de farklılık gösterebilmektedir. Sperm hacmi genellikle ölçekli beher ya da şırınga gibi materyaller yardımıyla mililitre olarak belirlenir. Büyükhatipoğlu ve Holtz (1984), sperm miktarına su sıcaklığının, sağım aralığının, yaştan, dişinin varlığının ve bakım besleme şartlarının doğrudan etkili olduğunu bildirmiştir.

Sperm kalitesini belirlerken seminal sıvı içindeki sperm konsantrasyonunu ölçmek geleneksel olarak kullanılan yöntemlerden biridir (Rurangwa, 2004; Aydın, 2011). Spermatozoa yoğunluğu, birim hacimdeki spermanın sahip olduğu spermatozoa sayısına denir. Sperm yoğunluğunun (sperm hücresi/ml) belirlenmesinde hemasitometrik yöntem kullanılabildiği gibi (Büyükhatipoğlu ve Holtz, 1984) spektrofotometrik yöntem de

kullanılabilir. Hemasitometrik yöntem daha çok vakit almasına karşın spektrofometrik yöntemden daha ucuz olması nedeniyle daha çok kullanılmaktadır (Rurangwa ve diğ., 2004). Ayrıca bazı türlerde spermin santrifüj edilerek sperm hücreleriyle seminal plazma sıvısının ayrılması ile belirlenen spermatokrit oranının da sperm yoğunluğu ile direkt ilişkili olduğu belirtilmiştir (Bouck ve Jacobson, 1976; Baynes ve Scott, 1985; Munkittrick ve Moccia, 1987; Ciereszko ve Dabrowski, 1993; Piironen, 1985; Rakitin ve diğ. 1999).

Sperm hücre sayısı, balık türüne göre 2×10^6 – $6,5 \times 10^{10}$ arasında değişmektedir (Jamieson ve Leung, 1991). Gökkuşluğu alabalığında toplam hücre üretimi 58×10^9 sperm/gram testis/yıl iken spermisyon esnasında serbest kalan miktar %20-50 arasındadır (Billard, 1990). Teleost balıklarda sperm üretimi yıllık 1×10^8 ile 7×10^9 spermatozoa/gr vücut ağırlığı arasında değişebilmektedir (Billard, 1986).

Diğer teleost balıklarda olduğu gibi Salmonid balıklarda sperma içerisinde bulunan spermatozoa (birden fazla sperm hücresi) testislerde veya sperma kanalında hareketsiz halde bulunurlar. Spermatozoanın testislerde ve sperm kanalı bulunan balıklarda sperm kanalında hareketsiz olarak kalması, türden türe değişmekle beraber ortamdaki farklı ozmotik basınç ve iyon yoğunluğu gibi etkenlerin etkisi altındadır. Birçok balık türünde sperm motilitesini tetikleyen faktör, seminal plazma ile su arasındaki ozmotik basınç farkıdır (Morisawa ve diğ. 1983a; Billard, 1986). Sazan balıklarında motiliteyi kısıtlayan faktör, ozmotik basınç iken (Morisawa ve diğ. 1983c; Stoss, 1983; Billard, 1986; Perchee ve diğ. 1995) Salmonid balıklarda spermatozoanın aktivasyonu ortamdaki K^+ iyonunun konsantrasyonuna bağlı olarak değişebilmektedir (Schlenk ve Kahmann, 1937; Morisawa ve Suzuki, 1980; Baynes ve diğ. 1981; Billard, 1983a; Stoss, 1983). Testislerde hareketsiz halde bulunan spermatozoanın hareket kazanması için su ya da yapay olarak oluşturulan aktivasyon solüsyonları ile temas etmesi gerekmektedir (Billard, 1983b).

Sağım esnasında üre bulaşması birçok balık türünün spermini aktive etmektedir. Üre temasının sazan balıkları sperminin enerji seviyesine ve hareketliliğine olumsuz etkisi saptanmıştır. Salmonid'lerin yumurta sıvılarının pH seviyesi sperm hareketliliğine etki etmektedir (Morisawa ve Morisawa, 1988).

Teleost balıklarda spermatozoa suya salınmadan önce seminal plazma içerisinde hareketsiz bir şekilde beklemektedir. Seminal plazmanın ozmolalitesi sperm aktivasyonunda belirleyici olduğu için sperm kalitesi belirlemede kullanılan bir özelliktir. Seminal plazma içerisinde, Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^- iyonları, glikoz, sakaroz gibi şekerler ve protein ögeleri bulunmaktadır. Bunların varlığı spermatozoa motilitesini düzenlemede ve ozmolalitenin belirlenmesinde rol oynar (Scott ve Baynes, 1980; (Morisawa ve diğ. 1983b; Billard, 1986; Piironen, 1985; Schmehl ve diğ. 1987; Billard ve Cosson, 1992; Suquet ve diğ. 1993; Hatipoğlu, 2007).

Motilite olarak da adlandırılan hareketlilik, erkek gamet hücresinin karakteristik bir özelliğidir. Spermatozoonların bir yöne ve güçlü bir şekilde hareket edenleriyle hareketsiz veya farklı hareket gösterenlere oranı şeklinde tanımlanır. Motil spermatozoonların spermatozoa içindeki yüzde oranını motilite yüzdesi olarak hesaplanır (Cabrita ve diğ. 2008; Babaoğlu, 2007).

Sperm hareketliliği, flagellumun özel durumuna dayanan birçok iç ve dış faktörün kontrolü altında kazanılır. Genellikle denizlerde veya acı sularda üreyen balıkların spermi tatlısu türlerine nazaran daha çok mesafe kat eder (Ginsburg, 1963).

Son yıllarda motilitenin belirlenmesinde kamera kayıt sistemi ve yazılım ile desteklenen bilgisayar destekli sperm analiz (CASA) sistemlerinden yararlanılmaktadır (Toth ve diğ. 1995; Christ 1996; Kime ve diğ. 1996; Toth ve diğ. 1997; Linhart ve diğ. 2000; Rurangwa ve diğ. 2001; Kime ve diğ. 2001; Alavi ve Cosson, 2005; Malo ve diğ. 2006; Liu ve diğ. 2007; Beirão ve diğ. 2009; Cabrita ve diğ. 2009; Beirão ve diğ. 2011). Bu sistem balık sperminin kalitesini belirlemek için nesnel bir sperm hareketi ve hızının hesaplanmasında kullanılabilmektedir (Toth ve diğ. 1997; Lahnsteiner ve diğ. 1998; Kime ve diğ. 2001; Burness ve diğ. 2004; Rurangwa ve diğ. 2004; Locatello ve diğ. 2006). CASA ile sperm morfolojisi daha objektif değerlendirilebilmekte, gözle yapılan yöntemle nazaran daha kesin ve tekrarlanabilir olduğu belirtilmektedir (Cabrita ve diğ. 2008).

Bilgisayar destekli sperm analiz sistemlerinde Eğrisel Hız (Curvilinear Velocity, $\mu\text{m/s}$) (VCL), Doğrusal Hız ($\mu\text{m/s}$) (VSL) ve Ortalama Yol Hızı (Average Path Velocity, $\mu\text{m/s}$) (VAP) parametreleri sperm kalitesi değerlendirmelerinde en yaygın kullanılan hız parametreleridir (Lahnsteiner ve diğ. 1998; Kime ve diğ. 2001; Rurangwa ve diğ. 2002;

Jobling ve diğ. 2002; Casselman ve diğ. 2006; Burness ve diğ. 2008; Rosengrave ve diğ. 2009; Dziewulska ve diğ. 2011; Dziewulska ve Domagala, 2013, Yamaner ve diğ. 2014).

Rosengrave (2010), bir spermatozoonun su içindeki eğri hareketinden hesaplanan Ortalama Yol Hızı (VAP)'nı, spermatozoonun dölleme sırasında ovaryuma yaklaşırken gideceği yolun en yakın taklidi sayılabileceğini söylemiştir. Ayrıca, spermatozoanın yörüngesi ve aldığı mesafeyi tanımlamada yardımcı olan Ortalama Yolun Doğrusallığı (STR), $(VSL/VAP \times 100)$ spermatozoonun düz hattı boyunca yaptığı yol uzunluğunu, Eğrisel Yolakların Doğrusallığı (LIN) $(VSL/VCL \times 100)$ ise spermatozoonun doğrusal hareketini ifade etmektedir (Malo ve diğ. 2006; Foote, 2003; Verstegen ve diğ. 2002; Dziewulska ve diğ. 2011; Şerefoğlu, 2011; Tırpan, 2012). Kaliteli yumurtaya ilaveten sperm motilitesinin yüksek olması ve spermatozoanın ileri doğru düz bir hareket gösteriyor olması verimli bir üretimin ana unsurlarıdır.

2.3.1.4. Sperm Kalitesini Etkileyen Faktörler

Sperm kalitesini etkileyen biyotik ve abiyotik faktörler genetik, fizyolojik ve çevresel faktörlerin etkileşimine bağlıdır. Bir kuluçkahanede sperm kalitesinin nesnel olarak değerlendirilmesi erkek anaç yönetiminin en iyi koşullarını sağlamada ve dölleme başarısının artırımında önemli katkılar sağlayacaktır (Rurangwa, 2004; Aydın, 2011).

Damızlık balıkların yaşının sperm kalitesini etkilediği bilinmektedir. Doğal ortamlarda genel olarak alabalıkların erkek bireyleri 2–3, dişileri ise 3–4 yaşında eşeyssel olgunluğa ulaşırlar (Atay 1980; Çelikkale 2002; Çağıltay, 2007). Anaç balıkların seçiminde döl verimi ve kalitesi göz önünde bulundurularak 2–6 yaş aralığında anaç balıkların kullanılması uygun görülmektedir (Tekin ve diğ. 2003).

Maksimum kalitede sperm elde edebilmek için anaç balıklar stressiz bir ortamda tutulmalıdır (Cabrita ve diğ. 2008). Yetiştiriciliği yapılan türler için oluşturulan ortam doğada maruz kaldıkları şartların sağlanmasıyla iyileştirilir. Her ne kadar doğal koşullar sağlanmaya çalışılsa da bazen anaç balıkların tutulduğu suların fiziksel, kimyasal ve biyolojik kalitesi, tank tipi, stoklama yoğunluğu, beslenme kalitesi, patojen bulunması ve sağım yönteminden doğan stres faktörleri doğurabilmekte ve sperm kalitesini olumsuz olarak etkileyebilmektedir (Bromage ve Roberts, 1995; Cabrita ve diğ. 2008).

Alabalıklarda yapılan çalışmalarda fotoperiyot ile üreme zamanının normalden erkene veya daha ileri bir zamana alınmasının yumurta veya larva kalitesine olumsuz etki etmediği tespit edilmiştir (Carrillo ve diğ. 1989). Fotoperiyot uygulamaları, sabit uzun gün veya sabit kısa gün sürelerindeki değişikliklerle gamet gelişimini erkene veya geç alımı şeklinde yapılmaktadır. Bu uygulamalar sayesinde yetiştiriciler doğal üreme sezonunu beklemeksizin yıl boyu yumurta ve sperm alabilmektedirler (Kime ve Nash, 1999).

Balıklar fotoperiyot gibi çevresel parametrelerle beraber eşeyssel olgunlaşma gelişimine evrimleşmiş canlılardır. Bu faktörler fizyolojik işlemleri etkileyerek üremenin düzenlenmesinde etkilidirler. Potansiyel olarak, gametogenezin başlatılmasından son olgunlaşmaya kadar üremenin zamanlamasında etkili olduğu belirtilmektedir. Gamatogenezi etkileyen en önemli faktör fotoperiyottur. Çünkü diğer faktörler sabit tutulduğunda fotoperiyotun gametogenezde çok önemli rol üstlendiği bildirilmektedir. Salmonidae familyasındaki balıklarda fotoperiyot hakkında yapılmış olan çalışmalarda fotoperiyodun eşeyssel olgunlaşma sürecinin tüm yönlerini (tüm beyin-hipofiz-gonad eksenini) kontrol ettiği belirlemektedir (Karayücel ve Karayücel, 2016).

Sıcaklık faktörünün de fotoperiyottan sonra en etkili diğer bir faktör olduğu belirtilmektedir (Morrison ve Smith, 1986; Bromage ve Cumaranatunga, 1988; Nakari ve diğ. 1988). Kemikli balıklar birkaç istisna dışında değişken sıcakkanlı canlılardır. Dolayısıyla vücut sıcaklıkları yaşadıkları su kütlelerinin sıcaklığına yakındır ve ortamın sıcaklığı genel aktivitelerde ve özellikle beslenmede belirleyici bir kriterdir (Karayücel ve Karayücel, 2016). Birçok balık türünde değişen sıcaklıkla ilişkili olarak yumurtlama zamanının, metabolik faaliyetlerin, immünolojik tepkilerin ve üreme fizyolojilerinin su sıcaklık değişimlerine bağlı olarak değişebileceği belirtilmektedir (Kocabaş, 2009).

Spermatozoanın bulunduğu sıcaklığın artmasına bağlı olarak motilite oranında azalmaya, motilite süresinde düşüşe, sperm hızının artmasına sebep olabileceği bildirilmiştir (Billard ve Cosson 1989, 1992; Perchev ve diğ. 1995; Lahnsteiner ve diğ. 1997, 1999; Cosson ve diğ. 2010; Purchase ve diğ. 2010; Lahnsteiner 2011; Lahnsteiner ve Mansour 2012; Dadras ve diğ. 2016).

Sıcaklıkla ilgili yapılan çalışmalarda sıcaklığın biyolojik işlemler üzerindeki rolünün fotoperiyot kadar etkili olmadığı belirtilerek konunun tartışmaya açık olduğu söylenmektedir. Bu belirsizliğin bir nedeni de sıcaklık hakkında fotoperiyot çalışmalarında yapıldığı gibi diğer yaklaşık faktörleri sabit tutup sıcaklığın tek başına etkisinin araştırıldığı çalışmaların eksik olmasıdır. Ancak her bir türün yaşama ve üreme için tolere edebildiği bir sıcaklık aralığı vardır ve sıcaklık eğer optimum şartların üstünde ise eşeyssel olgunlaşma hızlanmakta, altındaysa eşeyssel olgunlaşma gecikmektedir. Optimum sıcaklık aralığının çok üstünde veya altında olan sıcaklıklarda ise gametogenez durarak atreziye sebebiyet verir. Diğer mevsimsel değişimler, örneğin rüzgâr hızı ve yönü, yağışlar ve besin seviyeleri, fotoperiyot ve sıcaklıklardaki değişimle büyük oranda ilişkilidir (Kocabaş, 2009; Karayücel ve Karayücel, 2016).

Yetiştiricilikte döllenebilen ve dölleyebilir gametlerin oluşumu ve sürdürülebilirliği için anaç balık stoğu oluştururken amaca uygun özellikteki anaç adayı balıklar seçilmelidir (Karayücel ve Karayücel, 2016). Çelikkale (2002), anaç balık stoğu oluştururken dikkat edilmesi gereken hususları;

- Hızlı büyüeyebilen ve yem değerlendirme kabiliyeti yüksek olan,
- Hastalıklara karşı dayanıklı olan,
- Üreme kapasitesi yüksek olan (yumurta verimi, yumurtadan çıkış oranı ve kaliteli sperme sahip),
- Vücut fmorfolojisinde herhangi bir anomali ve deformasyon olmayan,
- Eşeyssel olgunluğa erken ulaşmayan (dişiler için 3 yaş, erkekler için 2 yaş),
- Üremeleri belirli bir mevsim veya zamanda olan balıkların seçilmesi şeklinde özetlemiştir.

Anaç stoğu oluştururken kaliteli sperme sahip olan anaçların seçilmesi işletmenin ekonomisi ve başarılı bir üretim için gereklidir (Tekin ve diğ. 2003; Yamaner ve diğ. 2015a). Munkittrick ve Moccia (1987), bir adet gökkuşağı alabalığı dişisinin ortalama 3000 adet yumurtaya sahip olduğunu varsayarak sadece bir adet iyi kaliteli sperme sahip erkek anaç ile 3000 adet diş anaçtan elde edilen yumurtaların döllenebileceğini belirterek sperm kalitesinin önemine vurgu yapmışlardır. Balık yetiştiriciliğinde sperm kalitesi bilinmeyen çok sayıda erkek anaç balığın havuzlarda bakılması işletmeciye maliyet açısından önemli ölçüde ekonomik yük getirmektedir (Özgür, 2011). Sağım sırasında elde

edilen spermin spermatolojik parametrelerinden herhangi birinin kalitesinin eksikliği, yumurtanın dölleme başarısını düşürebilmektedir. Sperm kalitesini azaltan faktörler engellendiğinde balık üretilen işletmelerde çok büyük ekonomik kazançlar sağlanabileceği belirtilmektedir (Seçer ve diğ. 2004).

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. MALZEME

3.1.1. Denemenin Yapıldığı Yer

Deneme, 05 Eylül 2014 ve 19 Kasım 2015 tarihleri arasında Sakarya ilinin Kurtköy mahallesinde İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne bağlı Sapanca İçsu Ürünleri Üretimi Araştırma ve Uygulama Birimi'nde gerçekleştirilmiştir. Araştırma Birimi'nde gökkuşağı alabalığı üretimi için yer altından çekilen kuyu suyu ve Kurtköy Deresi'nden boru ile tesise getirilen dere suyu kullanılmıştır.

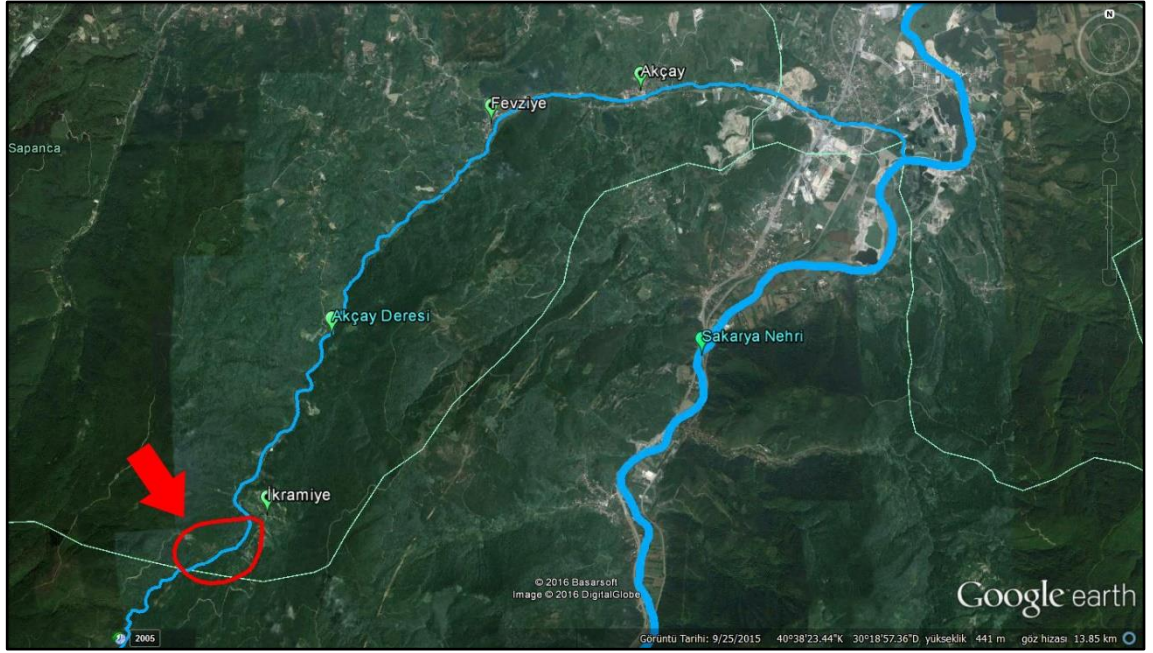
3.1.2. Denemede Kullanılan Balıklar

Fevziye Köyü mevkiinde bir alabalık işletmesinin elinde bulunan ortalama 380 gram ağırlığında 5'i erkek 2'si dişi olan toplam 7 adet kırmızı benekli doğal alabalık Sapanca İçsu Ürünleri Üretimi Araştırma ve Uygulama Birimi'ne 2010 yılında işletme sahibi tarafından getirilmiştir (Şekil 3.1).



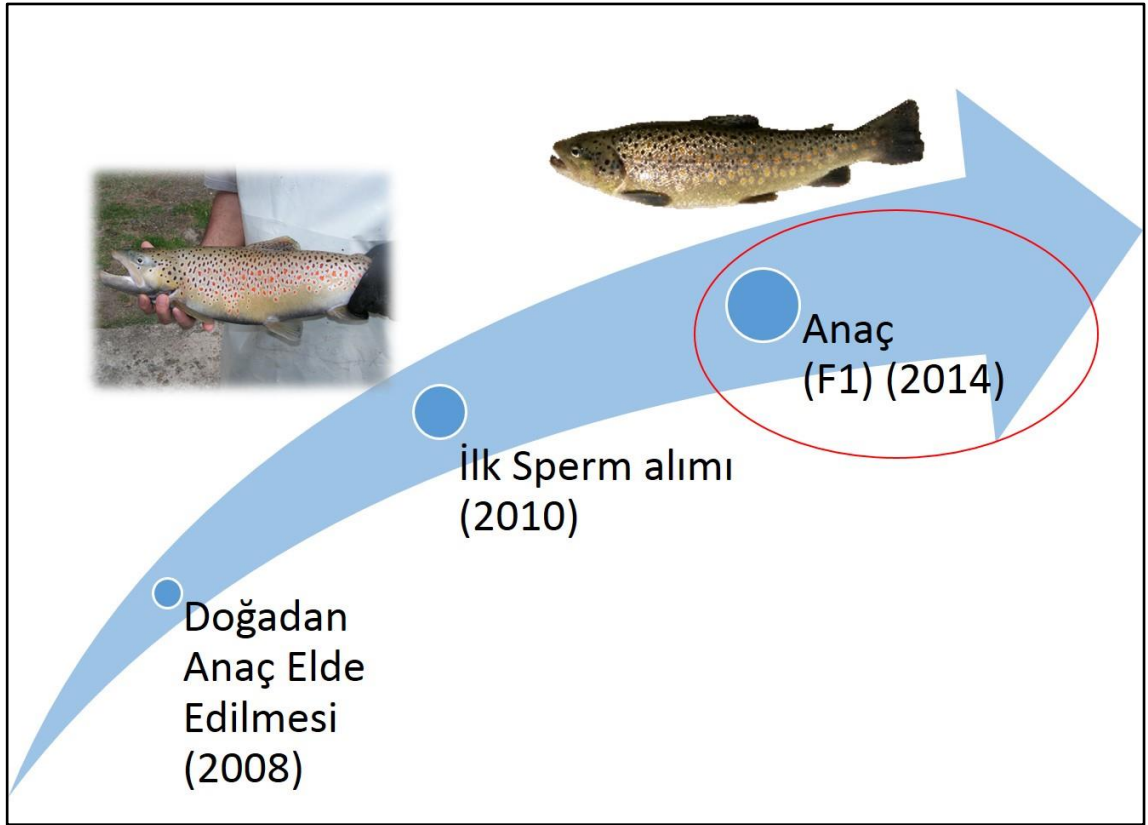
Şekil 3.1: 2010 yılında Sapanca Birimi'ne getirilen kırmızı benekli erkek anaç balık.

İşletme sahibi bu balıkları Sakarya Nehri'ne dökülen Akçay Deresi'nde 2008 yılında Şekil 3.2'de gösterilen bölgede yakaladığını ve yaklaşık iki yıl süre ile kendi beton havuzlarında baktığını belirtmiştir.



Şekil 3.2: Anaç balıkların Akçay Deresi'nde yakalandığı alan ($40^{\circ}36'56.03''K$ $30^{\circ}15'48.82''D$ 546m - $40^{\circ}36'40.19''K$ $30^{\circ}15'25.11''D$ 568m).

Bu çalışmada kullanılan anaç balıklar Sapanca Birimi'ne 2010 yılında getirilen balıklarından ilk üretilen yavrulardır. Denemede kullanılan anaç balıkların geçmişine ait bilgiler aşağıda Şekil 3.3' te verilmiştir.



Şekil 3.3: Deneyde kullanılan anaçların geçmişini gösteren diyagram.

Kırmızı benekli alabalıkların bilimsel adının belirlenmesi için Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü laboratuvarına yollanan doku örneklerinden bu balıkların Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*) oldukları belirtilmiştir.

Denemede 3+ yaşında, ortalama 2147 ± 647 g ağırlığa ve ortalama toplam boy 56 ± 2 cm uzunluğuna sahip balıklar kullanılmıştır (Şekil 3.4). Toplam 20 adet erkek anaç balık iki farklı gruba ayrılarak 4 adet tanka her bir tankta 5'er birey olacak şekilde yerleştirilmişlerdir.



Şekil 3.4: Denemede kullanılan Karadeniz alabalığı erkek anaç balıklar.

Denemedeki anaç balıkların ağırlıklarının tespiti hassas terazi (Wortex 3562) boyları ise boy ölçüm tahtası kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.1.3. Deneme Gruplarında Kullanılan Su Kaynakları

Denemede anaç balıkların bakımının yapıldığı tanklarda dere ve yeraltı (kuyu) suyu olmak üzere iki farklı su kaynağı kullanılmıştır. Kuyu suyu pompa ile yaklaşık 60-80 metre derinlikten dere suyu ise Sapanca Kurtköy Deresi'nden Araştırma Birimi'ne yaklaşık 2 km uzunluğunda bir boru sistemiyle tesise getirilmiştir. Kuyu suyu yıl içerisinde yaklaşık 12,8 °C sabit bir sıcaklığa sahiptir. Dere suyu ise yıl içerisinde mevsimlere göre değişen minimum 4°C maksimum 25°C ve ortalama 21,7±5,2°C su sıcaklığına sahiptir. Her iki denemede tüm tanklarda kullanılan suyun debisi 70 l/dk olarak ayarlanmıştır.

3.1.4. Denemede Kullanılan Tanklar

Deneme sürecinde balıklar 1,5 m çapında, 80 cm su derinliğinde ve 1,5 m³ su hacmine sahip 4 adet yuvarlak fiberglas tank ortamında bakılmıştır. Her bir deneme için balıkların yerleştirildiği iki paralel tank ortamı oluşturulmuştur. Kuyu suyu kullanılan deneme tankları kuluçkahanede yumurta ve larvaların bakımının yapıldığı kapalı ortama (Şekil 3.5), dere suyu kullanılan tanklar ise kuluçkahanede dışarıda üzeri gölgelendirilmiş yavru balıkların bakımının yapıldığı alana yerleştirilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.5: Kuluçkahane ortamında kuyu suyu kullanılan deneme tankları.



Şekil 3.6: Dış ortamda dere suyu kullanılan deneme tankları.

Anaç balıkların bulunduğu deneme tanklarının üzeri balıkların sıçrama ihtimaline karşı ağlarla örtülmüştür.

3.1.5. Deneme Gruplarında Kullanılan Yem

Deneme süresince erkek anaç balıkların beslenmesinde, alabalık anaçları için özel hazırlanmış 10 mm çapında ticari ekstrude alabalık yemi kullanılmıştır. Bu yeme ait besin değerleri (ham protein, ham yağ, kül, nem, selüloz) Su rnleri Fakültesi Yem Analiz Laboratuvarı'nda Weende analiz metoduyla belirlenmiştir. Buna göre denemede kullanılan ticari alabalık yemi; %49 ham protein, %15 ham yağ, %12 ham kül, %3 selüloz ve %10 nem içerdiği tespit edilmiştir.

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Denemede Kullanılan Su Kaynaklarının Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin Belirlenmesi

Denemede farklı iki su kaynağının kullanıldığı tanklara gelen suyun sıcaklık (°C), znmş oksijen (O₂) ve pH değerleri sabah (9:00) ve akşam (16:00) olmak üzere günde iki defa yemleme öncesinde ölçülmüş ve günlük ortalama değerleri olarak kaydedilmiştir. Su parametreleri, WTW marka Multi 3420 mutliparametre lme cihazı ile tespit edilmiştir (şekil 3.7).



Şekil 3.7: Multiparametre ölçer ile sudaki sıcaklık, çözülmüş oksijen ve pH tespiti.

Denemenin başlangıcında tanklara gelen iki farklı suyun (kuyu ve dere suyu) kimyasal yapısının karşılaştırılması için dere ve kuyu suyundan alınan örneklerden; Toplam Fosfat (PO₄), Toplam Fosfor (TP), Nitrit (NO₂), Nitrat (NO₃), Demir (Fe) ve Sülfat (SO₄) parametreleri ölçülmüştür. Belirtilen su parametrelerinin analizlerinin yapılması için her bir tankta bulunan dere ve kuyu suyundan birer litre hacimdeki su örnekleri +4°C de muhafaza edilerek İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İçsular Biyolojisi Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarı'nda analiz edilmiştir. Su kalitesi analizleri APHA, AWWA ve WEF (1989)'a göre, spektrofotometre cihazı (SHIMADZU UV-1800) kullanılarak tespit edilmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8: Su analizlerinde kullanılan spektrofotometre cihazı.

3.2.2. Balıkların Bakımı ve Beslenmesi

Deneme süresince balıklar günlük bakıma ve beslemeye tabi tutulmuşlardır. Denemede kullanılan balıkların beslenmesinde günlük yemleme oranı sağım öncesinde ağırlıklarının %2 si ile başlanmış, sağım zamanı yaklaştıkça ağırlıklarının % 0,5'ine kadar azaltılarak devam ettirilmiştir. Yemleme, deneme süresince her gün sabah (09:00) ve akşam (16:00) olmak üzere balıkların yem alma durumu gözlenerek elle günde iki kez yapılmıştır. Anaçların bulunduğu her bir tankın temizliği günlük olarak akşam yemlemesinden sonra yapılmıştır (Çelikkale, 2002).

3.2.3. Deneme Gruplarının Oluşturulması ve Çalışma Planı

3.2.3.1. Deneme Gruplarının Oluşturulması

Her bir deneme grubu iki paralel olarak oluşturulmuştur. Denemede kullanılan anaç balıklar benzer boy ve ağırlıkta seçilerek deneme tanklarına yerleştirilmiştir. Kuyu suyu kullanılan deneme grubu (KSG) Sapanca birimi kuluçkahanesinde bulunan tanklara, dere suyu kullanılan deneme grubu (DSG) ise kuluçkahane dışında bulunan tanklara yerleştirilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9: Kuyu ve dere suyu deneme gruplarının tanklardaki yerleşim düzeni.

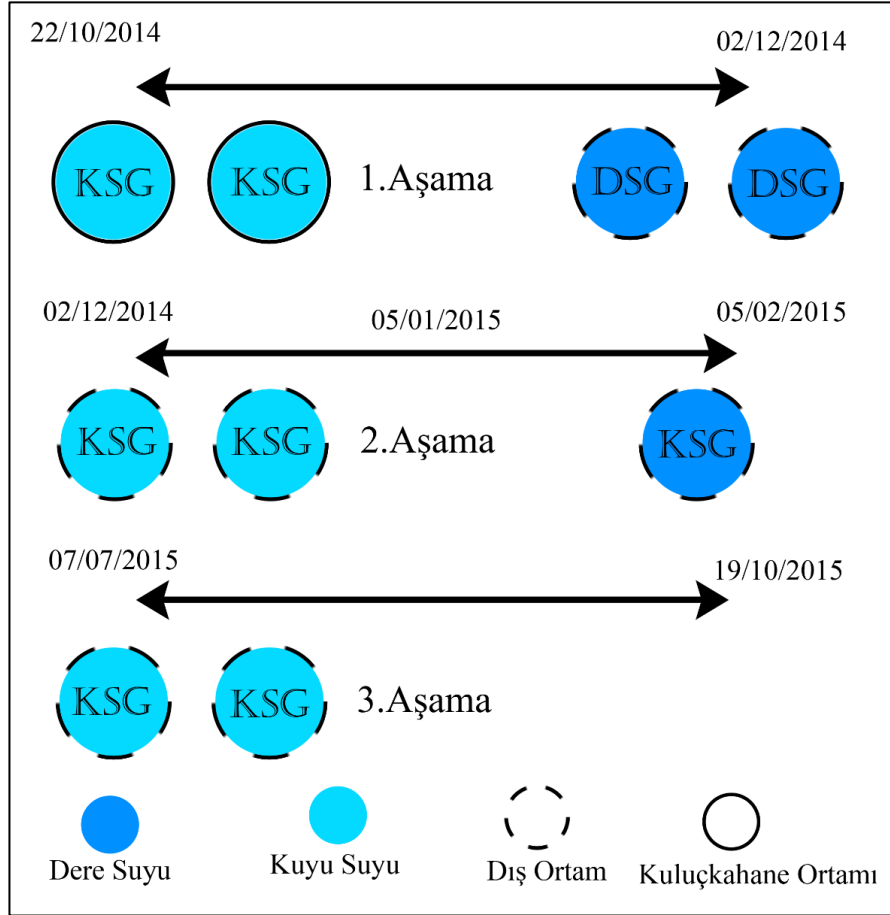
Kuluçkahanede bulunan KSG denemenin yapıldığı süreçte kuluçkahane ortamında gündüz rutin olarak kullanılan floresan aydınlatmayla, DSG balıkları ise gölgelendirilmiş dış mekânda gün ışığı etkisi altında bakıma alınmıştır.

3.2.3.2. Deneme Gruplarının Çalışma Planı

İki farklı su kaynağının (dere ve kuyu suyu) anaç balıkların sperm kalitesine etkisinin araştırıldığı deneme üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Her iki grubun birinci aşama deneme çalışması 05 Eylül 2014 tarihinde başlatılmış olup 02 Aralık 2014 tarihinde Dere Suyu Grubundaki sekiz bireyden sperm elde edilmesiyle tamamlanmıştır. Bu süreçte kuyu suyu ve dere suyu kullanılan deneme gruplarından aynı anda eş zamanlı olarak sperm elde edilemediği için ikinci aşama deneme çalışmasının yapılmasına karar verilmiş ve bu deneme KSG’ndaki bir bireyden sperm elde edilen 5 Şubat 2015 tarihinde kadar devam ettirilmiştir.

İki deneme grubu arasında sperm elde etme zamanı ve sperm elde edilen birey sayısında fark oluşma nedenini anlayabilmek için bir sonraki üreme sezonu başında 2015 yılı Temmuz ayında başlatılarak kuyu suyu kullanılan gruptaki balıklar ile dış ortamda tekrar deneme çalışması yapılmıştır. Denemenin üçüncü aşaması olarak adlandırılan bu kısımda bölgede yaşanan sel nedeniyle işletmeye dere suyunu getiren borular patladığı

için DSG çalışması tekrarlanamamıştır. Bu çalışma 19 Kasım 2015 tarihinde iki paralel tankta bulunan toplam 10 adet olan KSG bireyinin 6 adedinden sperm alınana kadar devam ettirilmiştir. Dış ortamda ve kuluçkahanede yerleştirilen deneme gruplarına ait balıkların sperm elde edilmesiyle ilgili zamanlama ve deneme aşamaları aşağıda Şekil 3.10'da verilmiştir.



Şekil 3.10: Denemenin çalışma planı (KSG: Kuyu Suyu Grubu, DSG: Dere Suyu Grubu).

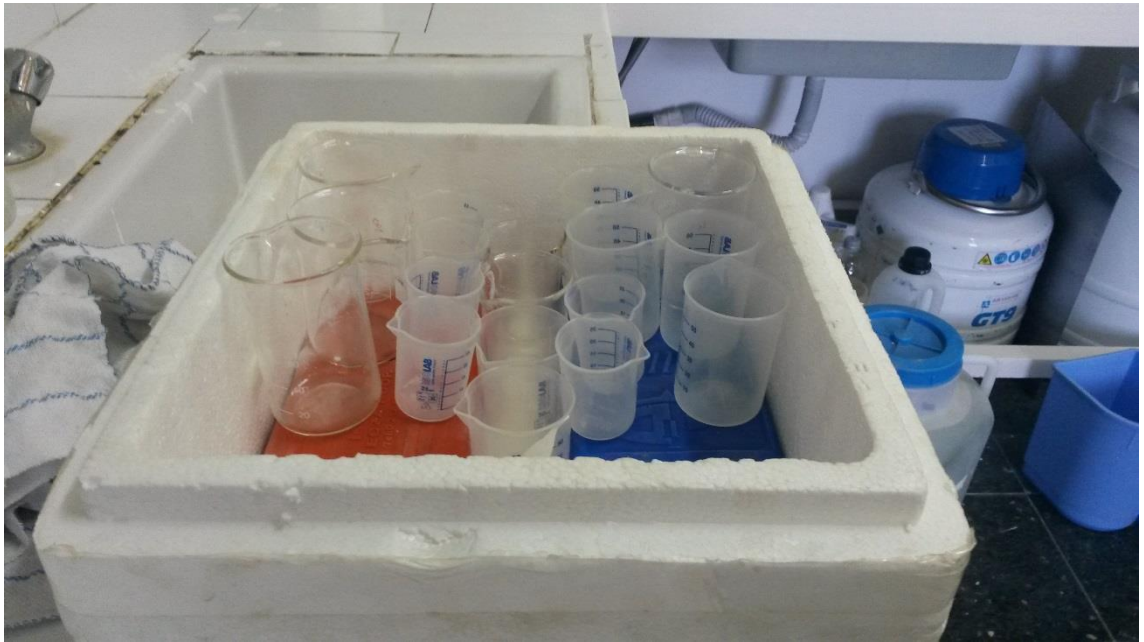
3.2.4. Denemede Kullanılan Balıklardan Sperm Alınması

Deneme süresince, her bir deneme grubundaki anaç balıklar iki hafta aralıklarla sperma oluşumu için kontrol edilmiştir. Her kontrol öncesinde anaç balıklara iki gün süresince sağım sırasında spermle beraber kloak açıklığından gaita gelmemesi için anaç balıklara yem verilmesine ara verilmiştir. Yapılan kontrolde sperma oluşumunun görüldüğü balıklar sağım için ayrılmıştır. Sperm sağımı sırasında sperm örneğine üre veya su gelmesinin önüne geçmek için kloak açıklığı kuru bir havluyla silinmiş ve anacın abdominal bölgesine elle hafif masaj uygulanmıştır (Şekil 3.11) (Çelikkale, 2002).



Şekil 3.11: Erkek bireyin sağımı.

Sağılan sperma deneme gruplarının adı kodlanarak işaretlenmiş cam beherlerde toplanmıştır. Sperm örneklerinin bulunduğu beherler buz ile direkt teması engellenerek buz kasetleri bulunan strafor kutu içerisinde (+4 °C) muhafaza edilmiş ve tüm balıkların sağımının ardından spermatolojik özelliklerin belirlenmesi için laboratuvara götürülmüştür (Şekil 3.12).



Şekil 3.12: Sağımda elde edilen spermaların laboratuvara götürülmesinde kullanılan buz kasetleri, beher ve strafor kutu.

Sperm örnekleri sağımdan sonra laboratuvara götürülene kadar +4C°'nin altında tutulmuş ve direkt güneş ışığına maruz kalması engellenmiştir. İlk anaçtan sperm aldıktan sonra son sperm örneğinin analizi yapılana kadar geçen süre 5 saati aşmamıştır.

3.2.5. Sperm Örneklerinde Spermatolojik Özelliklerin Belirlenmesi

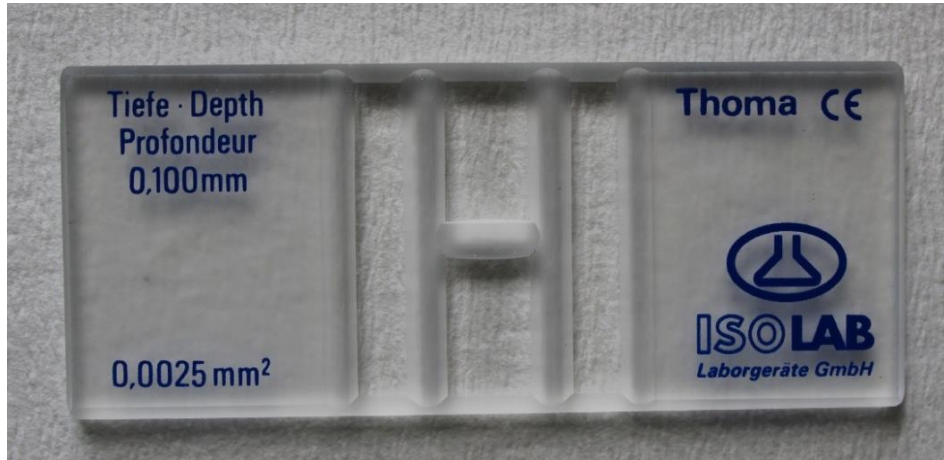
Denemede 1. 2. ve 3. aşamanın sonunda anaç balıklardan elde edilen spermilerin spermatolojik özelliklerinden sperm hacmi (ml), seminal plazma pH'sı, seminal plazma ozmolalitesi (mOsm/kg), spermatozoa yoğunluğu ($10^9/\text{ml}$), motilite süresi (sn) belirlenmiştir.

3.2.5.1. Sperm Hacminin Belirlenmesi

Sperma örneklerinin toplam hacimleri, skalalı cam beherler (5, 10, 25 ml) yardımıyla mililitre olarak belirlenmiştir.

3.2.5.2. Spermatozoa Yoğunluğunun Hesaplanması

Spermatozoa yoğunluğu hemositometrik yöntem kullanılarak hesaplanmıştır (Büyükhatipoğlu ve Holtz, 1984). Birim hacimdeki spermatozoa yoğunluğunu belirlemek amacı ile 10 μl sperma, 990 μl %5'lik NaCl solüsyonu ile ependorf tüp içerisinde karıştırılmıştır. Sulandırılmış spermadan alınan örnekler ışık mikroskopunda ($\times 40$) 0,1 mm derinliğe sahip Thoma lamı ($0,00025 \text{ mm}^3$ hacimli) ile incelenmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.13: Denemede kullanılan Thoma lamı.

İncelenen örneğin yoğunluğuna göre tekrar sulandırma gereken durumlarda sulandırma oranı örneğe göre belirlenmiş ve her birey için kullanılan sulandırma oranı kaydedilmiştir. Thoma lamının ortasındaki 5 büyük karenin içerisinde yer alan toplam 80 küçük kare içerisine düşen spermatozoon sayısı saptanmıştır. Thoma lamında sayımı ve hesaplaması yapılan spermanın yoğunluğu ml cinsinden hesaplanarak $\times 10^9/\text{ml}$ olarak belirlenmiştir.

Hesaplama da kullanılan formülasyon aşağıda verilmiştir (Büyükhatipoğlu ve Holtz, 1984; Leung-Trujillo ve Lawrence, 1987).

$$\text{Yoğunluk (/mm}^3\text{)} = \text{Sayılan spermatozoon sayısı} / \text{STKKS} \times \text{BKKH} \times \text{SO}$$

STKKS: Sayılan toplam küçük kare sayısı,

BKKH: Bir küçük karenin hacmi

SO: Sulandırma oranı.

3.2.5.3.Sperm pH Değerinin Belirlenmesi

Her bir sperm örneğinin seminal plazma pH'sı, pH indikatör kağıdı (Merck pH kağıdı 6.4-8) kullanılarak ölçülmüştür (Clearwater ve Crim, 1998; Köse ve Şahin, 2015).

3.2.5.4.Seminal Plazmanın Osmolalitesi

Seminal plazmanın osmolalitesini belirlemek için her anaç spermasından alınan 1 ml'lik örnek 10.000 G'de, 4°C'de on dakika santrifüj edilmiş ve santrifüj edildikten sonra ependorf tüpteki süpernatant örneğinden 20 µl alınarak "Fiske® 210 Micro-Sample Osmometer" cihazı ile mOsm/kg cinsinden seminal plazmanın osmolalitesi (Dzyuba ve diğ. 2010) tespit edilmiştir (Şekil 3.13).



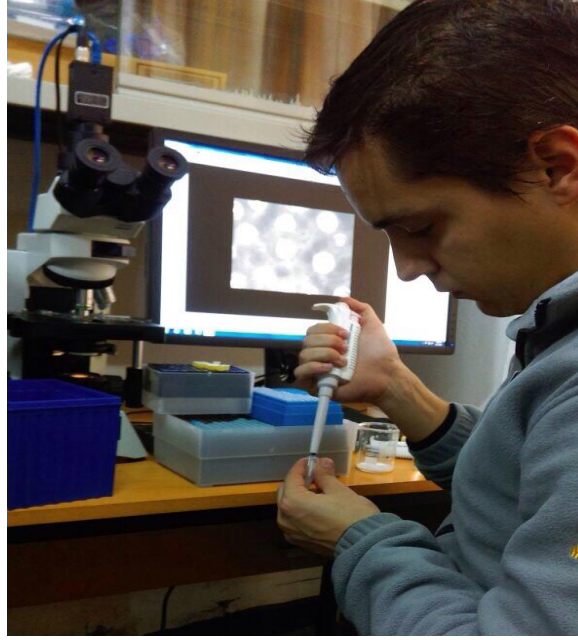
Şekil 3.14: Seminal plazma basıncının ölçülmesinde kullanılan mikroozmometre cihazı.

3.2.5.5. Motilite Süresi

Motilite süresi sperm örneğinin ışık mikroskobunda incelenmesiyle tespit edilmiştir. Kuluçka suyu ile aktive edilen spermelerin su ile temas ettikten sonra kitlesel olarak hareketliliklerini kaybettikleri ana kadar olan süre kronometre ile ölçülmüş ve saniye (sn) olarak kaydedilmiştir.

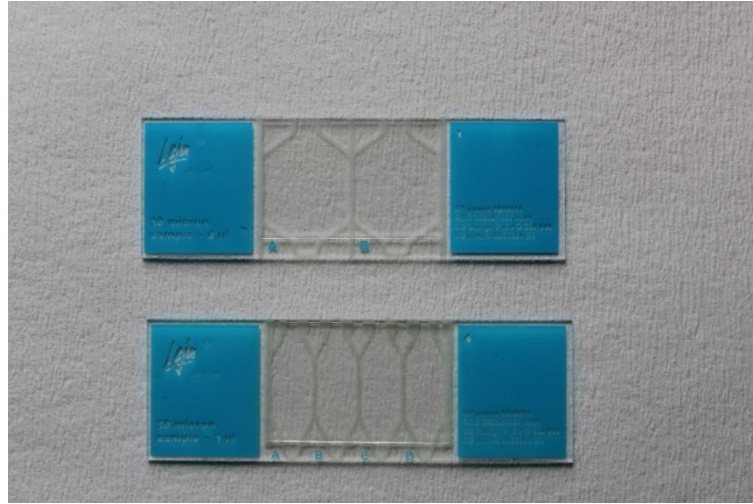
3.2.5.6. Motilite ve Motiliteye Bağlı Kinematik Parametreler

Sağım sonucunda alınan örneklerden spermatozoa motilitesi (%), progresif motilite (%) ve spermatozoon hareket özellikleri [Eğrisel Hız (VCL) ($\mu\text{m/s}$), Doğrusal Hız (VSL) ($\mu\text{m/s}$), Ortalama yol hızı (VAP) ($\mu\text{m/s}$), Eğrisel Yolakların Doğrusallığı (LIN), Ortalama Yolun Doğrusallığı (STR)] Bilgisayarlı Otomatik Sperm Analiz Sistemi (CASA) (CEROS II (Hamilton-Thorne, Beverly, MA, USA) ile ölçülmüştür (Şekil 3.15).



Şekil 3.15: CASA sistemi ve sperm analizi.

Mikropipet yardımı ile spermadan alınan örnek, CASA sistem için özel olarak kullanılan lam üzerine konulmuş daha sonra üzerine aktivasyon solüsyonu eklenmiştir. Hazırlanan preparat (Şekil 3.16), sistemin parçalarından birini oluşturan ışık mikroskobuna yerleştirilmiştir.



Şekil 3.16: CASA sistemi için özel tasarlanmış 2 ve 4 kanallı Thoma lamı.

Mikroskoba bağlı bulunan kamera sistemi ile spermatozoonların 10. saniyesindeki motilitesi kaydedilmiştir. Spermanın 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

4. BULGULAR

4.1. DENEMEDE KULLANILAN DERE SUYUNUN FİZİKSEL VE KİMYASAL PARAMETRELERİ

Deneme süresince Dere Suyu Gurubu ve Kuyu Suyu Gurubu balıklarının bulunduğu tanklarda ölçülen ortalama sıcaklık, çözülmüş oksijen ve pH değerleri Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 4.1: Denemede kullanılan kuyu ve dere suyuna ait sıcaklık, çözülmüş oksijen ve pH değerleri (Ortalama $\pm$ SD).

		Sıcaklık (°C)	Çözülmüş O ₂ (mg/l)	pH
1.Aşama*	DSG	11,28 $\pm$ 1,11	9,18 $\pm$ 0,56	7,69 $\pm$ 0,08
	KSG	12,53 $\pm$ 0,13	8,78 $\pm$ 0,49	7,54 $\pm$ 0,03
2.Aşama**	DSG	8,86 $\pm$ 0,78	8,96 $\pm$ 0,44	7,67 $\pm$ 0,14
	KSG	12,54 $\pm$ 0,13	8,86 $\pm$ 0,78	7,62 $\pm$ 0,16
3.Aşama***	DSG	-	-	-
	KSG	12,77 $\pm$ 0,19	8,64 $\pm$ 0,53	8,86 $\pm$ 0,78

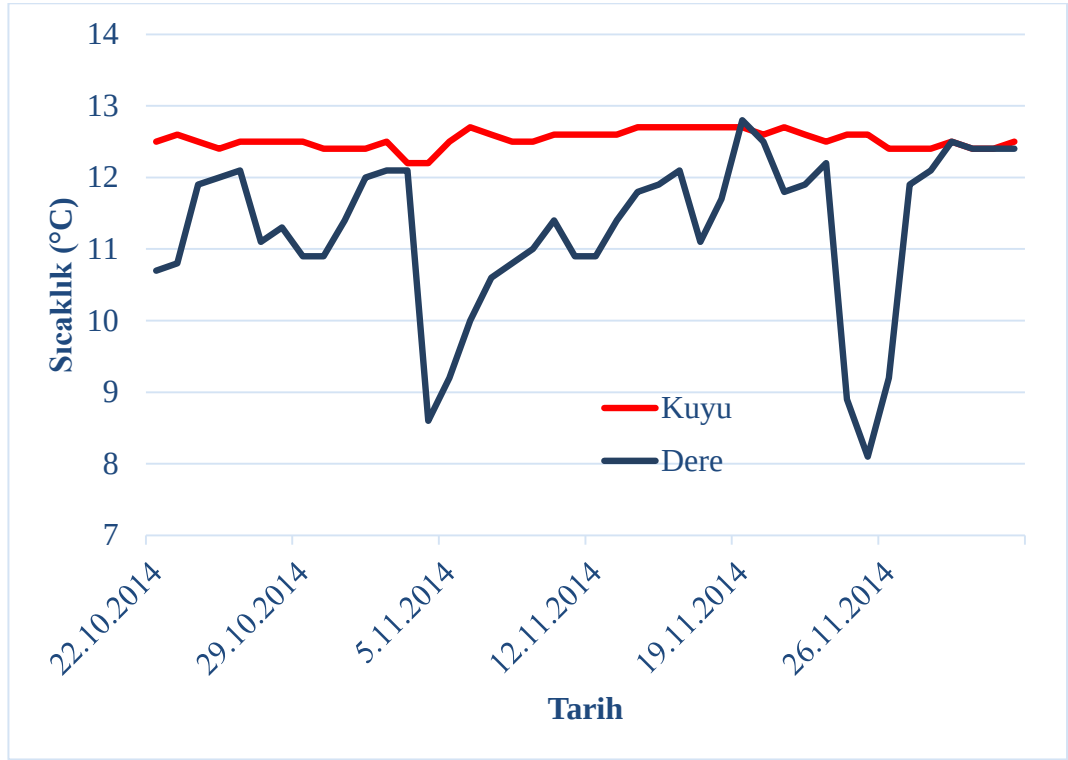
*2014 yılı 22.10.2016 ve 12.12.2016 tarihleri arasında toplam 42 gün

**2014 yılı 12.12.2016 ve 05.02.2016 tarihleri arasında toplam 65 gün

***2015 yılı 07.07.2017 ve 22.10.2016 tarihleri arasında toplam 105 gün

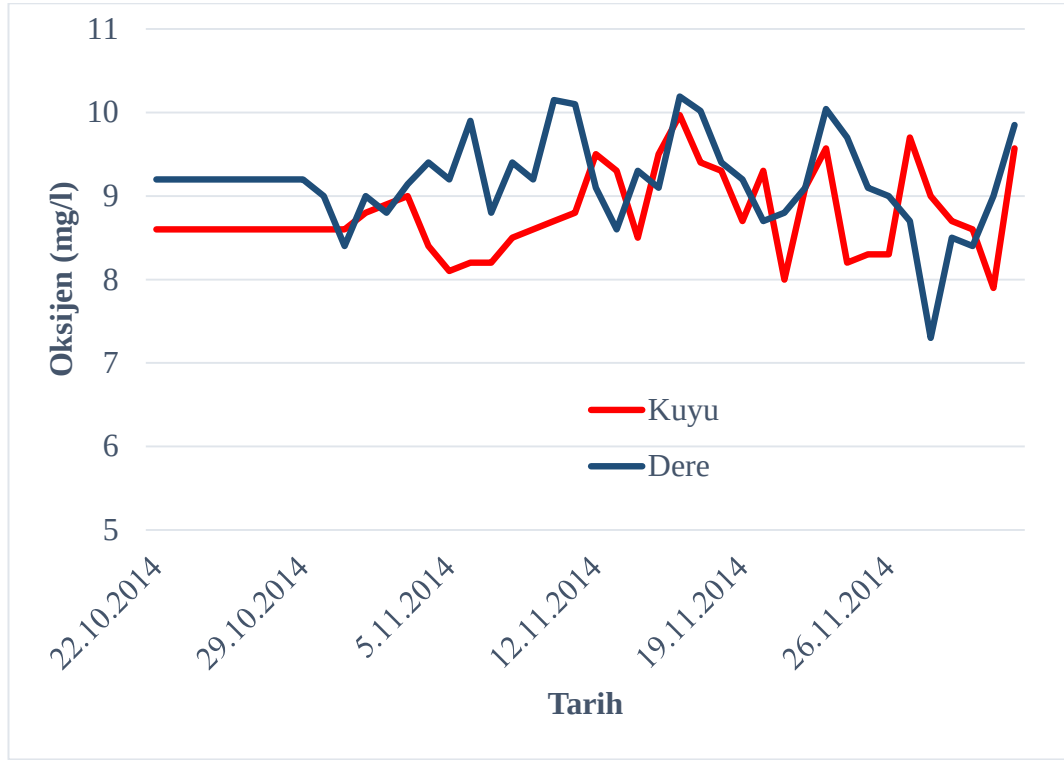
4.1.1. Deneme Gruplarında 1. Aşamada Tespit Edilen Sıcaklık, Oksijen ve pH Değerleri

Denemenin 42 gün süren I.aşamasında tespit edilen ortalama sıcaklık değerleri (°C) Şekil 1’de verilmiştir. Günde iki kez (sabah ve akşam) ölçülen su sıcaklık değerlerinin ortalaması alınarak günlük su sıcaklıkları belirlenmiştir. Deneme tanklarına verilen kuyu suyunun sıcaklık değerleri yıl içerisinde fazla değişim göstermemiştir. Kuyu suyu sıcaklığı 12,2°C ile 12,7°C arasında değiştiği ve ortalama 12,53 $\pm$ 0,13°C olduğu belirlenmiştir. Deneme süresince I.aşamada dere suyunda en düşük su sıcaklığı 8,1°C, en yüksek su sıcaklığı 12,8°C ve ortalama 11,28 $\pm$ 1,12°C olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.1).



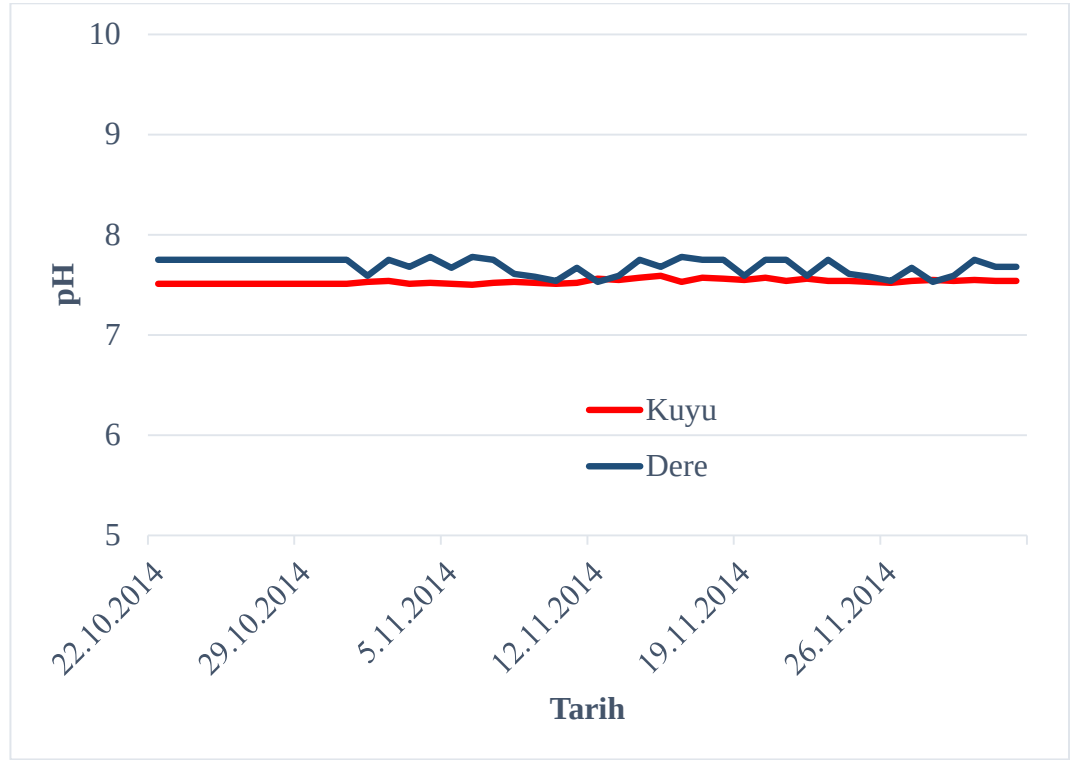
Şekil 4.1: Denemenin I.aşamasında belirlenen kuyu ve dere suyuna ait sıcaklık °C değerleri.

42 gün boyunca süren bu denemenin ortalama oksijen değerleri günlük ortalama olarak belirlenmiştir. Deneme tanklarına verilen kuyu ve dere suyunun oksijen değerlerinin yıl içerisinde fazla değişim göstermediği gözlenmiştir. Kuyu suyunun minimum 7,9 mg/l maksimum 9,97 mg/l ve ortalama $8,79 \pm 0,49$ mg/l olduğu; dere suyunun ise minimum 7,9 mg/l maksimum 10,3 mg/l ve ortalama $9,18 \pm 0,56$ mg/l olduğu tespit edilmiştir. Deneme süresince I.aşamada elde edilen oksijen değerleri (mg/l) Şekil (4.2)'de verilmiştir.



Şekil 4.2: Denemenin I.aşamasında belirlenen kuyu ve dere suyuna ait çözülmüş oksijen (mg/l) değerleri.

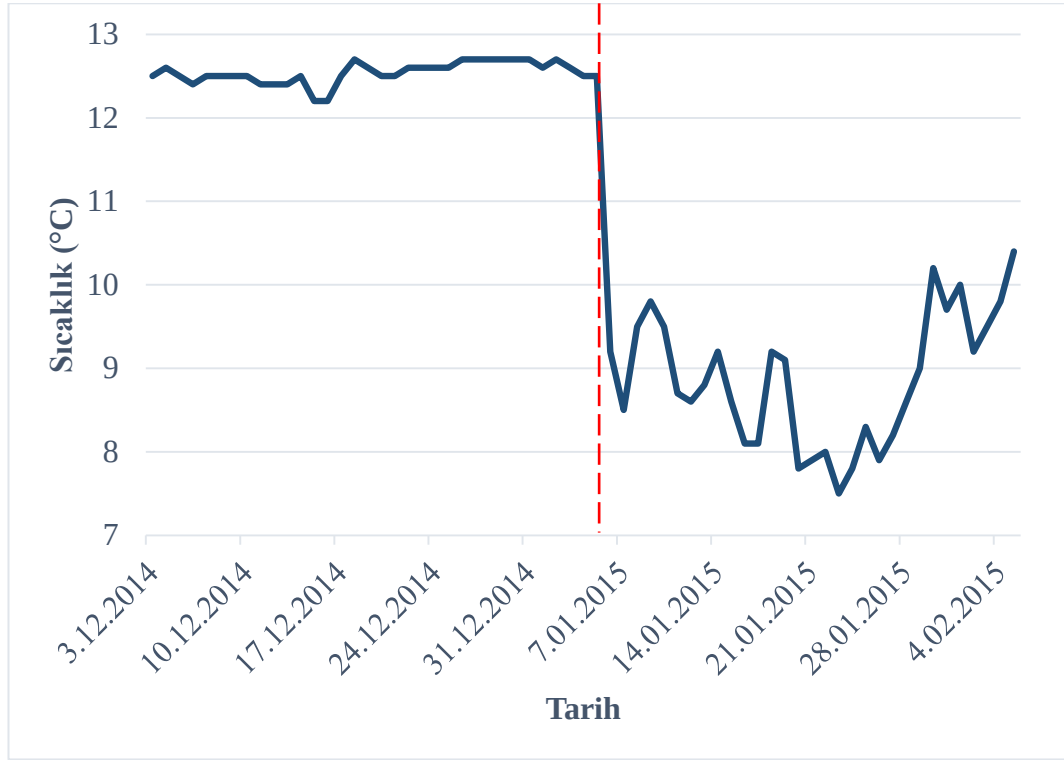
42 gün boyunca süren bu denemede kuyu suyunun ve dere suyunun ortalama pH değerlerinin yıl içerisinde fazla değişim göstermediği tespit edilmiştir. Kuyu suyunun pH değerinin minimum 7,5, maksimum 7,61 ve ortalama $7,54 \pm 0,03$ olduğu; dere suyunun pH değerinin ise minimum 7,53 maksimum 7,78 ve ortalama $7,69 \pm 0,08$ olduğu tespit edilmiştir. Deneme süresince I.aşamada elde edilen pH değerleri Şekil (4.3)'de verilmiştir.



Şekil 4.3: Denemenin I.aşamasında belirlenen kuyu ve dere suyuna ait pH değerleri.

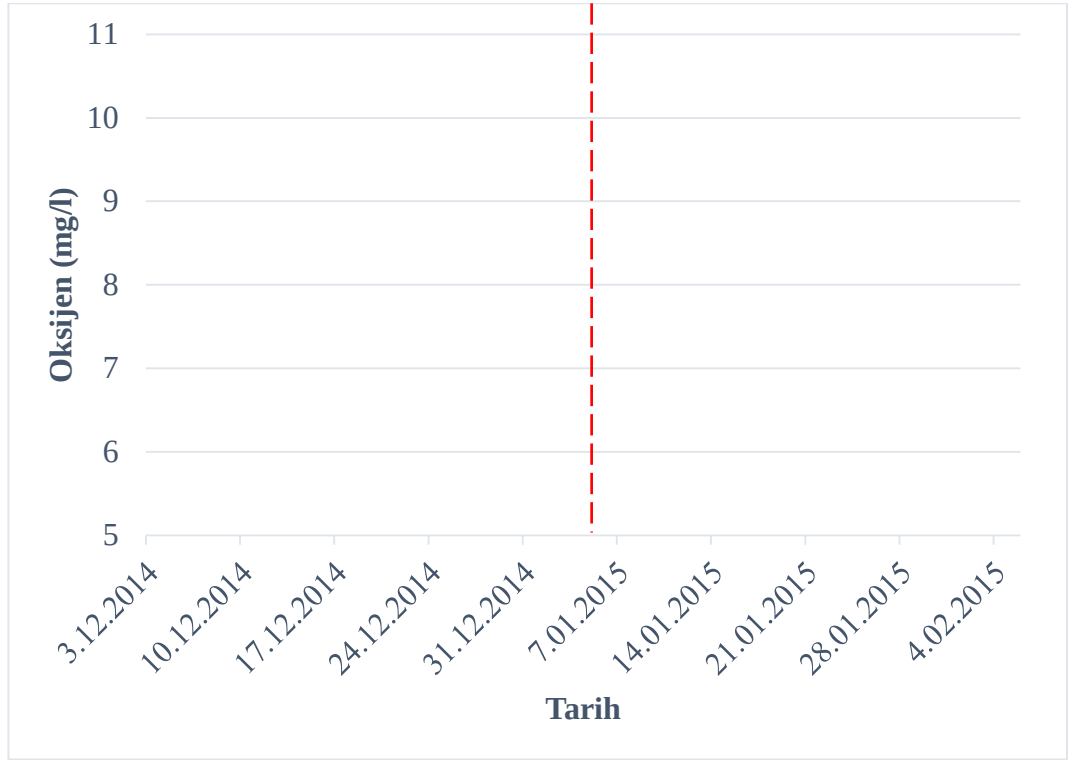
4.1.2. Deneme Gruplarında 2. Aşamada Tespit Edilen Sıcaklık, Oksijen ve pH Değerleri

Birinci aşamada sadece DSG'den sperm alınması ve KSG'den sperma alınamaması nedeniyle ikinci aşama çalışmaya devam edilmiştir. KSG'na ait anaç bireylerden sperm alınamamasının nedeninin iç ve dış ortamdaki ışık farkından olabileceği düşünülmüş ve bu gruptaki balıklar kuluçkahane ortamından çıkartılıp dış ortama alınmıştır. DSG'yla birlikte aynı ortama alınan KSG'na ait balıkların bakımına 34 gün daha devam edilmiştir. Aynı ışık ortamında tutulan kuyu suyu grubuna ait balıklardan yine sperm elde edilemeyince bu kez su sıcaklığının $11,28 \pm 1,12^{\circ}\text{C}$ sabit olmasının sperm oluşumunda etkili olabileceği düşüncesiyle bu gruptaki balıklara bu kez dere suyu verilmesi kararlaştırılmıştır. Kuyu suyunda tutulan toplam 10 birey arasından 4 birey seçilerek dere suyunun bulunduğu tanka yerleştirilmiş ve balıkların 31 gün daha dere suyu verilen tankta bakımlarına devam edilmiştir. Kuyu suyunun minimum $12,2^{\circ}\text{C}$, maksimum $12,7^{\circ}\text{C}$ ve ortalama $12,54 \pm 0,13^{\circ}\text{C}$ olduğu; dere suyunun ise minimum $7,5^{\circ}\text{C}$, maksimum $10,4^{\circ}\text{C}$ ve ortalama $8,86 \pm 0,78^{\circ}\text{C}$ olduğu bu çalışma sürecince tespit edilmiştir. Toplam 65 gün süren ikinci aşama süresince kuyu ve dere suyunda belirlenen günlük ortalama sıcaklıklar Şekil 4.4'te gösterilmiştir.



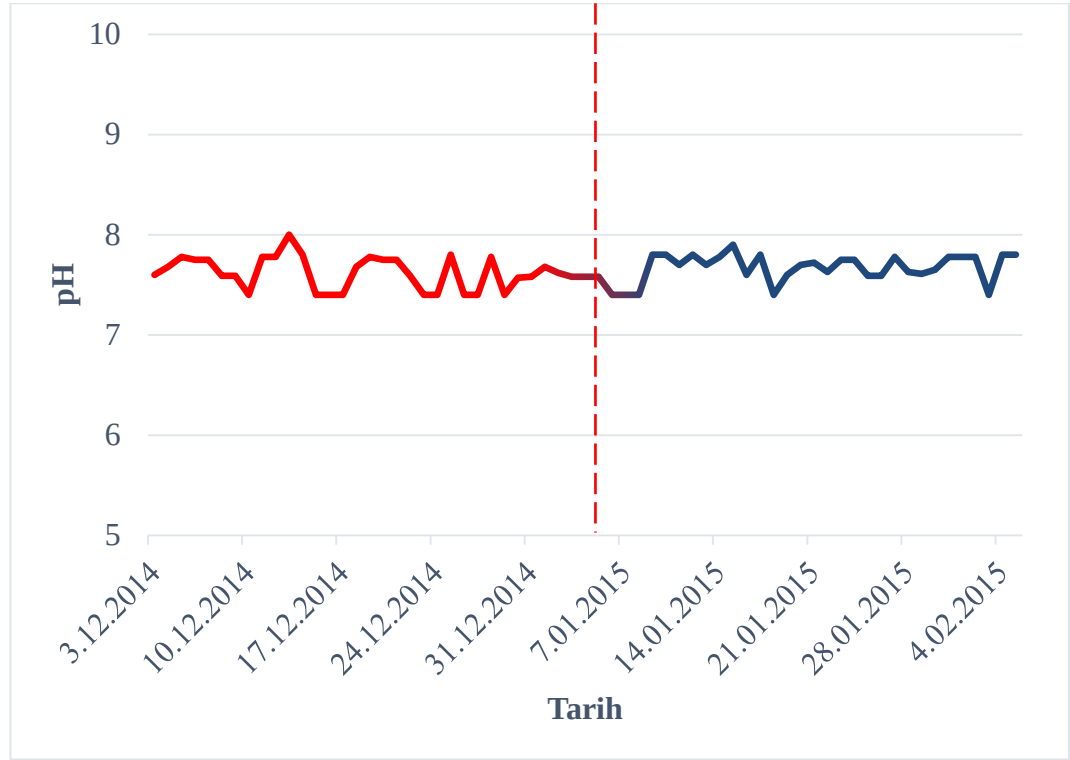
Şekil 4.4: Denemenin II.aşamasında belirlenen kuyu ve dere suyuna ait sıcaklık °C değerleri.

65 gün süren II.aşamada dere ve kuyu suyunda ölçülen ortalama oksijen değerleri fazla değişim göstermemiştir. Kuyu suyunda ölçülen minimum çözülmüş oksijen değerinin 8,1 mg/l, maksimum 9,88 mg/l ve ortalama $8,96 \pm 0,44$ mg/l olduğu; dere suyunun ise minimum çözülmüş oksijen değerinin 8,4 mg/l, maksimum 9,9 mg/l ve ortalama $8,97 \pm 0,38$ mg/l olduğu tespit edilmiştir. Deneme süresince II. aşamada elde edilen oksijen değerleri (mg/l) Şekil 4.5’de verilmiştir.



Şekil 4.5: Denemede II.aşama süresince kuyu suyu ve dere suyuna ait suda çözünmüş oksijen (mg/l) değerleri.

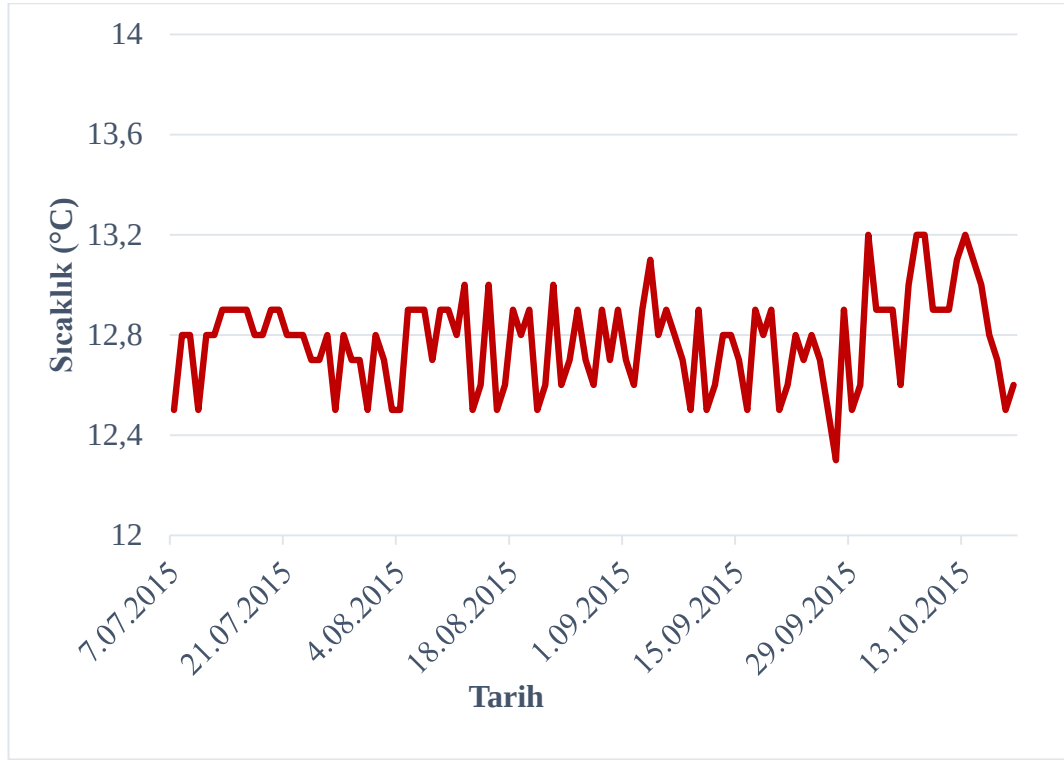
65 gün boyunca süren bu denemenin ortalama pH değerleri günlük ortalama olarak belirlenmiştir. Deneme tanklarına verilen kuyu suyunun ve dere suyunun oksijen değerleri yıl içerisinde fazla değişim göstermemiştir. Kuyu suyunun minimum pH değeri 7,4, maksimum pH değeri 8 ve ortalama pH değeri $7,62 \pm 0,16$ olarak; dere suyunun ise minimum pH değeri 7,4, maksimum pH değeri 7,9 ve ortalama pH değeri $7,67 \pm 0,14$ olarak tespit edilmiştir. Deneme süresince II.aşamada elde edilen pH değerleri (mg/l) Şekil 4.6'de verilmiştir.



Şekil 4.6: Denemede II.aşama süresince kuyu ve dere suyuna ait pH değerleri.

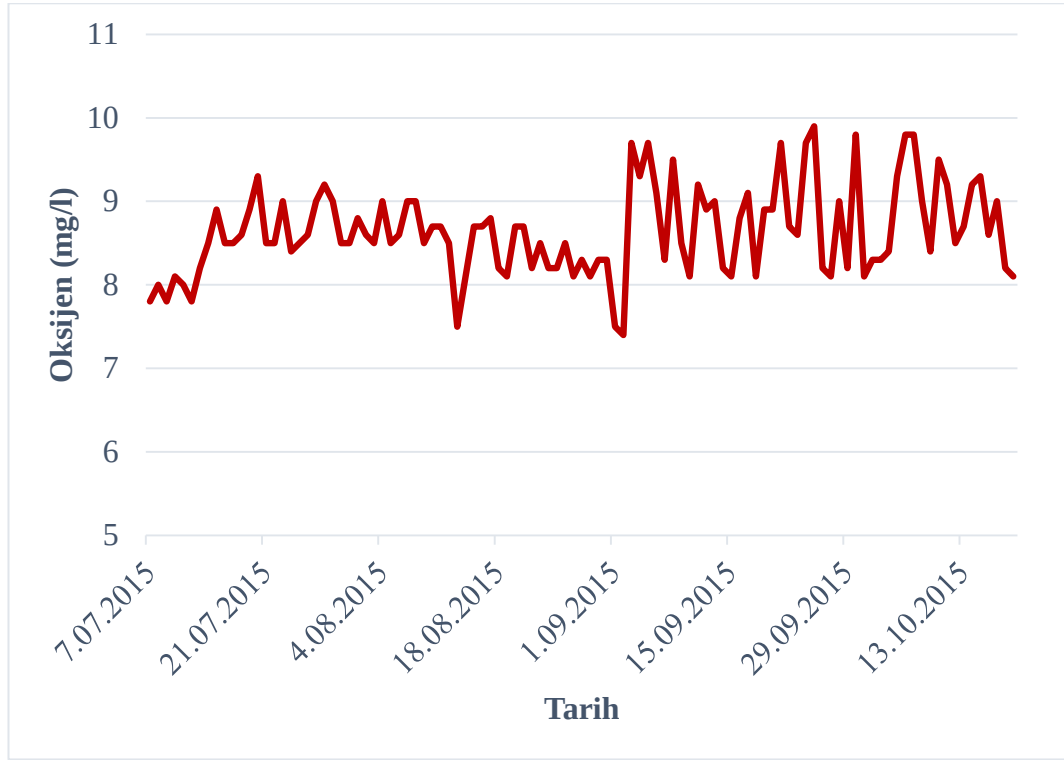
4.1.3. Deneme Gruplarında 3. Aşamada Tespit Edilen Sıcaklık, Oksijen ve pH Değerleri

Araştırma Biriminde III.aşama denemenin yapıldığı tarihlerde bölgede yaşanan sel felaketi nedeniyle tanklarda dere suyu kullanılamamış deneme sadece kuyu suyu ile tekrarlanabilmiştir. 105 gün boyunca süren bu denemenin ortalama kuyu suyu sıcaklık değerleri günlük olarak belirlenmiştir. Yıl içerisinde fazla bir değişim göstermeyen kuyu suyu sıcaklığının ortalama $12,77 \pm 0,19$ °C olduğu tespit edilmiştir. Deneme süresince 3. aşamada elde edilen sıcaklık (°C) değerleri Şekil 4.7’de verilmiştir.



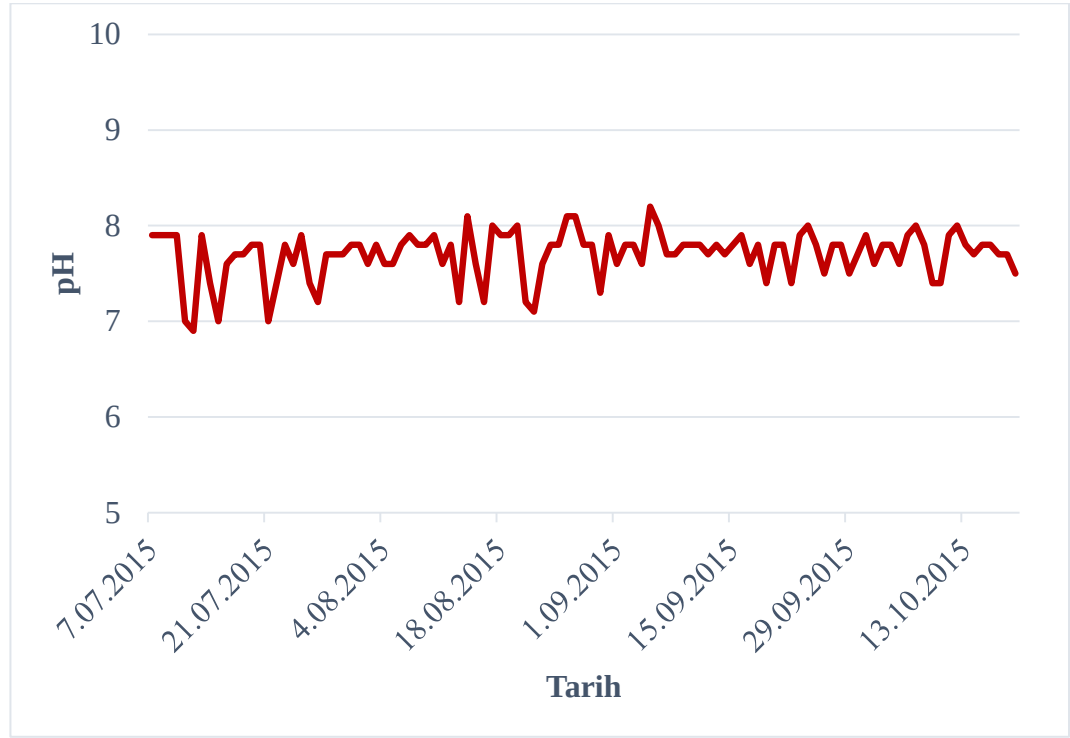
Şekil 4.7: Denemede III.aşama süresince kuyu suyuna ait sıcaklık (°C) değerleri.

105 gün boyunca süren kuyu suyunda çözülmüş oksijen değerleri günlük olarak belirlenmiştir. Deneme tanklarına verilen kuyu suyunun çözülmüş oksijen değerleri yıl içerisinde fazla değişim göstermemiştir. Kuyu suyunda çözülmüş oksijen değerinin deneme süresince 7,4 ile 9,9 mg/l arasında değiştiği ve ortalama $8,64 \pm 0,54$ mg/l olduğu tespit edilmiştir. 3. aşamada elde edilen çözülmüş oksijen (mg/l) değerleri Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.8: Denemede III.aşama süresince kuyu suyuna ait çözülmüş oksijen (mg/l) değerleri.

105 gün boyunca süren bu denemede kuyu suyunda elde edilen ortalama pH değerleri günlük olarak kaydedilmiştir. Deneme tanklarına verilen kuyu suyunun pH değerleri deneme süresince fazla değişim göstermemiştir. Kuyu suyunun pH değeri deneme süresince 6,9 ile 8,2 arasında değiştiği ve ortalama $7,70 \pm 0,25$ olduğu tespit edilmiştir. III.aşamada elde edilen pH değerleri Şekil 9’de verilmiştir.



Şekil 4.9: Denemede III.aşama süresince kuyu suyuna ait pH değerleri.

4.1.4. Denemede Kullanılan Dere ve Kuyu Sularının Kimyasal Özellikleri

Deneme çalışmasında anaç bakımında kullanılacak olan tanklara balıklar yerleştirildikten sonra çalışmanın başlangıcında 18.10.2014 tarihinde her tanka gelen dere ve kuyu suyunda suyun bazı su parametrelerinin analizleri yapılmıştır. Dere ve Kuyu Suyundan alınan su örneklerinde tespit edilen Toplam Fosfat (PO₄), Toplam Fosfor (TP), Nitrit (NO₂), Nitrat (NO₃), Demir (Fe), ve Sülfat (SO₄) parametrelerine ait tespit edilen değerler aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2: Dere ve Kuyu Suyunda ölçümü yapılan Toplam Fosfat (PO₄), Toplam Fosfor (TP), Nitrit (NO₂), Nitrat (NO₃), Demir (Fe) analizi sonuçları.

	PO ₄	TP	NO ₂	NO ₃	Fe	SO ₄
	(µg)	(µg)	(µg)	(mg)	(mg)	(mg)
Kuyu	0,006	0,025	0,00003	1,14	3,56	21,53
Dere	0,005	0,025	0,00045	0,27	12,52	19,38

Denemede kullanılan dere ve kuyu suyundaki yukarda analizi yapılan parametrelerin bu iki su kaynağı arasında fark olup olmadığını deneme başında tespit etmek amacıyla bu

analizler yapılmıştır. Her iki suyun analiz sonuçlarını Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'nün Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliğine İlişkin Uygulama Esaslarında (Genelge 2006/1) belirlenmiş olan su kriterleriyle benzer olması nedeniyle bu suların denemede kullanılmasında sakınca görülmemiştir.

4.2. KUYU SUYU VE DERE SUYU GRUPLARINDA SPERM ELDE ETME DÖNEMLERİ

Deneme başlangıcında 22.10.2014 tarihinde dere ve kuyu suyu kullanılan iki grupta ilk olarak 02.12.2014 tarihinde 42 gün sonra dere suyu verilen grubun toplam 10 bireyinin 8'inden 11,28°C su sıcaklığında sperm alımı 1. Aşama olarak adlandırdığımız dönemde gerçekleştirilmiştir. Diğer deneme grubu olan ve kuyu suyu kullanılan gruptaki balıklardan aynı dönemde (1. Aşamada) sperm elde edilememiştir. Bu nedenle çalışmaya devam edilmiş ve kuyu suyu kullanılan gruptaki balıkların bakımına devam edilmiştir. Dere grubundaki balıklardan 02.12.2014 tarihinde sperm alımı gerçekleştirilmiş ve sperm kalitesi ile ilgili parametreleri laboratuvarında incelenerek denemenin "1. Aşama" olarak adlandırılan kısmı tamamlanmıştır.

Birinci aşamanın sonucunda dere suyu kullanılan gruptaki balıklardan sperm elde edilmiş fakat aynı dönemde kuyu suyu kullanılan diğer gruptaki anaç bireylerden sperm elde edilememiştir. Bunun sebebi olarak kuluçkahanede kapalı ortamda floresan aydınlatmanın kullanılmasının etkili olabileceği düşünülmüş ve bu gruptaki balıklar aynı tank şartlarında 02.12.2014 tarihinden 05.01.2015 tarihine kadar Dere Suyu Grubunun bulunduğu dış ortama taşınmışlardır. Yaklaşık bir aylık süreçte $12,54 \pm 0,13$ °C su sıcaklığında tutulan kuyu suyu grubundaki anaç bireylerden hiç birinden dış ortamda da sperm elde edilememiştir. Bunun sebebinin anlaşılması için bu gruptan bir anaç balığın (ağırlık: 2420 gr, boy: 55 cm) testislerinin kontrol edilmesine karar verilmiştir. Balığın testisinin posterioründe sperm oluşumun başladığı ancak sağım ile sperm alınabilecek aşamaya gelinmediği gözlenmiştir (Şekil 4.10). Testislerin kesilerek içindeki sperm incelendiğinde spermin çok yoğun olduğu ve kuluçka suyu ile aktive edildiğinde hareketli hale geçebildiği gözlenmiştir.



Şekil 4.10: Kuyu Suyu Grubu'ndan alınan anaç balığın testisinin görünümü.

Bu durumun su sıcaklığı ile alakalı olabileceği düşünülerek bu sefer kuyu suyunda bekletilen balıkların bulunduğu her iki paralel tanktan ikişer adet toplam dört adet birey alınarak dere suyu verilen tanklara yerleştirilmiştir. 05.02.2015 tarihinde dere suyunda tutulan ve dış ortamdaki tanklarda bakılan toplam dört adet bireyden sadece birinden 8,86°C su sıcaklığında sperm alınabilmiş ve böylece denemenin “2. Aşama” olarak adlandırılan kısmı 65 gün sonra tamamlanmıştır.

1 ve 2 aşamalı deneme süresince su sıcaklığı ve ışık faktörünün sperm alımında etkili olabileceği düşünülerek deneme bir sonraki üretim sezonunda “3. Aşama” deneme yapılarak çalışma tekrarlanmıştır. 2015 yılı üreme sezonunda 3. Aşama deneme süresince bölgede sel felaketi yaşanması nedeniyle işletmeye dere suyu alınamadığı için aynı dönemde dere suyu grubuyla çalışmanın tekrarı yapılamamıştır. Deneme 07.07.2015 tarihinden Kuyu Suyu Grubu balıklarından sperm elde edilen 19.10.2015 tarihine kadar sürdürülmüş ve kuyu suyu kullanılan gruptaki toplam 10 adet bireyden 6 adedinden sperm elde edilmiştir.

4.3. DENEMEDE ALINAN SPERM ÖRNEKLERİNDE SPERMATOLOJİK ÖZELLİKLER

1., 2. ve 3. Aşamadaki denemelerde her aşamanın sonunda anaç balıklardan elde edilen spermlerin spermatolojik özelliklerinden Sperm Hacmi (ml), Seminal Plazma pH'sı, Seminal Plazma Ozmolalitesi (mOsm/kg), Spermatozoa Yoğunluğu ($\times 10^9$ hücre/ml), Motilite Süresi (s) parametreleri ile ilgili elde edilen ortalama değerler Tablo 4.3'te verilmiştir.

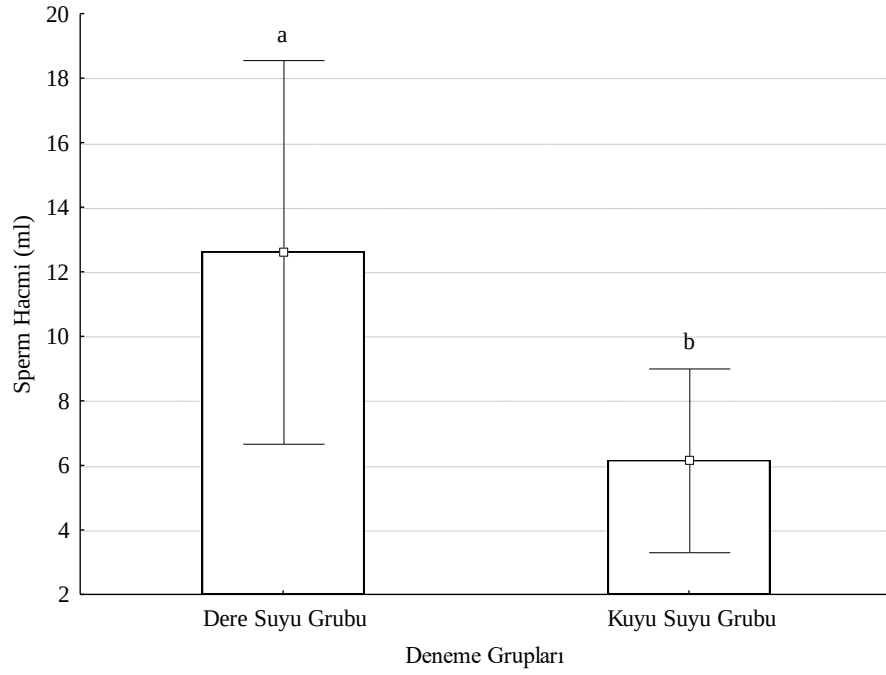
Tablo 4.3: Denemede elde edilen spermlere ait Sperm Hacmi (ml), Seminal Plazma pH'sı, Seminal Plazma Ozmolalitesi (mOsm/kg), Spermatozoa Yoğunluğu (10⁹/ml), Motilite Süresi (sn) değerleri (Ort±SD).

	Seminal				
	Sperm Hacmi (ml)	Seminal Plazma pH'sı	Plazma Ozmolalitesi (mOsm/kg)	Spermatozoa Yoğunluğu (10 ⁹ hücre/ml)	Motilite Süresi (s)
Birinci Aşama	12,6±7,1	7,22±0,2	264,11±22,1	4,0±1,7	36,63±6,7
İkinci Aşama	2,5	6,8	295	4,2	33
Üçüncü Aşama	6,16±2,5	7,35±0,3	299±95,3	4,2±1,5	40±3,4

Denemenin 2. Aşamasında sadece bir balıktan sperm alınması nedeniyle spermatolojik özelliklerin Ortalama Standart Sapma değerleri Tablo 4'te verilememiştir. Denemenin 1. Aşama Dere Suyu Grubuna ve 3. Aşama Kuyu Suyu Grubuna ait balıkların sperm kalite parametrelerinin (Sperm Hacmi (ml), Seminal Plazma pH'sı, Seminal Plazma Ozmolalitesi (mOsm/kg), Spermatozoa Yoğunluğu (x10⁹hücre/ml), Motilite Süresi (sn)) karşılaştırması yapılarak iki grup arasında tespit edilen farklar aşağıda verilmiştir.

4.3.1. Sperm Hacmi

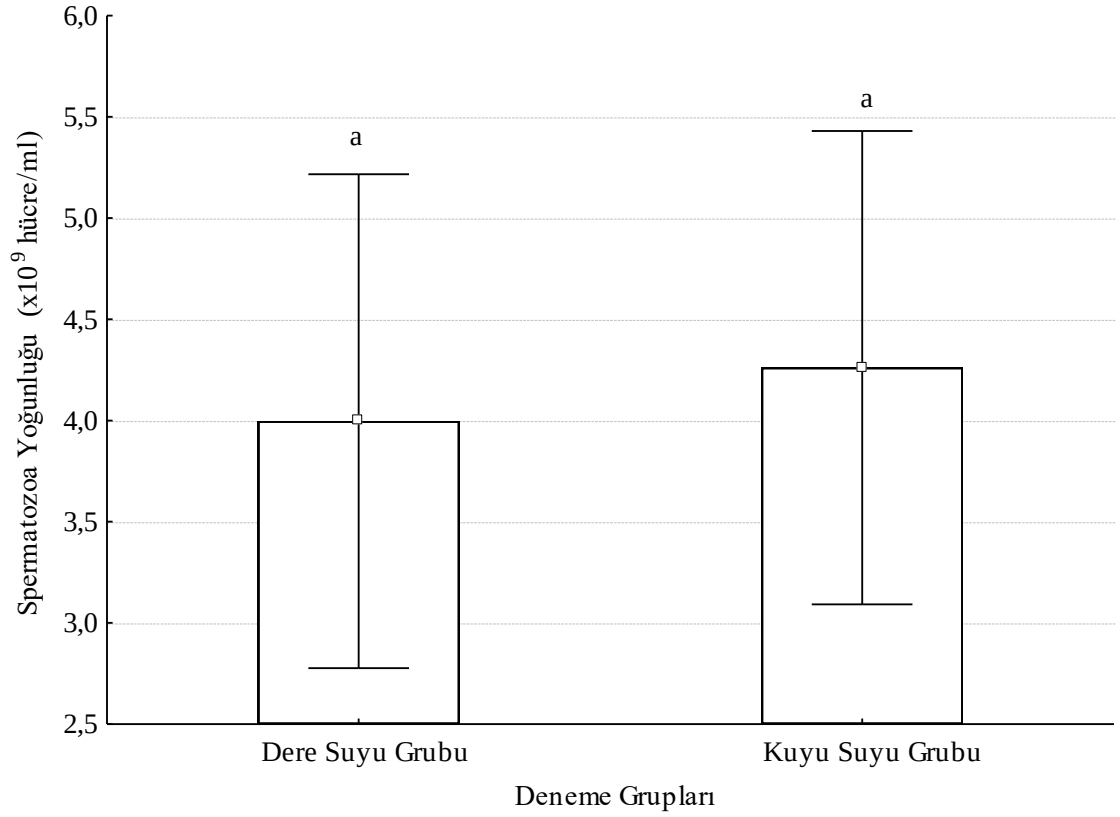
Denemenin 1. Aşamasında dere suyunda bakılan anaçların 8 adedinden ortalama 12,6±7,1 ml sperm; 2. Aşamada önce kuyu suyunda sonra dere suyunda bakılan anaç balıkların sadece 1 adedinde 2,5 ml sperm ve 3. Aşamada kuyu suyunda bakılan anaç balıkların 6 adedinden ortalama 6,1±2,7 ml sperm elde edilmiştir. İki üreme sezonunda (2014 ve 2015 yılında yapılan sağımlar) deneme gruplarında aynı dönemde sperm elde edilemediğinden 1. ve 3. Aşamada Kuyu ve Dere Suyu Grubuna ait balıkların toplam sperm hacmi bakımından her iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmuştur (p<0,05) (Şekil 4.11).



Şekil 4.11: Deneme gruplarında elde edilen toplam sperm hacmi (ml)
(DSG = n8; KSG = n6) ($p < 0,05$).

4.3.2. Spermatoza Yoğunluğu

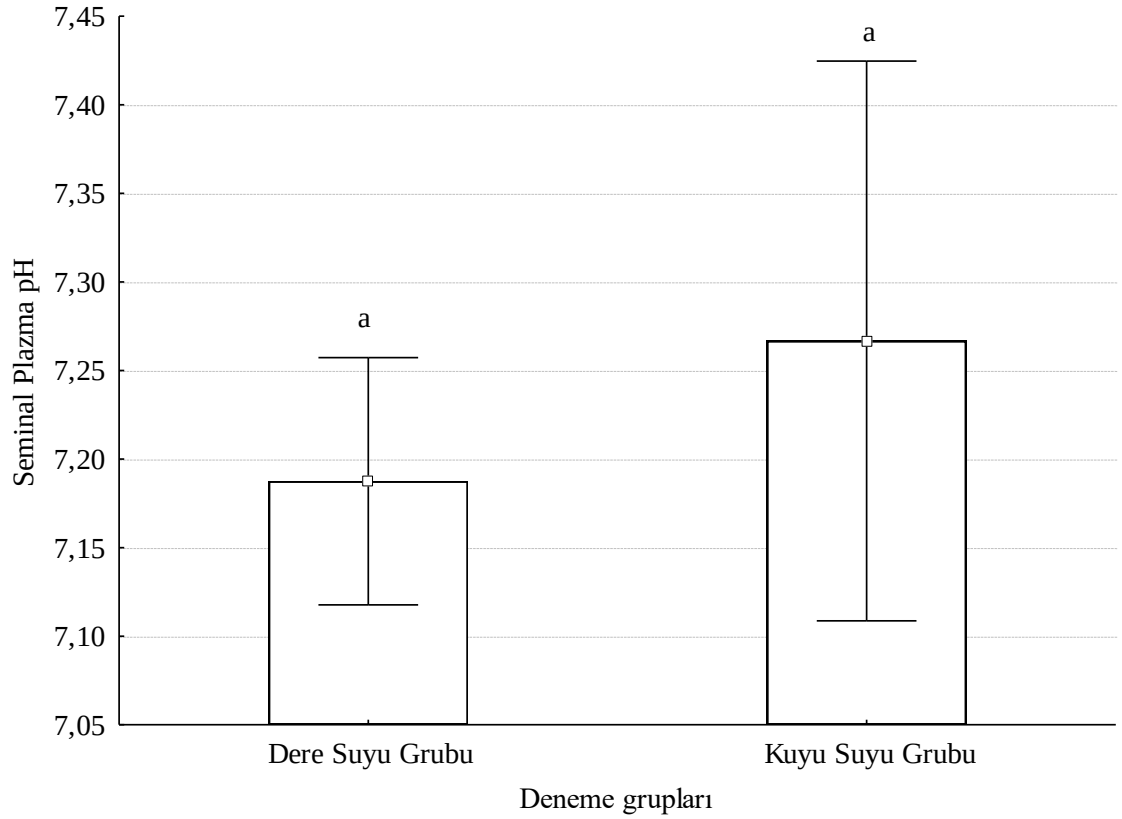
Dere Suyu Grubundaki balıklardan alınan spermin spermatozoa yoğunluğunun $4,0 \pm 1,7 \times 10^9$ hücre/ml olduğu, Kuyu Suyu Grubundaki balıklardan alınan spermde ise $4,2 \pm 1,5 \times 10^9$ hücre/ml olduğu belirlenmiştir. İki grup arasında spermatozoa yoğunlukları bakımından anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$) (Şekil 4.14).



Şekil 4.12: Deneme gruplarının sperminde spermatozoa yoğunlukları (x10⁹ hücre/ml) (DSG = n8; KSG = n6) (p>0,05).

4.3.3. Seminal Plazma pH Değerleri

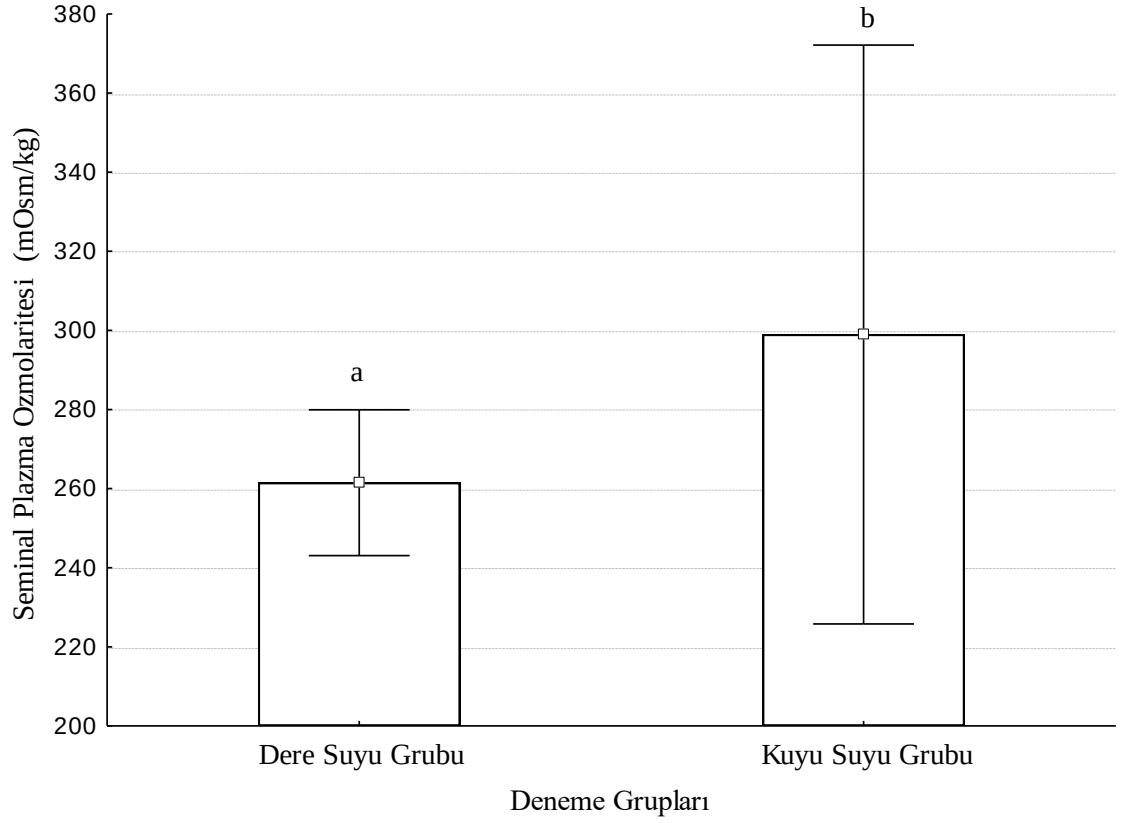
Dere Suyu Grubundaki balıklardan alınan spermin seminal plazma pH'sı ortalama $7,18 \pm 0,07$ olduğu, Kuyu Suyunda Grubundaki balıklardan alınan spermin seminal plazma pH'sının ise ortalama $7,26 \pm 0,13$ olduğu tespit edilmiştir. Denemedeki balıklarından elde edilen spermin seminal plazma bakımından ortalama pH değerleri arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir (p>0,05) (Şekil 4.12).



Şekil 4.13: Deneme gruplarının sperm örneklerinde seminal plazma pH değerleri (DSG = n8; KSG = n6) ($p>0,05$).

4.3.4. Seminal Plazma Ozmolalitesi

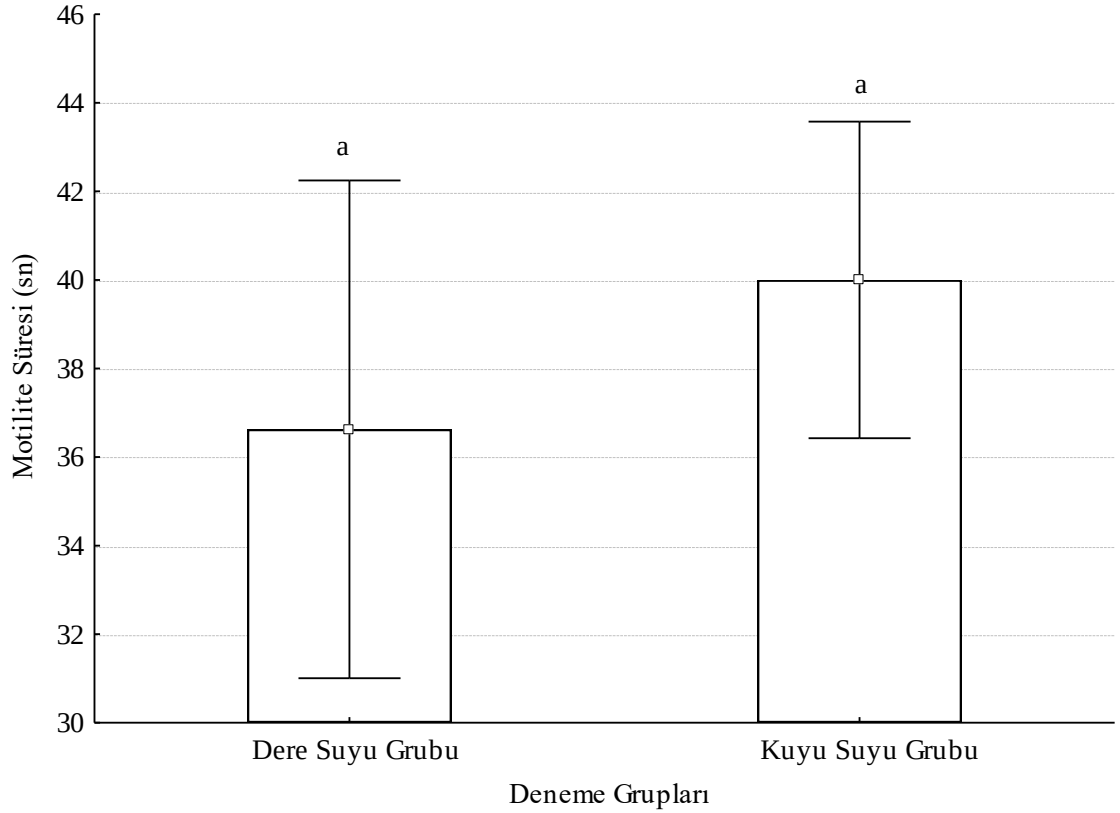
Dere Suyu Grubundaki balıklardan alınan spermin seminal plazmanın ozmolalitesinin ortalama $264,11 \pm 22,07$ mOsm/kg olduğu ve Kuyu Suyu Grubundaki balıklardan alınan spermin seminal plazmanın ozmolalitesinin ortalama $299 \pm 95,3$ mOsm/kg olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel karşılaştırmada her iki grup arasında seminal plazma ozmolaliteleri açısından anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$) (Şekil 4.13).



Şekil 4.14: Deneme gruplarının sperminin seminal plazma ozmolalite değerleri (mOms/g) (DSG = n8; KSG = n6) ($p < 0,05$).

4.3.5. Motilite Süresi

Dere suyunda bakımı yapılan balıklardan alınan spermde hareketlilik süresi değerleri ortalama $36,62 \pm 6,72$ saniye ve kuyu suyunda bakılan anaçlardan alınan spermde ise ortalama $40 \pm 3,4$ saniye olarak tespit edilmiştir. Deneme gruplarındaki balıklardan elde edilen spermin hareketlilik süresi bakımından aralarında bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p > 0,05$) (Şekil 4.15).



Şekil 4.15: Deneme gruplarında sperm motilite süreleri (sn) (Dere = n8; Kuyu = n6) ($p>0,05$).

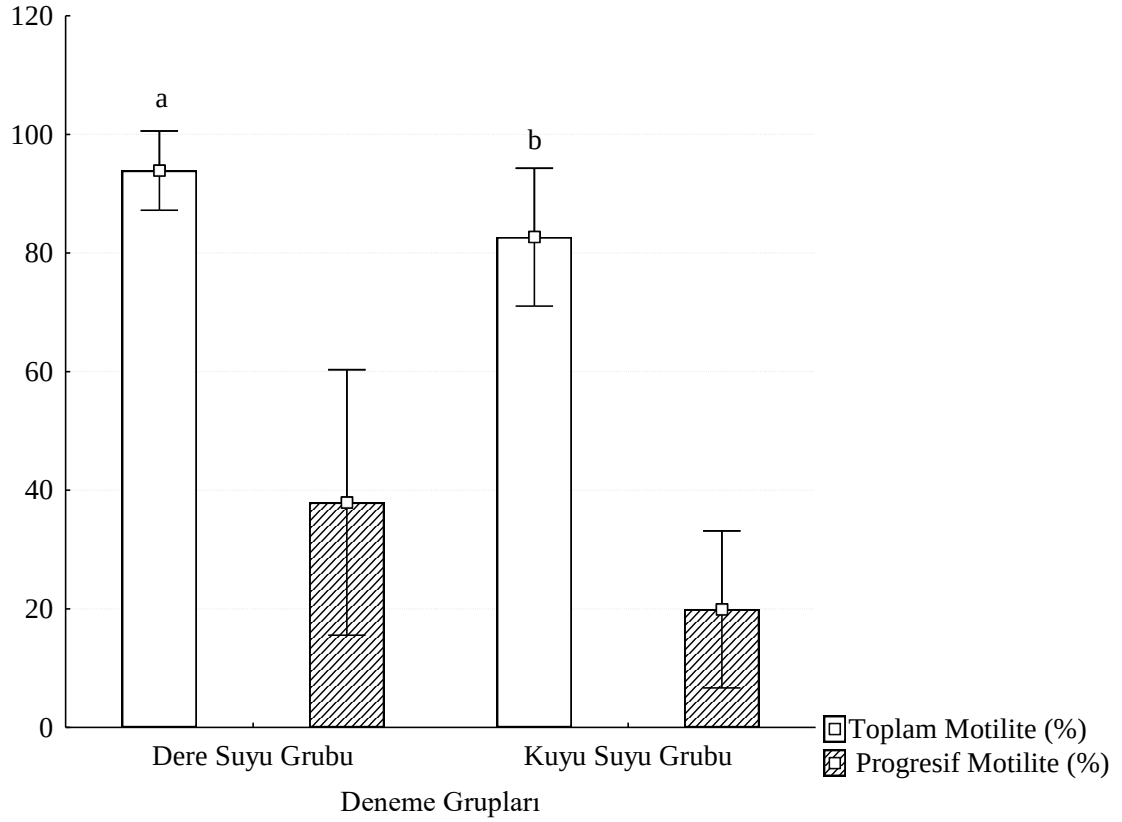
4.4. SPERM MOTİLİTESİNE AİT KİNEMATİK PARAMETRELER

Çalışmada kullanılan 1. Aşamada Dere Suyu Grubundan ve 3. Aşamada Kuyu Suyu Grubundan anaç balıklardan alınan sperm örneklerinin motilitesine ait bazı kinematik parametreleri (Total Motilite (%), Progresif Motilite (%), VCL ($\mu\text{m/s}$), VSL ($\mu\text{m/s}$), VAP ($\mu\text{m/s}$), LIN (%), STR (%)) CASA sistemde değerlendirmeye tabi tutulmuştur. 1. Aşama ve 3. Aşama sonuçlarındaki ortalama değerler standart sapma ile beraber verilmiş olup 2. Aşamaya ait sonuçlar bir tek bireyden elde edildiği için standart sapmaları belirtilmemiştir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4: Deneme süresince elde edilen spermin motilitesine ait özellikleri (Total Motilite (%), Progresif Motilite (%), VCL ($\mu\text{m/s}$), VSL ($\mu\text{m/s}$), VAP ($\mu\text{m/s}$), LIN (%), STR (%))(Ortalama $\pm$ SD).

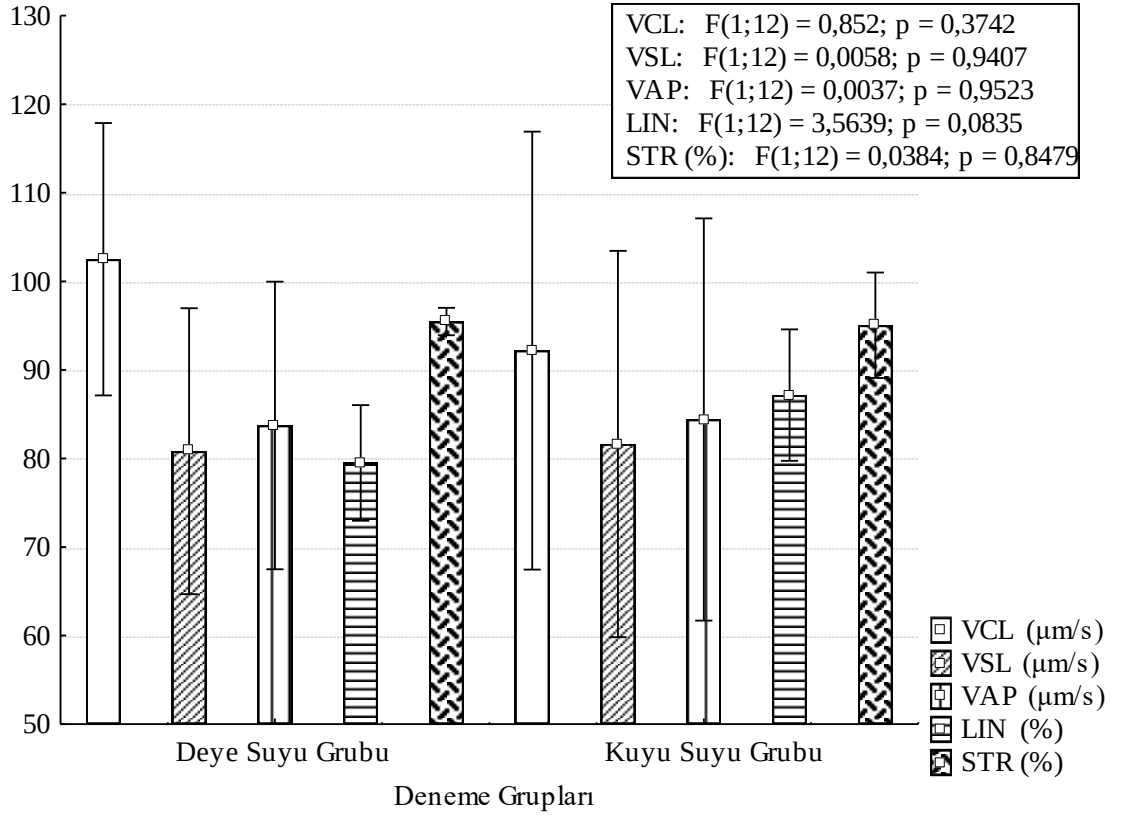
	1.Aşama	2.Aşama	3.Aşama
	(DSG)	(KSG)	(KSG)
	(8 Birey)	(1 Birey)	(6 Birey)
Total Motilite (%)	93,90 $\pm$ 7,47	98,16	82,68 $\pm$ 10,10
Prog.Motilite (%)	37,94 $\pm$ 25,06	28,64	19,91 $\pm$ 11,52
VCL ($\mu\text{m/s}$)	102,50 $\pm$ 18,39	104,06	92,18 $\pm$ 23,56
VSL ($\mu\text{m/s}$)	80,82 $\pm$ 19,31	75,74	81,63 $\pm$ 20,78
VAP ($\mu\text{m/s}$)	83,73 $\pm$ 19,43	79,25	84,40 $\pm$ 21,64
LIN (%)	79,50 $\pm$ 7,80	74,39	87,15 $\pm$ 7,07
STR (%)	95,45 $\pm$ 1,85	95,20	95,04 $\pm$ 5,67

Deneme süresince dere suyunda bakımı yapılan anaçlardan 8 bireyin 1. Aşama sonunda elde edilen spermlere ait toplam motilite ve progresif motilite değerleri sırasıyla ortalama %93,90 $\pm$ 7,47 ve %37,94 $\pm$ 25,06 olarak bulunmuştur. 2. Aşama döneminde bir adet balıktan elde edilen spermin toplam motilite ve progresif motilite değerleri sırasıyla %98,16 ve %28,64 olarak tespit edilmiştir. 3. Aşamada 6 bireyden elde edilen spermlere ait toplam motilite ve progresif motilite değerleri sırasıyla ortalama %82,68 $\pm$ 10,10 ve %19,91 $\pm$ 11,52 olarak belirlenmiştir. Deneme gruplarındaki balıklardan elde edilen spermin progresif motilite bakımından aralarında bir fark olmadığı ($p>0,05$), toplam motilite bakımından ise iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$) (Şekil 4.16).



Şekil 4.16: Deneme gruplarındaki balıkların spermelerine ait total motilite (%) ve progresif motilite (%) değerleri (DSG = n8; KSG = n6).

Deneme süresince dere suyunda bakımı yapılan anaçlardan elde edilen spermelerine ait VCL, VSL, VAP, LIN ve STR değerleri sırasıyla $102,50 \pm 18,39 \mu\text{m/s}$, $80,82 \pm 19,31 \mu\text{m/s}$, $83,73 \pm 19,43 \mu\text{m/s}$, $\%79,50 \pm 7,80$ ve $\%95,45 \pm 1,85$ olarak tespit edilmiştir. 2. Aşama grubundaki balıkların VCL, VSL, VAP, LIN ve STR değerleri sırasıyla $104,06 \mu\text{m/s}$, $75,74 \mu\text{m/s}$, $79,25 \mu\text{m/s}$, $\%74,39$ ve $\%95,20$ olarak bulunmuştur. 3. Aşama grubundaki balıkların VCL, VSL, VAP, LIN ve STR değerleri sırasıyla $92,18 \pm 23,56 \mu\text{m/s}$, $81,63 \pm 20,78 \mu\text{m/s}$, $84,40 \pm 21,64 \mu\text{m/s}$, $\%87,15 \pm 7,07$ ve $\%95,04 \pm 5,67$ olarak belirlenmiştir. Deneme süresince elde edilen spermin motilitesine ait özellikleri (VCL ($\mu\text{m/s}$), VSL ($\mu\text{m/s}$), VAP ($\mu\text{m/s}$), LIN (%), STR (%)) bakımından aralarında bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p > 0,05$) (Şekil 4.17).



Şekil 4.17: Deneme gruplarındaki balıkların spermelerine ait motiliteye bağlı kinematik parametreler.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu tez çalışmasında farklı su kaynaklarının Karadeniz alabalığı üretiminde kullanılması ve erkek balıkların kaliteli sperm oluşturmada etkili olup olmadığının araştırılması amaçlanmıştır. Ülkemizde yaygın olarak üretimi yapılan gökkuşağı alabalığı üretilen işletmelerde kaynak, dere ve kuyu suları gibi farklı suların farklı ortamlarda kullanılması işletme koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Alabalık yumurta ve larva üretimi yapılan işletmelerin kuluçkahanelerinde kuyu veya kaynak suları, büyüme işlemlerinin yapıldığı tank veya beton havuzlarda ise dere suları kullanılması balığın üreme büyüme dönemlerinde en iyi verimi almak amacıyla kullanılır.

Yetiştiricilik şartlarında balıklardan elde edilen yumurta ve spermin kaliteli olabilmesi için birçok koşulun başarılı bir şekilde bir arada uygulanması gerekmektedir. Bu koşullardan belki de en önemli olanı anaç balıkların bakıldığı havuzlardaki suyun fiziksel ve kimyasal özellikleridir. Suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri (sıcaklık, pH, oksijen vb.) gonad oluşumu ve gametlerin kalitesinde doğrudan etkilidir (Bromage ve Roberts, 1995).

Anaç yönetimi düzgün yapılamaz ise yetiştiriciler doğal stoklara bağımlı kalacak ve tam bir üretim döngüsü sağlanamamaktadır. Alabalık ve mersin balığı gibi birçok türde yumurtadan yavru ve bunlardan tekrar anaç balıklar elde etmek başarılı bir şekilde yapılsa da günümüzde halen birçok balık türünde yapay olarak yumurta ve sperm almak mümkün olmamıştır. Birçok sazan ve yayın balığı türlerinden hormon yardımıyla gamet alınabilmekte iken yılan balığı ve sarıkuyruk gibi türlerden döllenmiş yumurta elde edilmesinde veya larvaların ilk beslenmesinde yaşanan sıkıntılardan dolayı anaç yönetimi sağlıklı bir şekilde yapılamamaktadır (Bromage ve Roberts, 1995). Balık üretiminde balığın bakımının yapıldığı tanklarda kullanılan suyun ve çevre şartlarının balığın biyolojik ihtiyaçları doğrultusunda yapılması başarılı bir üretimdeki en önemli etkenlerdir. Aksi halde yetiştiricilik ortamında kaliteli gamet üretiminden bahsetmek mümkün olmayacaktır (Bromage ve diğ. 2001).

Stevenson (1987), alabalıklarda yaptığı çalışmada su sıcaklığının 16°C'den yüksek olduğu durumlarda yumurtaların açılmasının engellendiğini, 4°C'nin altındaki sıcaklıklarda ölümlerin görüldüğünü fakat yumurtaların gözlenme işlemi gerçekleşmeden

önce su sıcaklığının 5°C'nin altına düşmedikçe ölümün çok olmadığını hatta bu sıcaklığın gözlenmeden sonra 4°C'nin altına düşmesi durumunda bile fazla ölüm olmadığını tespit etmiştir.

Williot ve diğ. (2000), Sibirya mersinbalığı (*Acipenser baerii*) anaçları ile farklı sıcaklıklarda anaç bakımı yaptıkları çalışmada, su sıcaklığı farklarının anaçların sperm motilitesinde ve hormon uygulamasından sonra sperm elde edilme zamanı üzerinde etkili olduğunu bulmuşlardır.

Salmonidler buzla kaplı su kütlelerinin altındaki düşük su sıcaklıklarındaki sulardan soğuk su balıkları için yüksek sayılabilecek 25°C sıcaklığa sahip sulara kadar değişen sıcaklıklarda hayatta kalabilmektedirler. Bununla beraber 18°C'nin üzerinde oksijenin çözünürlüğünün azaldığı dolayısıyla metabolik atıkların üretimini azaltmak için balıkların aç bırakıldığı bilinmektedir (Kocabaş, 2009). Verimli bir üretimden bahsedebilmek için özellikle yaşadığı su içerisinde besin ve üreme göçü yapan balıkların farklı evrelerinde farklı su kalite kriterlerine ihtiyaç duyduğunu göz önünde bulundurarak o ihtiyaçlara yönelik çevre şartlarını oluşturmak gereklidir.

Hilder ve Pankhurst (2003), yıl boyunca sıcaklık değerlerinin çok sık değişmediği tropik bölgelerde yaşayan balıkların sıcaklık toleransının daha düşük olduğunu ifade etmesine rağmen; Pankhurst ve diğ. (1996), Salmonid'lerde sonbahar aylarında sıcaklıkların düşmesinin başarılı bir üreme için şart olduğunu bildirmişlerdir. Labbe ve Maisse (1996), yüksek sıcaklıklarda gametogenez süreci geçirip soğuk sulara alınan gökkuşağı alabalıkları spermalarının sabit sıcaklıkta tutulanlara veya düşük sıcaklıkta tutulup yüksek sıcaklıklara alınanlara kıyasla daha dayanıklı olduğunu rapor etmişlerdir. Oppedal ve diğ. (2003), Atlantik salmon ile yaptıkları çalışmada yüksek sıcaklıkların (14-16°C) sperm ve yumurta oluşumunu baskıladığını bildirmişlerdir. Atlantik salmonu (Taranger ve Hansen, 1993; King ve Pankhurst, 2000) ve gökkuşağı alabalığında (Pankhurst ve diğ. 1996; Pankhurst ve Thomas 1998) yapılan çalışmalarda, sıcak veya soğuk sonbahar sıcaklıkları ovulasyon zamanlamasında gecikmeye veya ovulasyonun erken başlamasına sebep olabileceği bildirilmiştir.

Denemede kullanılan dere ve kuyu suyunda su sıcaklığı sırasıyla; ortalama 11,28±1,12°C ve 12,77±0,19°C, çözünmüş oksijen değerleri sırasıyla 9,18±0,56 mg/l ve 8,64±0,54 mg/l

ve pH değerleri sırasıyla $7,69 \pm 0,08$ ve $7,70 \pm 0,25$ olarak tespit edilmiştir. Denemede kullanılan suların fiziko-kimyasal değerleri Salmonid türlerinin üretimi için belirtilen su kriterlerine uygun olduğu belirlenmiştir (Anon. 2006; Tanyolaç, 2009).

Shiraishi (1965), ayu balığı (*Plecoglossus altivelis*)'nda yaptığı çalışmada ışık şiddetinin az veya çok olmasının ya da hiç olmamasının gamet oluşumunu etkilediğini bildirmiştir. Lam (1983) ise ışık şiddetinin sıklıkla fotoperiyot çalışmalarında fazla dikkate alınmadığına ve birçok çalışmada ışık şiddetinin belirtilmemesinin eksikliğine vurgu yapmıştır.

Balıklarda büyümenin düzgün ilerleyebilmesi için minimum yoğunlukta ışığa ihtiyaç duyulmakta ve yaşam için ihtiyaç duyulan minimum ışık şiddetinin altına inilmemesi gerektiği farklı araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Wallace ve diğ. 1988; Mortensen ve Damsgard 1993; Boeuf ve Bail, 1999). Işık yoğunluğunun ve süresinin, balığın pigmentasyonunda, büyüme ve erken gelişme evresinde oldukça önemli olduğunu bildirmiştir (Boeuf ve Bail, 1999). Bu nedenle yapay ışıklandırma doğal olandan daha farklı olacağından, yetiştiricilik şartlarında olabildiğince doğal ışığa yakın spektrumda floresan veya benzeri ışık kaynakları kullanılması gerekmektedir (Bromage ve Roberts, 1995).

Tate ve Helfrich (1998), *Morone chrysops* türünde yaptıkları çalışmada, fotoperiyot ve sıcaklığın sperm yoğunluğunu, motilite süresini ve seminal sıvının pH'sini etkilediğini ama bu etkilerin döllenme oranına bir etkisinin olmadığını bildirmiştir.

Balıkların genelinde gonad gelişimleri sırasında maruz kaldıkları gün uzunluğu ve ışık şiddetindeki mevsimsel değişiklikler üremelerini etkiler. Bu yüzden Salmonid türlerinin çoğu, gonadları kuzey yarım küredeki azalan ve kısa gün uzunluğunda, sonbahar sonu veya kış aylarında olgunlaşmakta ve bu zamanda yumurta bırakmaktadırlar. Salmonidae familyasına ait türlerin yaşadığı ortamın su sıcaklığı üremeyi doğrudan etkileyen en önemli dış etkenlerden bir tanesidir (Kocabaş, 2009).

Deneme süresince II.aşamada KSG ve DSG aynı şartlar altında tutulmuşsa da KSG balıklarının deneyin ilk aşamasında kuluçkahane ortamında floresan ışığa maruz bırakılarak yıl içerisinde değişmeyen sabit su sıcaklığına sahip kuyu suyunda bakılmasının sperm oluşumunu olumsuz etkilediği düşünülmüştür.

Balıkların bulunduğu ortamdaki ışığın şiddetine ek olarak, ışığın ani varlığı veya yokluğu strese neden olabileceğinden ışık kaynağının açılırken veya kapatılırken şafaktaki alacakaranlık periyodunun oluşturulmasının yararlı olacağı belirtilmektedir (Bromage ve diğ. 2001).

Denemede karşılaşılan ışık şiddeti farkının gamet gelişimine etkisini gidermek için kuluçkahane ortamında floresan ışığa maruz bırakılmış olan balıklar II.aşama başlangıcında bu ortamdan çıkarılmış ve DSG balıkların bulunduğu dış ortama alınmıştır. 34 gün boyunca günışığında dış ortamda tutulan KSG balıklarından bu uygulama sonucunda da sperm alımı gerçekleşmemiştir. Sperm alınabilmesi için son bir uygulama yapılarak tanklardan 2'şer adet toplam 4 adet anaç balık daha düşük sıcaklığa ($8,86 \pm 0,78^{\circ}\text{C}$) sahip dere suyuna tabi tutulmuştur. Böylece II.aşama sonunda bir adet anaç balıktan sperm elde edilebilmiştir.

Elde edilen bu veri doğrultusunda, ışık şiddetinin testis oluşumunda etkili olabileceği sonucuna varılmasına rağmen, denemeler boyunca kuyu suyunda sabit ortalama $12,53 \pm 0,13^{\circ}\text{C}$, dere suyunda ise $8,1-12,8^{\circ}\text{C}$ arasında değişen su sıcaklıkları göz önünde bulundurulduğunda, aradaki sıcaklık farkının da sperm oluşumunda etkili olabileceği düşünülmüştür. Karayücel ve Karayücel (2016), sıcaklık ve fotoperiyot etkileşiminin çözümlenmesinin karışık bir mesele olduğunu, bunun nedeni olarak da her iki değişkenin etkilerinin izole bir şekilde değerlendirilmesinin doğal kontrol sürecinin kesin bir fotoğrafını sağlayamayabileceği gerçeğinin olduğunu söylemişlerdir. Bu bilgiler ışığında denemede de sıcaklık ve ışık şiddeti arasındaki etkileşimin ne oranda olduğu sperm oluşumunu tetikleyen çevresel şartın hangisi olduğu net olarak ortaya konulamamıştır.

Babaoğlu (2007), spermatolojik özelliklerden biri olan sperm hacminin, türler arası farklılık göstermekte olduğu gibi tür içinde bireyler arasında da farklılık gösterebileceğini rapor etmiştir. Büyükhatoğlu ve Holtz (1984), sperm miktarına su sıcaklığının, sağım aralığının, balığın yaşının, ortamda dışının varlığının ve bakım besleme şartlarının doğrudan etkili olduğunu bildirmişlerdir. Tekin ve diğ. (2003), yaptığı çalışmada sperm miktarı ile balık ağırlığı ve boyunun arasında doğru orantı olduğunu bildirmiştir.

Gjerde (1984), sperm miktarının gökkuşağı alabalığında 5 ml/kg, atlantik salmonunda ise 20 ml/kg olduğunu bildirmiştir. Tekin ve diğ. (2007), gökkuşağı alabalığından ortalama

19,6 ml; Rainis ve diğ. (2005), kahverengi alabalıklarda yaptığı çalışmada sperm miktarının 4,5 ml ile 18 ml arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Billard (1986), gökkuşağı alabalığı ile yaptığı çalışmasında, 15-18°C'deki tutulan balıklardan elde edilen sperm miktarlarının 10°C'de elde edilenden daha az olduğunu bildirmiştir. Şahin ve diğ. (2013b), *Salmo coruhensis* balıklarından kültür şartlarında elde edilen sperm miktarının diğer Salmonid'lere oranla düşük yoğunlukta olduğunu bildirmişlerdir.

Yavaş ve diğ. (2001), *Salmo trutta macrostigma* türünde yaptıkları çalışmada, üreme sezonu boyunca 7-11°C arasındaki su sıcaklığında elde edilen sperm hacmini 8,4±0,4 ml; Erbaş (2013)'de *Salmo trutta labrax* türü ile yaptığı çalışmasında yıl boyunca en düşük 5,5°C en yüksek 21°C sıcaklıklarda elde edilen sperm hacmini 8,45±1,32 ml ve 6,65±4,97 ml; Şahin ve diğ. (2013b) ise *Salmo coruhensis* türünde üreme sezonu boyunca 8,0-18,5°C arasında değişen ve ortalama 12,9±0,58°C sıcaklığa sahip suda sperm hacmini 1,6±0,04 ml olarak elde ettiklerini rapor etmişlerdir.

Denemenin birinci ve üçüncü aşamalarında KSG ve DSG balıklarından elde edilen sperm hacmi değerleri kıyaslandığında; DSG balıklarında 12,6±7,1 ml, KSG bireylerinden 6,1±2,7 ml sperm elde edilmiştir. İlk aşamada dere suyunda bakımı yapılan 6 bireyden üçüncü aşamada ise kuyu suyunda bakılan 8 bireyden farklı miktarlarda sperm elde edilmesi iki grup arasında anlamlı bir fark oluşturmuştur ($p>0,05$). Denemede elde edilen sperm miktarları arasındaki farka DSG ile KSG'nda bulunan bireylerinin farklı su sıcaklığı ve ışık şiddetine maruz kalmalarıyla ilgili olarak gametogenez sürecinin eşitliğin sağlanamamasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

Sperm hücre sayısının, balıkların türüne göre 2×10^6 - $6,5 \times 10^{10}$ adet arasında değiştiği belirtilmektedir (Jamieson ve Leung, 1991). Gökkuşağı alabalığında toplam hücre sayısı 58×10^9 sperm/gram testis/yıl iken spermiyasyon esnasında serbest kalan sperm miktarı %20-50 arasında değişmektedir (Billard, 1986; Billard, 1990).

Dziewulska ve diğ. (2008), tarafından kahverengi alabalıkların spermatozoa yoğunluğunu $22,3 \pm 6,7 \times 10^9$ hücre/ml, kaynak alabalığının $11,9 \pm 3,3 \times 10^9$ hücre/ml, gökkuşağı alabalığının ise $10,7 \pm 4,4 \times 10^9$ hücre/ml olarak bildirilmiştir. Mounib (1978), *Salmo salar* türünde spermatozoa yoğunluğunun $1,22 \times 10^7$ hücre/ml olduğunu; Lahnsteiner ve Leitner

(2013) ise farklı sıcaklıklarda kahverengi alabalık anaçlarından elde ettiği spermelerde spermatozoa yoğunluğunun $8,94 \times 10^9$ ile $9,2 \times 10^9$ hücre/ml arasında değişen değerlerde olduğunu; Aas ve diğ. (1991), *Salmo salar* türünde spermatozoa yoğunluğunu $9,54 \pm 3,2 \times 10^9$ hücre/ml; Köse ve Şahin (2015), kaynak alabalığında (*Salvelinus fontinalis*) spermatozoa yoğunluğunu $2,42 \pm 1,30 \times 10^9$ - $9,10 \pm 1,16 \times 10^9$ hücre/ml arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Yavaş ve diğ. (2011), *Salmo trutta macrostigma* türünde spermatozoa yoğunluğunu $21,9 \pm 0,3 \times 10^9$ hücre/ml; Erbaş (2013), *Salmo trutta labrax* türünde yaptığı çalışmada spermatozoa yoğunluğunu $21,40 \pm 7,08 \times 10^9$ ve $23,40 \pm 5,51 \times 10^9$ hücre/ml; Şahin ve diğ. (2013b) ise *Salmo coruhensis* türünde $13,0 \pm 4,93 \times 10^9$ hücre/ml olarak rapor etmişlerdir.

Denemede elde edilen Dere Suyu Grubu anaçları spermelerine ait spermatozoa yoğunluğu değeri $4,0 \pm 1,7 \times 10^9$ hücre/ml; Kuyu Suyu Grubu anaçları spermelerine ait spermatozoa yoğunluğu değeri ise $4,2 \pm 1,5 \times 10^9$ hücre/ml olarak bulunmuştur. Elde edilen değerlerin literatürdeki değerlerden düşük olduğu tespit edilmiştir. Yukarda belirtilen literatürlerde elde edilen spermatozoa yoğunluğu ile ilgili sonuçlardan farklı elde edilmesinin nedeninin balıklar arasındaki yaş farkı, ilk sağım yaşı ve bölgesel şartlardan kaynaklandığı düşünülebilir.

Seminal plazmanın pH ve Osmolalitesi spermin dölleme yeteneğini etkilediği için sperm kalitesi ölçümlerinde yararlanılan diğer parametrelerdir (Aas ve diğ. 1991; Ciereszko ve Dabrowski, 1993; Lahnsteiner, 2000; Linhart ve diğ. 2000; Rurangwa ve diğ. 2004; Alavi ve Cosson, 2005). Wojtczak ve diğ. (2007), aktivasyon solüsyonunun pH değeri 7,2'den 8,6'ya doğru yükseldikçe sperm hareketliliğinin, hızının ve motilite süresinin arttığını bildirmişlerdir.

Hwang ve Idler (1969), Atlantik salmonlarda seminal plazmaya ait pH değerini $8,25 \pm 0,03$; Dziewulska ve diğ. (2008), kahverengi alabalıkların seminal plazma pH değerini $8,00 \pm 0,12$; kaynak alabalığının $7,96 \pm 0,2$; gökkuşağı alabalığının ise $7,95 \pm 0,14$; Morisawa ve Morisawa (1988), gökkuşağı alabalıklarında 7,99; Lahnsteiner ve diğ. (1998), gökkuşağı alabalıklarında 8,11; Yavaş ve diğ. (2011), *Salmo trutta macrostigma* türünde $7,0 \pm 0,5$ olarak bildirmişlerdir. Erbaş (2013), *Salmo trutta labrax* türünde yaptığı

çalışmada seminal plazma pH değerini $6,94 \pm 0,09$; Şahin ve diğ. (2013b) ise *Salmo coruhensis* türündeki çalışmasında $7,4 \pm 0,16$ olarak rapor etmiştir.

Denemede elde edilen Dere Suyu Grubu anaçları spermallerinden elde edilen seminal plazma pH değeri $7,22 \pm 0,18$; Kuyu Suyu Grubu anaçları spermallerinden elde edilen seminal plazma pH değeri ise $7,35 \pm 0,27$ olarak diğer çalışmalardan elde edilen değerlerle benzer bulunmuştur.

Günümüze kadar yapılan birçok çalışmada *Oncorhynchus mykiss* türünün seminal plazma ozmolalitesi değerleri $169,1$ mOsm/kg'den başlayarak 322 mOsm/kg'a kadar değişen değerler arasında olduğu tespit edilmiştir (Morisawa ve diğ. 1983; Lahnsteiner ve diğ. 1998; Morisawa ve Morisawa 1988; Glogowski ve diğ. 2000; Munkittrick and Moccia, 1987). *Salmo salar* türünde seminal plazma ozmolalite değerleri 232 mOsm/kg (Hwang ve Idler, 1969); 245 mOsm/kg (Aas ve diğ. 1991) olduğu belirtilmiştir. Seminal plazma ozmolalitesi, *Oncorhynchus masou* türünde 301 mOsm/kg (Morisawa ve diğ. 1983); *Oncorhynchus keta* türünde 332 mOsm/kg olarak bildirilmiştir (Morisawa ve diğ. 1979). Dziewulska ve diğ. (2008), üç farklı türü inceledikleri çalışmada seminal plazma ozmolalitesini *Salmo trutta* m. *trutta* türünde $272 \pm 26,43$ mOsm/kg; *Salvelinus fontinalis* türünde $248,5 \pm 39,26$ mOsm/kg; *Oncorhynchus mykiss* türünde $230,60 \pm 98,63$ mOsm/kg olarak tespit etmişlerdir.

Denemede, DSG anaçlarından alınan spermde seminal plazmanın ozmolalitesi $264,11 \pm 22,07$ mOsm/kg, KSG anaçlarından alınan spermin seminal plazmanın ozmolalitesinden $299 \pm 95,3$ mOsm/kg değerinden daha düşük olarak tespit edilmiştir. Deneme gruplarında elde ettiğimiz seminal plazmanın ozmolalite değerleri önceden yapılmış çalışmalardaki değerler ile benzerlik göstermektedir. Deneme sonunda DSG ve KSG arasında seminal plazma ozmolaliteleri açısından anlamlı bir fark bulunmuştur (Şekil)($p < 0,05$). Bu farklılığa sıcaklık farklılıklarının sebep olmuş olabileceği tahmin edilmektedir.

Spermatozoanın mikrofili deliğini bulması işlemi, sperm hareketlilik süresi içerisinde gerçekleştiği için motilite süresi (s) sperm kalitesini belirlemede sıklıkla kullanılan ve kolayca ölçülen bir yöntemdir (Rurangwa, 2004). Anaç balıkların tutulduğu su sıcaklığının sperm motilitesi üzerinde etkili olduğu bilinmektedir (Aydın, 2011).

Birçok tatlı su balığında spermatozoa genellikle 2 dakikadan daha az bir süre hareketli kalmaktadır (Morisawa ve Suzuki, 1980; Perchec ve diğ. 1993; Billard ve diğ. 1995a,b). Kime (2001), çalışmasında Salmonid balıklarda sperm hareketlilik süresinin 30 saniyeden az olduğunu bildirmiştir. Vladiç ve Järvi, (1997), 3-4°C sıcaklıkta Karadeniz alabalığının Atlantik salmonuna kıyasla ortalama sperm motilite süresinin belirgin bir şekilde yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Motilite süresi ve spermatoza hızı, spermin aktive olduğu suyun sıcaklığına bağlı olarak değişebilmektedir (Morisawa ve diğ. 1983; Buck ve diğ. 1999; Alavi ve Cosson 2005; Heuser ve diğ. 2009; Dadras ve diğ. 2016).

Spermatozoa motilite süresi ile yapılan çalışmalara bakıldığında; Köse ve Şahin (2015), kaynak alabalığı ile yaptığı çalışmasında sperm hareketlilik süresinin yıl içerisinde ortalama $38,30 \pm 4,26$ sn ile ortalama $60,70 \pm 4,70$ sn arasında değiştiğini; Yavaş ve diğ. (2011), *Salmo trutta macrostigma* türünde ortalama $68,1 \pm 1,3$ sn; Rosengrave (2010), *Oncorhynchus tshawytscha* türünde ortalama 22,5 sn (7,4-39,5); Şahin ve diğ. (2013a), *Oncorhynchus mykiss* türünde $114,5 \pm 31,64$ sn; Erbaş (2013), *Salmo trutta labrax* türünde $54,16 \pm 9,48$ sn; Şahin ve diğ. (2013b) ise *Salmo coruhensis* türünde $129,5 \pm 38,78$ sn olarak rapor etmişlerdir.

Denemede elde edilen DSG anaçlarına ait $11 \pm 12^\circ\text{C}$ sıcaklıkta aktive edilen spermlerin hareketlilik süresi ortalama $36,62 \pm 6,72$ saniye; KSG anaçlarına ait spermlerin hareketlilik süresi $12,53 \pm 0,13^\circ\text{C}$ 'de $40 \pm 3,4$ saniye olarak yakın değerlerde bulunmuştur. Farklı çalışmalarda farklı sürelerin bulunma nedeninin sıcaklığa, balığın yaşına ve farklı türlere bağlı olduğunu söyleyebiliriz.

Sperm kalitesinde en çok kullanılan parametre olan sperm motilitesi ile dölleme oranı arasında pozitif korelasyon olduğu bildirmiştir (Scott ve Baynes, 1980; Stoss, 1983; Billard, 1986; Aas ve diğ. 1991; Ciereszko ve Dabrowski, 1994).

Dziewulska ve diğ. (2008) yaptığı çalışmada, sperm motilite yüzdesinin kahverengi alabalıklarda $\%98 \pm 6,32$ (80-100); kaynak alabalığında $\%91,88 \pm 9,61$ (0-100); gökkuşağı alabalığında ise $\%88,00 \pm 17,51$ (40-100) olduğunu; Köse ve Şahin (2015), kaynak alabalığında $\%64,60 \pm 10,03$ ile $\%98,30 \pm 1,67$ arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Yavaş ve diğ. (2011), *Salmo trutta macrostigma* türünde, $\%84,7 \pm 1,4$; Şahin ve diğ. (2013a), *Oncorhynchus mykiss* türünde, $\%97,5 \pm 4,52$; Erbaş (2013) *Salmo trutta labrax* türünde,

%87,36±9,63; Şahin ve diğ. (2013b), *Salmo coruhensis* türünde, %90±5,17 olduğunu rapor etmişlerdir. Rosengrave (2010) Kral somon balığında (*Oncorhynchus tshawytscha*) progresif motiliteyi %53,8 (28,3 - 81,3) olarak bildirmiştir.

Denemede elde edilen Dere Suyu Grubu anaçlarına ait spermilerin motilite değeri ortalama %93,90±7,47, progresif motilite değeri ise ortalama %37,94±25,06 olarak; Kuyu Suyu Grubu anaçları spermilerine ait spermilerin motilite değeri ise ortalama %98,16 ve progresif motilite ortalama %28,64 olarak bulunmuştur (Şekil 4.16) ($p>0,05$).

Lahnsteiner (2011), spermatozoa hızının 8°C, 12°C ve 16°C sıcaklıklarına nazaran daha düşük sıcaklık olan 4°C’de daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Gage ve diğ. (2004), Atlantik somonu ile yaptıkları çalışmada sperm hızı yüksek olan bireylerin yumurtayı dölleme başarısının daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Gage ve diğ. (2002), *Salmo salar* ile yaptıkları çalışmada ortalama sperm hızının 18 µm/sn ile 127 µm/sn arasında değiştiğini rapor etmiştir. Lahnsteiner ve diğ. (2004), *Salmo trutta* m. *fario* türünde yaptığı çalışmada VAP değerinin 116,3 µm/sn ile 120,7 µm/sn arasında değiştiğini söylemiştir. Rosengrave (2010), Salmonid türü olan kral somon balığında (*Oncorhynchus tshawytscha*) yaptığı çalışmada 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 ise %45,1 (%17 - %74,3) olarak tespit etmiştir. Dziewulska (2011), 6°C’lik suda aktive ettiği *Salmo trutta* m. *trutta* spermilerine ait VCL değerini 191,8±56,9 µm/sn, VSL değerini 122,0±36,6 µm/sn, VAP değerini 178,0±54,9 µm/sn, LIN değerini %65,5±32,0, STR değerini ise %68,6±31,4 bulunduğunu rapor etmiştir.

Denemede DSG anaçlarına ait 12°C sıcaklıktaki kuluçka suyu ile aktive edilen spermilerin motilite VCL değeri 102,50±18,39 µm/s; VSL değeri 80,82±19,31 µm/s; VAP değeri 83,73±19,43 µm/s; LIN değeri %79,50±7,80; STR değeri ise %95,45±1,85; Kuyu Suyu Grubu anaçlarının spermelerinde VCL değeri 92,18±23,56 µm/s; VSL değeri 81,63±20,78 µm/s; VAP değeri 84,40±21,64 µm/s; LIN değeri %87,15±7,07; STR değeri ise %95,04±5,67 olarak belirlenmiştir. CASA sistem ile belirlenen bu parametreler iki grup arasında karşılaştırıldığında bir fark oluşturmadıkları tespit edilmiştir (Şekil 4.17) ($p<0,05$).

Sonuç olarak, balıklardaki sperm kalitesi farklılıklarının erkek anaç bireylerin yaşı ve ağırlığına, sağım dönemine, sağım yöntemine, yetiştirme koşullarına, anacın sağım şekline, gamet bırakma davranışına (Piironen ve Hyvarinen, 1983; Rurangwa ve diğ. 2004), beslenmesine ve türe özgü genetik faktörlere bağlı olarak değiştiği bilinmektedir.

Kırmızı benekli doğal alabalık (*Salmo coruhensis*) türünde sperm kalitesine farklı su koşullarının etkisinin araştırıldığı bu çalışmada elde edilen veriler ışığında dere suyunda ve gün ışığı altındaki fotoperiyotta anaç bakımı yapılan bireylerden daha iyi kalitede sperm elde edildiği görüşüne varılmıştır. Aynı zamanda yıl içerisinde sabit olan kuyu suları ya da kaynak sularının kırmızı benekli alabalık üretiminde kullanılabileceği fakat aydınlatmanın ya da fotoperiyot unsurunun balıkların üreme sezonuna göre doğru zamanda ayarlanması gerektiği söylenebilir.

Sperm kalitesine ayrı ayrı ve beraber etkilerinin değişiklik gösterebilen birçok faktör olduğu için nesli tükenme tehlikesi altında olan bu türün sperm karakteristiğini ortaya koymak için bu türe özgü daha çok çalışma yapılmasının üretiminin yaygınlaşması için faydalı olacaktır.

Öte yandan iklim değişikliğinin çevre üzerinde yaptığı etkilerin her geçen gün artmasını göz önünde bulundursak, Salmonid türü olan kırmızı benekli alabalıkların sperm kalitesine farklı su ve çevre koşullarının etkileri ve bu etkilerin nedenleri üzerine gelecekte farklı bilimsel çalışmalar planlanmalıdır. Böylelikle bu türün yaygın olarak üretiminde yaşanabilecek sorunlar aydınlanabilecek ve daha ekonomik bir yetiştiricilik yapılabilecektir.

KAYNAKLAR

- Aas, G.H., Refstie, T., Gjerde, B., 1991, Evaluation of milt quality of Atlantic salmon, *Aquaculture*, 95 (1-2), 125-132.
- Akhan, S., Okumuş, I., Delihasan Sonay, F., Kocak, N., 2010, Growth, slaughter yield and proximate composition of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) raised under commercial farming condition in Black Sea, *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(2), 291-296.
- Akman, N., Aksoy, F., Şahin, O., Kaya, Ç. Y., Erdoğan, G., 2006, *Cumhuriyetimizin 100. Yılında Türkiye'nin Hayvansal Üretimi*. Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiricileri Merkez Birliği Yayınları No:4, Ankara, ISBN:975-94093-3-X.
- Aksungur, M., Alkan, A., Zengin, B., Yılmaz, C., and Tabak, İ., 2007, The Effect of Environmental Parameters on Migration Patterns of Black Sea Trout in Fresh Water in Eastern Black Sea Region, *Ekoloji*, 17(65), 28-35.
- Alavi, S.M.H., Cosson, J., Karami, M., Amiri, B.M., Akhoundzadeh, M.A., 2004, Spermatozoa motility in the Persian sturgeon, *Acipenser persicus*: effects of pH, dilution rate, ions and osmolality, *Reproduction*, 128 (6), 819-828.
- Alavi, S.M.H., ve Cosson, J., 2005, Sperm motility in fishes. I. Effects of temperature and pH: a review, *Cell Biology International*, 29 (2), 101-110.
- Alpbaz, A., ve Hoşsucu, H., 1996, *İç su balıkları yetiştiriciliği*, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Anonim, 2006, *Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliğine İlişkin Uygulama Esasları (Genelge 2006/1)*, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2013, *Rize ili Karadeniz alabalığı Salmo coruhensis (Syn: Salmo trutta labrax) türü koruma eylem planı*, T.C. Orman ve su işleri bakanlığı doğa koruma ve milli parklar genel müdürlüğü 12. bölge müdürlüğü, Rize.
- Anonim, 2016, Palearktik bölge, https://tr.wikipedia.org/wiki/Palearktik_bölge, [Ziyaret tarihi: 10 Kasım 2016]
- APHA, AWWA, WEF, 1989. *Standard methods for the examination of water and wastewater*, American Public Health Association, Washington.
- Aras, M.S Aras, M. S., Çetinkaya, O. ve Karataş, M., 1997, Anadolu Alabalığı (*Salmo trutta macrostigma* Dum., 1858)'nın Türkiye'deki Bugünkü Durumu, *Akdeniz Balıkçılık Kongresi*, İzmir, 605-611.

- Aras, M.S., 1976, Çoruh ve Aras Havzası alabalıkları üzerine biyoeekolojik araştırmalar, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (1), 1-16.
- Aras, N. M., Haliloğlu, H. İ., Ayık, Ö., ve Yetim, H., 2003, Comparison of fatty acid profiles of different tissues of mature trout (*Salmo trutta labrax*, Pallas, 1811) caught from Kazandere Creek in the Çoruh Region, Erzurum, Turkey, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27(2), 311-316.
- Arıman, H. ve Kocaman, E.M., 2003, Aras, Yukarı Fırat ve Çoruh Havzaları'nda yaşayan alabalık (*Salmo trutta* L.)'ların özellikleri, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(2), 193-197.
- Arslan, M., Aras, N., M. ve Yıldırım, A., 2000, Doğal alabalığın Cenker Çayı (Çoruh Havzası)'nın populasyon yapısı ve büyüme özellikleri, *Su Ürünleri Sempozyumu*, 22-24 Eylül 2000, Sinop, 266-278.
- Asturiano, J.F., Cabrita, E., Horváth, Á., 2016, Progress, challenges and perspectives on fish gamete cryopreservation: A mini-review, *General and Comparative Endocrinology*.
- Atay, D., 1980, *Alabalık üretim tekniği*, Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- Aydın, H., ve Yandı, İ., 2002, Karadeniz Alası (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811)'nın Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Yumurtlama Alanlarının Durumu, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 19, 3-4.
- Aydın, İ., 2011, Kültür balıklarında sperm kalitesi: kalite parametrelerin ölçümü ve kaliteyi etkileyen faktörler, *Yunus Araştırma Bülteni*, 2011 (1).
- Babaoğlu, A.O., 2007, *Alabalık spermlerinin kısa süreli muhafaza koşullarına adaptasyonu*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Babiak, I., Glogowski, J., Goryczko, K., Dobosz, S., Kuzminski, H., Strzezek, J., Demianowicz, W., 2001, Effect of extender composition and equilibration time on fertilization ability and enzymatic activity of rainbow trout cryopreserved spermatozoa, *Theriogenology*, 56 (1), 177-192.
- Baki B., 2006, *Gökkusağı Alabalıklarından (Oncorhynchus Mykiss, W., 1792) elde edilen yumurtaların iki farklı su kaynağında açılma süreleri, larva çıkışı ve büyümelerinin karşılaştırılması*, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Baki H., 2002, *Karadeniz Alabalığı (Salmo trutta labrax Pallas, 1811) üretiminde anaç balıkların (F3) üreme özelliklerinin özel işletme şartlarında belirlenmesi*, Doktora Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Başçınar, N., 2004, Dünyada su ürünleri yetiştiriciliği ve ülkemizin geleceğine bakış, *Yunus Araştırma Bülteni*, 1, 6-9.

- Başçınar, N., Çakmak, E., Çavdar, Y., Aksungur, N., 2007, The effect of feeding frequency on growth performance and feed conversion rate of black sea trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7(1), 3-17.
- Başçınar, N., Kocabaş, M., Atasaral Şahin, S., Okumuş, I., 2010a, Comparison of hatching performances and yolk sac absorptions of Black Sea trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811), Brook Trout (*Salvelinus fontinalis* Mitchill, 1814) and Their Hybrids. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16, 205-206.
- Başçınar, N., Şebnem, S. A., Mehmet, K., 2010b, Effect of duo-culture on growth performance of brook trout (*Salvelinus fontinalis* Mitchill, 1814) and Black sea trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811) in tank reared condition. *Kafkas üniversitesi veteriner fakültesi dergisi*, 16, 249-254.
- Baynes, S.M., Scott, A.P., 1985, Seasonal variations in parameters of milt production and in plasma concentration of sex steroids of male rainbow trout (*Salmo gairdneri*), *General and comparative endocrinology*, 57 (1), 150-160.
- Baynes, S.M., Scott, A.P., Dawson, A.P., 1981, Rainbow trout, *Salmo gairdnerii* Richardson, spermatozoa: effects of cations and pH on motility, *Journal of fish biology*, 19 (3), 259-267.
- Behnke, R.J., 1972, The systematics of salmonid fishes of recently glaciated lakes, *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 29 (6), 639-671.
- Beirão, J., Cabrita, E., Pérez-Cerezales, S., Martínez-Páramo, S., Herráez, M.P., 2011, Effect of cryopreservation on fish sperm subpopulations, *Cryobiology*, 62 (1), 22-31.
- Beirão, J., Soares, F., Herráez, M.P., Dinis, M.T., Cabrita, E., 2009, Sperm quality evaluation in *Solea senegalensis* during the reproductive season at cellular level, *Theriogenology*, 72 (9), 1251-1261.
- Berg, L.S., 1962, *Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries (Vol. 1)*, Israel Program for Scientific Translations, Washington.
- Berg, O.K., 1985, The formation of non-anadromous populations of Atlantic salmon, *Salmon salar* L., in Europe, *Journal of Fish Biology*, 27 (6), 805-815.
- Bernatchez, L., 2001, The evolutionary history of brown trout (*Salmo trutta* L.) inferred from phylogeographic, nested clade, and mismatch analyses of mitochondrial DNA variation, *Evolution*, 55 (2), 351-379.
- Berra, T.M., 2001, *Freshwater Fish Distribution*, Academic Press, California, ISBN: 0-12-093156-7.
- Billard, R., 1983a, Effects of coelomic and seminal fluids and various saline diluents on the fertilizing ability of spermatozoa in the rainbow trout, *Salmo gairdneri*, *Journal of Reproduction and Fertility*, 68 (1), 77-84.

- Billard, R., 1983b, Spermiogenesis in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Cell and Tissue Research*, 233 (2), 265-284.
- Billard, R., 1986, Spermatogenesis and spermatology of some teleost fish species, *Reproduction Nutrition Développement*, 26 (4), 877-920.
- Billard, R., 1990, Spermatogenesis in teleost fish, *Marshall's Physiology of Reproduction*, 2, 183-212.
- Billard, R., Cosson, J., Perchec, G., Linhart, O., 1995, Biology of sperm and artificial reproduction in carp, *Aquaculture*, 129 (1), 95-112.
- Billard, R., ve Cosson, M.P., 1992, Some problems related to the assessment of sperm motility in freshwater fish, *Journal of Experimental Zoology*, 261 (2), 122-131.
- Bobe, J., Labbe, C., 2010, Egg and sperm quality in fish, *General and Comparative Endocrinology*, 165 (3), 535-548.
- Boeuf, G., ve Le Bail, P.Y., 1999, Does light have an influence on fish growth?, *Aquaculture*, 177 (1), 129-152.
- Bouck, G.R., ve Jacobson, J., 1976, Estimation of salmonid sperm concentration by microhematocrit technique, *Transactions of the American Fisheries Society*, 105 (4), 534-535.
- Bromage, N., Porter, M., 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.
- Bromage, N., ve Cumaranatunga, R., 1988, Egg production in the rainbow trout, *Recent Advances in Aquaculture*, 63-138.
- Bromage, N.R. ve Roberts, R.J., 1995, *Broodstock management and egg and larval quality*, Blackwell Science Ltd., Cambridge.
- Brooks, S., Tyler, C.R., Sumpter, J.P., 1997, Egg quality in fish: what makes a good egg? *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 7 (4), 387-416.
- Buck, J., Sinclair, M. L., Schapal, L., Cann, M. J., Levin, L. R., 1999, Cytosolic adenylyl cyclase defines a unique signaling molecule in mammals, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(1), 79-84.
- Burness, G., Casselman, S.J., Schulte-Hostedde, A.I., Moyes, C.D., Montgomerie, R., 2004, Sperm swimming speed and energetics vary with sperm competition risk in bluegill (*Lepomis macrochirus*), *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 56 (1), 65-70.
- Burness, G., Schulte-Hostedde, A.I., Montgomerie, R., 2008, Body condition influences sperm energetics in lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*), *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 65 (4), 615-620.

- Büyükhatipoğlu, S. ve Holtz, W., 1984, Sperm output in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) effect of age, timing and frequency of stripping and presence of females, *Aquaculture*, 37 (1), 63-71.
- Cabrita, E., Engrola, S., Conceição, L.E.C., Pousão-Ferreira, P., Dinis, M.T., 2009, Successful cryopreservation of sperm from sex-reversed dusky grouper, *Epinephelus marginatus*, *Aquaculture*, 287 (1), 152-157.
- Cabrita, E., Robles, V., Herráez, P., 2008, *Methods in reproductive aquaculture: marine and freshwater species*, CRC Press. United States of America, ISBN: 978-0-8493-8053-2.
- Campbell, J.S., 1977, Spawning characteristics of brown trout and sea trout *Salmo trutta* L. in Kirk Burn, River Tweed, Scotland, *Journal of Fish Biology*, 11 (3), 217-229.
- Campbell, P.M., Pottinger, T.G., Sumpter, J.P., 1992, Stress reduces the quality of gametes produced by rainbow trout, *Biology of Reproduction*, 47 (6), 1140-1150.
- Carrillo, M., Bromage, N., Zanuy, S., Serrano, R., 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), 351-365.
- Casselman, S.J., Schulte-Hostedde, A.I., Montgomerie, R., 2006, Sperm quality influences male fertilization success in walleye (*Sander vitreus*), *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63 (9), 2119-2125.
- Chowdhury, I. ve Joy, K.P., 2001, Seminal vesicle and testis secretions in *Heteropneustes fossilis* (Bloch): composition and effects on sperm motility and fertilization, *Aquaculture*, 193 (3), 355-371.
- Chowdhury, I. ve Joy, K.P., 2007, Seminal vesicle and its role in the reproduction of teleosts, *Fish Physiology and Biochemistry*, 33(4), 383-398.
- Christ, S.A., Toth, G.P., McCarthy, H.W., Torsella, J.A., Smith, M.K., 1996, Monthly variation in sperm motility in common carp assessed using computer-assisted sperm analysis (CASA), *Journal of Fish Biology*, 48 (6), 1210-1222.
- Christiansen, R. ve Torrissen, O. J., 1997, Effects of dietary astaxanthin supplementation on fertilization and egg survival in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.), *Aquaculture*, 153(1), 51-62.
- Ciereszko, A. ve 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. ve 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.

- Clearwater, S. J. ve 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., Groison, A.L., Fauvel, C., Suquet, M., 2010, Description of hake (*Merlucius merlucius*) spermatozoa: flagellar wave characteristics and motility parameters in various situations, *Journal of Applied Ichthyology*, 26 (5), 644-652.
- Cosson, J., Groison, A.L., Suquet, M., Fauvel, C., Dreanno, C., Billard, R., 2008, Studying sperm motility in marine fish: an overview on the state of the art, *Journal of Applied Ichthyology*, 24 (4), 460-486.
- Cosson, M.P., Cosson, J., Billard, R., 1991, Synchronous triggering of trout sperm is followed by an invariable set sequence of movement parameters whatever the incubation medium, *Cell Motility and the Cytoskeleton*, 20 (1), 55-68.
- Çakmak, E., AK, O., Aksungur, N., Firidin, Ş., Çavdar, Y., Aksungur, M., Kurtoğlu İ.Z., Zengin, B., 2011, Yanbolu Deresine Bırakılan Karadeniz Alabalığının (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811) Geri Dönüşümü, Büyümesi ve Beslenmesi, *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 6(1).
- Çelikkale, M. S., 1982, Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliğinde Değişik Stok, and Yemleme Tekniklerinin Karşılaştırılması, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*. 820.
- Çelikkale, M.S., 1988, *İçsu balıkları ve yetiştiriciliği*, Karadeniz Teknik Üniversitesi. Trabzon.
- Çelikkale, M. S., Atay, D., Büyükhatipoğlu, Ş., 1981, Effect of Different Stocking Densities on Growth and Food Conversion Rates of Rainbow Trout in Cage in Konuklar Beşgöz Lakes. *Doğa Bilim Dergisi*, 5, 147-157.
- Çelikkale, M. S., Düzgüneş, E., Okumuş, İ., 1999, *Türkiye su ürünleri sektörü: potansiyeli, mevcut durumu, sorunları ve çözüm önerileri*, İstanbul Ticaret Odası, İstanbul, ISBN:975-512-321-0.
- Çiçek, E., Birecikligil, S.S., Fricke, R., 2015, Freshwater fishes of Turkey; a revised and updated annotated checklist, *Biharean Biologists*, 9 (2), 141-157.
- Çiftçi, Y., 2006, *Türkiye Alabalık (Salmo Trutta Linnaeus, 1758 ve Salmo Platycephalus Behnke, 1968) populasyonlarının genetik yapısının mtdna-rflp analiz yöntemiyle belirlenmesi*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Dadras, H., Dzyuba, B., Cosson, J., Golpour, A., Siddique, M. A. M., Linhart, O., 2016, Effect of water temperature on the physiology of fish spermatozoon function: a brief review, *Aquaculture Research*, 1-12.

- Dreanno, C., Suquet, M., Desbruyeres, E., Cosson, J., Le Delliou, H., Billard, R., 1998, Effect of urine on semen quality in turbot (*Psetta maxima*), *Aquaculture*, 169 (3), 247-262.
- Dziewulska, K. ve Domagała, J., 2013, Effect of pH and cation concentrations on spermatozoan motility of sea trout (*Salmo trutta m. trutta* L.), *Theriogenology*, 79 (1), 48-58.
- Dziewulska, K., Rzemieniecki, A., 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., 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.
- Dzyuba, B., Boryshpolets, S., Rodina, M., Gela, D., Linhart, O., 2010, Spontaneous activation of spermatozoa motility by routine freeze-thawing in different fish species, *Journal of Applied Ichthyology*, 26(5), 720-725.
- Elliott, J.M., 1994, *Quantitative ecology and the brown trout*. Oxford university press, Oxford, ISBN: 0-19-854678-5.
- Ellis, W.G. ve Jones, J.W., 1939, The activity of the spermatozoa of *Salmo salar* in relation to osmotic pressure, *Journal of Experimental Biology*, 16 (4), 530-534.
- Erbaş, H.İ., 2013, *Yemleme sıklığının Karadeniz Alabalığı (Salmo trutta labrax Pallas, 1811)'nın sperm ve yumurta kalitesine etkisinin belirlenmesi*, Yüksek Lisans, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Evans, D.M., 1994, Observations on the spawning behaviour of male and female adult sea trout, *Salmo trutta* L., using radio-telemetry, *Fisheries Management and Ecology*, 1 (2), 91-105.
- FAO, 2014, *The state of world fisheries and aquaculture 2014, Opportunities and challenges*, Food and agriculture organization of the united nations, Rome, ISBN: 978-92-5-108275-1.
- FAO, 2016, *The state of world fisheries and aquaculture 2016, Contributing to food security and nutrition for all*, Food and agriculture organization of the united nations, Rome, ISBN: 978-92-5-109185-2.
- Fauvel, C., Suquet, M., Dreanno, C., Zonno, V., Menu, B., 1998, Cryopreservation of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) spermatozoa in experimental and production simulating conditions, *Aquatic Living Resources*, 11 (6), 387-394.
- Figuerola, E., Risopatrón, J., Sánchez, R., Isachenko, E., Merino, O., Isachenko, V., Valdebenito, I., 2013, Spermatozoa vitrification of sex-reversed rainbow trout

- (*Oncorhynchus mykiss*): Effect of seminal plasma on physiological parameters, *Aquaculture*, 372, 119-126.
- Figuerola, E., Valdebenito, I., Farias, J.G., 2016, Technologies used in the study of sperm function in cryopreserved fish spermatozoa, *Aquaculture Research*, 47, 1691-1705.
- Foot, R.H., 2003, Fertility estimation: a review of past experience and future prospects, *Animal Reproduction Science*, 75 (1), 119-139.
- Freyhof, J., 2013, *Salmo labrax* The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T135658A4172650, <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T135658A4172650.en>, [Ziyaret tarihi: 10 Kasım 2016].
- Gage, M.J., Macfarlane, C.P., Yeates, S., Ward, R.G., Searle, J.B., Parker, G.A., 2004, Spermatozoal traits and sperm competition in Atlantic salmon: relative sperm velocity is the primary determinant of fertilization success, *Current Biology*, 14 (1), 44-47.
- Gage, M.J.G., MacFarlane, C., Yeates, S., Shackleton, R., Parker, G.A., 2002, Relationships between sperm morphometry and sperm motility in the Atlantic salmon, *Journal of Fish Biology*, 61 (6), 1528-1539.
- Gallego, V., Carneiro, P.C.F., Mazzeo, I., Vilchez, M.C., Peñaranda, D.S., Soler, C., Asturiano, J.F., 2013a, Standardization of European eel (*Anguilla anguilla*) sperm motility evaluation by CASA software, *Theriogenology*, 79 (7), 1034-1040.
- Gallego, V., Pérez, L., Asturiano, J.F., Yoshida, M., 2013b, Relationship between spermatozoa motility parameters, sperm/egg ratio, and fertilization and hatching rates in pufferfish (*Takifugu niphobles*), *Aquaculture*, 416, 238-243.
- Geffen, A.J. ve Evans, J.P., 2000, Sperm traits and fertilization success of male and sex-reversed female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*, 182 (1), 61-72.
- Geldiay, R. ve Balık, S., 1999, *Türkiye Tatlısu Balıkları III. Baskı*, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir, ISBN: 9754837315.
- Ginsburg, A.S., 1963, Sperm-egg association and its relationship to the activation of the egg in salmonid fishes, *Development*, 11 (1), 13-33.
- Gjerde, B., 1984, Response to individual selection for age at sexual maturity in Atlantic salmon, *Aquaculture*, 38 (3), 229-240.
- Glogowski, J., Kolman, R., Szczepkowski, M., Horváth, Á., Urbányi, B., Sieczyński, P., Ciereszko, A., 2002, Fertilization rate of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*, Brandt) milt cryopreserved with methanol, *Aquaculture*, 211 (1), 367-373.
- Glogowski, J., Kwasnik, M., Piros, B., Dabrowski, K., Goryczko, K., Dobosz, S., Ciereszko, A., 2000, Characterization of rainbow trout milt collected with a

- catheter: semen parameters and cryopreservation success *Aquaculture research*, 31 (3), 289-296.
- Güllü, K., 2007, *Balık Üreticisi El Kitabı*, Sas ajans, İzmir, ISBN: 978-9944-0934-0-8.
- Güven, E., Yıldız, M., Baltacı, M.A., 2016, Kırmızı Benekli (*Salmo trutta* sp.) Alabalık yumurtalarının inkübasyonu ve yavruların beslenmesi üzerine bir araştırma, *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(3), 209-216.
- Hatipoğlu, T., 2007, *Abant Alabalığında (Salmo trutta abanticus) bazı reproduktif özelliklerin saptanması spermanın kısa süreli saklanması ve dölverimi*, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Heuser, T., Raytchev, M., Krell, J., Porter, M. E., Nicastro, D., 2009, The dynein regulatory complex is the nexin link and a major regulatory node in cilia and flagella. *The Journal of Cell Biology*, 187(6), 921-933.
- Hilder, M.L. ve Pankhurst, N.W., 2003, Evidence that temperature change cues reproductive development in the spiny damselfish, *Acanthochromis polyacanthus*, *Environmental Biology of Fishes*, 66 (2), 187-196.
- Hwang, P.C. ve 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.
- Islam, M.S. ve Akhter, T., 2011, Tale of fish sperm and factors affecting sperm motility: a review, *Advances in Life Sciences*, 1 (1), 11-19.
- Jamieson, B.G. ve 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.
- Jobling, S., Coey, S., Whitmore, J.G., Kime, D.E., Van Look, K.J.W., McAllister, B.G., Sumpter, J.P., 2002, Wild intersex roach (*Rutilus rutilus*) have reduced fertility, *Biology of Reproduction*, 67 (2), 515-524.
- Jonsson, B., 1985, Life history patterns of freshwater resident and sea-run migrant brown trout in Norway, *Transactions of the American Fisheries Society*, 114 (2), 182-194.
- Karayücel İ. ve Karayücel S., 2016, *Balıklarda üreme*, Nobel akademik yayıncılık, Ankara, ISBN: 978-605-320-441-1.
- Kime, D.E. ve Nash, J.P., 1999, Gamete viability as an indicator of reproductive endocrine disruption in fish, *Science of the Total Environment*, 233 (1), 123-129.
- Kime, D. E., Van Look, K. J. W., McAllister, B. G., Huyskens, G., Rurangwa, E., & Ollevier, F., 2001, Computer-assisted sperm analysis (CASA) as a tool for monitoring sperm quality in fish, *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 130(4), 425-433.

- Kime, D.E., Van Look, K.J.W., McAllister, B.G., Huyskens, G., Rurangwa, E., Ollevier, F., 2001, Computer-assisted sperm analysis (CASA) as a tool for monitoring sperm quality in fish, *Comparative biochemistry and Physiology Part C: Toxicology and Pharmacology*, 130 (4), 425-433.
- King, H.R. ve Pankhurst, N.W., 2000, Ovulation of Tasmanian Atlantic salmon maintained at elevated temperatures: implications of climate change for sustainable industry development. In *International Symposium on the Reproductive Physiology of Fish*.
- Kjorsvik, E., Mangor-Jensen, A., Holmefjord, I., 1990, Egg quality in fishes, *Advances in Marine Biology*, 26, 71-113.
- Klemetsen, A., Amundsen, P.A., Dempson, J.B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'connell, M.F., Mortensen, E., 2003, Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories, *Ecology of Freshwater Fish*, 12 (1), 1-59.
- Kocabaş, M., 2009, *Türkiye Doğal Alabalık (Salmo trutta) ekotiplerinin kültür şartlarında büyüme performansı ve morfolojik özelliklerinin karşılaştırılması*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kocaman, E. ve Sayılı, M., 2014, Economic analysis of rainbow trout farms in Gümüşhane province, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(1), 36.
- Kottelat, M. ve Freyhof, J., 2007, *Handbook of European freshwater fishes*. Imprimerie du democrate, Switzerland, ISBN: 978-2-8399-0298-4.
- Köprücü, K. ve Gür, S., 1999, Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W.)'nın sperma ve yumurta kalitesinin dölverimi üzerine etkisi, *Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 9 (1-2), 81-86.
- 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.
- Kruger, J.D.W., Smit, G.L., Vuren, J.H.J., Ferreira, J.T., 1984, Some chemical and physical characteristics of the semen of *Cyprinus carpio* L. and *Oreochromis mossambicus* (Peters), *Journal of Fish Biology*, 24 (3), 263-272.
- Kuru, m., 2004, Türkiye içsu balıklarının son sistematik durumu, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 1-21.
- Labbe, C. ve Maisse, G., 1996, Influence of rainbow trout thermal acclimation on sperm cryopreservation: relation to change in the lipid composition of the plasma membrane, *Aquaculture*, 145 (1), 281-294.
- L'Abée-Lund, J.H., Jonsson, B., Jensen, A.J., Saettem, L.M., Heggberget, T.G., Johnsen, B.O., Naesje, T.F., 1989, Latitudinal variation in life-history characteristics of sea-

- run migrant brown trout *Salmo trutta*, *The Journal of Animal Ecology*, 58(2), 525-542.
- Lahnsteiner, F., 2009, The role of free amino acids in semen of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and carp *Cyprinus carpio*, *Journal of Fish Biology*, 75 (4), 816-833.
- Lahnsteiner, F., 2011, Spermatozoa of the teleost fish *Perca fluviatilis* (perch) have the ability to swim for more than two hours in saline solutions, *Aquaculture*, 314 (1), 221-224.
- Lahnsteiner, F. ve Leitner, S., 2013, Effect of temperature on gametogenesis and gamete quality in brown trout, *Salmo trutta*, *Journal of Experimental Zoology Part a: Ecological Genetics and Physiology*, 319 (3), 138-148.
- Lahnsteiner, F., Berger, B., Weismann, T., 1999, Sperm metabolism of the telost fishes *Chalcalburnus chalcoides* and *Oncorhynchus mykiss* and its relation to motility and viability, *Journal of Experimental Zoology*, 284 (4), 454-465.
- Lahnsteiner, F., Berger, B., Weismann, T., Patzner, R., 1996a, Changes in morphology, physiology, metabolism, and fertilization capacity of rainbow trout semen following cryopreservation, *The Progressive Fish-Culturist*, 58 (3), 149-159.
- Lahnsteiner, F., Berger, B., Weismann, T., Patzner, R.A., 1996b, 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., 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., Mansour, N., McNiven, M.A., Richardson, G.F., 2009, Fatty acids of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) semen: composition and effects on sperm functionality, *Aquaculture*, 298 (1), 118-124.
- Lahnsteiner, F., Patzner, R.A., Weismann, T., 1993a, Energy resources of spermatozoa of the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Pisces, Teleostei), *Reproduction Nutrition Development*, 33 (4), 349-360.
- Lahnsteiner, F., Patzner, R.A., Weismann, T., 1993b, The spermatid ducts of salmonid fishes (Salmonidae, Teleostei), Morphology, histochemistry and composition of the secretion, *Journal of Fish Biology*, 42 (1), 79-93.
- Lahnsteiner, F. ve Mansour, N., 2012, The effect of temperature on sperm motility and enzymatic activity in brown trout *Salmo trutta*, burbot *Lota lota* and grayling *Thymallus thymallus*, *Journal of Fish Biology*, 81 (1), 197-209.
- Lahnsteiner, F., Weismann, T., Patzner, R.A., 1997, Aging processes in semen of the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, *The Progressive Fish-Culturist*, 58, 149-159.

- Lam, T.J., 1983, 2 environmental influences on gonadal activity in fish, *Fish physiology*, 9, 65-116.
- Leitritz, E. ve Lewis, R. C., 1980, *Trout and salmon culture: hatchery methods*. UCANR Publications, United States of America, ISBN: 0-931876-36-2.
- Leung-Trujillo, J. R. ve Lawrence, A. L., 1987, Observations on the decline in sperm quality of *Penaeus setiferus* under laboratory conditions, *Aquaculture*, 65(3-4), 363-370.
- Linhart, O., Rodina, M., Cosson, J., 2000, Cryopreservation of sperm in common carp *Cyprinus carpio*: sperm motility and hatching success of embryos., *Cryobiology*, 41 (3), 241-250.
- Liu, Q.H., Li, J., Xiao, Z.Z., Ding, F.H., De Yu, D., Xu, X.Z., 2007, Use of computer-assisted sperm analysis (CASA) to evaluate the quality of cryopreserved sperm in red seabream (*Pagrus major*), *Aquaculture*, 263 (1), 20-25.
- Locatello, L., Rasotto, M.B., Evans, J.P., Pilastro, A., 2006, Colourful male guppies produce faster and more viable sperm, *Journal of Evolutionary Biology*, 19 (5), 1595-1602.
- MacCrimmon, H.R. ve Marshall, T.L., 1968, World distribution of brown trout, *Salmo trutta*, *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 25 (12), 2527-2548.
- Malo, A.F., Gomendio, M., Garde, J., Lang-Lenton, B., Soler, A.J., Roldan, E.R., 2006, Sperm design and sperm function, *Biology Letters*, 2 (2), 246-249.
- Mattei, X., 1988, The flagellar apparatus of spermatozoa in fish. Ultrastructure and evolution, *Biology of the Cell*, 63 (2), 151-158.
- Memiş, D., Demir, N., Eroldoğan, O. T., ve Küçük, S., 2002, Aquaculture in Turkey, *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh*, 54(1), 3-9.
- Morisawa, M., 1985, Initiation mechanism of sperm motility at spawning in teleosts, *Zoological Science*, 2 (5), 605-615.
- Morisawa, M., 2008, Adaptation and strategy for fertilization in the sperm of teleost fish, *Journal of Applied Ichthyology*, 24 (4), 362-370.
- Morisawa, M. ve Suzuki, K., 1980, Osmolality and potassium ion: their roles in initiation of sperm motility in teleosts, *Science*, 210 (4474), 1145-1147.
- Morisawa, M., Okuno, M., Suzuki, K., Morisawa, S., Ishida, K., 1983a, Initiation of sperm motility in teleosts, *Journal of Submicroscopic Cytology*, 15 (1), 61-65.
- Morisawa, M., Suzuki, K., Morisawa, S., 1983b, Effects of potassium and osmolality on spermatozoan motility of salmonid fishes, *Journal of Experimental Biology*, 107 (1), 105-113.

- Morisawa, M., Suzuki, K., Shimizu, H., Morisawa, S., Yasuda, K., 1983c, Effects of osmolality and potassium on motility of spermatozoa from freshwater cyprinid fishes, *Journal of Experimental Biology*, 107 (1), 95-103.
- Morisawa, S. ve 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.
- Morrison, J.K. ve Smith, C.E., 1986, Altering the spawning cycle of rainbow trout by manipulating water temperature, *The Progressive Fish-Culturist*, 48 (1), 52-54.
- Mortensen, A. ve Damsgård, B., 1993, Compensatory growth and weight segregation following light and temperature manipulation of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.), *Aquaculture*, 114(3), 261-272.
- Mounib, M.S., 1978, Cryogenic preservation of fish and mammalian spermatozoa, *Journal of Reproduction and Fertility*, 53 (1), 13-18.
- Munkittrick, K.R. ve 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.
- Nakari, T., Soivio, A., Pesonen, S., 1987, Effects of an advanced photoperiod cycle on the gonadal development and spawning time of 2-year-old *Salmo gairdneri* R. reared in earth ponds under extreme annual water temperatures, *Aquaculture*, 67 (3), 369-384.
- Oda, S. ve Morisawa, M., 1993, Rises of intracellular Ca²⁺ and pH mediate the initiation of sperm motility by hyperosmolality in marine teleosts, *Cell Motility and the Cytoskeleton*, 25 (2), 171-178.
- Oppedal, F., Taranger, G. L., ve Hansen, T., 2003, Growth performance and sexual maturation in diploid and triploid Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in seawater tanks exposed to continuous light or simulated natural photoperiod. *Aquaculture*, 215(1), 145-162.
- Özgür, M.E., 2011, Balıklarda gamet hücreleri, kaliteleri ve üretime etkileri, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 4(2), 17-24.
- Özgür, M.E., Altan, B., Kınalı, G., Karcı, E., A Research to Determine Some Spermatological Characteristics of *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) in Karasu River at Kemaliye, *Erzincan Üniversitesi AquaClub Su Ürünleri Araştırma ve Geliştirme Bilim Kulübü Kemaliye 5.Geleneksel Su Ürünleri Bilimsel ve Kültürel Platformu (Ulusal)*, 31 Mayıs-1 Haziran 2008, Erzincan.
- Pakkasmaa, S. ve Piironen, J., 2001, Morphological differentiation among local trout (*Salmo trutta*) populations, *Biological Journal of the Linnean Society*, 72 (2), 231-239.

- Pankhurst, N.W. ve Thomas, P.M., 1998, Maintenance at elevated temperature delays the steroidogenic and ovulatory responsiveness of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* to luteinizing hormone releasing hormone analogue, *Aquaculture*, 166 (1), 163-177.
- Pankhurst, N.W., Purser, G.J., Van Der Kraak, G., Thomas, P.M., Forteach, G.N.R., 1996, Effect of holding temperature on ovulation, egg fertility, plasma levels of reproductive hormones and in vitro ovarian steroidogenesis in the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*, *Aquaculture*, 146 (3), 277-290.
- Pennell, W. ve Barton, B.A., 1996, *Principles of salmonid culture*, Elsevier Science, Amsterdam, ISBN:0-444-82152-X.
- Perchec, P. G., Cosson, J., Billard, F. A., 1993, La motilité des spermatozoïdes de truite (*Oncorhynchus mykiss*) et de carpe (*Cyprinus carpio*), *Journal of Applied Ichthyology*, 9(3-4), 129-149.
- Perchec, G., Jeulin, C., Cosson, J., Andre, F., Billard, R., 1995, Relationship between sperm ATP content and motility of carp spermatozoa, *Journal of Cell Science*, 108 (2), 747-753.
- Pérez, L., Asturiano, J.F., Martinez, S., Tomas, A., Olivares, L., Mocé, E., Jover, M., 2003, Ionic composition and physio-chemical parameters of the European eel (*Anguilla anguilla*) seminal plasma, *Fish Physiology and Biochemistry*, 28 (1), 221-222.
- Pérez, L., Peñaranda, D., Gallego, V., Asturiano, J., 2009, Testis development, sperm quality evaluation and cryopreservation in the European eel, *Spawning Migration of the European Eel*, 333-362.
- 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), 337-350.
- Piironen, J. ve Hyvärinen, H., 1983, Composition of the milt of some teleost fishes, *Journal of Fish Biology*, 22(3), 351-361.
- Polat, N., Uğurlu, S., Kandemir, Ş., 2011, Türkiye'nin endemik ve egzotik alabalıkları, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 4(1),1-9.
- Purchase, C.F., Butts, I.A., Alonso-Fernandez, A., Trippel, E.A., 2010, Thermal reaction norms in sperm performance of Atlantic cod (*Gadus morhua*), *Canadian journal of fisheries and Aquatic Sciences*, 67 (3), 498-510.
- Rainis, S., Gasco, L., Ballestrazzi, R., 2005, Comparative study on milt quality features of different finfish species, *Italian Journal of Animal Science*, 4 (4), 355-363.
- Rakitin, A., Ferguson, M.M., Trippel, E.A., 1999, Spermatocrit and spermatozoa density in Atlantic cod (*Gadus morhua*): correlation and variation during the spawning season, *Aquaculture*, 170 (3), 349-358.

- Rosengrave, P., Taylor, H., Montgomerie, R., Metcalf, V., McBride, K., 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, B., 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., Biegniewska, A., Slominska, E., Skorkowski, E.F., Ollevier, F., 2002, Effect of tributyltin on adenylate content and enzyme activities of teleost sperm: a biochemical approach to study the mechanisms of toxicant reduced spermatozoa motility, *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology and Pharmacology*, 131 (3), 335-344.
- Rurangwa, E., Kime, D.E., Ollevier, F., Nash, J.P., 2004, The measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in cultured fish, *Aquaculture*, 234 (1), 1-28.
- Rurangwa, E., Volckaert, F.A.M., Huyskens, G., Kime, D.E., Ollevier, F., 2001, Quality control of refrigerated and cryopreserved semen using computer-assisted sperm analysis (CASA), viable staining and standardized fertilization in African catfish (*Clarias gariepinus*), *Theriogenology*, 55 (3), 751-769.
- Schlenk, W. ve Kahmann, H., 1938, Die chemische Zusammensetzung des Spermaliquors und ihre physiologische Bedeutung Untersuchung am Forellensperma, *Biochemische Zeitschrift*, 295, 283-301.
- Schmehl, M.K., Graham, E.F., Erdahl, D.A., 1987, Chemical constituents of trout seminal plasma after minimal and maximal cell damage treatments with possible applications to semen evaluation assays, *Aquaculture*, 62 (3-4), 311-318.
- Scott, A.P. ve Baynes, S.M., 1980, A review of the biology, handling and storage of salmonid spermatozoa, *Journal of Fish Biology*, 17 (6), 707-739.
- Seçer, S., Tekin, N., Bozkurt, Y., Bukan, N., Akcay, E., 2004, Correlation Between Biochemical And Spermatological Parameters In Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Semen, *The Israeli Journal of Aquaculture Bamidgeh*, 56(4), 274-280.
- Sedgwick, E. K., 1990, *Epistemology of the closet*, Berkeley, University of California Press, 171, 133.
- Serezli, R., Akhan, S., Sonay, F. D., 2010, The effect of vitamin E on black sea trout (*Salmo labrax*) broodstock performance. *University of Kafkas The Journal of the Faculty of Veterinary Medicine*, 16(2), 219-222.
- Shiraishi, Y., 1965, The influence of photoperiodicity on the maturation of Ayu-fish, *Plecoglossus altivelis*. IV. The effect of wavelength and of conversion of darkness

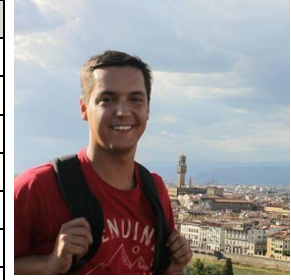
- and light on the maturation, *Bulletin of Freshwater Fisheries Research Laboratory*, 15 (1), 77-84.
- Skaala, O. ve Jorstad, K.E., 1987, Fine-spotted brown trout (*Salmo trutta*): its phenotypic description and biochemical genetic variation, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 44 (10), 1775-1780.
- Soylu M. ve Soylu, E., 1997, Türkiye’de alabalık yetiştiriciliği yapan işletmelerin sorunları ve yeni planlama gereksinimleri. *IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, 17-19 Eylül 1997 Eğirdir, Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Stevenson, J. P., 1987, *Trout Farming Manuel*, Fishing News Books Limited, England.
- Stoss, J., 1983, 6 fish gamete preservation and spermatozoan physiology, *Fish Physiology*, 9, 305-350.
- Suquet, M., Dorange, G., Omnes, M.H., Normant, Y., Roux, A., Fauvel, C., 1993, Composition of the seminal fluid and ultrastructure of the spermatozoon of turbot (*Scophthalmus maximus*), *Journal of Fish Biology*, 42 (4), 509-516.
- Şahin, T., Köse, Ö., 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., Ak, A., 2013b, Quantitative characteristics and short-term storage of *Salmo coruhensis* Sperm, *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh, IJA*, 65, 828(6).
- Şerefoğlu, E.C., 2011, Bilgisayar yardımlı sperm analizi, *Türk Üroloji Seminerleri*, 2, 8-10
- Tabak, İ., Aksungur, M., Zengin, M., Yılmaz, C., Aksungur, N., Alkan, A., Mısıır, D.S., 2001, Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811)’nın biyoekolojik özelliklerinin tespiti ve kültüre alınabilirliğinin araştırılması projesi, *Project Report, Trabzon*.
- Taranger, G. L. ve Hansen, T., 1993, Ovulation and egg survival following exposure of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., broodstock to different water temperatures, *Aquaculture Research*, 24(2), 151-156.
- Tanyolaç, J., 2009, *Limnoloji, Tath Su Bilimi*, Hatiboğlu Yayınları, Ankara, ISBN: 975-7527-46-7.
- Tate, A.E. ve 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., Seçer, S., Akçay, E., 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., 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.
- Tırpan, M.B., 2012, *Ankara Tekesi spermasının dondurulmasında tris sulandırıcı bileşenleri yerine katılan borun (sodyum pentaborat) çözüm sonu sperma kalitesi üzerine etkisi*, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Toth, G.P., Christ, S.A., McCarthy, H.W., Torsella, J.A., Smith, M.K., 1995, Computer-assisted motion analysis of sperm from the common carp, *Journal of Fish Biology*, 47 (6), 986-1003.
- Toth, G.P., Ciereszko, A., Christ, S.A., Dabrowski, K., 1997, Objective analysis of sperm motility in the lake sturgeon, *Acipenser fulvescens*: activation and inhibition conditions, *Aquaculture*, 154 (3), 337-348.
- Truscott, B. ve Idler, D.R., 1969, An improved extender for freezing Atlantic salmon spermatozoa, *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 26 (12), 3254-3258.
- Turan, D., Kottelat, M., Engin, S., 2009, Two new species of trouts, resident and migratory, sympatric in streams of northern Anatolia (Salmoniformes: Salmonidae), *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 20 (4), 333-364.
- TÜİK, 2015, *Su Ürünleri İstatistikleri Sayı: 21720*, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21720>, [Ziyaret tarihi: 10 Kasım 2016].
- Türe, M., Haliloğlu, H. İ., Altuntaş, C., Boran, H., Kutlu, İ., 2014, Comparison of Experimental Susceptibility of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*), Turbot (*Psetta maxima*), Black Sea Trout (*Salmo trutta labrax*) and Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) to *Lactococcus garvieae*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14, 507-513.
- Üstündağ, E., Aksungur, M., Dal, A., Yılmaz, C., 2000, Karadeniz bölgesinde su ürünleri yetiştiriciliği yapan işletmelerin yapısal analizi, *IV. Su Ürünleri Sempozyumu*, 28-30 Haziran 2000 Erzurum, 639-663.
- Valdebenito, I.I., Gallegos, P.C., Effer, B.R., 2015, Gamete quality in fish: evaluation parameters and determining factors, *Zygote*, 23(2), 177-197.
- Verstegen, J., Iguer-Ouada, M., Onclin, K., 2002, Computer assisted semen analyzers in andrology research and veterinary practice, *Theriogenology*, 57 (1), 149-179.
- Viveiros, A. T. M., So, N., Komen, J., 2000, Sperm cryopreservation of African catfish, *Clarias gariepinus*: cryoprotectants, freezing rates and sperm: egg dilution ratio, *Theriogenology*, 54(9), 1395-1408.

- Vladič, T. ve Jätrevi, T., 1997, Sperm motility and fertilization time span in Atlantic salmon and brown trout—the effect of water temperature, *Journal of Fish Biology*, 50 (5), 1088-1093.
- Wallace, J. C., Kolbeinshavn, A. G., Reinsnes, T. G., 1988, The effects of stocking density on early growth in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), *Aquaculture*, 73(1), 101-110.
- Williot, P., Kopeika, E.F., Goncharov, B.F., 2000, Influence of testis state, temperature and delay in semen collection on spermatozoa motility in the cultured Siberian sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt), *Aquaculture*, 189 (1), 53-61.
- Wojtczak, M., Dietrich, G.J., Słowińska, M., Dobosz, S., Kuźmiński, H., Ciereszko, A., 2007, Ovarian fluid pH enhances motility parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) spermatozoa, *Aquaculture*, 270 (1), 259-264.
- Yamaner, G., Ekici, A., Tunçelli, G., Memiş, D., 2015a, A brief overview on cryopreservation method of sturgeon sperm, *Su Ürünleri Dergisi*, 30 (2), 14-20.
- Yamaner, G., Memiş, D., Baran, A., 2015b, Sperm quality and effects of different cryomedia on spermatozoa motility in first-time spawning of cultured Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt & Ratzeburg, 1833), *Journal of Applied Ichthyology*, 31 (1), 71-74.
- Yamaner, G., Memiş, D., Tunçelli, G., 2014, The Effect Of Lhrh-a and Carp Pituitary Hormones on Russian Sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii* Sperm Characteristic, *Aquaculture Europe 2014(EAS)*, 14-17 October 2014 San Sebastian, Spain.
- Yavaş, İ., Bozkurt, Y., Karaca, F., 2011, Short-term preservation of Brown trout (*Salmo trutta macrostigma*) Sperm: Effect of extenders on motility, *V International Conference "Aquaculture and Fishery"*, 1-3 June 2011 Faculty of Agriculture Belgrade-Zemun, Serbia.
- Yıldız M. ve Şener E., 2003, Karadeniz Bölgesi'ndeki Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ve Deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) yetiştiriciliği yapan işletmelerin yapısal analizi ve biyo-teknolojik özellikleri, *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 29(2), 241- 252.
- Yıldız, M., Doğan, K., Şener, E., Bayır, A., 2009, Structural, technological and productivity analyses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farms in the Marmara region. Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 26, 21-25.
- Zar, J. H., 1996, *Biostatistical analysis 3rd edition*. Practice Hall, New Jersey, ISBN:0131008463

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Gökhan Tunçelli
Doğum Yeri	Kadıköy / İstanbul
Doğum Tarihi	25.02.1989
Uyruğu	☒ T.C. ☐ Diğer:
Telefon	05384347412
E-Posta Adresi	gokhan.tuncelli@istanbul.edu.tr
Web Adresi	http://aves.istanbul.edu.tr/44179/



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Fen Bilimleri Enstitüsü
Bölümü	Yetiştiricilik Programı
Mezuniyet Yılı	2012

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı
Programı	Yetiştiricilik Programı
Mezuniyet Tarihi	2016

Makale ve Bildiriler
DİĞER DERGİLERDE YAYIMLANAN MAKALELER Yamaner G., Ekici A., Tunçelli G., Memiş D., "A Brief Overview on Cryopreservation Methods of Sturgeon Sperm", İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, cilt.30, ss.14-20, 2015 HAKEMLİ KONGRE / SEMPOZYUMLARIN BİLDİRİ KİTAPLARINDA YER ALAN YAYINLAR Memiş D., Tosun D.D., Yamaner G., Tunçelli G., Gessner J., "Sakarya Nehri HES'leri ve Balık Geçitleri", Balık Geçitleri ve Göçleri Çalıştayı, İSTANBUL, TÜRKİYE, 21-22 Kasım 2016, ss.47-48

- Yamaner G., Tunçelli G., Ekici A., Memiş D., "Cryopreservation Studies in Turkey: Present Status and Potential Developments in Broodstock Management", Middle East & Central Asia Aquaculture, İzmir, Türkiye, 2-4 Haziran 2016, pp.1-1
- Yamaner G., Tunçelli G., Ekici A., Memiş D., ""Karadeniz Alabalığı Spermasında Spermatozoa Aktivasyonu: Hipoozmotik Ve Hiper Ozmotik Basıncın Etkisi", II. Ulusal Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Gamet Biyolojisi Çalıştayı, Muğla, Türkiye, 19-21 Nisan 2016, ss.21-22
- Tunçelli G., Memiş D., "Effects of Two Different Water Resources on Sperm Quality of Broodstock of Trout (*Salmo coruhensis*)", 5th International Workshop on the Biology of Fish Gametes, Ancona, İtalya, 7-11 Eylül 2015, pp.31-32
- Memiş D., Tosun D.D., Yamaner G., Tunçelli G., Gessner J., "Recent development of potential for fish passage in the Lower Sakarya River due to hydro electric development.", Fish Passage 2015, Groningen, Hollanda, 22-24 Haziran 2015, pp.1-1
- Memiş D., Tosun D.D., Yamaner G., Tunçelli G., Gessner J., "Aşağı Sakarya Nehrinde Yapılan Hidroelektrik Santralleri (HES)'nin Mersin Balıklarının Yumurtlama Göçleri Açısından Değerlendirilmesi", 18. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, İzmir, Türkiye, 1-4 Eylül 2015, ss.1-1
- Yamaner G., Memiş D., Tunçelli G., "The Effect Of Lhrh-a and Carp Pituitary Hormones on Russian Sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii* Sperm Characteristic", Aquaculture Europe 2014 (EAS), San Sebastian, İspanya, 14-17 Ekim 2014, pp.1-1
- Tosun D.D., Çağiltay F., Tunçelli G., Doğan Z. , "Effect of different temperatures on growth performance of pangasius", FABA International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences, TRABZON, TÜRKİYE, 25-27 Eylül 2014, pp.A24-A24