

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

FARKLI ORANLARDA ÇÖREK OTU (*NIGELLA SATIVA* L.) ÖZÜTÜ İLAVE
EDİLMİŞ PELET YEM İLE BESLENEN GÖKKUŞAĞI ALABALIKLARINDA
(*ONCORHYNCHUS MYKISS*; W., 1792) ÜREME MEVSİMİ BOYUNCA BAZI
SPERMATOLOJİK PARAMETRELERİN, SPERMATOZOADAKİ DNA
HASARININ VE SEMİNAL PLAZMA KOMPOZİSYONUNDAKİ
DEĞİŞİMLERİN BELİRLENMESİ

Zafer DOĞU

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2011

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

FARKLI ORANLARDA ÇÖREK OTU (*NIGELLA SATIVA* L.) ÖZÜTÜ İLAVE EDİLMİŞ PELET YEM İLE BESLENEN GÖKKUŞAĞI ALABALIKLARINDA (*ONCORHYNCHUS MYKISS*; W., 1792) ÜREME MEVSİMİ BOYUNCA BAZI SPERMATOLOJİK PARAMETRELERİN, SPERMATOZOADAKİ DNA HASARININ VE SEMİNAL PLAZMA KOMPOZİSYONUNDAKİ DEĞİŞİMLERİN BELİRLENMESİ

Zafer DOĞU

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Selçuk SEÇER

Bu çalışmada, gökkuşağı alabalıklarında üreme mevsimi boyunca bazı spermatolojik parametreler, seminal plazma bileşimi ve spermatozoadaki DNA hasarı üzerine yaptığı etkileri incelenmiştir.

Çörek otunun erkek alabalıkların spermatolojik özelliklerinden sperma miktarı, spermatozoa yoğunluğu, total spermatozoa yoğunluğu, motilite oranı ve motilite süresini düşürdüğü gözlenmiştir. Bununla birlikte, kolesterol değerlerini düşürüp, sodyum (Na^+) değerlerini yükselterek, seminal plazmanın organik ve inorganik parametrelerinden bazıları üzerine olumlu etki yaptığı belirlenmiştir.

Çörek otunun üreme dönemi başında DNA hasarı meydana getirmediği ancak, üreme dönemi ortası ($p<0,05$) ve sonunda ($p<0,01$) alabalıklara verilen çörek otu miktarının artması ile birlikte DNA hasarında da artış olduğu tespit edilmiştir.

Nisan 2011, 111 sayfa

Anahtar Kelimeler: Gökkuşağı alabalığı, Çörek otu, Sperm, Seminal Plazma, DNA.

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

DETERMINATION OF SOME SPERMATOLOGICAL PARAMETERS, CHANGES IN SEMINAL PLASMA COMPOSITION AND DNA DAMAGE IN SPERMATOOA OF RAINBOW TROUT (*ONCORHYNCHUS MYKISS*, W. 1792) FED WITH PELLEDED DIETS CONTAINING DIFFERENT RATIOS OF BLACK CUMIN (*NIGELLA SATIVA*) DURING SPAWNING SEASON

Zafer DOĞU

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Fisheries and Aquaculture

Supervisor: Prof. Dr. Selçuk SEÇER

In this study, some sperm parameters, seminal plasma composition and its effects on DNA damage of spermatozoa was investigated during spawning season of rainbow trout.

It was observed that black cumin reduced semen volume, sperm concentration, total sperm density, motility rate and the duration of motility of rainbow trout. In addition, it was determined that black cumin reduced the values of cholesterol, increased sodium (Na +) values and make a positive effect on some organic and inorganic parameters of seminal plasm.

There is no significant difference in DNA damage between the two groups at the beginning of the spawning season. But, it is observed that the DNA damage increased with the higher dose of *N. sativa* in the middle ($p<0,05$) and at the end ($p<0,01$) of the spawning season.

April 2011, 111 pages

Key Words: Rainbow trout, Black Cumin, Sperm, Seminal Plasm, DNA.

TEŞEKKÜRLER

Doktora eğitimim boyunca vermiş olduğu destek ve yardımlarından dolayı danışman hocam Sayın Prof. Dr. Selçuk SEÇER'e, (Su Ürünleri Anabilim Dalı) çalışmam katkılarından dolayı Tez İzleme Komitesi Üyeleri Sayın Yrd. Doç. Dr. Süleyman BEKCAN (Su Ürünleri Anabilim Dalı) ve Sayın Doç. Dr. Yusuf BOZKURT'a (Mustafa Kemal Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü)teşekkürlerimi sunarım.

Kendilerini tanıdığım günden itibaren dostluğu ve yardımlarıyla her zaman yanımda olan, doktora eğitimim süresince fikir ve görüşleriyle desteğini eksik etmeyen ve yol gösterici olan hocalarım Sayın Yrd. Doç. Dr. Erdiç ŞAHİNÖZ ve Sayın Doç. Dr. Faruk ARAL'a şükranlarımı sunarım. Çalışmalarına katkılarından dolayı Harran Üniversitesi Bozova Meslek Yüksekokulu'ndaki tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim. Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı'nda tez çalışmam süresince, benden hiçbir konuda desteğini esirgemeyen, değerli hocam Sayın Prof. Dr. Abdurrahim KOÇYİĞİT, Öğr. Gör. Hakim ÇELİK ve Öğr. Gör. Abdullah TAŞKIN'a ve değerli arkadaşım Fırat ÇENGEL'e teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca, bütün hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen babam rahmetli Bahri DOĞU ve annem Sevdije DOĞU başta olmak üzere bütün aileme teşekkür ederim. Gösterdiği sabır, özveri ve desteklerinden dolayı eşim Zekiye DOĞU'ya sevgilerimle...

Zafer DOĞU

Ankara, Mayıs 2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
SİMGELER DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1 Su Ürünleri Yetiştiriciliğinin Önemi	1
1.2 Gökkuşığı Alabalığının Morfolojisi	1
1.3 Gökkuşığı Alabalıklarının Sistematikteki Yeri	2
1.4 Türkiye’de Bulunan Alabalık Türleri	4
1.5 Balıkların Beslenmesi ve Gamet Kalitesi Arasındaki İlişki	4
1.6 Çörek Otu ve Biyolojik Etkileri	6
2. KAYNAK ÖZETİ	10
2.1 Gökkuşığı Alabalıklarında Üreme ve Üreme Fizyolojisi	10
2.1.1 Üreme	10
2.2 Erkekler Alabalıklarda Üreme Fizyolojisi	10
2.2.1 İlk eşeyssel olgunluğa ulaşma yaşı	10
2.2.2 Testisler ve kanal sistemi	11
2.2.3 Spermatogenezis ve endokrin sistemi.....	12
2.2.4 Spermatozoon ve sperma	13
2.3 Spermatolojik Özellikler	14
2.3.1 Sperma miktarı	15
2.3.2 Spermatozoa motilite oranı	16
2.3.3 Spermatozoa motilite süresi	17
2.3.4 Spermatozoa yoğunluğu	19
2.3.5 Total spermatozoa yoğunluğu	20
2.3.6 Spermatozoa pH’ı	21
2.4 Endojen Faktörlerin Spermatolojik Özellikler Üzerine Etkisi	22
2.5 Seminal Plazmanın Biyokimyasal Kompozisyonu	23
2.5.1 Seminal plazmanın organik bileşikleri	24
2.5.2 Seminal plazmanı inorganik bileşikleri	25

2.6 Spermatozoa'da DNA Hasarı	27
2.6.1 Spermatozoon DNA'sında Hasara Neden Olan Faktörler	28
2.6.1.1 <i>In vivo</i> faktörler	28
2.6.1.2 <i>In vitro</i> faktörler	29
3. MATERYAL VE YÖNTEM	30
3.1 Materyal	30
3.1.1 Araştırma alanı	30
3.1.2 Balık materyali	31
3.1.3 Araştırma kafesleri	31
3.1.4 Su materyali	31
3.1.5 Yem materyali	31
3.1.6 Çörek otu (<i>Nigella sativa</i>) temini	32
3.2 Yöntem	33
3.2.1 Balıkların deneme ortamına hazırlanması ve deneme süresi.....	33
3.2.2 Çörek Otu (<i>Nigella sativa</i>) özütünün hazırlanması ve yeme ilavesi	33
3.2.3 Deneme planı	34
3.2.4 Canlı ağırlığın ve vücut uzunluğunun ölçülmesi	35
3.2.5 Spermanın alınması	35
3.2.6 Spermatolojik özelliklerin belirlenmesi	35
3.2.6.1 Sperma miktarının belirlenmesi	36
3.2.6.2 Spermatozoa motilite oranının belirlenmesi	36
3.2.6.3 Spermatozoa motilite süresinin belirlenmesi	36
3.2.6.4 Spermatozoa yoğunluğunun belirlenmesi	36
3.2.6.5 Total spermatozoa sayısının belirlenmesi	37
3.2.6.6 Sperma pH'sının belirlenmesi	37
3.2.7 Seminal plazma analizi	38
3.2.8 DNA Hasarının Tespiti (Comet Assay)	38
3.2.8.1 Spermatozoa yıkama	38
3.2.8.2 Slâyt hazırlama ve jel yerleştirme	39
3.2.8.3 Hücre lizisi ve DNA dekonzenzasyonu	39
3.2.8.4 Elektroforez	39
3.2.8.5 Nötralizasyon	39
3.2.8.6 Boyama	39
3.2.8.7 Mikroskopik şekil (Comet) analizi	40

3.3 İstatistiksel Analizler	41
4. BULGULAR	42
4.1 Kafes Sistemlerindeki Suyun Fizikokimyasal Değerleri	42
4.2 Balıklardan Spermanın Alınma Dönemi	42
4.3 Spermatolojik Özelliklerin Belirlenmesi	43
4.3.1 Üreme dönemi boyunca genel spermatolojik özelliklerin karşılaştırılması.....	43
4.3.2 Üreme dönemi başlangıcında çörek otunun alabalıkların (<i>O. mykiss</i>) spermatolojik özellikleri üzerine etkisi	46
4.3.3 Üreme dönemi ortasında çörek otunun alabalıkların (<i>O. mykiss</i>) spermatolojik özellikleri üzerine etkisi	49
4.3.4 Üreme dönemi sonunda çörek otunun alabalıkların (<i>O. mykiss</i>) Spermatolojik özellikleri üzerine etkisi	52
4.4 Seminal Plazma Kompozisyonu	54
4.4.1 Üreme dönemi boyunca genel seminal plazma organik bileşiklerinin karşılaştırılması	54
4.4.2 Üreme dönemi başlangıcında farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşağı alabalıklarının (<i>O. mykiss</i>) seminal plazma organik maddeler üzerine etkisi	57
4.4.3 Üreme dönemi ortasında farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşağı alabalıklarının (<i>O. mykiss</i>) seminal plazma organik maddeleri üzerine etkisi	60
4.4.4 Üreme dönemi sonunda farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşağı alabalıklarının (<i>O. mykiss</i>) seminal plazma organik maddeleri üzerine etkisi	63
4.4.5 Üreme dönemi boyunca genel seminal plazma inorganik bileşiklerinin karşılaştırılması	66
4.4.6 Üreme dönemi başlangıcında farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşağı alabalıklarının (<i>O. mykiss</i>) seminal plazma inorganik maddeleri üzerine etkisi.....	68
4.4.7 Üreme dönemi ortasında farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşağı alabalıklarının (<i>O. mykiss</i>) seminal plazma inorganik maddeleri üzerine etkisi	70

4.4.8 Üreme dönemi sonunda farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşağı alabalıklarının (<i>O. mykiss</i>) seminal plazma inorganik maddeleri üzerine etkisi	72
4.5 Spermatozoa DNA Hasarı	74
4.5.1 Üreme Dönemi boyunca farklı dozlarda çörek otu uygulanan gökkuşağı alabalıklarının (<i>O. mykiss</i>) sperma DNA hasarı	74
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	76
5.1 Spermiyasyon Döneminin Belirlenmesi	76
5.2 Spermatolojik Özelliklerin Değerlendirilmesi	77
5.3 Seminal Plazma Kompozisyonu	82
5.4 Spermatozoa DNA Hasarı	91
5.5 Sonuç	93
KAYNAKLAR	96
ÖZGEÇMİŞ	111

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde değer
BP	β -dihydroxy-4-pregnen-3-one
°C	Santigrad Derece
ALT	Alanin aminotransferaz
ATP	Adenozin trifosfat
AU	Arbitrary Unit
Ca ⁺⁺	Kalsiyum iyonu
Cl ⁻	Klor iyonu
cm	Santimetre
dk	Dakika
dl	Desilitre
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
FSH	Folikül Stimüle Edici Hormon
g	Gram
GnRH	Gonadotropin Salgılayıcı Hormon
GPT	Glutamic Pyruvic Transaminase
GtH	Gonadotropin Hormon
H ⁺	Hidrojen
h	Saat
HDL-C	HDLkolesterol (High Density Lipoprotein-Yüksek yoğunluklu lipoprotein)
K ⁺	Potasyum iyonu
kg	Kilogram
LDL-C	LDLkolesterol (Low Density Lipoprotein-Düşük yoğunluklu lipoprotein)
LH	Lüteinize Edici Hormon
m	Metre
M	Molar
mA	Miliamper
mEq	Miliequivalent
mg	Miligram
Mg ⁺⁺	Magnezyum iyonu
Mikrolitre	μ l-L
min	Minimum
ml	Mililitre

mmol	Milimolar
mOsm	Miliosmol
Na Cl	Sodyum klorür
Na ⁺	Sodyum iyonu
O ₂	Oksijen
Ort.	Ortalama
PUFA	Çoklu doymamış yağ asidi
ROS	Reaktif Oksijen Türleri
S	Saniye
S.E.	Standart Hata
<i>Salmo trutta f. fario</i>	<i>Salmo trutta farmo fario</i>
sp	Spermatozoon
V	Volt
VLDL-C	Çok düşük yoğunluklu lipoprotein (Very High Density Lipoprotein-Çok Yüksek yoğunluklu lipoprotein)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Deneme kafeslerinin genel görünümü	30
Şekil 3.2 Ethidium bromid ile boyanmış DNA'ların floresan mikroskop görüntüsü	40
Şekil 3. 3Meydana gelen DNA hasarlarının fleuresan mikroskop altındaki görüntüleri	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Deneme sırasında kullanılacak yemin özellikleri.....	32
Çizelge 3.2 Deneme sırasında kullanılacak yemin 40 ml Çörek otu ilavesinden sonraki özellikleri	32
Çizelge 3.3 Araştırma uygulama planı	35
Çizelge 4.1 Kafes sistemlerindeki suyun ortalama fizikokimyasal değerleri	42
Çizelge 4.2 Üreme dönemi boyunca farklı dozlardaki çörek otu alabalıklarının (<i>O. mykiss</i>) spermatolojik özellikleri üzerine etkisi	45
Çizelge 4.3 Üreme dönemi başlangıcında farklı dozlardaki çörek otunun alabalıklarının (<i>O. mykiss</i>) spermatolojik özellikleri üzerine etkisi	48
Çizelge 4.4 Üreme dönemi ortasında farklı dozlarda çörek otunun alabalıklarının (<i>O. mykiss</i>) spermatolojik özellikleri üzerine etkisi	51
Çizelge 4.5 Üreme dönemi sonunda farklı dozlardaki çörek otunun alabalıklarının (<i>O. mykiss</i>) spermatolojik özellikleri üzerine etkisi	53
Çizelge 4.6 Üreme dönemi boyunca farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşağı alabalıklarının (<i>O. mykiss</i>) seminal plazma organik maddeleri üzerine etkisi	56
Çizelge 4.7 Üreme dönemi başlangıcında farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşağı alabalıklarının (<i>O. mykiss</i>) seminal plazma organik maddeler üzerine etkisi	59
Çizelge 4,8 Üreme dönemi ortasında farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşağı alabalıklarının (<i>O. mykiss</i>) seminal plazma organik maddeleri üzerine etkisi	62
Çizelge 4.9 Üreme dönemi sonunda farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşağı alabalıklarının (<i>O. mykiss</i>) seminal plazma organik maddeleri üzerine etkisi	65
Çizelge 4,10 Üreme dönemi boyunca farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşağı alabalıklarının (<i>O. mykiss</i>) seminal plazma inorganik maddeleri üzerine etkisi	67
Çizelge 4.11 Üreme dönemi başlangıcında farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşağı alabalıklarının (<i>O. mykiss</i>) seminal plazma inorganik maddeleri üzerine etkisi	69

Çizelge 4.12 Üreme dönemi ortasında farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşağı alabalıklarının (<i>O. mykiss</i>) seminal plazma inorganik maddeleri üzerine etkisi	71
Çizelge 4.13 Üreme dönemi sonunda farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşağı alabalıklarının (<i>O. mykiss</i>) seminal plazma inorganik maddeleri üzerine etkisi.....	73
Çizelge 4.14 Gökkuşağı Alabalıklarının (<i>O. mykiss</i>) Sperma DNA Hasarı	75
Çizelge 5.1 Çörek otu dozlarının spermatolojik özelliklere etkileri	94
Çizelge 5.2 Çörek otu dozlarının seminal plazma bileşiklerinde etkileri	95
Çizelge5.3 çörek otu dozlarının sperma DNA'sı üzerine etkileri	95

1. GİRİŞ

1.1 Su Ürünleri Yetiştiriciliğinin Önemi

Su ürünleri yetiştiriciliği, insanların sağlıklı beslenmesi, sanayi sektörüne hammadde temini, istihdam oluşturmaya katkı sağlaması, yüksek ihracat imkanı ve doğal kaynakların daha etkin yönetimi ile biyolojik çeşitliliğin muhafazası konularında önemli fırsatlar yaratmaktadır (Anonim 2011).

Su ürünleri yetiştiriciliği FAO tarafından dünyada en hızlı büyüyen gıda üretim sektörü olarak belirlenmiş olup dünyanın hemen her bölgesinde gelişmektedir. Dünya genelinde su ürünleri üretimi bütün olarak yılda ortalama % 8,8 oranında büyümektedir ki bu değer, diğer tüm hayvan üreten sektörlerden daha yüksektir. FAO'ya göre gelişmekte olan ülkeler 1970 yılında su ürünleri üretiminin %59'unu sağlarken, 2030 yılında 85 milyon ton gıda olarak su ürünleri üretimi gerçekleşeceği tahmin edilmektedir (Subasinghe vd. 2009).

İstatistiksel verilere bakıldığında; ülkemizde 2009 yılında, yaklaşık 464 bin tonu avcılık, 158 bin tonu yetiştiricilik olmak üzere toplam yaklaşık 623,000 ton su ürünleri üretilmiştir (Anonim 2010). Kültür balıklarının türlere göre dağılımında ise en büyük miktarda yetiştiriciliği yapılan balık türü alabalık olup, 2009 yılı itibarıyla 75,657 ton olarak rapor edilmiştir. Bunu 46,554 ton ile levrek, 28,362 ton ile çipura takip etmektedir (Anonim 2010).

1.2 Gökkuşuğu Alabalığının Morfolojisi

Gökkuşuğu alabalıklarında ise, vücut uzamış olup, sırt yüzgeci 10-12, anal yüzgeci ise 8-12 yumuşak ışına sahiptir. Pulları sikloit ve küçüktür. Yanal çizgi tam, az öne doğru 100 ile 150 adet pulla kaplanmıştır. Kafanın üst kısmı ve arkası çelik mavisi, mavi-yeşil, sarı-yeşil hemen hemen kahverengidir. Vücut kenarları gümüşü, beyaz veya soluk sarı-yeşilden griye eğilimli olan bir renktedir. Karın kısmı gümüş, beyaz veya sarıdır. Yine vücut kenarlarında

bulanık pembe, mavimtrak veya geniş açık bir pembe bant ile çok sayıda küçük lekeler mevcuttur. Anaçlarda yumurtlama zamanı renk çok koyu ve yanal çizgi çok kırmızı bir renk alır (Balık 1988).

1.3 Gökkuşığı Alabalıklarının Sistematikteki Yeri

Gökkuşığı alabalığı ilk defa 1836 yılında Richardson tarafından Colombia ırmağında saptanmış ve *Salmo gairdneri* olarak adlandırılmıştır (Çelikkale 1982). 1988’de Amerikan Balıkçılık Derneği balık isimleri komitesi tarafından Pasifik alabalığı ve salmonu, Atlantik alabalığı ve salmonundan ayırdetmek için *Oncorhynchus* cins adının, ayrıca gökkuşığı alabalığının Kamchatka alabalığı (*Salmo mykiss*) ile aynı biyolojik tür olduğu kanıtlandığında tür adı olarak *gairdneri* yerine *mykiss* adını kullanması kabul edilmiştir (Tippets ve Moyle 1978). İlk olarak 1874 yılında Kuzey Kalifornia’da McCloud Nehri’nden Mr. S.Green tarafından Kaledonya (Newyork)’daki özel kuluçkanesine transfer edilmiş ve 1877’de ilk olarak Kuzey Amerika dışına Tokyo’ya Mr.J.B.Campbell tarafından götürülmüştür. Bunu 1885 yılında Buckinghamshire (İngiltere)’de iver yakınındaki Delaford kuluçkanesi ve Stirling (İskoçya) yakınındaki Howietown kuluçkanesine yapılan nakiller takip etmiştir (Tippets ve Moyle 1978). İlk olarak 1912 yılında Norveç’te deniz ortamında kültüre alınmıştır (Edwards 1987). Türkiye’de 1969 yılında içsularda havuzlarda, 1980’li yılların başında kafeslerde (Çelikkale 1991), 1990 yılında da deniz kafeslerinde gökkuşığı alabalığı kültürüne başlanmıştır (Anonim 1992).

Yapılan araştırmalar sonucunda, gökkuşığı alabalıkları ile Pasifik salmonları arasında Atlantik salmonu ve kahverengi alabalıktan daha fazla yakınlık tespit edilmiştir. Yapılan mitokondriyal DNA analizleri de bu sonucu desteklemiştir. Nitekim gökkuşığı alabalığının mDNA’sı Chinook salmondan (*Oncorhynchus tshawyscha*) %3,4 ayrılma göstermesine karşın, kahverengi alabalıklardan %7,5 ile farklılaşma göstermiştir. Halbuki iki Pasifik salmon türü Chinook ile Coho salmonları (*Oncorhynchus kisutch*) arasındaki ayrılma yüzdesi %2,5 bulunmuştur. Gökkuşığı alabalıkları ile Atlantik salmonları ve kahverengi alabalıklar arasındaki ayrılma yüzdesi ise % 9,5 ve % 13,5 şeklinde bulunmuştur. Elde

edilen osteolojik (Kemik bilimi) veriler de gökkuşağı alabalıkları ve Pasifik salmonları arasındaki yakınlığı desteklemiştir (Emre ve Kürüm 2007)

Gökkuşağı alabalıklarının sistematikteki yeri aşağıda verilmiştir (Çelikkale 1994).

Hayvanlar Alemi (Regnum)	<i>Animale</i>
Hayvanlar Alt Alemi (Sub Regnum)	<i>Metazoa</i>
Bölüm (Divisio).....	<i>Eumetazoa</i>
Şube (Filum)	<i>Chordata</i>
Alt Şube (Sub Filum)	<i>Vertabrata</i>
Sınıf (Classis)	<i>Osteichthyies</i>
Alt Sınıf (Sun Classis)	<i>Actinoptergii</i>
Takım (Ordo)	<i>Salmoniformes</i>
Alt Takım (Sub Ordo)	<i>Salmonoidei</i>
Familya (Familia)	<i>Salmonidae</i>
Cins (Genus)	<i>Oncorhynchus</i>
Tür (Species)	<i>Oncorhynchus mykiss</i> W., 1792

Türkçe: Gökkuşağı alabalığı; İngilizce: Rainbow trout

Fransızca: Truites; Almanca: Regenbogen forelle

Atlantik salmonu, Pasifik salmonu ve gökkuşağı alabalığı genel olarak “salmonidler” ya da “alabalıkgiller” olarak isimlendirilmektedirler. Bu balıklar dünyada kültürü en fazla yapılan karnivor balıklardır. Salmon ve alabalıkların bazı türleri çok geniş çevre şartlarında, örneğin 0°C’den maksimum 28°C’ye kadar olan su sıcaklıklarında yaşamaktadırlar. Alabalıklar, 2-15°C su sıcaklığında yumurtlayabilmekte, 6-25°C’lerde ise başarılı bir şekilde gelişmektedirler (Çelikkale 1994).

Dünya genelinde en çok tanınan alabalık türleri aşağıda gösterilmiştir (Çelikkale 1994).

- *Salmo salar* (Linnaeus 1758) (Atlantik salmonu)

- Salmo trutta f. trutta* (Linnaeus 1758) (Deniz alabalığı)
- Salmo trutta f. fario* (Linnaeus 1758) (Dere alabalığı)
- Oncorhynchus mykiss* (Walbaum 1792) (Gökkuşluğu alabalığı)
- Salvelinus fontinalis* (Mitchill 1814) (Kaynak alabalığı)
- Salvelinus alpinus* (Linnaeus 1758) (Alp alabalığı)
- Salvelinus namaycush* (Walbaum 1792) (Göl alabalığı)

1.4 Türkiye’de Bulunan Alabalık Türleri

Ülkemizin yerel alabalık alt türleri ise şöyle sıralanabilir (Emre ve Kürüm 2007).

- *Salmo trutta macrostigma* (Dummeril, 1858) (Anadolu dağ alabalığı)

Dağ alabalığı diye adlandırılan ve büyük lekeli alabalık olarak bilinen bu alt tür ülkemizin Güney, Güneybatı, Batı, Kuzeybatı ve Trakya’daki birçok akarsularımızda doğal olarak bulunmaktadır.

- *Salmo trutta abanticus* (Tortonese, 1954) (Abant alabalığı)

Ülkemizde sadece Abant Gölü ve çevresindeki kaynaklarda yaşayan endemik bir formdur.

- *Salmo trutta caspius* (Kessler, 1877) (Aras alabalığı)

Ülkemizin Kuzeydoğu ve Doğu Anadolu Bölgelerinin su kaynaklarında bulunurlar. Özellikle Aras havzasında, Kars ve Ardahan’da bulundukları bildirilmiştir.

- *Salmo trutta labrax* (Pallas, 1811) (Karadeniz alabalığı)

Anadrom bir alabalık alt türü olup, Kuzey ve Kuzeydoğu Anadolu’daki akarsularda bulunur.

1.5 Balıkların Beslenmesi ve Gamet Kalitesi Arasındaki İlişki

Beslenme ve besin içeriği balıklarda üreme üzerine etkili olan çevresel faktörlerdendir

(Bromage 1995, Izquierdo vd..2001). Bu yüzden, dölleme işlemi öncesinde erkek damızlıkların bakımı ve beslenmesi ticari işletmeler için hayati önem arz etmektedir (Rurangwa vd. 2004).

Balıklarda yem içeriklerinin kalitesine bağlı olarak gonad kalitesinin değiştiğini gösteren bir çok çalışma bulunmaktadır. Labbe vd. (1995) alabalıkların yemlerine katılan farklı oranlarda yağların seminal plazma membran akışkanlığını değiştirdiğini ve dölleme kapasitesini artırdığını belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada, çoklu doymamış yağ asidi içeren yemlerin (PUFAs) erkek levrek üreme kabiliyetini artırdığı belirlenmiştir (Astuarino vd. 2001). Yine, askorbik asitin (C vitamini) lipid peroksidasyon riskini azaltarak antioksidanların olumsuz etkilerinden sperma hücrelerini koruduğu tespit edilmiştir. Yanı sıra, askorbik asit ile beslenen erkek gökkuşağı alabalıklarının döllenme kapasitesi üzerinde önemli rol oynadığı belirlenmiştir (Ciereszko vd. 1996, Dabrowski ve Ciereszko 1996). Besleyici öğelerin vücutta kullanılmasını engelleyen faktörlerin balık sperma kalitesini olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. Örneğin, pamuk tohumunun sperma üzerine etkisinin incelendiği çalışmada *in vivo* koşullarda erkek lamprey (*Petromyzon marinus*)’lerde sperma motilitesinin azaldığı (Rinchard vd. 2000), *in vitro* koşullar altında tatlısu levrek balıklarında ise pamuk tohumunun toksik etkisi olduğu belirtilmektedir (Ciereszko ve Dabrowski, 2000).

Sperma kalitesi, spermatozoa’nın yumurtayı dölleyebilme kapasitesinin bir ölçüsüdür. Üreme mevsimi boyunca erkek balıklar üreme stratejilerine ve fiziksel ortamlarına bağlı olarak birbirleriyle devamlı bir yarış halinde olduklarından bu durum üreme mevsimi boyunca erkek damızlıklar tarafından farklı kalitede sperma üretilmesine neden olmaktadır. Balık yetiştiriciliğinde karşılaşılan önemli sorunların başında, gerek düzenli bir seleksiyon programının uygulanmaması ve gerekse erkek damızlıkların sperm kalitesi incelenmeden çok sayıda yumurtanın döllenmek istenmesi nedeniyle bol miktarda sperma ve yumurta ziyan edilmektedir. Dolayısıyla istenilen niteliklere sahip olmayan çok sayıda erkek ve dişi damızlıklar tüm sene boyunca işletmede tutularak oldukça önemli düzeyde ekonomik kayıplar oluşmaktadır. Ancak iyi kalitede sperma kullanılarak yüksek döl verimi elde

edilebildiğinden sperma kalitesinin bilinmesi oldukça önemlidir. Çünkü spermatolojik özelliklerden herhangi birinde meydana gelen olumsuzluk döllenmeyi doğrudan etkilemekte ve kısır olan erkek damızlıkların işletmeden çıkarılması ile önemli bir ekonomik kazanç elde edilmektedir (Seçer vd. 2004).

Spermatolojik özellikler bakımından balık yağı ile zenginleştirilmiş ticari pelet yemle beslenen Çipura (*Sparus aurata*) balıkları, zenginleştirilmemiş ıslak yemle beslenen balıklarla karşılaştırıldıklarında daha uzun spermiyasyona, daha yüksek sperma miktarı ve spermatozoa yoğunluğu, fertilizasyon sonrası embriyo ve larvaların daha yüksek hayatta kalma oranına sahiptirler. Alabalıklarda, besinsel yağların sperma membranının kompozisyonunu değiştirerek döllenme kapasitesini artırdığı bildirilmektedir (Labbe vd. 2001).

1.6 Çörek Otu ve Biyolojik Etkileri

Çörek otu (*Nigella sativa* L.), *Ranunculaceae* (düğün çiçeğigiller) familyasından olup günümüzde başta Doğu Akdeniz ülkeleri olmak üzere birçok ülkede yaygın olarak tarımı yapılan tek yıllık otsu bir bitki türüdür. Tohumları haşhaş bitkisinde olduğu gibi kozalak (kapsül) içerisinde olgunlaşır. Tohumları 2–3 mm. boyunda 3 yüzeyli mat olmayan siyah renklidir (Toptaş 2008). Bitkinin kapsül içerisindeki tohumu, besin olarak kullanılır. Bitki, ismini tohumlarının siyah renginden almıştır. *Nigella* kelimesi Lâtincede siyahımsı mânâsına gelen nigellusdan türetilmiştir. *Nigella sativa* bitkisinin Türkçe karşılığı olarak çörek otu, ekilen çörek otu, kara çörek otu ve siyah kimyon isimleri kullanılmaktadır (Baytop 1984).

Çörek otu tohumunun kimyasal içeriği, bitkinin hasat mevsimine, çeşidine ve yetiştirildiği iklime göre farklılık gösterir. Kahire yakınlarında yetiştirilen çörek otu tohumlarından elde edilen uçucu yağın, 67 bileşik ihtiva ettiği ve bu bileşenlerin miktarca en önemlilerinin p-simen, timokinin, a-pinen ve α -pinen olduğu belirlenmiştir (Wagner 1990). Çörek otu tohumlarında % 6,4 su, % 4 kül, % 32 yağ, % 20,2 ham protein, % 6,6 ham lif ve % 37,4 karbonhidrat bulunmaktadır (Nergiz 1993). Çörek otu tohumlarında sabit yağın % 1,2

mistik, % 8,4 palmatik, % 2,9 stearik, % 17,9 oleik, % 60,8 linoleik, az miktarda araşidik ve % 1,7 eikosadienoik asitlerden oluştuğu bildirilmiştir (Nergiz 1993). Çörek otu tohumunda ayrıca az miktarda B1, B2 ve B6 vitamini; proteinlerin yapı taşı olan aminoasitler; iz elementler olarak bilinen ve organizmada pek çok önemli metabolik faaliyette rol alan, besin ve su ile dışarıdan alınması gereken demir, kalsiyum, magnezyum, çinko ve selenyum gibi mineraller de vardır. Çörek otu tohumlarındaki müessir madde (kristal hâlinde) nigellon, ancak 1959'da izole edilebilmiştir (Akhtar 1991).

Çörek otunun anavatanı Doğu Akdeniz ülkeleri, Doğu ve Güney Avrupa'dır. Bu bitki, Türkiye'de bilhassa Afyon, Burdur, Isparta, Kütahya ve Konya yörelerinde üretilmektedir (Baytop 1984). Yaklaşık 14 türü bulunmakla birlikte bunlardan bazıları; *Nigella arvensis* (Yabani çörek otu), *Nigella ciliaris* (Fırıldak çörek otu), *Nigella damascena* (Şam çörek otu), *Nigella hispanica* (İspanya çörek otu), *Nigella integrifolia*, *Nigella nigellastrum*, *Nigella orientalis* (Sarı çörek otu), *Nigella oxypetala*, *Nigella segetalis* ve *Nigella sativa* olarak bilinmektedir. Ülkemizde tarımı yapılan ve ticarete konu olan tek tür yalnızca black seed/cumin (*Nigella sativa* L.)'dir. Çörek otu tohumundan elde edilen preparatlar eskiden olduğu gibi günümüzde de hala Ortadoğu ve bazı Asya ülkelerinde halk hekimliğinde, soğuk algınlığı, baş ağrısı, astım, gaz giderme, idrar söktürücü, sarılık, çeşitli romatizma, iltihap hastalıkları vb. birçok hastalığın tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Randhawa ve Al-Ghamdi 2002). Çörekotu tohumu ve bileşenlerinin, anti-tümör aktivite (Worthen vd. 1998), anti-bakteriyel aktivite (Morsi 2000), anti-inflamatuar aktivite (Houghton vd. 1995), antioksidan aktivite (Burits ve Bucar 2000) ve bağışıklık sistemini kuvvetlendirici aktivite (Salem ve Hossain 2000) gibi daha birçok faydalı farmakolojik etkiye sahip oldukları belirlenmiştir. Türkiye'de tarımı yapılan ve birçok ülkede çeşitli sektörlerde (Kozmetik, gıda ve ilaç vb.) yaygın olarak kullanılmasına rağmen Türkiye'de genellikle baharat amaçlı olarak tüketilmekte olup, üretimi ancak iç tüketimin çok az bir kısmını karşılayacak düzeydedir.

Zaoui vd. (2002), fare ve sıçanlarda çörek otu tohumu yağlarının toksitesini araştırmışlardır. Araştırmada hayvanlara 12 hafta boyunca 2 ml/kg vücut ağırlığında ağızdan ve

intraperitoneal olarak çörek otu verilmiştir. On iki hafta süren çalışma sonunda, çörek otu kullanılan farelerde karaciğer enzimlerinden ALT ve GPT seviyelerinde değişimler gözlemlenirken, kalpte, pankreasda, böbrekte ve karaciğerde histopatolojik değişimler görülmemiştir. Deneme gruplarının serum, kolestrol, trigliserit, glikoz seviyeleri ve lökosit sayılarında kontrol grubuna göre önemli derecede düşüş gözlemlenmiştir. Bunun tersine hemotokrit ve hemoglobin seviyelerinde önemli bir artış gözlemlenmiştir. Kontrol grubundaki farelere nispeten çörek otu tohumu uygulanan farelerde canlı ağırlık artışında bir yavaşlama görülmüştür. Araştırmacılar, çörek otu tohumunun terapötik dozları için geniş önlemler alınması gerektiğini vurgulamışlardır. Ayrıca hemoglobin metabolizmasındaki değişiklikler ve lökosit düzeylerindeki düşüşün dikkate alınması gerektiği de bildirilmektedir (Zaoui vd. 2002).

Çörek otunun bileşiminde bulunan maddelerden thymoquinon, doza bağlı olarak tromboksan B2 ve leukotriene B4, siklooksijenaz ve araşidonik asit düzeyini azaltarak ağrı kesici ve antiromatizmal etki göstermektedir (Al-Ghamdi 2001). Benzer şekilde, Mutabagani ve El-Mahdy (1997), Thymoquinon'un Eicosanoid üretimini durdurmak sureti ile antiinflamatuvar etki oluşturduğu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, ratlarda tek başına thymoquinon uygulaması ile daha belirgin antiinflamatuvar etki elde edildiğini bildirmiştir.

Al-Ghamdi (2003), çörek otu çözeltisinin fareler üzerinde karaciğeri karbon tetraklorid adındaki zehirli maddeye karşı korumadaki etkisini ortaya koymuştur. Çörek otu verilen farelerde karaciğer enzim düzeyi daha düşük çıkmıştır. Bunun yanında karaciğer dokusu üzerine zehirli maddelerin etkisi ise daha az görülmüştür. Yine, Meral vd. (2001), karbon tetraklorid verilen farelerde çörek otunun antioksidan etkilerini araştırmıştır. Araştırma 60 fare üzerinde gerçekleştirilmiş ve farelere karın zarından (Periton) girerek çörek otu yağı verilmiştir. Çalışma 45 gün sürdürülmüş ve sonuçta çörek otu yağının lipid peroksidasyon düzeyini düşürdüğünü, buna karşılık antioksidan madde düzeyini ise artırdığını tespit etmişlerdir.

Şeker hastası yapılan 50 fare üzerinde streptozotocin maddesi verilerek yapılan bir

araştırmada, fareler iki gruba ayrılmıştır. Birinci gruba otuz gün süre ile her gün karın zarından çörek otu yağı verilmiştir. Diğer gruba ise çörek otu yağı içermeyen tuzlu bir sıvı verilmiştir. Araştırmacılar şeker hastalığına yakalanmış farelerde çörek otu yağının kanda şeker oranını düşürdüğünü ve insülin miktarını artırdığını tespit etmişlerdir. Ayrıca rek otu yağı, insülin salgılanmasından sorumlu pankreasta beta hücrelerini harekete geçirip, altmıştır. Çalışmanın sonucunda çörek otunun şeker hastalığının tedavisinde yardımcı olabileceği ortaya konulmuştur (Türkdoğan vd. 2000).

Ek olarak, Denli vd. (2004) bıldırcınlarda yumurta verimi ve kalitesi üzerinde yaptıkları bir çalışmada, 1 g/kg çörek otu verilen grupta; yumurta verimi, yumurta ağırlığını daha yüksek bulmuşlardır. Buna rağmen canlı ağırlık değişiminde, yem alımında bir fark görülmemiştir ($p>0,05$). Sonuç olarak 1 g/kg çörek otu ekstraktının yumurtacı bıldırcınlarda kullanımı tavsiye edilmiştir.

Yapılan araştırmalarda çörek otunun (*Nigella sativa*) bağışıklık sistemini güçlendirici etkileri yanında birçok faydalı etkilerinin olduğu, fitoterapide yaygın olarak kullanıldığı ortaya konulmuştur. Özellikle vücudu, serbest radikallerin yol açtığı hasardan koruma yeteneğindeki maddelerin keşfedilmesine yönelik yoğun bir ilgi vardır (Couladis 2003). Ek olarak, Bektaş (2010) hücre kültürü ortamında yaptığı çalışmasında çörek otunun DNA hasarını önlemede profilaktik etki yapabileceğini ortaya koymuştur.

Bu bilgiler ışığında araştırma, Atatürk Baraj Gölü'nde yetiştirilen gökkuşağı alabalıklarında farklı dozlarda uygulanan çörek otunun (*Nigella sativa*) spermatolojik özellikler, spermatozoondaki DNA hasarı ve seminal plazma kompozisyonu üzerine etkilerini belirlemek ve bunlar arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Gökkuşuğu Alabalıklarında Üreme ve Üreme Fizyolojisi

2.1.1 Üreme

Diğer canlılarda olduğu gibi balıklar da hayatlarını sürdürebilmek ve geliştirebilmek için kendilerini bulundukları su ortamına adapte etmek zorundadırlar. Doğada var olabilmek için verilen bu mücadelede en hayati nokta üremedir (Çelikkale 1991).

Alabalıklar doğada mevsime bağlı üreme etkinliği gösterirler. Yani, üreme yalnızca yılın belirli bir mevsiminde gerçekleşir. Üremenin başlaması, yumurtadan çıktıktan sonra yeterli vücut gelişimine ulaşması, uygun sıcaklık, ışık ve hormonal mekanizma ile doğrudan bağlantılıdır. Alabalıklar 2–3 yaşında eşeyssel olgunluğa ulaşırlar. Genellikle erkekler dişilerden daha erken eşeyssel olgunluğa ulaşır. Sonbahar ve ilkbahar arasında su sıcaklığının 7–12°C olduğu dönemlerde üreme etkinliği gösterirler (Billard 1992).

Mevsime bağlı üreme etkinliği gösteren balıklarda gonadların gelişimi bir düzene bağlıdır. Uygun çevre koşulları sağlanıncaya kadar gonadlar dinlenme durumundadır. Yaklaşan üreme mevsimi ile birlikte uygun çevre koşulları endokrin sistemi harekete geçirir ve gonadal gelişme hızlanır. Çevre koşullarında meydana gelecek ani değişimler gonadal gelişmeyi durdurabilir ve gametler çevre şartları düzene girene kadar dinlenme fazında bekler. Olumsuz koşullar devam edecek olursa, gametler vücut tarafından resorbe edilir (Billard 1992).

2.2 Erkek Alabalıklarda Üreme Fizyolojisi

2.2.1 İlk eşeyssel olgunluğa ulaşma yaşı

İlk eşeyssel olgunluğa ulaşma yaşı pek çok faktörün etkisi altındadır. Soğuk iklimlerde

eşeyssel olgunluğa ulaşma, sıcak iklimlere göre daha geç olur. Örneğin sazan balıkları tropik ve subtropik bölgede birinci yaşında eşeyssel olgunluğa erişirken, Orta Avrupa'da 3. Yıl, Kuzey Avrupa'da 4. Yılda ulaşabilir (Atay 1987). Ayrıca yaş, boy ve fizyolojik yapı gibi bazı faktörler de direkt olarak etkilemektedir. Bazı bireysel özellikler etkili olmakla birlikte alabalıklarda ilk eşeyssel olgunluğa ulaşma yaşı 2–3 yıl arasında değişiklik göstermektedir (Billard 1992).

2.2.2 Testisler ve Kanal Sistemi

Testislerin büyüklükleri ve renkleri üreme mevsimi ile bağlantılı olarak değişim göstermektedir. Testisler, erkek alabalık cinsel olgunluğa ulaştıktan sonraki dönemde vücut ağırlığının %12'si veya daha fazlası olabilmektedir. Renkleri krem-beyaz olup pürüzsüz, lobüler ve düzgün bir yapı göstermektedirler (Billard 1992).

Testisler ince bir bağ dokudan oluşan testiküler kapsül ile çevrili ve bu kapsül içerisinde bağ doku uzantıları göstermektedir. Bu bağdoku uzantıları spermatogenetik birimleri oluşturur ve bu birimler birbirleriyle rete testis adı verilen kanal ağıyla bağlantılıdır. Bu spermatogenetik birimlerin yüzeyinde bazal membran üzerine oturmuş iki tip hücre bulunur. Bunlar, çok sayıda olan spermatogoniumlar ve bunlar arasında yer alan sertoli hücreleridir. Sertoli hücreleri cinsiyet hücrelerini besleyici ve destekleyici görev yapmaktadır. Spermatogenetik birimlerin arasında interstiyel bağdokuda tek tek ya da gruplar halinde leydig hücreleri bulunmaktadır. Bu hücreler testiküler steroidlerin kaynağıdır (Ciereszko ve Dabrowski 1993).

Alabalık testisi lobular bir testis olarak tanımlanmakta, seminal vezikülden ve lenfatik sistemden yoksundur. Sperm kanalının bilinen serbest kısımları birçok fonksiyona sahiptir. Bunlar; seminal sıvının iyonik kompozisyonunun düzenlenmesi, spermatozoanın resorpsiyonu, hormonların metabolizması ve salgılanmasıdır (Ciereszko ve Dabrowski 1993).

2.2.3 Spermatogenezis ve endokrin sistemi

Spermatozoon, testislerde spermatogenezis olarak adlandırılan bir dizi sitolojik aşamaların sonucunda sperma ana hücreleri olan spermatogonia'lerden oluşmaktadır. Üreme mevsiminde endokrin sisteminin harekete geçmesiyle testislerdeki spermatogenetik birimlerin germinativ epitelinden köken almakta olan spermatogoniumlar, mitoz yoluyla çoğalıp diferensiye olarak spermatogonia A ve B gonositlerini meydana getirmektedirler (Billard 1992).

Spermatogonia mitoz yoluyla bölünerek primer spermatositleri oluşturur. Primer spermatositlerde kromozom sayısı $2n$, diploiddir. Primer spermatositlerin I. ve II. Mayotik bölünmeden sonra spermatidler meydana gelmektedir. Spermatidler başkalaşıma (Metamorfoza) uğrayarak spermatozoonları oluştururlar. Oluşan spermatozoa lumene (Testisin kanal boşluklarına) verilir ve kanal sisteminin (Gonaduct) özel salgısıyla birleşerek semen-milt (Balık sütü) adı verilen spermayı oluştururlar. Oluşan bu yapı uygun çevre şartları sağlanıncaya kadar dinlenme durumunda kalır (Billard ve Cosson 1992).

Spermatogenez, hipotalamustan salgılanan gonadotropin hormonun (GnRH) etkisiyle hipofizden salgılanan gonadotropinlerin kontrolü altındadır. Seksüel olgunluğa ulaşan ya da üreme mevsiminde bulunan erkeğin endokrin sistemi özellikle sıcaklık ve ışık başta olmak üzere besin, tuzluluk ve pH gibi çevre koşullarına bağlı olarak gelişim göstermektedir (Von Schalburg and Sherwood 1999).

Hipofizden salgılanan gonadotropinler (GtH I ve GtH II) spermatogenez ve testiküler steroidlerin üretimini düzenlemektedir. Bu düzenlemeyi GtH I (LH) için Leydig hücrelerinde, GtH II (FSH) ise sertoli hücrelerinde bulunan reseptörler vasıtasıyla yapmaktadırlar. GtH I'in biyolojik etkisi testislerdeki interstiyel bağdokuda bulunan Leydig hücrelerinden steroidlerin (Erkek balıklarda sex steroidi 11-ketotestosteron) salgılanmasını düzenlemektedir. GtH II ise etki mekanizmasının balıklarda tam belli olmamakla birlikte spermatogenezini düzenlediği belirtilmektedir (Schulz vd. 2001).

Spermatogenez balıklarda mevsimsel bir olgu olup üremeden birkaç ay önce tamamlanmaktadır. (Billard ve Takashima 1982). Spermatogenez sonucunda oluşturulan spermatozoalar testislerde lobular luminada depolanır. Üreme mevsimine girildiğine dair çevresel sinyaller algılandığında, hormonal mekanizmanın etkisiyle sperma kanallarına aktarılarak üreme mevsimi boyunca bu kanallarda depolanır (Billard ve Takashima 1982).

2.2.4 Spermatozoon ve sperma

Spermatozoon ya da kısa adıyla sperma hücresi, erkek bireylere ait üreme hücresidir. Sperma ise, spermatogenez neticesinde testislerde yapılan spermatozoalar ve ek cinsiyet bezlerinin salgılarından oluşmuştur. Yani, genital kanal sisteminden salgılanan sekresyon ile spermatozoonların karışımına süt (Semen, sperma, balıkta süt) adı verilir. Canlı türlerine göre sperma özellikleri farklılık göstermektedir. Renk, miktar ve yoğunluk bunlardan bazılarıdır (Mann 1954). Seminal plazmanın bileşimi ise türlere göre farklılıklar göstermekle beraber Na, K, Cl, şeker ve protein başlıca komponentleridir (Billard 1992, Akçay vd. 1995).

Balık spermatozoonları baş, orta ve kuyruk olmak üzere üç kısımdan oluşmuştur. Spermatozoonun baş kısmı hafif yassılaştırmış ve ovoid bir yapıya sahiptir. Başın büyüklüğü yaklaşık 2,5 mikrometre ve maksimum çapı da posteriordan anteriora 2,0 mikrometredir. Distal ve proksimal olmak üzere iki adet sentriol bulunur. Alabalık ve sazan spermatozoonlarının posteriorunda nükleer çöküntü vardır ve bu çöküntüler mitokondrileri içerir (Suquet vd. 1994). Kuyruk kısmı yaklaşık 25–36 mikrometre uzunluğunda ve sirküler bir yapıya sahiptir. Genişliği yaklaşık 0,2 mikrometre olup 9+2 fibril yapıdadır (Morisawa vd. 1983, Mattei 1991).

Bazı türlerde sperma kalitesinin düşük olması bu türlerin kültüre alınmasında sınırlayıcı bir faktör olarak görülmektedir. Birden çok sayıda erkek balıktan alınıp karıştırılarak elde edilen spermalar arasındaki kalite farklılığının, popülasyonları etkilediği ve seleksiyon

yapmayı imkânsız hale getirdiği bilinmektedir (Rurangwa vd. 2004). Kùltùre alınmış balıklardaki sperma kalitesi, anaçların beslenmesinden, spermalarının saklanması aşamasındaki koşullardan ve dölleme yönteminden etkilenebilmektedir. Bunların dışında, spermatozoa sayısı, motilite ve motilite süresi, dölleme başarısını artıran önemli unsurlardır.

Sperma kalitesinin geliştirilmesi için yapılan çalışmalarda en yaygın kullanılan parametreler; spermatozoon morfolojisi, spermatozoa motilitesi, motilite süresi, pH ve seminal plazmanın biyokimyası şeklinde özetlenebilir (Bromage ve Roberts 1995). Tekin vd. (2003) yaptıkları bir çalışmada, üreme mevsiminin sonunda gökkuşuğı alabalığından farklı yaş grupları oluşturarak alınan örneklerde miktar, motilite, canlılık süresi, yoğunluk, toplam spermatozoa sayısı, pH ve renk skalası belirlemişler; canlı ağırlık ile vücut uzunluğu ölçülerinin sperma verimi ve kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Sperma miktarı, spermatozoa motilitesi ve morfolojisi, kaliteli sperma üretebilen erkeklerin kullanılması, döllemedeki başarıyı doğrudan etkilediğı gibi anaç stok yönetimi açısından da büyük önem taşımaktadır.

2.3 Spermatolojik Özellikler

Spermatogenesis gonosit, spermatogonium, birincil (Primary) spermatosit, ikincil (Secondary) spermatosit, spermatid ve spermatozoon olarak bilinen farklı gelişim aşamalarının gözlemlendiğı bir süreçtir (Callard 1991).

Spermatogenesis boyunca spermatidler olgunlaşır, kuyruk gelişir ve sertoli destek hücrelerinden ayrılıp spermatozoaya dönüşürler (Redding ve Patino 1993). Bu spermatozoon daha sonra spermiasyon denilen fiziksel anlamda değişimlerin meydana geldiğı bir gelişim sürecinden geçer. Olgunlaşma (Maturasyon) ya da dölleme kapasitesini kazanma amaçlı gerçekleşen bu işlem, efferent kanalında sıvı üretimi ve vücutta değişik üreme hormonların

etkisi ile ilişkili olup, spermatozoonun hidrasyonu ve incelmesini içerir (Schulz ve Miura 2002).

Spermatozoon fizyolojisi ve kalitesinin geliştirilmesi için yapılan çalışmalarda en yaygın şekilde kullanılan parametreler; spermatozoon motilitesi, solunum ve hareket enerjisi, seminal plazmanın biyokimyası, spermatozoonun yapısı, canlı kalma oranı ile fertilizasyon oranıdır (Bromage ve Roberts 1995).

Bunların yanı sıra, sperma kalitesini oluşturan özelliklerin belirlenmesi son yıllarda önemle vurgulanan konuların başında gelmektedir. Tekin vd. (2003) yaptıkları bir çalışmada, üreme mevsiminin sonunda 37 gökkuşağı alabalığından farklı yaş grupları oluşturarak aldıkları sperma örneklerinde miktar, motilite, canlılık süresi, yoğunluk, toplam spermatozoa sayısı, pH ve sperma rengi skalasını belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar, canlı ağırlık ile vücut uzunluğu ölçülerinin sperma verimi ve kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Sperma miktarı, spermatozoa yoğunluğu, spermatozoa motilitesi ve yapısı balıklarda sperma kalitesini gösteren önemli spermatolojik özelliklerden olup (Cabrita vd. 2001), kaliteli sperma üretebilen erkek bireylerin kullanılması, döllenmedeki başarıyı etkilediği gibi anaç stok yönetimi açısından da büyük önem taşımaktadır.

2.3.1 Sperma miktarı

Sperma miktarı, balığın sperma veriminin ve spermatozoa sayısının göstergelerinden birisidir. Nitekim Moon vd. (2003) erkek *Platichthys stellatus*'ta sperma miktarı ve spermatozoa yoğunluğu arasında pozitif korelasyon olduğunu bildirmişlerdir.

Sperma miktarını belirlemek amacıyla birçok çalışma yapılmış (Billard 1992, Geffen ve Evans 2000, Tekin vd. 2003, Seçer vd. 2004, Bozkurt vd. 2005, Bozkurt vd. 2006, Rainis vd. 2007, Aral vd. 2007), bu çalışmalarda farklı değerler elde edilmiştir. Örneğin, kalkan balıklarında (*S. maximus*) Suquet vd. (1993) 0,2–2,0 ml; Atlantik halibut (*H.*

hippoglossus)’larda Billard vd. (1977) 1,0–60,0 ml sperma miktarı bildirmişlerdir.

Tatlısu levreklerinde (*P. fluviatilis*) Piironen ve Hyverinon (1983) 0,5–1,5 ml; turnalarda (*E. lucius*) de Montalembert vd. (1980) 0,1–1,5 ml; kadife balığında (*T. tinca*) Linhart ve Krasnicka (1992) 0,2–2,0 ml değerlerini elde etmişlerdir.

Deniz ve tatlısu ekosistemleri arasında geçiş yapan (diadrom) türler üzerine yapılan çalışmalar da bulunmaktadır. Piironen (1985) Atlantik salmonu (*Salmo salar*) üzerinde yaptığı çalışmalarda sezon başında ortalama sperma miktarını 20 ml olarak tespit ederken, sezon sonuna doğru 50 ml olarak bildirmiştir.

Gökkuşığı alabalıkları, birçok faktöre bağlı olarak, 6,0–12,0 ml arası sperma verebilmektedirler (Billard 1992). Özellikle su sıcaklığı, sağım aralığı, yaş, dişinin varlığı, vücut ağırlığı ve uzunluğu, bakım-besleme şartları vb faktörler sperma miktarı üzerine doğrudan etkilidirler (Büyükhatipoğlu ve Holtz 1984, Seçer vd. 2004, Aral vd. 2007, Gjerde 1984, Tekin vd. 2003). Yine Gjerde (1984) gökkuşığı alabalıklarında sperma miktarını 5 ml/kg canlı vücut ağırlığı olarak tespit ederken, Atlantik salmonunda 20 ml/kg olarak rapor etmiştir. Bu değerlere bakıldığında gökkuşığı alabalıklarında sperma miktarı oldukça değişkendir.

2.3.2 Spermatozoa motilite oranı

Motilite, sperm kalitesi ve dölleme yeteneğini etkileyen önemli parametrelerden birisidir. Birçok balık türünde, ozmotik basınçtaki azalma, hareketsiz olan spermatozoadaki motiliteyi başlatabilmektedir (Morisawa ve Suzuki 1980). Ayrıca, spermatozoa motilitesi için gerekli enerji kaynağı olan endojen ATP’in, düşük motiliteli spermatozoada az miktarda bulunduğu Percheva vd. (1995) tarafından bildirilmektedir. Spermatozoadaki motilite oranı ve motilite süresi başarılı bir fertilizasyon için gerekli olmaktadır. Bu durum spermatozoanların ovuma ulaşım dölleyebilme yeteneğini göstermektedir. İyi kalitede bir spermada, bu iki özelliğe ait değerler yüksek bulunmuştur (Tekin vd. 2003).

Laboratuar çalışmalarında, spermatozoanın hareketini görebilmek için en az 1:1000 gibi oldukça yüksek bir seyreltme gerekmektedir (Billard vd. 1995). Geçmişte spermatozoa motilitesini belirlemede kullanılan en yaygın yöntem, spermatozoanın toplu hareketinin 0-5 arası değerlere sahip bir skala doğrultusunda değerlendirilmesi (Billard vd. 1995) iken, son yıllardaki çalışmalarda ise yüzde oranı (%) kullanılmaktadır (Billard 1987, Miura vd. 1991).

Spermatolojik zelliklerin incelendiği çalışmalarda, değişik balık türlerinde farklı motilite sonuçları elde edilmiştir. *Cyprinidae* familyasına ait balıklar üzerine yapılan çalışmalarda motilite oranını % 20,0 ila % 95,0 arasında, *Mugilidae* familyasına ait *Liza abu* türünde ise % 26,6 ila % 77,1 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Linhart vd. 2000, Alvarez vd. 2003, Basavaraja vd. 2004, Aral vd. 2004, 2007, Bozkurt vd. 2009).

Aynı şekilde, Jasper vd. (1976) kanal kedi balığı (*Ictalurus punctatus*) ‘nın motilitesinin % 68,5 ila 79,7 arasında; Hajirezaee vd. (2009) ve Bozkurt vd. (2006) dere alabalığı (*Salmo trutta fario-caspus*)’nın %52,8 ila 81,8 arasında; Hatipoğlu ve Akçay (2010) abant alabalığı (*Salmo trutta abanticus*)’nın %70,0 ila 95,0 arasında; Dziewulska vd. (2008) deniz alabalığı ve kaynak alabalığı (*Salmo trutta trutta* ve *Salvelinus fontinalis*)’nın %70,0 ila 100,0 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Gökkuşağı alabalıklarında yapılan birçok çalışmada % 30,0 ila 100,0 arasında motilite tespit edilmiştir (Tekin vd. 2003, Aral vd. 2007, Canyurt ve Akhan 2008, Dziewulska vd. 2008).

2.3.3 Spermatozoa motilite süresi

Motilite süresi, spermatozoonun motil kalma süresini ifade etmektedir. Srenin belirlenmesi, spermatozoonun hareketinin, aktivasyon solusyonu ile başlatılmasından, bitinceye kadar geçen zaman olarak ifade edilmektedir (Billard ve Cosson 1989, Linhart vd. 1992). Bazı çalışmalarda ise toplam spermatozoanın %50’sinin hareketli kaldığı süre olarak

da tanımlanabilmektedir (Hines ve Yashow 1971). Bazen de motilite süresi, hareketli spermatozoa yoğunluğu ile kombine edilerek tahmin edilmektedir (Baynes and Scott 1981). Ancak, son yıllarda yapılan çalışmalarda hareketli spermatozoa yüzdesi sıklıkla kullanılan bir ölçüttür (Cosson vd. 1991, Miura vd.1991).

Görüntü işleme sistemlerinin kullanılmasıyla fotoğraf ve video kayıtları değerlendirilerek flagellum hareket frekansı (Cosson vd. 1985) spermin hızının hesaplanması ve hareket mesafesi gibi daha detaylı ölçütlerde kullanılmaktadır (Billard ve Cosson 1989, 1992).

Motilite süresi gözlenen spermatozoanın %50'sinin hayatta kalma süresi olarak belirlenmektedir (Billard vd. 1995). Motilite süresini, hareketi uyarıcı ortamın kimyasal özelliği belirler. Spermatozoon hareketi başladıktan hemen sonra spermatozoanın ATP kaynakları tüketilmeye başlanır (Billard 1986).

Deniz balıklarında yapılan araştırmalarda motilite süresi üzerine farklı sonuçlar elde edilmiştir. Fauvel vd. (1993) kalkan balıkları (*S. maximus*) üzerine yaptıkları araştırmada 1,0–17,0 dakika (dk), Billard vd. (1977) deniz levrekleri (*D. labrax*) üzerine yaptıkları çalışmada 3,4–30,0 dk, Gwo vd. (1991) *Micropogonias undulatus* üzerine yaptığı araştırmada 0,1–120,0 dk, Doi vd. (1982)'nin orkinos balıkları (*Thunnus thynnus*) üzerine yaptığı çalışmada ise 13,0–15,0 dk motilite süresi tespit etmişlerdir.

Ek olarak, Chao vd. (1987) tatlısu çipurası (*Tilapia sp.*) Billard (1986) turna (*E. lucius*) balıklarında motilite süresini sırasıyla 4,0–5,0 dk, 0,3–1,0 dk olarak bildirmişler, *Cyprinidae* familyasına ait sazan türlerinde ise motilite süresinin 0,12 ila 15,5 dk arasında olduğu belirlenmiştir (Belova 1981, Kruger vd. 1984, Billard 1986, Perchea vd. 1995, Linhart vd. 2000, Alvarez vd. 2003, Basavaraja and Hegde 2004, Aral vd. 2004, Bozkurt vd. 2008). Yine, Kazakov (1981) Atlantik salmon (*Salmo salar*) balıklarında motilite süresinin 0,13 ila 1,02 dk. arasında değiştiğini ifade etmiştir.

Akçay vd. (2006) dere alabalığı (*Salmo trutta fario*)'nın 1,62 dk Hatipoğlu ve Akçay

(2010) abant alabalığı (*Salmo trutta abanticus*)'nın 1,20 dk motilite süresi olduğunu bildirmişlerdir.

Gökkuşığı alabalıkları (*O. mykiss*) üzerine yapılan çeşitli araştırmalarda ise 0,13 ila 4,0 dk arasında değişen motilite süreleri belirlenmiştir (Büyükhatipoğlu ve Holtz 1984, Billard 1986, Tekin vd. 2003, Aral vd. 2004, Bozkurt vd. 2005, Canyurt ve Akhan 2008).

2.3.4 Spermatozoa yoğunluğu

Spermatolojik özelliklerden spermatozoa yoğunluğu, 1 ml spermada bulunan spermatozoa sayısı olarak tanımlanmaktadır (Billard vd. 1995). Spermatozoa yoğunluğu, hemositometrik, spektrofotometrik, spermatokrit yöntemler kullanılarak 3 farklı şekilde belirlenebilmektedir (Piironen 1985, Ciereszko ve Dobrowski 1993, Lahnsteiner vd. 1996).

Spermatozoa yoğunluğu hakkında farklı balık türlerinde birçok çalışma yapılmıştır. Bu araştırmalarda kullanılan deniz balıklarından; kalkan balıklarında (*Scophthalmus maximus*) Fauvel vd. (1993) $0,7-11,0 \times 10^9/\text{ml}$, deniz levreklerinde (*Dicentrarchus labrax*) Billard vd. (1977) $10,0-40,0 \times 10^9/\text{ml}$, *Micropogonias undulatus*'larda Gwo vd. (1991) $23,4-364,0 \times 10^9/\text{ml}$, ton balıklarında (*Thunnus thynnus*) Doi vd. (1982) $49,6-64,8 \times 10^9/\text{ml}$ spermatozoa yoğunluğu tespit etmişlerdir.

Tatlısu balıklarından sarı levreklerde (*Perca flavescens*) Koenig vd. (1978) ve Ciereszko ve Dabrowski (1993) yaptığı çalışmalarda sırasıyla $11,4-30,2 \times 10^9/\text{ml}$; $37,0-47,4 \times 10^9/\text{ml}$, levrek balıklarında (*Perca fluviatilis*) Piironen ve Hyverinon (1983) $7,0-127,4 \times 10^9/\text{ml}$ ve Goubier (1990) $3, 40-130,0 \times 10^9$, tatlısu çipurası'nda (*Tilapia sp.*) Chao vd. (1987) $0,8-27,4 \times 10^9/\text{ml}$, turnalarda (*Esox lucius*) de Montalembert vd. (1980) $17,8-25,0 \times 10^9/\text{ml}$, kadife balıklarında (*Tinca tinca*) Linhart ve Krasnicka (1992) $4,2-34,6 \times 10^9/\text{ml}$ ve *Lota lota* balıklarında ise Piironen ve Hyverinon (1983) yaptıkları çalışmalarda $23,3-59,3 \times 10^9/\text{ml}$ değerlerini tespit etmişlerdir.

Deniz ve tatlısu ekosistemleri arasında geçiş yapan (Diadrom) türler üzerine yapılan çalışmalar da bulunmaktadır. Kazakov (1981) ve Aas vd. (1991) Atlantik salmonu (*Salmo salar*) üzerinde yaptığı çalışmalarda sırasıyla $13,8-16,8 \times 10^9/\text{ml}$ ve $3,5-17,9 \times 10^9/\text{ml}$; Doi vd. (1982) chum salmon'larda (*Onchorhyncus keta*) $21,6-25,6 \times 10^9/\text{ml}$, Gallis vd. (1991) alman mersin balıklarında (*Acipenser sturio*) $0,05-0,5 \times 10^9/\text{ml}$ olarak belirlemişlerdir. Piironen ve Hyverinon (1983) karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*) üzerine yaptığı incelemede ise $5,0-25,7 \times 10^9/\text{ml}$ arası yoğunluk rapor etmişlerdir.

Gökkuşığı alabalıklarında (*Onchorhyncus mykiss*) da spermatozoa yoğunluğunu belirlemek amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Ciereszko ve Dabrowski (1993) ve Piironen ve Hyverinon (1983) yaptıkları araştırmalarda sırasıyla $1,9-20,6 \times 10^9/\text{ml}$ ve $4,8-25,4 \times 10^9/\text{ml}$ değerlerini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Tekin vd. (2003), Bozkurt vd. (2005), Aral vd. (2007) alabalıkların spermatolojik özellikleri üzerine yapmış oldukları çalışmalarda spermatozoa yoğunluğunu sırasıyla $4,8-8,9 \times 10^9/\text{ml}$; $1,5-7,2 \times 10^9/\text{ml}$ ve $3,73-8,38 \times 10^9/\text{ml}$ değerlerini rapor etmişlerdir. Ek olarak, Munkittrick ve Moccia (1987) ve Aral vd. (2007) üreme dönemi süresince spermatozoa yoğunluğunda düşme görüldüğünü ifade etmişlerdir.

Spermatozoa yoğunluğu döllenme oranına etki edebilen bir özelliktir (Aas vd. 1991). Alabalıklarda (*Salmo trutta*) fertilizasyon oranının % 50'den yüksek olabilmesi için ovum başına $3,8 \times 10^5/\text{ml}$ spermatozoa olması gerektiği bildirilmektedir (Poole ve Dillanea 1998). Bu nedenle spermadaki spermatozoa yoğunluğunun belirlenmesi, döllenmeye etki edebilmesi yönünden önem taşımaktadır.

2.3.5 Total spermatozoa yoğunluğu

Total spermatozoa yoğunluğu, spermatozoa yoğunluğu ile sperm miktarı çarpımıdır (Tekin 1994). Farklı balık türlerinde total spermatozoa yoğunluklarını belirlemek amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Bozkurt (2004), üreme mevsimi boyunca sazanlarda total spermatozoa yoğunluğunun $1,114 \times 10^9-785,260 \times 10^9$ arasında değiştiğini, Zhukinskiy ve Aleeksenko (1983) sazan balıklarının farklı üreme dönemlerindeki total spermatozoa yoğunluğunun

11,4x10⁹- 15,1x10⁹ arasında değiştiğini, Akçay vd. (2002) sazan balıklarının dondurulma sonrası total spermatozoa yoğunluğunun 17,33 x 10⁹ olarak belirlendiğini bildirmişlerdir.

Yine, Suquet vd.(1992a) total spermatozoa yoğunluğunu kalkan balıklarında (*Scophthalmus maximus*) 0,2-12 x10⁹ değerleri, Piironen (1985) Atlantik salmon balıklarında ise (*Salmo salar*) 65-681 x10⁹ değerleri arsında bildirmişlerdir.

Alabalıklar üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında, total spermatozoa yoğunluğunu Schmidt-Baulain ve Holtz (1991) 20-80 x 10⁹, Tekin vd. (2003) 147,6±0,75 x 10⁹, Seçer vd. (2004) 44,25±64,59 x 10⁹, Bozkurt vd. (2005) 94,51±46,78 x 10⁹ ve Bozkurt vd. (2006) 70,00±42,53 x 10⁹ olarak bildirmişlerdir.

2.3.6 Sperm pH'ı

Spermatolojik özelliklerden bir diğeri de sperma pH'ıdır. Sperma pH'ının spermatozoa motilitesine etki ettiği bildirilmektedir (Billard vd. 1995, Liley vd. 2002). Bu nedenle sperma pH'ındaki değişimlerin belirlenmesi, spermadaki spermatozoa oranı ve morfolojisi hakkında bilgi verebilmekle birlikte, spermaya dışarıdan bir karışımın olup olmadığının da bir göstergesidir.

Aktivasyon solüsyonunun iyonik kompozisyonu gibi ektstraselüler ve intraselüler pH'nın da başlangıç ve hareketlilik süresine etkisinin olduğu belirtilmiştir (Marian vd. 1993). Lahnsteiner vd. (1998), seminal plazma pH'ı ile potansiyel hareketli spermatozoa yüzdesi, doğrusal hareketli spermatozoa ve spermatozoanın yüzme hızı arasında belirgin bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir.

Suquet vd. (1993) kalkan balıklarının (*S. maximus*) sperm pH'ını 7,3 olarak, Koenig vd. (1978) levrek balıkları (*Perca flavescens*)'nda 8,5 olarak belirlemişlerdir. Yine, Atlantik salmonu (*Salmo salar*) ve chum salmon (*O. keta*) türleri üzerine, Hwang ve Idler (1969) ve Morisawa ve Morisawa (1988) tarafından yapılan araştırmalarda pH değerlerini sırasıyla

8,2 ve 8,1 olarak tespit etmişlerdir.

Farklı alabalık türleri üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında, Bozkurt vd. (2006) dere alabalığı (*Salmo trutta fario*) sperma pH'ını 7,0–8,0 bildirirken, Hatipoğlu ve Akçay (2010) abant alabalığı (*Salmo trutta abanticus*) 'nı 7,5 belirlemişlerdir.

Ek olarak, gökkuşağı alabalıkları (*O. mykiss*) üzerine Morisawa ve Morisawa (1988) ve Inaba vd. (1998) tarafından yapılan araştırmalarda 7,9 değeri rapor edilmiştir. Yine, gökkuşağı alabalıklarında (*O. mykiss*) sperma pH'ı 7,2-7,9 aralığında tespit edilmiştir (Tekin vd. 2003, Aral vd. 2004).

2.4 Endojen Faktörlerin Spermatolojik Özellikler Üzerine Etkisi

Diğer omurgalılarda olduğu gibi kemikli balıklarda da hipotalamustan salgılanan hipofiz kompleksi üreme döngüsünün kontrolünde önemli bir rol oynamaktadır. Bu yapı beyin faaliyetlerini düzenleyici hipofiz hormonları, gonadotropinler I (FSH) ve II (LH), ile gonad fonksiyonlarını kontrol etmektedir (Alavi vd. 2008).

Gonadotropinler (FSH ve LH) steroid hormonları (Temel olarak 11-ketotestosteron ve 17, 20 β P) ile ayarlanan spermatogenezin düzene sokulmasında önemli rol oynamaktadırlar. Gonadotropin salgısına cevap olarak üretilen steroid hormon seviyesi 11-ketotestosteron ve testosteron seviyeleri spermatogenezin ileriki aşamaları boyunca yükselir ve spermiyasyon sonrasında hızlı bir şekilde düşer). 11-ketotestosteron temel olarak, spermatogonial çoğalma ve spermatosit oluşumu ile ilişkilidir. Bu androjen bazı balık türlerinde spermiyasyonun başlangıcında LH seviyesinin ayarlayıcısı olarak görev yapmaktadır. Progesteron sperma olgunlaşmasını sınırlar. Estrodiol, spermatogonial çoğaltım sırasında endotel hücrelerinin gelişim faktörünü artırabilmektedir (Ueda vd. 1983, Sakai vd. 1989).

Hipofiz hormonundan salgılanan gonadotropik hormonlar (GtH) ve hipotalamustan salgılanan hormon (GnRH) gibi gonadotropin salgıları, üreme dönemindeki balıkta bir dizi

çevresel etkinin yanıtıdır. Gonadotropinler testislerdeki somatik hücrelerden oluşan 17 α -hydroxyprogesterone üretimini uyarmaktadır. Bu hormon da sperma kanalı pH'sında artışa yol açabilmektedir (Miura vd. 1991). Moon vd. (2003) *Platichthys stellatus*'larda kan plazma 17- hydroxyprogesterone düzeyleri ile spermatozoa yoğunluğu arasında pozitif yönde yüksek korelasyonun olduğunu belirtmektedir.

Kemikli balıklarda, kortizol önemli hormonlardan bir tanesidir ve bu hormonun plazma seviyesi strese verilen tepki ile artar (Billard ve Gillet 1981, Pickering vd. 1982). Salmonidlerde ise, seksüel olgunluk ve smoltifikasyon boyunca kortizol ve androjen seviyeleri arasında zıt bir ilişki bulunmuştur (Pickering vd. 1987). Ek olarak, kemikli balıkların gamet gelişimleri ve üreme fonksiyonları üzerinde eksternal kortizolün etkisinin olduğu bildirilmiştir (Barry vd. 1995, Carragher ve Sumpter 1990).

2.5 Seminal Plazmanın Biyokimyasal Kompozisyonu

Hayvanlarda spermanın potansiyel fertilitesinin değerlendirilmesinde spermatozoon morfolojisi ve aktivitesi yanında, spermanın biyokimyasal olarak değerlendirilmesi de büyük önem taşımaktadır. Seminal plazmanın kimyasal bileşiminde saptanacak bir anormallik, erkek infertilitesinin belirlenmesinde değerli bir kriterdir.

Seminal plazmanın temel rolü spermatozoanın uygun şekilde depolanması için en uygun çevre ortamının sağlanmasıdır. Seminal plazma, spermatozoa testislerden sperma kesesi içerisine salındığında ve akabinde akuatik ortama bırakıldığında spermatozoaya destek verici çok önemli fizyolojik salgı rolü oynamaktadır (Morisawa ve Morisawa 1988, Ciereszko vd. 2000, Alavi ve Cosson 2006). Ek olarak, sperma hareketi için uygun mikro çevre ortamı yaratmak suretiyle dış döllenme süresince spermatozoa için fayda sağlamaktadır (Billard 1986).

Seminal plazmanın bileşimi sperma alma şekline, sıklığına, mevsime, beslenme ve türlere göre farklılık gösterir (England ve Allen 1991, Brooks 1990). Kemikli balıkların sperma

biyokimyasal kompozisyonu yıllardan beri birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır (Piironen ve Hyvarinen 1983, Billard vd. 1995). Seminal plazma, sperma motilitesini sağlayan veya kısıtlayan süreçle ilgili olarak çeşitli organik (Trigliserid, gliserol, yağ asitleri ve glukoz v.b.) ve inorganik bileşikleri (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} v.b.) içermektedir (Morisawa vd. 1983, Morisawa 1985, Lahnsteiner vd. 1993).

2.5.1 Seminal plazmanın organik bileşikleri

Spermaların organik kompozisyonu; lipit, fosfolipit, kolesterol, trigliserit ve proteinlerin yanı sıra adenin trifosfataz, fosfataz, lipaz, esteraz, oksidazlar, birçok urikolitik enzim, malik dehidrojenaz, adenosin trifosfataz, laktat dehidrojenaz, piruvat dehidrojenaz, kreatin fosfokinaz ve glukoz 6 fosfat dehidrojenaz gibi enerji metabolizmasında görevli birçok enzimden oluşur (Stoss 1983). Anaerobik şartlarda glukoz, fruktoz ve mannozu laktik aside dönüştürür. Seminal plazmada temel olarak kullanılan şeker fruktozdur (Hafez 1980). Seminal plazma, spermatozoa ve üreme sisteminin fonksiyonlarını yansıtan bazı içerikler ve sperma destek hücrelerine sahiptir (Ciereszko ve Dabrowski 2000).

Bu sebeplerden dolayı, seminal plazma kompozisyonu spermanın biyolojik kalitesi üzerine önemli bir etkiye sahiptir. Seminal plazma kompozisyonu özellikle kriyoprezervasyon çalışmalarında türe özgü sulandırıcıların hazırlanmasında önem kazanmaktadır. (Aas vd. 1991, Linhart vd. 2000, Rurangwa vd. 2004, Alavi ve Cosson 2005)

Verma vd. (2009) *Cyprinidae* familyasına ait altı farklı balık (*Catla catla*, *Labeo rohita*, *Labeo calbasu*, *Cirrhinus mrigala*, *Hypophthalmichthys molitrix* ve *Ctenopharyngodon idella*) üzerinde yaptığı çalışmada; glikoz için 1,2 mg/dl ila 2,0 mg/dl, üre için 1,0 ila 5,0 mg/dl, trigliserid için 3,0 ila 39,0 mg/dl, kolesterol için 14,0 ila 22,8 mg/dl, HDL kolesterol (HDL-C) için 4,0 ila 8,2 mg/dl, değerlerini rapor etmişlerdir. Benzer şekilde, Hatef vd. (2007) ve Hajirezaee vd. (2009) *Salmo trutta caspius* üzerinde yaptıkları araştırmalarda sırasıyla glikoz için 3,81 ve 1,7–2,0 mmol/ml değerlerini bildirmişlerdir. Ek olarak, *Salmo trutta trutta* ve *Salvilenus fontinalis* üzerine yapılan çalışmada glikoz için 40,0–600,0 ve

80,0–540,0 mg/dl değerleri rapor edilmiş (Hatef vd. 2007 ve Hajirezaee vd. 2009), Gündüz vd. (2002) gökkuşağı alabalıkları üzerine yaptıkları çalışmalarında ise glikoz ve kolesterol değerlerini sırasıyla 44,4–52,1 mg % ve 5,0-15,0 mg % olarak tespit etmişlerdir.

Gökkuşağı alabalığının seminal plazmasının iyonik kompozisyonu üreme zamanına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Munkittrick ve Moccia 1987) ve bazı türlerde spermatozoa o kadar düşük osmotik seviyeye ulaşır ki muhtemelen susuz ortamda bile kendiliğinden aktive olabilir (Cosson vd. 1999). Dahası, tatlısu kemikli balıklarının seminal plazmasının iyonik konsantrasyonu deniz ve tatlısu kıkırdaklı balık türlerinininkinden daha yüksektir (Cosson vd. 1999). Tatlısu kemikli balıklarının seminal plazma ozmotik basıncı (Suquet vd. 1994) Sibirya mersin balığı *Acipenser baeri*, (Gallis vd. 1991, Williot vd. 2000)'nın 38–100 mOsmol.kg⁻¹ seminal plazma ozmotik basıncı ile karşılaştırıldığında 232 ila 400 mOsmol.kg⁻¹ arasında değişim göstermektedir.

Ek olarak, Atlantik salmon (*Salmo salar*)'un taze spermasının sperma yoğunluğu, seminal plazma ozmotik basıncı, sodyum/potasyum oranı ve fertilizasyon oranı ile pozitif şekilde ilişkili olduğu belirtilmektedir (Aas vd. 1991). Diğer taraftan spermatozoa pH'ı yüksek olduğunda testisten sperma kesesine doğru harekete geçme özelliği gösterdiği de bildirilmektedir (Morisawa ve Morisawa 1988, Billard vd. 1995).

2.5.2 Seminal plazmanın inorganik bileşikleri

Seminal plazma parametreleri inorganik bileşiklerin değerlendirmelerinde; spermatozoa için izotonik ortam sağlaması ve motiliteyi engellemesi (pH, sodyum, potasyum, kalsiyum, osmalite) (Morisawa vd. 1983), organik bileşiklerin enerji metabolizmaları (Trigliserid, gliserol, yağ asitleri, glukoz, laktat) için gösterge olması (Lahnsteiner vd. 1993), litik/eritici enzimlere etkileri (Asid fosfataz, alkalın fosfataz, b-D-glukonoridaz, proteaz), üreme sezonu sonunda bozulmuş spermatozoanın ve spermatozoa enzimlerinin (malat dehidrogenaz, adenosin trifosfataz, aspartat aminotransferaz) elemine edilmesinden sorumlu olması gibi birçok açıdan incelenmektedir (Lahnsteiner vd. 1994).

Spermanın kimyasal içeriği türden türe ve üreme sezonunun dönemlerine göre farklılıklar gösterse de, genellikle Na^+ ve K^+ iyonlarınca zengin olup ayrıca, Mg^{2+} ve Ca^{2+} iyonlarını da içermektedir (Stoss 1983).

Kemikli balıklardan salmonidler, *Cyprinidae* (Sazangiller)'ler ve diğer türlerin (Örneğin Afrika yayın balığı, *Clarias macrocephalus*) seminal plazma sıvısının kimyasal yapısı üzerinde birçok değerlendirme yapılmıştır (Bayness vd. 1981, Lahnsteiner vd. 1998, Tan-Fermin vd. 1999). *Salmo salar* ve *Ctenopharyngodon idella*'nın, seminal plazma sıvısının Na^+/K^+ ve $\text{Mg}^{++}/\text{Ca}^{++}$ iyonik arasında açık bir şekilde fark bulunmaktadır (Hwang vd. 1969, Gosh 1987).

Tatlısu balıklarından *Perca fluviatilis* ve *Barbus barbus* türleri üzerine yapılan bir çalışmada ise sodyum değerleri sırasıyla; 124,01 ve 130,9 mmol/l, potasyum değerleri 10,2 ve 10,7 mmol/l ve kalsiyum değerleri 0,7 ve 2,4 mmol/l olarak tespit edilmiştir (Linhart vd. 2008).

Benzer şekilde *Esox masquinongy* üzerinde yapılan bir araştırmada; sodyum için 131,9 ile 137,7 mmol/l, potasyum için 23,6 ile 27,1 mmol/l, kalsiyum için 1,9 ile 2,1 mmol/l, magnezyum için ise 0,9 ile 1,4 mmol/l arasındaki değerler rapor edilmiştir (Lin vd. 1996).

Ek olarak, Bozkurt vd. (2006) *Salmo trutta fario* üzerinde yaptıkları araştırmalarda glikoz için 10,0 mg/dl ile 25,0 mg/dl, üre için 1,0 ile 5,0 mg/dl, trigliserid için 1,0 ile 10,0 mg/dl, kolesterol için 3,0 ile 64,0 mg/dl, sodyum için 59,0 ile 101,0 mmol/l, potasyum için 34,1 ile 62,0 mmol/l, kalsiyum için 2,6 ile 5,1 mmol/l, magnezyum için ise 2,3 ile 4,8 mEq/l değerlerini bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Hatef vd. (2007) ve Hajirezaee vd. (2009) *Salmo trutta caspius* üzerinde yaptıkları araştırmalarda, sodyum için 159,2 ve 122,6–143,2 mmol/l, potasyum için 33,7 ve 23,2, 2,0–38,5 mmol/l, kalsiyum için 1,68, 0,9–1,9 mg/dl, magnezyum için ise 0,9 ve 0,9–1,3 mmol/l değerlerini bildirmişlerdir. Yine, aynı familyaya ait balık türlerinden *Salmo trutta trutta* ve *Salvilenus fontinalis* üzerine yapılan çalışmada sodyum için 99,0–150,0 ve 88,0–94,0 mmol/l, potasyum için 5,0–30,0 ve 22,0–

40,0 mmol/l, kalsiyum için 1,3–2,1 ve 0,2–0,6 mmol/l, magnezyum için ise 0,9-1,7 ve 0,3-1,1 mmol/l aralığındaki değerleri bildirmişlerdir (Dziewulska vd. 2008).

Seminal plazma ve spermatozoa motilitesi arasındaki ilişki Hwang ve Idler (1969) tarafından *Salmo salar* (Salmonidae); Kruger vd. (1984) ve Lahnsteiner vd. (1996) tarafından *Cyprinus carpio* ve *Alburnus alburnus* (Cyprinidae); Gallis vd. (1991) ve Toth vd. (1997) tarafından *Acipenser baeri* ve *Acipenser fulvescens* türlerinde olmak üzere yalnızca birkaç balık üzerinde çalışılmıştır. Ek olarak, Morisawa ve Morisawa (1988) alabalıklar üzerine yaptıkları seminal plazma araştırmalarında sodyum için 128,9 ila 144,7 mmol/l, potasyum için 32,5 ila 37,3 mmol/l, kalsiyum için 2,6 ila 3,2 mg/dl, magnezyum için ise 1,0 ila 1,4 mEq/l elde etmişlerdir. Benzer şekilde, gökkuşağı alabalıklarında yapılan diğer bir çalışmaya göre sodyum değerleri 110,0 mmol/l, potasyum değerleri 43,4 mmol/l, kalsiyum değerleri 2,1 mmol/l ve magnezyum değerleri ise 2,5 mEq/l olarak bildirilmiştir (Koldras 1996).

2.6 Spermatozoa’da DNA Hasarı

Genetik materyalin moleküler bütünlüğünde ekzojen veya endojen faktörlerin etkisiyle meydana gelen tüm değişiklikler “DNA hasarı” olarak adlandırılır. Canlının bütün genetik bilgilerini deoksiribonükleik asit (DNA) molekülü ihtiva eder. DNA’da meydana gelen olumsuz değişiklikler kendisinden sonra gelen nesillere aktarılan genetik bilgiyi de değiştirebilir. Normalde hasar ve tamir denge halindedir. Denge hasar lehine bozulduğunda tamir mekanizmaları yetersiz kalmakta, neticede hücre ölümü veya mutasyon, delesyon, insersiyon ve kanser oluşumu gibi DNA molekülünde kalıcı hasarlar olabilmektedir (Bektaş 2010).

Çevresel faktörlerle birlikte alınan diyetel faktörlerin de DNA hasarı oluşumunda önemli rollerinin olduğu bilinmektedir. Diyetle alınan bazı gıdalar DNA hasar oluşumunu artırırken, bazı gıdaların DNA hasar oluşumunu önlediği bilinmektedir. DNA hasarını önlemenin yolu bir taraftan DNA molekülüne zarar veren etkenlerden uzak dururken, diğer

tarafından DNA hasar oluşumunu önleyici tedbirler almaktır. (Bektaş 2010).

Çeşitli iç ve dış nedenlerden dolayı DNA’da farklı düzeyde hasarlar meydana gelmektedir (Horak vd. 2003, Türk vd. 2006). Spermatozoon DNA hasarına insan (Hughes vd. 1997, Singh vd. 2003), fare (Muralidhara 2005), at (Baumber vd. 2003), balık (Cabriata vd. 2005, Zilli vd. 2003) gibi pek çok hayvan türünde rastlanmaktadır. DNA da oluşan bu hasarların başlıcaları; kromatin yapısının bozulması, DNA bazlarının oksidasyonu, yanlış eşleşmesi ve tubulin polimerizasyonunun baskılanması, bazların kimyasal olarak değişmesi (Kopeika vd. 2004) kromatin yapısındaki anomaliler (Leopardi vd. 2004), DNA zincirinin kırılması, DNA-DNA ve DNA-protein çaprazlaşmaları (Cabriata vd. 2005, Kopeika vd. 2004), DNA da mutasyonlar (Potts vd. 1999) gibi bir takım yapısal bozulmalardır. Spermatozoondaki DNA hasarı ile spermanın yoğunluğu, morfolojisi ve motilitesi gibi parametreler arasındaki ilişki pek çok araştırmacı tarafından araştırılmıştır (Irvine vd. 2000, Donnelly 2001, Morris vd. 2002, Saleh vd. 2002). Saleh vd. (2002) yaptıkları çalışmada spermatozoon DNA’sındaki hasarın üreme üzerine olumsuz etkisi olduğu sonucuna varmışlardır. ROS (reaktif oksijen türleri)’un sebep olduğu DNA hasarı hücrelerin apoptozisini (programlı hücre ölümü) hızlandırmaktadır. Bu da infertiliteye sebep olan spermatozoa sayısının azalması ile ilgili olarak, üreme üzerine olumsuz bir etki yapmaktadır (Agarwal vd. 2003). İnsanlar (Sun vd. 1997), istiridyeler (Gwo vd. 2003), fareler (Ahmadi and Sonn-Chye 1999) ve balıklarda (Kopeika vd. 2004) spermanın dondurularak saklanması DNA hasarına ve dolayısıyla anormal embriyo gelişimine ve infertiliteye neden olduğu belirtilmiştir. DNA’sı hasarlı olan spermatozoonlar embriyonik gelişimi olumsuz etkilemekle birlikte genetik hastalık riskini de artırmaktadır (Zini vd. 2001).

2.6.1 Spermatozoon DNA’sında hasara neden olan faktörler

2.6.1.1 *In vivo* faktörler

Spermatozoon özellikle genotoksikler olarak bilinen ve DNA’da hasara yol açan toksik maddeler başta olmak üzere pek çok *in vivo* faktör tarafından hasara uğratılmaktadır. Bu

konuda yıllardan beri çeşitli araştırmalar yapan bilim adamları DNA'daki hasarın fiziksel veya kimyasal etkiler sonucunda meydana geldiğini bildirmektedirler (Türk vd. 2006).

2.7.1.2 *In vitro* faktörler

Spermatozoon DNA'sında hasara neden olan *in vitro* faktörler genellikle spermanın işlenmesi aşamalarında kullanılan tekniklere bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Spermanın alınmasından dışının tohumlanmasına kadar geçen bu süre içerisinde uygun tekniklerle alınan sperma uygun şekillerde işlemlere tabi tutulur. Bu süreçte spermatozoa DNA'ında hasar meydana gelebilmektedir (Türk vd. 2006).

DNA'da hasar meydana gelmemesi sperma kalitesinin korunması açısından önemlidir. Sperma DNA'sı spermatozoa miktarını azaltmak, dış kaynaklı ajanların hasarını en aza indirmek ve genomun kopyalanmasını pasifize etmek için sıkı bir şekilde sarılmıştır (Singh vd. 2003). Sperma DNA'sının ilaveten korunması, seminal plazma antioksidanları tarafından gerçekleştirilir (Ciereszko vd. 2005). Savunma mekanizmalarına zıt bir şekilde sperma DNA'sında hasar meydana gelir ve bu olay erkeğin üreme yeteneğinin kısıtlanması ile ilişkilidir (Irvine vd. 2000). Spermanın tamir mekanizmalarının eksikliği durumunda sperma DNA hasarı onarılamaz. Spermatozoadaki DNA hasarının nedeninin anlaşılmasındaki ana faktörler, oksidatif stres, kromatin sarmalı gibi doğal savunma süreçleri ve tam oluşmayan apoptozis (Hücresinin programlı ölümü) olarak tanımlanır (Sharma vd. 2004).

Diğer taraftan, DNA hasarının test edilmesi; spermanın dölleyebilme kapasitesinin değerlendirilebilmesi ile spermanın muhafaza edilebilirliğinin belirlenmesi açısından önemlidir (Ciereszko vd. 2005).

3. MATERYAL VE METOD

3.1 Materyal

3.1.1 Araştırma alanı

Araştırmada; besleme denemesinin kurulması ve yürütülmesi, Atatürk Baraj Gölü Çatak Mevkii'ne yerleştirilen kafes ünitelerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Deneme kafeslerinin genel görünümü

3.1.2 Balık materyali

Araştırmada, Karacalar Gıda, Tarım, Su Ürünleri, İthalat ve İhracat Limited Şirketi'nden temin edilen, yaklaşık ağırlıkları 1500 ± 50 g olan üç yaşındaki 240 adet anaç erkek gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*; W., 1792) kullanılmıştır.

3.1.3 Araştırma kafesleri

Harran Üniversitesi Bozova Meslek Yüksekokulu Su Ürünleri Bölümü Araştırma ve Uygulama Ünitesine ait, Atatürk Baraj Gölü Çatak Mevkii'nde bulunan 4x4x4 m 'lük galvanizli borudan yapılmış, metal ve plastik bidonlarla desteklenmiş 12 adet kafes kullanılmıştır. Kafesler, 24 mm göz açıklığına sahip polietilen iplikten yapılmış ağlarla oluşturulmuştur. Yemlemede oluşabilecek kayıpları önlemek için ağ derinliği 1,5 m olarak ayarlanmıştır.

3.1.4 Su materyali

Araştırmada sıcaklık, pH ve çözülmüş oksijen gibi suyun fizikokimyasal değerleri, deneme süresince günlük olarak Oxyguard cihazı ile ölçülmüştür.

3.1.5 Yem materyali

Araştırmada, denizsel kaynaklı hammaddelerden üretilmiş, sindirilebilirliği yüksek olan ticari bir alabalık yemi kullanılmıştır. Denemede kullanılan yemin özellikleri çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Deneme sırasında kullanılan yemin özellikleri (Bağcı Alabalık Yem A.Ş.)

Protein	% 48	Methionine (min)	% 1,5
Yağ	% 14	Sistin (min)	% 0,5
Nem	%10	Kalsiyum	% 1,5
Kül	% 13	Toplam Fosfor	% 1,5
Selüloz	% 2,5	Sodyum	% 0,2
Sindirilebilir enerji	4.200 kcal	Inositol (mg/kg)	% 640
Vitamin E	700 mg/kg	Choline (mg/kg)	% 2000
Vitamin A	20.000 IU	Lisin	% 2
Vitamin K	90 mg/kg	Vitamin B2	30 mg/kg
Vitamin C	500 mg/kg	Vitamin B12	0,02 mg/kg

Yem materyalinin özüt ilavesinden sonraki analizi yapılarak, yem özelliğinin değişmemesine dikkat edilmiştir. Bu amaçla, çörek otu özütü ilavesinden sonra yapılacak besin hammaddelerinin analizinde özellikle “protein, yağ ve enerji” değerlerine dikkat edilmiştir.

Çizelge 3.2 Deneme sırasında kullanılan yemin 40 ml çörek otu ilavesinden sonraki özellikleri (Bağcı Alabalık Yem A.Ş.)

	Kontrol	10 ml	20 ml	40 ml
Protein	% 48	% 47	% 45	% 45
Yağ	% 14	% 14	% 13	% 11

3.1.6 Çörek otu (*Nigella sativa*) temini

Araştırmada yem katkısı olarak kullanılan yeni mahsul çörek otu (*Nigella sativa*) tohumları Şanlıurfa’da bir baharatçıdan temin edilmiştir. Daha sonra, Al-Ghamdi (2001)’nin tarif

ettiği yönteme göre   rek otu   z t  çıkarılıp,  izelge 3.3 'de g r ld  u gibi farklı oranlarda (3 farklı dozda) alabalık yemine katılarak balıklara verilmiştir (Yurtseven 2008). Çörek otu   z t  aŗa ıdaki Şekilde hazırlanmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Balıkların deneme ortamına hazırlanması ve deneme süresi

Araştırmada kullanılan balıklar, üreme mevsimi baŗlangıcının 2 ay öncesinde (Ekim-Kasım), her bir kafeste 20 adet balık olacak Şekilde 12 kafese yerleştirilmiştir. Adaptasyon periyodu ve spermiasyonun bittiği döneme kadar balıklar günde 2 defa vücut ağırlıklarının % 3'  oranında besleme yapılmıştır ( elikkale 1994).

3.2.2 Çörek otu (*Nigella sativa*)   z t n n hazırlanması ve yeme ilavesi

12,5 g çörek otu bir hassas terazide tartılarak bir havanda öğütülmüştür. Distile su ile 100 ml tamamlandıktan sonra 1 saat boyunca oda sıcaklığında karıştırılmıştır. Akabinde, aŗa ıda belirlenen oranlarda bir pipet yardımıyla alınıp yemlemeden hemen önce yeme ilave edilmiştir. Homojeniteyi sağlamak için sprey yöntemi ile yeme ilave edilerek 20 dakika karıştırılmıştır. Bekletilmeden balıklara verilmiştir (Al-Ghamdi 2001).

Her kilogram total vücut ağırlığı için balıkların günlük yem tüketim miktarlarına göre gruplara sırasıyla 10, 20 ve 40 ml olacak Şekilde 3 farklı oranda çörek otu   z t  katılmıştır. Benzer yöntemle, kontrol grubuna ise yalnızca 12,5 ml distile su ilavesi yapılarak verilmiştir.

Alabalıkların günlük yem tüketim miktarları hesaplandığında, her bir grupta olan 20 adet balığın ortalama 1,500 g'dan toplam ağırlığı 30,000 g olarak hesaplanmıştır. Toplam a ırlı ın ortalama % 3'  kadar yem verildiğine göre,

1. grup için yaklaşık 1 kg yeme 10 ml çörek otu sulu özütü içindeki 1,25 mg çörek otu,
2. grup için yaklaşık 1 kg yeme 20 ml çörek otu sulu özütü içindeki 2,50 mg çörek otu,
3. grup için yaklaşık 1 kg yeme 10 ml çörek otu sulu özütü içindeki 5,00 mg çörek otu ilave edilmiştir.

Araştırma gruplarının yemlerine katılan çörek otu özütü oranları aşağıda verilmiştir:

- Kontrol grubu :Yem (günlük tüketim miktarı, g) + (12,5 ml Distile su /kg c.a)
- Deneme grubu 1 :Yem (günlük tüketim miktarı, g) + (10 ml çörek otu özütü-1,25mg çörek otu /30 kg c.a=41,64mg/kg)
- Deneme grubu 2 :Yem (günlük tüketim miktarı, g) + (20 ml çörek otu özütü-2,50 mg çörek otu / 30 kg c.a=83,28 mg/kg)
- Deneme grubu 3 :Yem (günlük tüketim miktarı, g) + (40 ml çörek otu özütü-5,00 mg çörek otu / 30 kg c.a=166,56 mg/kg)

3.2.3 Deneme planı

Farklı oranlarda çörek otu (*Nigella sativa L.*) özütü eklenmiş yem ile beslenen gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss W. 1792*) incelenen spermatolojik özellikler, spermatozoa DNA hasarı ve seminal plazma kompozisyonundaki değişimler her bir balık için üreme mevsimi boyunca (3 ay) aylık olarak belirlenmiştir. Her grup için birbirine paralel 3 grup oluşturularak her birine 20 adet balık konulmuştur. Araştırılan her özellik için bu kafeslerden rastgele yakalanan 20 adet balıktan (n=20) sperma örnekleri incelenmiştir.

Besleme denemesi 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Kafeslere yerleştirilen balık gruplarından deneme başlangıcında, ortasında ve sonunda sperma alımı yapılmıştır. Örnekler tek tek tüplere alınarak laboratuarda ayrı ayrı değerlendirilmiş ve elde edilen verilerin ortalamaları alınmıştır.

Araştırmaya ilişkin uygulama planı çizelge 3.3’de özetlenmiştir.

Çizelge 3.3 Deneme planı

DENEME GRUPLARI				
Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i> ; W., 1792)	Kontrol Grubu	Deneme Grubu 1	Deneme Grubu 2	Deneme Grubu 3
Stoklanacak balık ağırlığı (g)	1500±50	1500±50	1500±50	1500±50
Gruptaki balık sayısı (adet)	20	20	20	20
Tekerrür Sayısı	3	3	3	3
Kg Yemdeki Çörek Otu Oranı (ÇOE mg/Kg Yem)	0	10ml Çörek Otu Özütü (41,64 mg/kg)	20ml Çörek Otu Özütü (83,28 mg/kg)	40ml Çörek Otu Özütü (166,56 mg/kg)

3.2.4 Canlı ağırlığın ve vücut uzunluğunun ölçülmesi

Balıkların canlı ağırlıkları 10 gram hassas terazi ile gram (g), uzunlukları ise 1 santimetre (cm) hassasiyetli ölçüm cetveli ile santimetre (cm) olarak ölçülmüştür.

3.2.5 Spermanın alınması

Spermaya sağım sırasında sindirim artıklarının bulaşmasını önlemek amacıyla sağımdan 48 saat öncesinden balıklara yem verilmemiştir. Balıklardan sperma abdominal masaj yöntemi ile cam tüpler içerisine alınmıştır. Balıkların bulunduğu kafes ünitesinde spermalar sağıldıktan sonra, kontrollü koşullar (4°C) altında laboratuara taşınmıştır. Laboratuarda sperma miktarı, yoğunluğu, total spermatozoa, motilite, motilite süresi ve pH gibi spermatolojik özellikleri tespit edilmiştir.

3.2.6 Spermatolojik özelliklerin belirlenmesi

Spermatolojik özelliklerin belirlenmesi Tekin (1994)’in bildirdiği yöntemeye göre, Harran

Üniversitesi Bozova Meslek Yüksekokulu Su Ürünleri Bölümü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

3.2.6.1 Sperma miktarının belirlenmesi

Sperma miktarı, sperma alımından hemen sonra dereceli mezürler ile mililitre (ml) cinsinden tespit edilmiştir (Tekin 1994).

3.2.6.2 Spermatozoa motilite oranının belirlenmesi

Tek yönde ve güçlü hareket eden spermatozoonların, hareketsiz ve diğer hareket biçimi gösteren spermatozoonlara oranı spermatozoa motilitesi olarak ifade edilmiştir. Spermatozoa motilitesi buz kalıpları üzerinde oluşturulan bir cam soğutma tablası üzerinde (2–4°C) yapılmıştır. Bu amaçla, lam üzerine alınan bir damla sperma yaklaşık 10 katı aktivasyon solusyonu (% 0,3'lük NaCl) ile sulandırılmış ve üzerine lamel kapatılarak hazırlanan preparat ışık mikroskopunda x 40 büyütmede incelenmiştir. En az 3 değişik sahada 2 kişi tarafından gözlemlenerek (%) olarak tayin edilmiştir (Tekin 1994).

3.2.6.3 Spermatozoa motilite süresinin belirlenmesi

Mikroskop tablasına konulan sperma numunesinde, aktivasyon solusyonu ile spermatozoa hareketinin başlamasından, son hareketli spermatozoonun canlılığını kaybetmesine kadar geçen süre, spermatozoonun motilite süresi olarak kaydedilmiştir. Saniye (s) cinsinden kronometre ile belirlenmiştir (Tekin 1994).

3.2.6.4 Spermatozoa yoğunluğunun belirlenmesi

Spermatozoa yoğunluğu hemasitometrik yöntem ile belirlenmiştir. Birim hacimdeki spermatozoon olarak ifade edilen spermatozoa yoğunluğu $\times 10^9/\text{ml}$ olarak kaydedilmiştir. Sperma Hayem çözeltisi ile 1: 1000 oranında sulandırılmıştır. Thoma lamında her iki sayım

sahasında, beşer olmak üzere 10 büyük karede rastlanılan spermatozoa sayısına göre sayılarak, $\times 10^9$ spermatozoon / ml olarak tespit edilmiştir (Tekin 1994). Kullanılan Hayem solusyonu içeriği aşağıda verilmiştir (Tekin 1994).

Hayem Solusyonu:

Sodyum sülfat	5,0 g
Sodyum klorür	1,0 g
Civa klorür	0,5 g
Distile su	200,0 ml

Spermatozoonların Thoma lamındaki sayımından sonra yoğunluk hesaplanması aşağıdaki formüle göre yapılmıştır.

$$\text{Yoğunluk (mm}^3\text{)} = \frac{\text{Sayılan Hücre}}{\text{Sayılan büyük kare} \times \text{Büyük kare hacmi} \times \text{Sulandırma oranı}} \times 1000$$

3.2.6.5 Total spermatozoa yoğunluğunun belirlenmesi

Total spermatozoa yoğunluğu, spermatozoa yoğunluğunun belirlenmesinin ardından sperma miktarına göre hesaplanmıştır. Total spermatozoa yoğunluğu, spermatozoa yoğunluğu ile sperm miktarı çarpımı ile hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar $\times 10^9$ olarak kaydedilmiştir (Tekin 1994).

3.2.6.6 Sperma pH'sının belirlenmesi

Sperma pH değerlendirme işlemi, bir damla spermanın indikatör (Merck 5,5–9,0) kağıdına

damlatılması ve kağıt üzerindeki renk değişimine bakılıp skaladan okunması yoluyla yapılmıştır (Tekin 1994).

3.2.7 Seminal plazma analizi

Alabalıklardan alınan sperma örneklerinin bir kısmı eppendorf tüplere aktararak soğuk zincirde, vakit geçirilmeden Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı laboratuvarına getirilerek seminal plazma analizi gerçekleştirilmiştir. Seminal plazmanın organik (Total protein, glikoz, kolesterol, trigliserid ve üre) ve inorganik madde içeriklerini belirlemek için (Na^+ , K^+ , Ca^{++} ve Mg^{++}) sperma örnekleri, oda sıcaklığında 3000 rpm'de 10 dakika santrifuj edilip, $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de Eppendorf kaplarında muhafaza edilmiştir. Örnekler analiz edilmeden önce oda ısısında çözündürülmüş ve seminal plazmadaki muhtemel spermatozoa kontaminasyonunu minimize edebilmek için 2 kez daha santrifuj işleminden geçirilmiştir. Seminal plazmanın organik ve inorganik madde içerikleri, Abbott-Aeroset otomatik analiz cihazı (USA) kullanılarak ticari kitlerle ölçülmüştür (Lahnsteiner 1998).

3.2.8 DNA hasarının tespiti (Comet Assay)

DNA hasarının tespiti deneyleri, Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Spermatozoa yıkama, slayt hazırlama ve jel yerleştirilmesi, hücre lizisi ve DNA sarmalının çözülmesi, elektroforez, nötralizasyon, DNA boyama ve Comet şekil analizi şeklinde yapılmıştır (Shen ve Ong 2000). Yapılan işlemler şöyledir;

3.2.8.1 Spermatozoa yıkama

Sperma fosfat buffer çözeltisi ile iki kez yıkanıp, bu solüsyon ile 2 milyon sperma/ml olacak şekilde yeniden sulandırılmıştır.

3.2.8.2 Slayt hazırlama ve jel yerleştirme

%0,75'lik normal erime noktasındaki agarozdan 100 µl tamamen dondurulmuş slaytın üzerine bırakılıp ve jel oda sıcaklığında en az 5 dakika bekletilerek katılaştırılmıştır. Akabinde, 72 µl %0,75'lik düşük erime noktasına sahip agaroz ile 8 µl sperma süspansiyonu karıştırılıp, karışım ilk tabakanın en üstüne ilave edilmiştir. Daha sonra, Jel 4 °C'de 8 dakika katılaştırıldıktan sonra üçüncü tabaka olan 100 µl %0,75'lik düşük erime noktasındaki agaroz ilave edilip, 4 °C'de 8 dk. ekilibre edilmiştir.

3.2.8.3 Hücre lizisi ve DNA dekonzenzasyonu

4 °C'deki slâyt 1000 ml soğuk lizis solüsyonu (2,5 M NaCl, 100 mM Na₂ EDTA, 10 mM Tris, %1 sodium lauryl sarcosine, %1 Triton X-100, pH: 10) içine daldırılarak bir saat bekletilmiştir. Slayt, Proteinaz K uygulaması için 37 °C'de, 10 µg/ml Proteinaz K ihtiva eden 100 ml bir solüsyonda (2,5 M NaCl, 5 mM Tris, %0,05 sodium lauryl sarcosine, pH 7,4) 4 saat ekilibre edilmiştir.

3.2.8.4 Elektroforez

Slâytlar 300 mM sodium acetate ve 100 mM tris, pH: 10 içinde 4°C'de elektroforez tankında 30 dak ekilibre edildikten sonra 4°C'de 12 V (0,46V/cm) ve 100 mA elektroforezde bir saat yürütülmüştür.

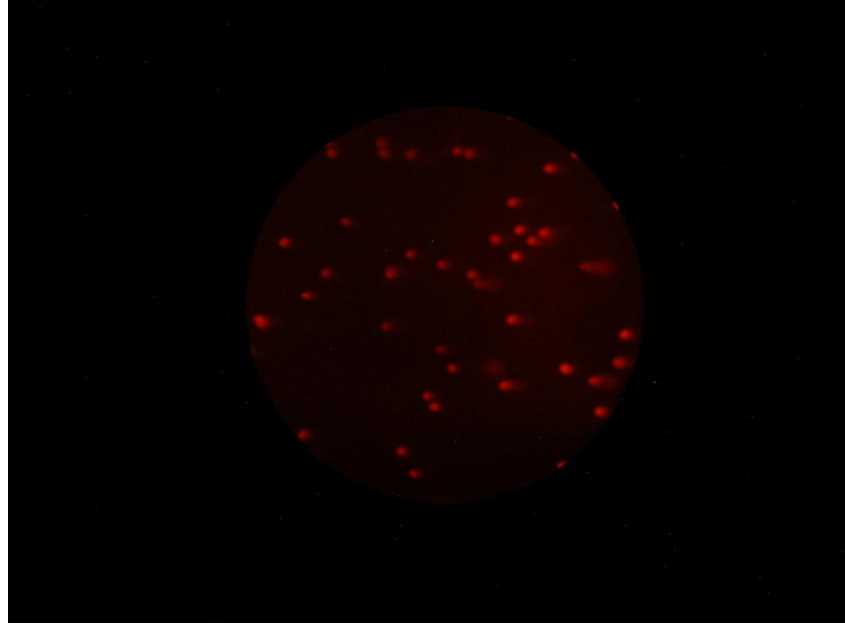
3.2.8.5 Nötralizasyon

Slaytlar 5 ml 0,4 M Tris-HCl (pH: 7,4) içerisinde en az 5 dakika nötrale edilmiştir.

3.2.8.6 DNA Boyama

Her bir slayt için 45 µL ethidium bromide (15 µg/ml) slayt üzerine damlatıldıktan sonra

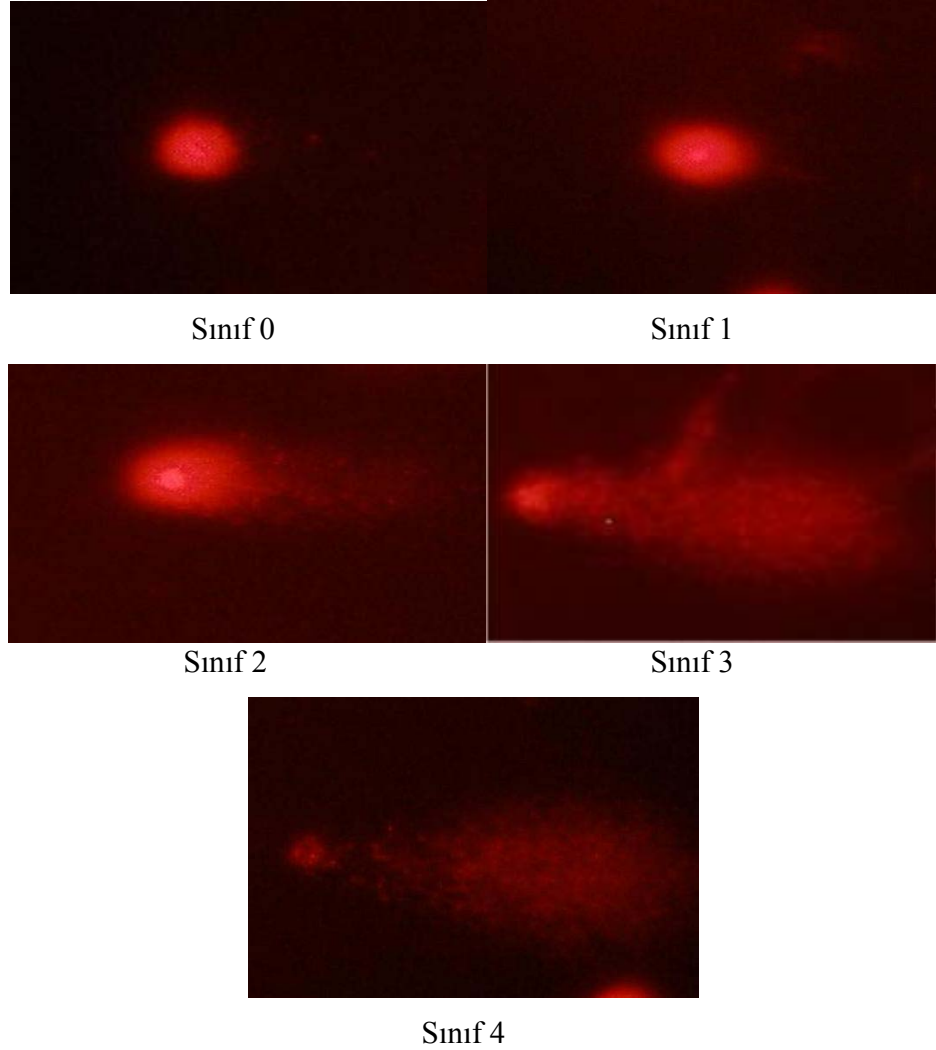
lamel ile üzeri kapatılarak 20 büyütme floresan mikroskop ile (Eksitasyon DB: 546 nm, Emisyon DB: 580 nm) 100 adet DNA görüntüsü değerlendirilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Ethidium Bromid ile boyanmış DNA'ların floresan mikroskop görüntüsü

3.2.8.7 Mikroskopik şekil (Comet) analizi

Bu yöntemde DNA hasarı Floresan Mikroskopta (Olympus) gözle değerlendirilmiştir. DNA da oluşan hasarın derecesi, her bir okumada 100 hücre DNA'sı incelenerek kuyruk oluşumuna göre beş kategoride sınıflandırılmıştır (Şekil 3.3). Hiç hasar bulunmayan DNA'lar 0, maksimum hasar olan DNA'lar 4 olarak değerlendirilmiştir. Migrasyonun uzunluğu fragmentlerin miktarına, DNA zincir kırılmalarına ve alkali-labil bölgelerin seviyelerine bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Hasar birimi olarak "Arbitrary Unit" (AU) kullanılmıştır (Steenken 1989, Dizdaroğlu 1992).



Şekil 3.3 Meydana gelen DNA hasarlarının fleuresan mikroskop altındaki görüntüleri

3.3 İstatistiksel Analizler

Grup denemeleri sonucu elde edilen veriler SPSS 11.5 istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir. Yüzde ile ifade edilen verilere Arc-sinus transformasyonu uygulandıktan sonra varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi (ANOVA) sonrasında önemli farklılık gösteren grup ortalamaları ($p < 0,05$, $p < 0,05$) Tukey-Kramer HSD çoklu karşılaştırma testi kullanılarak analiz edilmişlerdir.

4. BULGULAR

4.1 Kafes Sistemlerindeki Suyun Fizikokimyasal Değerleri

Denemeler süresince günlük olarak sıcaklık, oksijen (Oxyguard marka oksijenmetre) ve pH (MeterLab marka pH metre) değerleri ölçülüp ortalamaları alınmıştır. Buna göre, sıcaklık değerlerinin $7,97\pm1,81$ ila $20,67\pm1,90^{\circ}\text{C}$ arasında, oksijen değerlerinin $8,41\pm0,35$ ila $9,96\pm0,35$ mg/L arasında, pH değerleri ise ortalama $7,45\pm0,19$ ila $8,88\pm0,19$ arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.1 Kafes sistemlerindeki suyun ortalama fizikokimyasal değerleri

Parametre	Birimi	Ekim 2009	Kasım 2009	Aralık 2009	Ocak 2010	Şubat 2010
Sıcaklık	$^{\circ}\text{C}$	$20,67\pm1,90$	$16,43\pm1,35$	$11,58\pm1,4$	$8,47\pm1,74$	$7,97\pm1,81$
Oksijen	mg/L	$8,41\pm0,35$	$8,91\pm0,58$	$9,43\pm0,92$	$9,83\pm0,35$	$9,96\pm0,36$
pH	--	$8,27\pm0,19$	$8,88\pm0,19$	$7,97\pm0,25$	$7,45\pm0,19$	$7,98\pm0,18$

4.2 Balıklardan Spermanın Alınma Dönemi

Atatürk Baraj Gölü Çatak Mevkii'nde 01 Ekim 2009 tarihinden 07 Mart 2010 tarihine kadar kafeslere yerleştirilen balıklar gözlem altına alınmış su sıcaklıkları günde 3 kez ölçülmüştür. Bununla birlikte erkek balıklar sperma verme yönünden belirli periyotlarda kontrol edilmiştir. Ayrıca yapılan çalışmalarından elde edilen verilere göre erkeklerde sperma verme dönemi Aralık ayı başlarında başlayıp Mart ayının başlarına kadar devam ettiği belirlenmiştir (Aral vd. 2005). Bu veriler ışığında, araştırma kafeslerindeki alabalıkların tamamının sperma verdiği Aralık ayı başından (01.12.2009) itibaren sperma alımına başlanmış, Ocak ayının ortasında (15.01.2010) 2. Örnekleme yapılmış, Şubat ayının sonunda (28.02.2010) ise 3. Örnekleme olan dönem sonu örnekleme yapılmıştır.

4.3 Spermatolojik Özelliklerin İncelenmesi

Üreme dönemi başlangıcında sperma veren 240 balıktan alınan sperma örnekleri kontrollü koşullar altında (+4°C) Harran Üniversitesi Bozova Meslek Yüksekokulu laboratuvarına getirilerek incelenmiştir. Spermalarda miktar, yoğunluk, total spermatozoa, motilite oranı, motilite süresi, pH gibi özellikler belirlenmiştir.

4.3.1 Üreme dönemi boyunca genel spermatolojik özelliklerin karşılaştırılması

Üreme dönemi boyunca alabalıklardan alınan spermanın spermatolojik özelliklerine ilişkin veriler çizelge 4.2’de verilmiştir.

Buna göre, sperma miktarı açısından kontrol grubu ($19,63 \pm 0,25$ ml) ile 2. deneme grubu ($19,60 \pm 0,45$ ml) ve 3. deneme grubunda ($16,20 \pm 0,65$ ml) fark gözlenmezken, 1. deneme grubundaki ($23,50 \pm 0,50$ ml) artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Sperma örneklerine motilite oranı açısından bakıldığında, kontrol grubu (% $74,31 \pm 4,91$) ile 1. deneme grubu (% $85,94 \pm 1,62$) arasında istatistiksel olarak önemli fark tespit edilirken ($p < 0,05$), 2. deneme grubu (% $79,39 \pm 9,70$) ve 3. deneme grubundaki (% $69,65 \pm 12,95$) fark önemsizdir.

Sperma motilite sürelerine bakıldığında, kontrol grubuna oranla ($36,03 \pm 4,45$ s), 1. deneme grubu ($22,49 \pm 3,39$ s), 2. deneme grubu ($25,82 \pm 1,81$ s) ve 3. deneme grubunda ($27,75 \pm 1,15$ s) istatistiksel açıdan önemli azalma meydana gelmiştir ($p < 0,01$).

Balıklardan alınan spermalarda spermatozoa yoğunluğu, kontrol grubu, deneme grubu 1 ve deneme grubu 2 için sırasıyla $9,92 \pm 3,27 \times 10^9$ /ml, $9,74 \pm 1,99 \times 10^9$ /ml ve $9,38 \pm 3,14 \times 10^9$ /ml, 3. deneme için ise $9,08 \pm 3,15 \times 10^9$ /ml olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan 41,64 mg/kg ve 83,28 mg/kg’lık çörek otu dozlarının önemli fark yaratmadığı, 166,56 mg/kg dozda ise spermatozoa yoğunluğunda önemli bir azalma meydana getirdiği belirlenmiştir

($p<0,05$).

Çizelge 4.2 incelendiğinde görüldüğü gibi, total spermatozoa yoğunluğu bakımından kontrol grubuna ($70,27\pm34,99 \times 10^9$) oranla 1. deneme grubu ($54,54\pm13,82 \times 10^9$), 2. deneme grubu ($50,91\pm13,55 \times 10^9$) ve 3. deneme grubundaki ($44,11\pm17,07 \times 10^9$) azalma önemli bulunmuştur ($p<0,01$).

Sperma örneklerinin pH'larında ise kontrol grubu ($7,15\pm0,30$), 1. deneme grubu ($7,29\pm0,33$) ve 2. deneme grubu ($7,46\pm0,35$) arasında fark gözlenmezken, 3. deneme grubundaki ($7,67\pm0,29$) farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,01$).

Çizelge 4.2 Üreme dönemi boyunca farklı dozlardaki çörek otunun alabalıkların (*O. mykiss*) spermatolojik özellikleri üzerine etkisi

Spermatolojik Özellikler	Gruplar	n	Genel
Miktar (ml)	Kontrol Grubu	3	19,63±0,25 ^a
	Deneme Grubu 1	3	23,50±0,50 ^b
	Deneme Grubu 2	3	19,60±0,45 ^a
	Deneme Grubu 3	3	16,20±0,65 ^a
			*
Motilite Oranı (%)	Kontrol Grubu	180	74,31±4,91 ^a
	Deneme Grubu 1	180	85,94±1,62 ^b
	Deneme Grubu 2	180	79,39±9,70 ^a
	Deneme Grubu 3	180	69,65±12,95 ^a
			*
Motilite Süresi (s)	Kontrol Grubu	180	36,03±4,45 ^a
	Deneme Grubu 1	180	22,49±3,39 ^b
	Deneme Grubu 2	180	25,82±1,81 ^b
	Deneme Grubu 3	180	27,75±1,15 ^b
			**
Spermatozoa Yoğunluğu (x 10⁹/ml)	Kontrol Grubu	180	9,92±3,27 ^a
	Deneme Grubu 1	180	9,74±1,99 ^a
	Deneme Grubu 2	180	9,38±3,14 ^a
	Deneme Grubu 3	180	9,08±3,15 ^b
			*
Total Spermatozoa Yoğunluğu (x 10⁹)	Kontrol Grubu	180	70,27±34,99 ^a
	Deneme Grubu 1	180	54,54±13,82 ^b
	Deneme Grubu 2	180	50,91±13,55 ^b
	Deneme Grubu 3	180	44,11±17,07 ^c
			**
pH	Kontrol Grubu	180	7,15±0,30 ^a
	Deneme Grubu 1	180	7,29±0,33 ^a
	Deneme Grubu 2	180	7,46±0,35 ^a
	Deneme Grubu 3	180	7,67±0,29 ^b
			*

*:p<0,05, **:p<0,01 a,b,c: aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir. (n=20×3, sonuçlar her kafesten 20 adet balık ve 3 tekrarı ifade etmektedir, ortalama±standart hata. Her satırda ortalamalarda gösterilen farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir) SORR

4.3.2 Üreme dönemi başlangıcında çörek otunun alabalıkların (*O. mykiss*) özellikleri üzerine etkisi

Farklı dozlarda çörek otu verilen 240 adet erkek gökkuşacağı alabalığından (*O. mykiss*) alınan spermaların üreme dönemi başlangıcındaki spermatolojik özellikleri çizelge 4.3'de verilmiştir.

Bu dönem içinde alabalıklardan alınan sperma miktarı 41,64 mg/kg, 83,28 mg/kg ve 166,56 mg/kg çörek otu ilave edilmiş yem ile beslenen 1. deneme grubu ($4,70 \pm 0,89$ ml), 2. deneme grubu ($4,83 \pm 1,30$ ml) ve 3. deneme grubu ($5,06 \pm 0,98$ ml) ile kontrol grubu ($8,50 \pm 1,88$ ml) karşılaştırıldığında, tüm deneme gruplarında önemli derecede azalma belirlenmiştir ($p < 0,01$).

Sperma örnekleri motilite oranı açısından değerlendirildiğinde, kontrol grubu (% $76,25 \pm 6,88$), 1. deneme grubu (% $83,00 \pm 3,39$) ve 3. deneme grubunun (% $81,88 \pm 3,13$) benzerlik taşıdığı belirlenmiş ancak 2. deneme grubunda (% $89,17 \pm 1,54$) istatistiksel açıdan fark bulunmuştur ($p < 0,05$).

Aynı dönemde alabalıklardan alınan sperma örneklerinin motilite sürelerine bakıldığında, 1. deneme grubu ($23,60 \pm 5,61$ s), 2. deneme grubu ($23,00 \pm 0,97$ s) ve 3. deneme grubu ($26,25 \pm 2,91$ s) değerlerinin, kontrol grubuna göre ($44,75 \pm 3,54$ s) önemli derecede düşük olduğu belirlenmiştir ($p < 0,01$).

Üreme dönemi başlangıcındaki alabalıklardan alınan örneklerin spermatozoa yoğunluğuna bakıldığında, kontrol grubu ($16,31 \pm 3,07 \times 10^9/\text{ml}$), 1. deneme grubu ($16,70 \pm 3,47 \times 10^9/\text{ml}$), 2. deneme grubu ($15,47 \pm 3,55 \times 10^9/\text{ml}$) ve 3. deneme grubu ($15,31 \pm 2,86 \times 10^9/\text{ml}$) arasında önemli bir fark gözlenmemiştir.

Total spermatozoa yoğunluğu incelendiğinde, kontrol grubuna ($138,64 \pm 58,24 \times 10^9$) oranla, 1. deneme grubu ($78,49 \pm 34,98 \times 10^9$), 2. deneme grubu ($74,72 \pm 32,55 \times 10^9$) ve 3. deneme

grubu ($77,47 \pm 35,61 \times 10^9$) arasındaki fark önemlidir ($p < 0,01$).

Alınan sperma örneklerinin (Çizelge 6) pH'sı kontrolle ($6,88 \pm 0,13$) karşılaştırıldığında ise 1. deneme grubu ortalama $6,82 \pm 0,09$ olarak ölçülürken, 2. deneme grubu artış göstererek ortalama $7,25 \pm 0,11$ olarak ölçülmüş ve 3. deneme grubu ise ortalama $7,44 \pm 0,20$ olarak ölçülerek istatistiksel açıdan diğer gruplardan istatistiksel olarak önemli derecede yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$).

Çizelge 4.3 Üreme dönemi başlangıcında farklı dozlardaki çörek otunun alabalıkların (*O. mykiss*) spermatolojik özellikleri üzerine etkisi

Spermatolojik Özellikler	Doz	n	Ort.±S.E.	Minimum	Maksimum
Miktar (ml)	Kontrol Grubu	60	8,50±1,88 ^a	5,50	14,00
	Deneme Grubu 1	60	4,70±0,89 ^b	2,00	7,00
	Deneme Grubu 2	60	4,83±1,30 ^b	1,00	8,00
	Deneme Grubu 3	60	5,06±0,98 ^b	2,00	10,00
			**		
Motilite Oranı (%)	Kontrol Grubu	60	76,25±6,88 ^b	60,00	90,00
	Deneme Grubu 1	60	83,00±3,39 ^{ab}	70,00	90,00
	Deneme Grubu 2	60	89,17±1,54 ^a	85,00	95,00
	Deneme Grubu 3	60	81,88±3,13 ^{ab}	70,00	95,00
			*		
Motilite Süresi (s)	Kontrol Grubu	60	44,75±3,54 ^a	40,00	55,00
	Deneme Grubu 1	60	23,60±5,61 ^b	14,00	45,00
	Deneme Grubu 2	60	23,00±0,97 ^b	20,00	25,00
	Deneme Grubu 3	60	26,25±2,91 ^b	19,00	43,00
			**		
Spermatozoa Yoğunluğu (x 10⁹/ml)	Kontrol Grubu	60	16,31±3,07 ^a	10,00	24,20
	Deneme Grubu 1	60	16,70±3,47 ^a	4,20	23,20
	Deneme Grubu 2	60	15,47±3,55 ^a	3,20	25,10
	Deneme Grubu 3	60	15,31±2,86 ^a	5,14	26,00
Total Spermatozoa Yoğunluğu (x 10⁹)	Kontrol Grubu	60	138,64±58,24 ^a	55,00	338,80
	Deneme Grubu 1	60	78,49±34,98 ^b	8,40	162,40
	Deneme Grubu 2	60	74,72±32,55 ^b	3,20	200,80
	Deneme Grubu 3	60	77,47±35,61 ^b	10,28	260,00
			**		
pH	Kontrol Grubu	60	6,88±0,13 ^a	6,50	7,00
	Deneme Grubu 1	60	6,82±0,09 ^a	6,50	7,00
	Deneme Grubu 2	60	7,25±0,11 ^{ab}	7,00	7,50
	Deneme Grubu 3	60	7,44±0,20 ^b	7,00	8,50
			*		

*:p<0,05, **:p<0,01 a,b,c: Her bir özellik kendi içindeki gruplarla değerlendirilmiş olup aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir. (n=20×3, sonuçlar her kafesten 20 adet balık ve 3 tekrarı ifade etmektedir, ortalama±standart hata. Her sütundaki ortalamalarda gösterilen farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir. p<0,05)

4.3.3 Üreme dönemi ortasında çörek otunun alabalıkların (*O. mykiss*) spermatolojik özellikleri üzerine etkisi

Üreme döneminin ortasında gökkuşağı alabalıklarından alınan spermaların spermatolojik özellikler açısından incelenmesi sonucunda elde edilen değerler aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.4).

Sperma miktarı açısından kontrol grubu ($5,00 \pm 0,58$ ml) ile 2. deneme grubu ($5,50 \pm 0,59$ ml) arasında önemli fark gözlenmezken, 3. deneme grubunda ($4,17 \pm 0,44$ ml) azalma, 41,64 mg/kg çörek otu ilave edilen yem ile beslenen 1. deneme grubunda ($7,50 \pm 0,65$ ml) ise önemli derecede artış tespit edilmiştir ($p < 0,01$).

Üreme döneminin ortasında alabalıklardan alınan sperma örnekleri motilite oranı açısından değerlendirildiğinde, kontrol grubuyla (% $81,67 \pm 7,26$), 1. deneme grubu (% $86,25 \pm 3,75$) ve 3. deneme grubu (% $83,33 \pm 4,41$) arasında fark görülmezken, 83,28 mg/kg çörek otu ilave edilen yem ile beslenen 2. deneme grubunun (% $60,00 \pm 8,17$) motilite oranı önemli derecede düşük çıkmıştır ($p < 0,05$).

Bu dönemde balıklardan alınan spermalarındaki motilite süreleri (s), kontrol grubu, 1., 2. Ve 3. denemelerde sırasıyla $37,33 \pm 5,93$ s, $27,75 \pm 3,75$ s, $25,75 \pm 0,48$ s ve $27,00 \pm 1,53$ s olarak tespit edilmiş ve deneme grupları önemli şekilde düşük bulunmuştur ($p < 0,05$).

Aynı dönemde alabalıklardan alınan sperma örneklerinde sperma yoğunluğuna bakıldığında, kontrol grubu ($5,53 \pm 1,40 \times 10^9$ /ml), 1. deneme grubu ($4,08 \pm 0,84 \times 10^9$ /ml), 2. deneme grubu ($5,05 \pm 1,62 \times 10^9$ /ml) ve 3. deneme grubu ($5,18 \pm 1,76 \times 10^9$ /ml) arasında önemli fark gözlenmemiştir.

Total spermatozoa yoğunluğu ilişkisi incelendiğinde, kontrol grubuyla ($27,65 \pm 10,25 \times 10^9$), 1. deneme grubu ($30,60 \pm 12,36 \times 10^9$) ve 2. deneme grubu ($27,78 \pm 9,58 \times 10^9$) arasında fark gözlenmezken, 3. deneme grubu ($21,60 \pm 6,57 \times 10^9$) düşük bulunmuştur ($p < 0,05$).

Sperma örneklerinin pH'larında (Çizelge 7) kontrol grubuyla ($6,83 \pm 1,67$), 1. deneme grubu ($7,13 \pm 0,38$) ve 2. deneme grubu ($7,00 \pm 0,20$) arasında fark gözlenmezken, 3. deneme grubunda ($7,33 \pm 0,17$) istatistiksel açıdan önemli fark gözlenmiştir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.4 Üreme dönemi ortasında farklı dozlarda çörek otunun alabalıkların (*O. mykiss*) spermatolojik özellikleri üzerine etkisi

Spermatolojik Özellikler	Doz	n	Ort.±S.E.	Minimum	Maksimum
Miktar (ml)	Kontrol Grubu	60	5,00±0,58 ^b	4,00	6,00
	Deneme Grubu 1	60	7,50±0,65 ^a	6,00	9,00
	Deneme Grubu 2	60	5,50±0,29 ^b	5,00	6,00
	Deneme Grubu 3	60	4,17±0,44 ^c	3,50	5,00
			**		
Motilite Oranı (%)	Kontrol Grubu	60	81,67±7,26 ^a	70,00	95,00
	Deneme Grubu 1	60	86,25±3,75 ^a	80,00	95,00
	Deneme Grubu 2	60	60,00±8,17 ^b	40,00	80,00
	Deneme Grubu 3	60	83,33±4,41 ^a	75,00	90,00
			*		
Motilite Süresi (s)	Kontrol Grubu	60	37,33±5,93 ^a	26,00	46,00
	Deneme Grubu 1	60	27,75±3,75 ^b	20,00	36,00
	Deneme Grubu 2	60	25,75±0,48 ^b	25,00	27,00
	Deneme Grubu 3	60	27,00±1,53 ^b	25,00	30,00
			*		
Spermatozoa Yoğunluğu (x 10⁹/ml)	Kontrol Grubu	60	5,53±1,40 ^a	3,71	8,26
	Deneme Grubu 1	60	4,08±0,84 ^a	2,61	6,49
	Deneme Grubu 2	60	5,05±1,62 ^a	2,14	8,56
	Deneme Grubu 3	60	5,18±1,76 ^a	3,15	8,69
			*		
Total Spermatozoa Yoğunluğu (x 10⁹)	Kontrol Grubu	60	27,65±10,25 ^a	14,84	49,56
	Deneme Grubu 1	60	30,60±12,36 ^a	15,66	58,41
	Deneme Grubu 2	60	27,78±9,58 ^a	10,70	51,36
	Deneme Grubu 3	60	21,60±6,57 ^b	11,03	43,45
pH	Kontrol Grubu	60	6,83±1,67 ^a	6,50	7,00
	Deneme Grubu 1	60	7,13±0,38 ^a	6,50	8,00
	Deneme Grubu 2	60	7,00±0,20 ^a	6,50	7,50
	Deneme Grubu 3	60	7,33±0,17 ^b	7,00	7,50
			*		

*:p<0,05, **:p<0,01 a,b,c: Her bir özellik kendi içindeki gruplarla değerlendirilmiş olup aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir. (n=20×3, sonuçlar her kafesten 20 adet balık ve 3 tekrarı ifade etmektedir, ortalama±standart hata. Her satırda ortalamalarda gösterilen farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir p<0,05)

4.3.4 Üreme dönemi sonunda çörek otunun alabalıkların (*O. mykiss*) spermatolojik özellikleri üzerine etkisi

Üreme döneminin sonunda alabalıklardan alınan spermanın spermatolojik özellikler açısından incelenmesi sonucunda elde edilen veriler çizelge 4.5’de verilmiştir.

Sperma miktarı açısından kontrol grubu ($5,50 \pm 0,65$ ml), 1. deneme grubu ($6,43 \pm 1,09$ ml), 2. deneme grubu ($6,60 \pm 0,60$ ml) ve 3. deneme grubu ($5,00 \pm 0,71$ ml) incelendiğinde gruplar arasındaki fark önemsizdir.

Sperma örnekleri motilite oranı açısından, kontrol grubuna (% $65,00 \pm 6,46$) göre 1. deneme grubu (% $88,57 \pm 2,10$), 2. deneme grubu (% $89,00 \pm 3,67$) yüksek ve 3. deneme grubu (% $43,75 \pm 7,47$) ise önemli şekilde düşük bulunmuştur ($p < 0,01$).

Sperma örneklerinin motilite sürelerine bakıldığında, kontrol grubu ($26,00 \pm 4,10$ s), 2. deneme grubu ($29,20 \pm 3,14$ s) ve 3. deneme grubu ($30,00 \pm 2,89$ s) arasında anlamlı fark oluşmazken, 1. deneme grubunda ($16,14 \pm 2,01$ s) istatistiksel açıdan anlamlı fark oluşmuştur ($p < 0,01$).

Spermatozoa yoğunluğu, kontrol grubu, 1. deneme grubu, 2. deneme grubu ve 3. deneme grubunda sırasıyla $7,91 \pm 1,65 \times 10^9$ /ml, $8,48 \pm 1,61 \times 10^9$ /ml, $7,61 \pm 1,02 \times 10^9$ /ml ve $6,74 \pm 0,42 \times 10^9$ /ml olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan çörek otu dozları (41,64 mg/kg, 83,28 mg/kg, 166,56 mg/kg) spermatozoa yoğunluğunda önemli bir değişime yol açmamıştır.

Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi söz konusu dönemde total spermatozoa yoğunluğu, deneme grubu 1’de ($54,53 \pm 25,62 \times 10^9$), kontrol grubundan ($43,51 \pm 20,17 \times 10^9$) yüksek, 3. deneme grubu ise ($33,70 \pm 5,29 \times 10^9$) önemli derecede düşük bulunmuştur ($p < 0,01$). 2. deneme grubu ($50,23 \pm 22,44 \times 10^9$) değerleri hafif yükselme göstermesine rağmen kontrolle benzer çıkmıştır.

Sperma örneklerinin pH’larında ise kontrol grubu ($7,75 \pm 0,32$), 1. deneme grubu

(7,93±0,20), 2. deneme grubu (8,14±0,15) ve 3. deneme grubunda (8,25±0,14) gruplar arasında fark gözlenmemiştir.

Çizelge 4.5 Üreme dönemi sonunda farklı dozlardaki çörek otunun alabalıkların (*O. mykiss*) spermatolojik özellikleri üzerine etkisi

Spermatolojik Özellikler	Doz	n	Ort.±S.E.	Minimum	Maksimum
Miktar (ml)	Kontrol Grubu	60	5,50±0,65 ^a	4,00	7,00
	Deneme Grubu 1	60	6,43±1,09 ^a	2,00	11,00
	Deneme Grubu 2	60	6,60±0,60 ^a	5,00	8,00
	Deneme Grubu 3	60	5,00±0,71 ^a	4,00	7,00
Motilite Oranı (%)	Kontrol Grubu	60	65,00±6,46 ^b	50,00	80,00
	Deneme Grubu 1	60	88,57±2,10 ^a	80,00	95,00
	Deneme Grubu 2	60	89,00±3,67 ^a	75,00	95,00
	Deneme Grubu 3	60	43,75±7,47 ^c	30,00	65,00
			**		
Motilite Süresi (s)	Kontrol Grubu	60	26,00±4,10 ^a	15,00	34,00
	Deneme Grubu 1	60	16,14±2,01 ^b	9,00	24,00
	Deneme Grubu 2	60	29,20±3,14 ^a	20,00	38,00
	Deneme Grubu 3	60	30,00±2,89 ^a	25,00	35,00
			**		
Spermatozoa Yoğunluğu (x 10⁹/ml)	Kontrol Grubu	60	7,91±1,65 ^a	3,19	10,80
	Deneme Grubu 1	60	8,48±1,61 ^a	3,46	15,20
	Deneme Grubu 2	60	7,61±1,02 ^a	4,80	11,00
	Deneme Grubu 3	60	6,74±0,42 ^a	2,83	12,86
Total Spermatozoa Yoğunluğu (x 10⁹)	Kontrol Grubu	60	43,51±20,17 ^b	12,76	75,60
	Deneme Grubu 1	60	54,53±25,62 ^a	6,92	167,20
	Deneme Grubu 2	60	50,23±22,44 ^{ab}	24,00	88,00
	Deneme Grubu 3	60	33,70±5,29 ^c	11,32	90,02
			**		
pH	Kontrol Grubu	60	7,75±0,32 ^a	7,00	8,50
	Deneme Grubu 1	60	7,93±0,20 ^a	7,00	8,50
	Deneme Grubu 2	60	8,14±0,15 ^a	7,80	8,50
	Deneme Grubu 3	60	8,25±0,14 ^a	8,00	8,50

*:p<0,05, **:p<0,01 a,b,c: Her bir özellik kendi içindeki gruplarla değerlendirilmiş olup aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir. (n=20×3, sonuçlar her kafesten 20 adet balık ve 3 tekrarı ifade etmektedir, ortalama±standart hata. Her satırda ortalamalarda gösterilen farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir (p<0,05).

4.4 Seminal Plazma Kompozisyonu

4.4.1 Üreme dönemi boyunca genel seminal plazma organik bileşiklerinin karşılaştırılması

Çalışmada, farklı dozlarda çörek otu ilave edilmiş yem ile beslenen alabalıklardan üreme dönemi boyunca sperma örnekleri alınarak, seminal plazma organik parametreleri üzerine etkisi belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Seminal plazma parametrelerinden glikoz değerlerine bakıldığında kontrol grubu ($5,50 \pm 2,51$ mg/dl), 1. deneme grubu ($4,12 \pm 2,06$ mg/dl) ve 2. deneme grubu ile ($4,27 \pm 2,42$ mg/dl) benzerlik gösterirken, 3. deneme grubu ($2,24 \pm 0,73$ mg/dl) istatistiksel açıdan önemli oranda düşük bulunmuştur ($p < 0,05$).

Üre değerlerinde, kontrol grubu ($2,48 \pm 1,72$ mg/dl) ile 2. deneme grubu ($2,07 \pm 1,13$ mg/dl) arasındaki fark önemsizken, kontrol grubu ile 1. deneme grubu ($5,95 \pm 0,86$ mg/dl) ve 3. deneme grubu ($4,55 \pm 2,60$ mg/dl) arasında istatistiksel açıdan önemli fark tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi kontrol grubu ($5,17 \pm 0,36$ mg/dl) ile 41,64 mg/kg ve 83,28 mg/kg çörek otu ilave edilmiş yem ile beslenen 1. deneme grubu ($4,54 \pm 2,43$ mg/dl) ve 2. deneme grubu ($6,02 \pm 2,18$ mg/dl) trigliserid değerleri arasındaki fark önemsizken, 3. deneme grubundaki ($9,02 \pm 6,59$ mg/dl) yükselme istatistiksel açıdan önemlidir ($p < 0,01$).

Kolesterol değerlerinde, kontrol grubu ($10,97 \pm 4,70$ mg/dl) ile, 1. deneme grubu ($5,68 \pm 2,53$ mg/dl), 2. deneme grubu ($7,13 \pm 1,18$ mg/dl) ve 3. deneme grubu ($6,18 \pm 0,94$ mg/dl) değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p < 0,05$).

Aynı dönemde HDL-C değerlerinde, kontrol grubu ($0,61 \pm 0,11$ mg/dl) ile 1. deneme grubu ($0,78 \pm 0,19$ mg/dl) ve 3. deneme grubu ($0,70 \pm 0,18$ mg/dl) arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsizken, 2. deneme grubu ($1,13 \pm 0,40$ mg/dl) değerleri arasındaki fark

istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0,05$).

Seminal plazmanın LDL-C değerlerine bakıldığında, kontrol grubu ($3,49\pm2,17$ mg/dl) ile, 1. deneme grubu ($2,76\pm1,60$ mg/dl) ve 2. deneme grubu ($2,52\pm1,90$ mg/dl) arasında istatistiksel açıdan fark gözlenmezken, 3. deneme grubu ($6,85\pm1,54$ mg/dl) arasındaki fark önemlidir ($p<0,01$).

Bununla birlikte, VLDL-C değerlerinde, kontrol grubu ($2,93\pm0,97$ mg/dl), 1. deneme grubu ($3,04\pm0,48$ mg/dl), 2. deneme grubu ($2,75\pm0,41$ mg/dl) ve 3. deneme grubu ($2,72\pm0,68$ mg/dl) değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.6 Üreme dönemi boyunca farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşağı alabalıklarının (*O. mykiss*) seminal plazma organik maddeleri üzerine etkisi

Seminal Plazma Özellikleri	Gruplar	n	Ort.±S.E.
Glikoz (mg/dl)	Kontrol Grubu	180	5,50±2,51 ^b
	Deneme Grubu 1	180	4,12±2,06 ^b
	Deneme Grubu 2	180	4,27±2,42 ^b
	Deneme Grubu 3	180	2,24±0,73 ^a
			*
Üre (mg/dl)	Kontrol Grubu	180	2,48±1,72 ^a
	Deneme Grubu 1	180	5,95±0,86 ^b
	Deneme Grubu 2	180	2,07±1,13 ^a
	Deneme Grubu 3	180	4,55±2,60 ^b
			*
Trigliserid (mg/dl)	Kontrol Grubu	180	5,17±0,36 ^a
	Deneme Grubu 1	180	4,54±2,43 ^a
	Deneme Grubu 2	180	6,02±2,18 ^a
	Deneme Grubu 3	180	9,02±6,59 ^b
			**
Kolesterol (mg/dl)	Kontrol Grubu	180	10,97±4,70 ^b
	Deneme Grubu 1	180	5,68±2,53 ^a
	Deneme Grubu 2	180	7,13±1,18 ^a
	Deneme Grubu 3	180	6,18±0,94 ^a
			*
HDL-C (mg/dl)	Kontrol Grubu	180	0,61±0,11 ^a
	Deneme Grubu 1	180	0,78±0,19 ^a
	Deneme Grubu 2	180	1,13±0,40 ^b
	Deneme Grubu 3	180	0,70±0,18 ^a
			*
LDL-C (mg/dl)	Kontrol Grubu	180	3,49±2,17 ^a
	Deneme Grubu 1	180	2,76±1,60 ^a
	Deneme Grubu 2	180	2,52±1,90 ^a
	Deneme Grubu 3	180	6,85±1,54 ^b
			*
VLDL-C (mg/dl)	Kontrol Grubu	180	2,93±0,97 ^a
	Deneme Grubu 1	180	3,04±0,48 ^a
	Deneme Grubu 2	180	2,75±0,41 ^a
	Deneme Grubu 3	180	2,72±0,68 ^a

*:p<0,05, **:p<0,01 a,b,c: Her bir özellik kendi içindeki gruplarla değerlendirilmiş olup aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir. (n=20×3, sonuçlar her kafesten 20 adet balık ve 3 tekrarı ifade etmektedir, ortalama±standart hata. Her satırda ortalamalarda gösterilen farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir p<0,05)

4.4.2 Üreme dönemi başlangıcında farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşağı alabalıklarının (*O. mykiss*) seminal plazma organik maddeler üzerine etkisi

Çalışmada, farklı dozlarda çörek otu ilave edilmiş yem ile beslenen toplam 240 adet alabalıktan üreme dönemi başlangıcında sperma örnekleri alınarak, çörek otunun seminal plazma organik parametreleri üzerine etkisi belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Üreme dönemi başlangıcında seminal plazma parametrelerinden glikoz değerlerine bakıldığında kontrol grubuna ($1,14 \pm 0,19$ mg/dl) göre 1. deneme grubu ($0,61 \pm 0,21$ mg/dl) değerleri istatistiksel açıdan önemli derecede düşük, 3. deneme grubu ($1,51 \pm 0,49$ mg/dl) ise yüksek bulunmuştur ($p < 0,01$). 2. deneme grubu ($0,82 \pm 0,27$ mg/dl) değerleri ise az miktarda azalma göstermiştir.

Üre değerlerinde, kontrol grubu ($9,84 \pm 1,61$ mg/dl) ile 1. deneme grubu ($11,11 \pm 1,20$ mg/dl) ve 3. deneme grubu ($9,72 \pm 0,85$ mg/dl) arasında istatistiksel açıdan farklılık gözlenmemekle birlikte, 2. deneme grubunun ($7,29 \pm 0,90$ mg/dl) ise kontrol grubuna göre düşük olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

Çizelge 47’de görüldüğü gibi trigliserid değerleri açısından kontrol grubuna ($5,51 \pm 1,18$ mg/dl) oranla $41,64$ mg/kg ve $166,56$ mg/kg çörek otu ilave edilmiş yem ile beslenen 1. deneme grubu ($3,07 \pm 0,96$ mg/dl) ve 3. deneme grubu ($2,41 \pm 1,16$ mg/dl) değerlerinde azalma belirlenmiştir ($p < 0,01$). $83,28$ mg/kg çörek otu ilave edilmiş yem ile beslenen 2. deneme grubu ($4,85 \pm 1,15$ mg/dl) trigliserid değerleri arasındaki farklılık ise istatistiksel açıdan önemsiz çıkmıştır.

Kolesterol değerlerinde, kontrol grubuna ($4,19 \pm 0,53$ mg/dl) göre 1. deneme grubu ($2,86 \pm 0,51$ mg/dl) istatistiksel açıdan düşük, 2. deneme grubu ($6,22 \pm 1,38$ mg/dl) ve 3. deneme grubu ($6,01 \pm 2,34$ mg/dl) yüksek bulunmuştur ($p < 0,01$).

Aynı dönemde, kontrol grubu ($0,52 \pm 0,27$ mg/dl) ile 2. deneme grubu ($0,64 \pm 0,11$ mg/dl) arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsizken, 1. deneme grubu ($0,79 \pm 0,06$ mg/dl) ve

3. deneme grubu ($0,74 \pm 0,10$ mg/dl) HDL-C değerleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemlidir ($p < 0,05$).

Seminal plazmanın LDL-C değerlerine bakıldığında, kontrol grubu ($7,66 \pm 1,60$ mg/dl) ile, 41,64 mg/kg, 83,28 mg/kg ve 166,56 mg/kg çörek otu ilave edilmiş yem ile beslenen 1. deneme grubu ($5,92 \pm 1,47$ mg/dl), 2. deneme grubu ($4,30 \pm 0,97$ mg/dl) ve 3. deneme grubu ($8,77 \pm 0,65$ mg/dl) değerleri ise arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0,01$).

Benzer şekilde, kontrol grubu ($1,10 \pm 0,24$ mg/dl) ile 2. deneme grubu ($1,27 \pm 0,49$ mg/dl) ve 3. deneme grubu ($0,94 \pm 0,46$ mg/dl) arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemsizken, 1. deneme grubu ($0,70 \pm 0,16$ mg/dl)'teki VLDL-C değerleri düşük bulunmuştur ($p < 0,05$).

Çizelge 4.7 Üreme dönemi başlangıcında farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşağı alabalıklarının (*O. mykiss*) seminal plazma organik maddeler üzerine etkisi

Seminal Plazma Özellikleri	Doz	n	Ort.±S.E.	Minimum	Maksimum
Glikoz (mg/dl)	Kontrol Grubu	60	1,14±0,19 ^a	0,81	1,65
	Deneme Grubu 1	60	0,61±0,21 ^b	0,23	1,61
	Deneme Grubu 2	60	0,82±0,27 ^{ab}	0,16	1,69
	Deneme Grubu 3	60	1,51±0,49 ^c	0,43	3,01
			**		
Üre (mg/dl)	Kontrol Grubu	60	9,84±1,61 ^a	7,21	14,53
	Deneme Grubu 1	60	11,11±1,20 ^a	7,18	14,54
	Deneme Grubu 2	60	7,29±0,90 ^b	4,58	9,43
	Deneme Grubu 3	60	9,72±0,85 ^a	7,36	11,81
			*		
Trigliserid (mg/dl)	Kontrol Grubu	60	5,51±1,18 ^a	2,52	7,86
	Deneme Grubu 1	60	3,07±0,96 ^b	0,33	5,59
	Deneme Grubu 2	60	4,85±1,15 ^a	1,30	7,09
	Deneme Grubu 3	60	2,41±1,16 ^b	0,52	6,87
			**		
Kolesterol (mg/dl)	Kontrol Grubu	60	4,19±0,53 ^a	3,51	5,77
	Deneme Grubu 1	60	2,86±0,51 ^b	1,45	5,05
	Deneme Grubu 2	60	6,22±1,38 ^c	2,32	9,46
	Deneme Grubu 3	60	6,01±2,34 ^c	1,05	13,02
			**		
HDL-C (mg/dl)	Kontrol Grubu	60	0,52±0,27 ^a	0,22	1,32
	Deneme Grubu 1	60	0,79±0,06 ^b	0,58	0,96
	Deneme Grubu 2	60	0,64±0,11 ^a	0,44	1,07
	Deneme Grubu 3	60	0,74±0,10 ^b	0,50	1,09
			*		
LDL-C (mg/dl)	Kontrol Grubu	60	7,66±1,60 ^b	3,00	9,92
	Deneme Grubu 1	60	5,92±1,47 ^{ab}	1,20	10,67
	Deneme Grubu 2	60	4,30±0,97 ^c	1,28	6,27
	Deneme Grubu 3	60	8,77±0,65 ^a	7,18	11,14
			**		
VLDL-C (mg/dl)	Kontrol Grubu	60	1,10±0,24 ^a	0,50	1,57
	Deneme Grubu 1	60	0,70±0,16 ^b	0,13	1,11
	Deneme Grubu 2	60	1,27±0,49 ^a	0,26	3,03
	Deneme Grubu 3	60	0,94±0,46 ^{ab}	0,10	2,54
			*		

*:p<0,05, **:p<0,01 a,b,c: Her bir özellik kendi içindeki gruplarla değerlendirilmiş olup aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir. (n=20×3, sonuçlar her kafesten 20 adet balık ve 3 tekrarı ifade etmektedir, ortalama±standart hata. Her satırda ortalamalarda gösterilen farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir p<0,05)

4.4.3 Üreme dönemi ortasında farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşığı alabalıklarının (*O. mykiss*) seminal plazma organik maddeleri üzerine etkisi

Gökkuşığı alabalıklarından üreme dönemi ortasında alınan spermaların seminal plazmalarında yapılan analizlerin sonuçlarının değerlendirme sonuçları çizelge 4.8’de gösterilmiştir.

Glikoz değerleri, kontrol grubu ($1,91 \pm 0,51$ mg/dl), 1. deneme grubu ($1,53 \pm 0,48$ mg/dl) ve 3. deneme grubu ($1,89 \pm 0,57$ mg/dl) değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan önemsiz, 2. deneme grubu ($2,48 \pm 0,40$ mg/dl) değerleri arasındaki farkın ise önemli olduğu görülmüştür ($p < 0,05$).

Çizelge 4.8’deki üre değerleri incelendiğinde, kontrol grubu ($9,25 \pm 0,94$ mg/dl) ve 1. deneme grubu ($8,38 \pm 0,87$ mg/dl) arasındaki fark önemsiz, 2. deneme grubu ($5,95 \pm 0,57$ mg/dl) ve 3. deneme grubu ($7,08 \pm 0,49$ mg/dl) değerlerindeki farklılık önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Seminal plazma parametrelerinden trigliserid değerleri, kontrol grubu ($22,78 \pm 2,42$ mg/dl), 2. deneme grubu ($24,58 \pm 1,19$ mg/dl) ve 3. deneme grubu ($22,20 \pm 1,93$ mg/dl) değerleri arasındaki fark önemsiz iken, 1. deneme grubu ($38,54 \pm 7,20$ mg/dl) değerlerinin önemli şekilde yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

Kolesterol değerlerinde söz konusu dönemdeki değişim incelendiğinde, $83,28$ mg/kg ve $166,56$ mg/kg çörek otu ilave edilen yem ile beslenen, 2. deneme grubu ($9,47 \pm 7,78$ mg/dl) ve 3. deneme grubu ($7,89 \pm 1,91$ mg/dl) ile kontrol grubu ($8,71 \pm 0,72$ mg/dl) arasındaki fark önemsiz iken, $41,64$ mg/kg çörek otu ile beslenen 1. deneme grubu ($10,94 \pm 1,28$ mg/dl) değerleri arasındaki fark önemlidir ($p < 0,05$).

Aynı dönemde HDL-C değerlerine bakıldığında, kontrol grubu ($0,83 \pm 0,21$ mg/dl), 1. deneme grubu ($1,11 \pm 0,22$ mg/dl) ve 3. deneme grubu ($0,68 \pm 0,26$ mg/dl) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz, 2. deneme grubu ($1,92 \pm 0,58$ mg/dl) değerleri arasındaki fark

ise istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

LDL-C değerlerine bakıldığında, kontrol grubu ($2,46\pm1,19$ mg/dl), 1. deneme grubu ($1,63\pm0,38$ mg/dl), 2. deneme grubu ($1,22\pm0,25$ mg/dl) ve 3. deneme grubu ($7,99\pm0,53$ mg/dl) değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0,01$).

Seminal plazma VLDL-C değerleri ise, kontrol grubu ($3,30\pm0,87$ mg/dl) ve 3. deneme grubu ($3,77\pm0,91$ mg/dl) arasındaki fark önemsiz, 1. deneme grubu ($8,00\pm1,45$ mg/dl) ve 2. deneme grubu ($5,71\pm0,90$ mg/dl) değerlerindeki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 4.8 Üreme dönemi ortasında farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşağı alabalıklarının (*O. mykiss*) seminal plazma organik maddeleri üzerine etkisi

Seminal Plazma Özellikleri	Doz	n	Ort.±S.E.	Minimum	Maksimum
Glikoz (mg/dl)	Kontrol Grubu	60	1,91±0,51 ^a	0,43	2,72
	Deneme Grubu 1	60	1,53±0,48 ^a	0,31	2,75
	Deneme Grubu 2	60	2,48±0,40 ^b	1,60	3,80
	Deneme Grubu 3	60	1,89±0,57 ^a	0,27	3,20
			*		
Üre (mg/dl)	Kontrol Grubu	60	9,25±0,94 ^a	6,96	11,34
	Deneme Grubu 1	60	8,38±0,87 ^a	6,63	10,51
	Deneme Grubu 2	60	5,95±0,57 ^b	4,51	7,63
	Deneme Grubu 3	60	7,08±0,49 ^{ab}	6,10	8,96
			*		
Trigliserid (mg/dl)	Kontrol Grubu	60	22,78±2,42 ^b	16,90	28,56
	Deneme Grubu 1	60	38,54±7,20 ^a	20,05	63,83
	Deneme Grubu 2	60	24,58±1,19 ^b	20,83	27,06
	Deneme Grubu 3	60	22,20±1,93 ^b	16,59	27,09
			*		
Kolesterol (mg/dl)	Kontrol Grubu	60	8,71±0,72 ^b	7,04	10,52
	Deneme Grubu 1	60	10,94±1,28 ^a	6,82	14,24
	Deneme Grubu 2	60	9,47±7,78 ^b	7,01	11,01
	Deneme Grubu 3	60	7,89±1,91 ^b	3,52	12,36
			*		
HDL-C (mg/dl)	Kontrol Grubu	60	0,83±0,21 ^a	0,35	1,31
	Deneme Grubu 1	60	1,11±0,22 ^a	0,54	1,68
	Deneme Grubu 2	60	1,92±0,58 ^b	0,50	3,53
	Deneme Grubu 3	60	0,68±0,26 ^a	0,02	1,47
			**		
LDL-C (mg/dl)	Kontrol Grubu	60	2,46±1,19 ^a	0,31	5,83
	Deneme Grubu 1	60	1,63±0,38 ^b	0,67	2,56
	Deneme Grubu 2	60	1,22±0,25 ^b	0,35	1,83
	Deneme Grubu 3	60	7,99±0,53 ^c	6,42	9,60
			**		
VLDL-C (mg/dl)	Kontrol Grubu	60	3,30±0,87 ^b	1,78	5,71
	Deneme Grubu 1	60	8,00±1,45 ^a	4,01	12,76
	Deneme Grubu 2	60	5,71±0,90 ^{ab}	4,16	9,19
	Deneme Grubu 3	60	3,77±0,91 ^b	1,31	5,87
			*		

*:p<0,05, **:p<0,01 a,b,c: Her bir özellik kendi içindeki gruplarla değerlendirilmiş olup aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir. (n=20×3, sonuçlar her kafesten 20 adet balık ve 3 tekrarı ifade etmektedir, ortalama±standart hata. Her satırda ortalamalarda gösterilen farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir p<0,05)

4.4.4 Üreme dönemi sonunda farklı dozlardaki çörek otu gökkuşığı alabalıklarının (*O. mykiss*) seminal plazma organik maddeleri üzerine etkisi

Çizelge 4.9’da farklı dozlarda çörek otunun gökkuşığı alabalıklarının seminal plazma organik parametreleri üzerine üreme dönemi sonundaki etkisi verilmiştir.

Seminal plazmanın organik parametrelerinden glikoz değerleri incelendiğinde, kontrol grubu ($1,53 \pm 0,59$ mg/dl) ile 1. deneme grubu ($1,12 \pm 0,34$ mg/dl) ve 3. deneme grubu ($1,07 \pm 0,50$ mg/dl) değerleri arasındaki fark önemsiz, 2. deneme grubu ($0,35 \pm 0,09$ mg/dl) arasındaki farkın ise istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmektedir ($p < 0,01$).

Üre değerlerine bakıldığında, kontrol grubu ortalama $5,69 \pm 0,19$ mg/dl olarak tespit edilirken, 1. deneme grubu ortalama $4,75 \pm 0,67$ mg/dl, 2. deneme grubu ortalama $5,26 \pm 0,68$ mg/dl ve 3. deneme grubu ortalama $3,28 \pm 0,26$ mg/dl olarak belirlenmiş ve 3. deneme hariç bu değerlerdeki farklılıklar önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Trigliserid değerleri, kontrol grubuyla ($25,27 \pm 1,09$ mg/dl) karşılaştırıldığında, $41,64$ mg/kg, $83,28$ mg/kg, $166,56$ mg/kg çörek otu ilave edilen yem ile beslenen 1. deneme grubu ($2,51 \pm 0,61$ mg/dl), 2. deneme grubu ($6,12 \pm 0,83$ mg/dl) ve 3. deneme grubu ($2,46 \pm 0,36$ mg/dl) olmak üzere tüm gruplarda istatistiksel açıdan önemli derece azalma gözlenmiştir ($p < 0,01$).

Kolesterol değerleri kontrol grubunda ortalama $20,00 \pm 1,15$ mg/dl, 1. deneme grubunda ortalama $3,24 \pm 2,19$ mg/dl, 2. deneme grubunda ortalama $5,69 \pm 0,85$ mg/dl ve 3. deneme grubunda ortalama $7,09 \pm 1,54$ mg/dl olarak tespit edilmiş ve bu değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,01$).

Çizelge 4.9’da görüldüğü gibi HDL-C değerleri, kontrol grubu ($0,49 \pm 0,03$ mg/dl) ile, 1. deneme grubu ($0,44 \pm 0,09$ mg/dl) ve 3. deneme grubu ($0,69 \pm 0,16$ mg/dl) değerleri arasında önemli fark göstermemekle birlikte, 2. deneme grubu ($0,84 \pm 0,37$ mg/dl) değerlerindeki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p < 0,01$).

LDL-C değerleri incelendiğinde, kontrol grubu ($0,34\pm0,04$ mg/dl) ve 1. deneme grubu ($0,74\pm0,37$ mg/dl) arasındaki fark önemsizken, 2. deneme grubu ($2,04\pm0,43$ mg/dl) ve 3. deneme grubu ($3,80\pm0,86$ mg/dl) değerlerindeki farklılık istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,01$).

Araştırmada seminal plazmanın kontrol grubu ($4,38\pm0,72$ mg/dl) VLDL-C değerleri ile, 1. deneme grubu ($0,42\pm0,06$ mg/dl), 2. deneme grubu ($1,28\pm0,14$ mg/dl) ve 3. deneme grubu ($1,78\pm0,82$ mg/dl) VLDL-C değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,01$).

Çizelge 4.9 Üreme dönemi sonunda farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşağı alabalıklarının (*O. mykiss*) seminal plazma organik maddeleri üzerine etkisi

Seminal Plazma Özellikleri	Doz	n	Ort.±S.E.	Minimum	Maksimum
Glikoz (mg/dl)	Kontrol Grubu	60	1,53±0,59 ^a	0,63	2,63
	Deneme Grubu 1	60	1,12±0,34 ^{ab}	0,30	2,19
	Deneme Grubu 2	60	0,35±0,09 ^b	0,11	0,67
	Deneme Grubu 3	60	1,07±0,50 ^{ab}	0,20	3,02
			**		
Üre (mg/dl)	Kontrol Grubu	60	5,69±0,19 ^a	5,33	5,99
	Deneme Grubu 1	60	4,75±0,67 ^{ab}	2,86	6,54
	Deneme Grubu 2	60	5,26±0,68 ^a	3,47	7,07
	Deneme Grubu 3	60	3,28±0,26 ^b	2,40	3,98
			*		
Trigliserid (mg/dl)	Kontrol Grubu	60	25,27±1,09 ^a	23,46	27,23
	Deneme Grubu 1	60	2,51±0,61 ^b	1,13	4,70
	Deneme Grubu 2	60	6,12±0,83 ^b	4,15	7,95
	Deneme Grubu 3	60	2,46±0,36 ^b	1,74	3,69
			**		
Kolesterol (mg/dl)	Kontrol Grubu	60	20,00±1,15 ^a	18,00	22,00
	Deneme Grubu 1	60	3,24±2,19 ^b	0,89	12,01
	Deneme Grubu 2	60	5,69±0,85 ^b	3,28	8,56
	Deneme Grubu 3	60	7,09±1,54 ^b	2,62	11,99
			**		
HDL-C (mg/dl)	Kontrol Grubu	60	0,49±0,03 ^b	0,42	0,55
	Deneme Grubu 1	60	0,44±0,09 ^b	0,24	0,71
	Deneme Grubu 2	60	0,84±0,37 ^a	0,14	2,22
	Deneme Grubu 3	60	0,69±0,16 ^{ab}	0,30	1,05
			*		
LDL-C (mg/dl)	Kontrol Grubu	60	0,34±0,04 ^a	0,30	0,43
	Deneme Grubu 1	60	0,74±0,37 ^a	0,23	2,19
	Deneme Grubu 2	60	2,04±0,43 ^b	0,66	3,13
	Deneme Grubu 3	60	3,80±0,86 ^b	2,27	6,97
			**		
VLDL-C (mg/dl)	Kontrol Grubu	60	4,38±0,72 ^a	3,02	5,44
	Deneme Grubu 1	60	0,42±0,06 ^b	0,22	0,63
	Deneme Grubu 2	60	1,28±0,14 ^b	0,83	1,59
	Deneme Grubu 3	60	1,78±0,82 ^b	0,34	4,36
			**		

*:p<0,05, **:p<0,01 a,b,c: Her bir özellik kendi içindeki gruplarla değerlendirilmiş olup aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir.(n=20×3, sonuçlar her kafesten 20 adet balık ve 3 tekrerrü ifade etmektedir, ortalama±standart hata. Her satırda ortalamalarda gösterilen farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir p<0,05)

4.4.5 Üreme dönemi boyunca genel seminal plazma inorganik bileşiklerinin karşılaştırılması

Üreme dönemi boyunca alabalıkların seminal plazma inorganik parametreleri üzerine farklı dozlarda uygulanan çörek otunun etkisi çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çalışmada elde edilen Na^+ değerlerinde kontrol grubu ($83,92 \pm 5,96$ mmol/L) ile 1. deneme grubu ($104,18 \pm 8,59$ mmol/L), 2. deneme grubu ($120,06 \pm 9,49$ mmol/L) ve 3. deneme grubu ($95,31 \pm 4,63$ mmol/L) değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0,01$).

K^+ değerleri incelendiğinde, kontrol grubu ($30,94 \pm 0,38$ mmol/L) ile 1. deneme grubu ($33,91 \pm 0,66$ mmol/L), 2. deneme grubu ($30,12 \pm 0,56$ mmol/L) ve 3. deneme grubu ($32,19 \pm 0,10$ mmol/L) değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsizdir.

Çizelge 4.10'da görüldüğü gibi, kontrol grubuna ait Ca^{++} değerleri ($6,19 \pm 0,72$ mEq/L) ile deneme grubu 1 ($6,39 \pm 0,17$ mEq/L), deneme grubu 2 ($6,48 \pm 0,57$ mEq/L) ve deneme grubu 3 ($5,42 \pm 1,04$ mEq/L) değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsizdir.

Seminal plazmadaki inorganik parametrelerden Mg^{++} değerlerine bakıldığında, kontrol grubu ($6,34 \pm 1,09$ mEq/L), 1. deneme grubu ($4,57 \pm 0,50$ mEq/L), 2. deneme grubu ($4,65 \pm 0,52$ mEq/L) ve 3. deneme grubu ($5,85 \pm 1,01$ mEq/L) değerleri arasındaki fark önemsizdir.

Çizelge 4.10 Üreme dönemi boyunca farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşağı alabalıklarının (*O. mykiss*) seminal plazma inorganik maddeleri üzerine etkisi

Seminal Plazma Özellikleri	Doz	n	Ort.±S.E.
Na⁺ (mmol/L)	Kontrol Grubu	180	83,92±5,96 ^a
	Deneme Grubu 1	180	104,18±8,59 ^{ab}
	Deneme Grubu 2	180	120,06±9,49 ^b
	Deneme Grubu 3	180	95,31±4,63 ^{ab}
			*
K⁺ (mmol/L)	Kontrol Grubu	180	30,94±0,38 ^a
	Deneme Grubu 1	180	33,91±0,66 ^a
	Deneme Grubu 2	180	30,12±0,56 ^a
	Deneme Grubu 3	180	32,19±0,10 ^a
Ca⁺⁺ (mEq/L)	Kontrol Grubu	180	6,19±0,72 ^a
	Deneme Grubu 1	180	6,39±0,17 ^a
	Deneme Grubu 2	180	6,48±0,57 ^a
	Deneme Grubu 3	180	5,42±1,04 ^a
Mg⁺⁺ (mEq/L)	Kontrol Grubu	180	6,34±1,09 ^a
	Deneme Grubu 1	180	4,57±0,50 ^a
	Deneme Grubu 2	180	4,65±0,52 ^a
	Deneme Grubu 3	180	5,85±1,01 ^a

*:p<0,05, **:p<0,01 a,b,c: Her bir özellik kendi içindeki gruplarla değerlendirilmiş olup aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir. (n=20×3, sonuçlar her kafesten 20 adet balık ve 3 tekrarı ifade etmektedir, ortalama±standart hata. Her satırda ortalamalarda gösterilen farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir p<0,05)

4.4.6 Üreme dönemi başlangıcında farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşakı alabalıklarının (*O. mykiss*) seminal plazma inorganik maddeleri üzerine etkisi

Üreme dönemi başlangıcındaki seminal plazmanın inorganik parametrelerinden Na^+ değerlerine bakıldığında çizelge 4.11'de görüldüğü gibi, kontrol grubu ($71,99 \pm 4,76$ mmol/L) ile 1. deneme grubu ($86,99 \pm 7,64$ mmol/L) ve 3. deneme grubu ($86,05 \pm 6,96$ mmol/L) benzer, 3. deneme grubu ($101,07 \pm 11,84$ mmol/L) ise önemli şekilde yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$).

K^+ değerleri, kontrol grubu ($31,70 \pm 1,44$ mmol/L), 1. deneme grubu ($32,61 \pm 1,66$ mmol/L), 2. deneme grubu ($31,24 \pm 2,86$ mmol/L) ve 3. deneme grubu ($32,00 \pm 1,24$ mmol/L) açısından önemsizdir.

Araştırmada farklı dozlarda uygulanan çörek otunun seminal plazma parametrelerinden Ca^{++} üzerine etkisi incelendiğinde, kontrol grubuna ($4,74 \pm 0,72$ mEq/L) göre 1. deneme grubu ($6,04 \pm 0,92$ mEq/L) yüksek, 3. deneme grubu ($3,33 \pm 0,34$ mEq/L) düşük bulunmuştur ($p < 0,05$). 2. deneme grubu ($5,35 \pm 0,73$ mEq/L) değerleri ise kontrole göre hafif bir yükselme göstermiştir.

Mg^{++} değerlerine bakıldığında, kontrol grubu ($4,17 \pm 0,48$ mEq/L), 1. deneme grubu ($3,57 \pm 0,13$ mEq/L), 2. deneme grubu ($3,62 \pm 0,54$ mEq/L) ve 3. deneme grubu ($3,82 \pm 0,47$ mEq/L) değerleri arasındaki fark önemsizdir.

Çizelge 4.11 Üreme dönemi başlangıcında farklı dozlardaki çörek otu gökkuşağı alabalıklarının (*O. mykiss*) seminal plazma inorganik maddeleri üzerine etkisi

Seminal Plazma Özellikleri	Doz	n	Ort.±S.E.	Minimum	Maksimum
Na⁺ (mmol/L)	Kontrol Grubu	60	71,99±4,76 ^b	60,44	81,49
	Deneme Grubu 1	60	86,99±7,64 ^{ab}	60,59	106,92
	Deneme Grubu 2	60	101,07±11,84 ^a	56,09	123,21
	Deneme Grubu 3	60	86,05±6,96 ^{ab}	61,96	98,07
			*		
K⁺ (mmol/L)	Kontrol Grubu	60	31,70±1,44 ^a	28,25	35,26
	Deneme Grubu 1	60	32,61±1,66 ^a	27,80	38,52
	Deneme Grubu 2	60	31,24±2,86 ^a	21,41	37,23
	Deneme Grubu 3	60	32,00±1,24 ^a	29,89	35,85
Ca⁺⁺ (mEq/L)	Kontrol Grubu	60	4,74±0,72 ^b	3,86	6,90
	Deneme Grubu 1	60	6,04±0,92 ^a	3,73	9,84
	Deneme Grubu 2	60	5,35±0,73 ^{ab}	4,10	8,08
	Deneme Grubu 3	60	3,33±0,34 ^c	2,65	4,54
			*		
Mg⁺⁺ (mEq/L)	Kontrol Grubu	60	4,17±0,48 ^a	3,58	5,59
	Deneme Grubu 1	60	3,57±0,13 ^a	3,15	3,98
	Deneme Grubu 2	60	3,62±0,54 ^a	2,02	4,83
	Deneme Grubu 3	60	3,82±0,47 ^a	2,78	5,17

*:p<0,05, **:p<0,01 a,b,c: Her bir özellik kendi içindeki gruplarla değerlendirilmiş olup aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir. (n=20×3, sonuçlar her kafesten 20 adet balık ve 3 tekrarı ifade etmektedir, ortalama±standart hata. Her satırda ortalamalarda gösterilen farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir p<0,05)

4.4.7 Üreme dönemi ortasında farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşığı alabalıklarının (*O. mykiss*) seminal plazma inorganik maddeleri üzerine etkisi

Çalışma sonucunda belirlenen üreme dönemi ortasındaki seminal plazmalarındaki inorganik parametreleri çizelge 4.12’de verilmiştir.

Na⁺ değerleri açısından, kontrol grubu (89,88±12,63 mmol/L) ve 3. deneme grubu (99,94±11,36 mmol/L) değerleri arasındaki fark önemsiz iken, 1. deneme grubu (112,77±3,24 mmol/L) ve 2. deneme grubu (129,55±7,33 mmol/L) değerleri arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

Üreme dönemi ortasındaki K⁺ değerlerine bakıldığında kontrol grubu (30,56±2,39 mmol/L), 1. deneme grubu (34,57±1,10 mmol/L), 2. deneme grubu (29,56±4,29 mmol/L) ve 3. deneme grubu (32,24±1,56 mmol/L) değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Ca⁺⁺ değerleri incelendiğinde, kontrol grubu (6,91±1,78 mEq/L), 1. deneme grubu (6,56±0,48 mEq/L), 2. deneme grubu (7,05±0,80 mEq/L) ve 3. deneme grubu (6,46±0,97 mEq/L) değerleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

Çalışmada elde edilen Mg⁺⁺ değerlerinde, kontrol grubu (7,43±0,11 mEq/L) ve 3. deneme grubu (6,86±0,74 mEq/L) arasında önemli fark görülmezken, 1. deneme grubu (5,07±0,21 mEq/L) ve 2. deneme grubu (5,17±0,24 mEq/L) değerlerindeki fark istatistikî açıdan önemlidir (p<0,05).

Çizelge 4.12 Üreme dönemi ortasında farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşağı alabalıklarının (*O. mykiss*) seminal plazma inorganik maddeleri üzerine etkisi

Seminal Plazma Özellikleri	Doz	n	Ort.±S.E.	Minimum	Maksimum
Na⁺ (mmol/L)	Kontrol Grubu	60	89,88±12,63 ^a	55,59	116,31
	Deneme Grubu 1	60	112,77±3,24 ^b	105,47	124,49
	Deneme Grubu 2	60	129,55±7,33 ^b	109,65	155,29
	Deneme Grubu 3	60	99,94±11,36 ^a	75,55	128,30
			*		
K⁺ (mmol/L)	Kontrol Grubu	60	30,56±2,39 ^a	2,38	34,85
	Deneme Grubu 1	60	34,57±1,10 ^a	30,25	35,99
	Deneme Grubu 2	60	29,56±4,29 ^a	15,68	42,12
	Deneme Grubu 3	60	32,24±1,56 ^a	26,58	35,65
Ca⁺⁺ (mEq/L)	Kontrol Grubu	60	6,91±1,78 ^a	2,74	10,14
	Deneme Grubu 1	60	6,56±0,48 ^a	5,67	7,98
	Deneme Grubu 2	60	7,05±0,80 ^a	4,73	8,97
	Deneme Grubu 3	60	6,46±0,97 ^a	4,11	9,80
Mg⁺⁺ (mEq/L)	Kontrol Grubu	60	7,43±0,11 ^a	7,25	7,76
	Deneme Grubu 1	60	5,07±0,21 ^b	4,45	5,70
	Deneme Grubu 2	60	5,17±0,24 ^b	4,80	6,12
	Deneme Grubu 3	60	6,86±0,74 ^a	5,25	9,36
			*		

*:p<0,05, **:p<0,01 a,b,c: Her bir özellik kendi içindeki gruplarla değerlendirilmiş olup aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir. (n=20×3, sonuçlar her kafesten 20 adet balık ve 3 tekrarı ifade etmektedir, ortalama±standart hata. Her satırda ortalamalarda gösterilen farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir p<0,05)

4.4.8 Üreme dönemi sonunda farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşığı alabalıklarının (*O. mykiss*) seminal plazma inorganik maddeleri üzerine etkisi

Gökkuşığı alabalıklarının seminal plazma inorganik parametreleri üzerine farklı dozlarda uygulanan çörek otunun üreme dönemi sonundaki etkisi çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çalışmada elde edilen Na⁺ değerlerinde kontrol grubu (101,73±18,68 mmol/L), 1. deneme grubu (114,08±5,85 mmol/L), 2. deneme grubu (115,34±6,15 mmol/L) ve 3. deneme grubu (131,88±5,20 mmol/L) değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

K⁺ değerleri incelendiğinde, kontrol grubu (27,83±2,19 mmol/L), 1. deneme grubu (30,60±2,20 mmol/L), 2. deneme grubu (26,74±3,72 mmol/L) ve 3. deneme grubu (28,89±3,40 mmol/L) değerleri arasındaki fark önemsizdir.

Çizelge 4.13’de görüldüğü gibi, kontrol grubu Ca⁺⁺ değerleri (6,61±1,86 mEq/L) ile 41,64 mg/kg, 83,28 mg/kg ve 156,56 mg/kg mg/kg çörek otu ilave edilen yemle beslenen 1. deneme grubu (5,01±0,23 mEq/L), 2. deneme grubu (3,90±0,29 mEq/L) ve 3. deneme grubu (5,11±0,45 mEq/L) değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0,01).

Aynı dönemde çörek otunun, kontrol grubu (3,87±0,50 mEq/L), 1. deneme grubu (4,09±0,32 mEq/L), 2. deneme grubu (3,64±0,31 mEq/L) ve 3. deneme grubu (3,55±0,33 mEq/L)’deki seminal plazmadaki inorganik parametrelerden Mg⁺⁺ üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.13 Üreme dönemi sonunda farklı dozlardaki çörek otunun gökkuşağı alabalıklarının (*O. mykiss*) seminal plazma inorganik maddeleri üzerine etkisi

Seminal Plazma Özellikleri	Doz	n	Ort.±S.E.	Minimum	Maksimum
Na⁺ (mmol/L)	Kontrol Grubu	60	101,73±18,68 ^a	77,33	138,42
	Deneme Grubu 1	60	114,08±5,85 ^a	98,90	125,25
	Deneme Grubu 2	60	115,34±6,15 ^a	103,00	136,46
	Deneme Grubu 3	60	131,88±5,20 ^a	111,10	137,80
K⁺ (mmol/L)	Kontrol Grubu	60	27,83±2,19 ^a	23,78	31,29
	Deneme Grubu 1	60	30,60±2,20 ^a	27,06	38,12
	Deneme Grubu 2	60	26,74±3,72 ^a	13,43	34,89
	Deneme Grubu 3	60	28,89±3,40 ^a	16,21	35,29
Ca⁺⁺ (mEq/L)	Kontrol Grubu	60	6,61±1,86 ^a	4,07	10,22
	Deneme Grubu 1	60	5,01±0,23 ^{ab}	4,18	5,42
	Deneme Grubu 2	60	3,90±0,29 ^b	2,81	4,39
	Deneme Grubu 3	60	5,11±0,45 ^{ab}	3,58	5,89
			**		
Mg⁺⁺ (mEq/L)	Kontrol Grubu	60	3,87±0,50 ^a	3,25	4,81
	Deneme Grubu 1	60	4,09±0,32 ^a	3,18	4,91
	Deneme Grubu 2	60	3,64±0,31 ^a	2,91	4,67
	Deneme Grubu 3	60	3,55±0,33 ^a	2,66	4,71

*:p<0,05, **:p<0,01 a,b,c: Her bir özellik kendi içindeki gruplarla değerlendirilmiş olup aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir. (n=20×3, sonuçlar her kafesten 20 adet balık ve 3 tekrerrü ifade etmektedir, ortalama±standart hata. Her satırda ortalamalarda gösterilen farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir p<0,05)

4.5 DNA Hasarı

4.5.1 Üreme dönemi boyunca farklı dozlarda çörek otu uygulanan gökkuşaklı alabalıklarının (*O. mykiss*) sperma dna hasarı

Araştırma kapsamında, üreme dönemi boyunca farklı dozlarda çörek otu ilave edilmiş yemle beslenen alabalıkların spermalarında oluşan DNA hasarı sonuçları çizelge 4.14'te verilmiştir.

Bu sonuçlara göre, üreme dönemi başında kontrol grubundan ($9,80 \pm 3,01$) farklı olarak, $41,64$ mg/kg, $83,28$ mg/kg ve $166,56$ mg/kg çörek otu ilave edilmiş yemle beslenen 1. deneme grubu ($9,20 \pm 3,44$), 2. deneme grubu ($10,80 \pm 5,53$) ve 3. deneme grubundaki ($14,20 \pm 0,97$) DNA hasarı değerlerinde istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır.

Üreme dönemi ortasında alınan sperma örneklerinin DNA hasarı sonuçlarına bakıldığında, kontrol grubunda ortalama $3,60 \pm 1,53$, 1. deneme grubu ortalama $8,00 \pm 5,58$, 2. deneme grubu ortalama $17,20 \pm 2,74$ 3. ve deneme grubu ortalama $16,00 \pm 1,68$ olarak belirlenmiş ve DNA hasarı değerleri istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$).

Çizelge 4.14'de görüldüğü gibi, üreme dönemi sonunda alabalıklardan alınan sperma örneklerinin DNA hasarı sonuçları ise kontrol grubunda ortalama $3,20 \pm 1,06$, 1. deneme grubunda ortalama $8,40 \pm 1,16$, 2. deneme grubunda ortalama $12,40 \pm 1,86$ ve 3. deneme grubunda ortalama $13,20 \pm 1,95$ olarak belirlenmiş ve istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0,01$).

Çizelge 4.14 Gökkuşığı alabalıklarının (*O. mykiss*) sperma DNA hasarı

DEĞERLER ORTALAMASI	Dönem	Doz	n	Ort ±S.E.	Minimum	Maksimum
	Üreme Dönemi Başı	Kontrol Grubu	5	9,80±3,01 ^a	2,00	16,00
		Deneme Grubu 1	5	9,20±3,44 ^a	0,00	18,00
		Deneme Grubu 2	5	10,80±5,53 ^a	8,00	26,00
		Deneme Grubu 3	5	14,20±0,97 ^a	3,00	18,00
		p>0,05				
	Üreme Dönemi Ortası	Kontrol Grubu	5	3,60±1,53 ^b	1,00	12,00
		Deneme Grubu 1	5	8,00±5,58 ^{ab}	1,00	30,00
		Deneme Grubu 2	5	17,20±2,74 ^a	8,00	30,00
		Deneme Grubu 3	5	16,00±1,68 ^a	0,00	25,00
		p<0,05:*				
	Üreme Dönemi Sonu	Kontrol Grubu	5	3,20±1,06 ^b	0,00	6,00
		Deneme Grubu 1	5	8,40±1,16 ^{ab}	6,00	12,00
		Deneme Grubu 2	5	12,40±1,86 ^a	8,00	18,00
		Deneme Grubu 3	5	13,20±1,95 ^a	7,00	20,00
		p<0,01:**				

*:p<0,05, **:p<0,01 a,b,c: Her bir özellik kendi içindeki gruplarla değerlendirilmiş olup aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir. (n=5×3, sonuçlar her kafesten 5 adet balık ve 3 tekrarı ifade etmektedir, ortalama±standart hata. Her satırda ortalamalarda gösterilen farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir p<0,05)

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1 Spermiasyon Döneminin Saptanması

Çalışmada, Atatürk Baraj Gölü'nde kafeslere yerleştirilen alabalıkların spermiasyonda olup olmadıklarını belirlemek için, günlük olarak sağım denemesi yapılmıştır. Özellikle alt çenenin öne doğru uzamaya başladığı ve yanıl çizgi boyunca daha koyu ve parlak kırmızı bir şerit taşıyan erkeklerin de abdominal masajla sperma verip vermedikleri kontrol edilmiştir (Ekingen 1975, Özdemir 1994). Araştırma kafeslerindeki alabalıkların tamamının sperma verdiği Aralık ayı başından (01.12.2009) itibaren sperm alımına başlanmış, Ocak ayının ortasında (15.01.2010) 2. örnekleme yapılmış, Şubat ayının sonunda (28.02.2010) ise 3. örnekleme olan dönem sonu örnekleme yapılmıştır.

Yapılan çalışmalarda belirtildiği gibi üreme dönemini sonuna yakın, çalışma dışı 20 balık alınarak, spermiasyonu kontrol etmek için sadece sperma sağımı yapılmış ve Şubat ayının sonunda (28.02.2010) ise 3. örnekleme sonrası balıkların yarısına yakını sperma vermediği tespit edildiği için son örneğin bu olmasına karar verilmiştir. Araştırmamızda elde edilen verilere göre erkeklerde sperma verme dönemi kafeslerdeki su sıcaklığının $11,58 \pm 1,4$ °C olduğu Aralık ayı başlarında (01.12.2009) başlayıp, $7,97 \pm 1,81$ °C'ye düştüğü değiştiği Şubat ayı sonunda (28.02.2010) bitmiştir (Çizelge 4.1).

Farklı alabalık türlerinde üremenin genellikle sonbahar ve ilkbahar arasında su sıcaklığının 7-12°C olduğu dönemde gerçekleştiği bildirilmiştir (Atay 1987, Billard 1992, Akçay vd. 1995, Geldiay 1999) Araştırmamız sonuçları önceki araştırmacıların bulguları ile benzerlik göstermekle birlikte, çalışmamızda kullanılan alabalıkların bölgesel koşullardan dolayı spermiasyona erken girdikleri söylenebilir. Çünkü ılıman iklim kuşağı ve uzun-gün fotoperiyodu spermatozoa oluşumunu uyarmaktadır. Farklı balık türlerinin yıllık üreme siklusları, su sıcaklığı ve fotoperiyod gibi birçok çevresel faktörler tarafından kontrol edilmektedir (Bhattacharyya vd. 2005). Genellikle üreme uygun iklim koşullarında gerçekleşmektedir (Rodriguez vd. 2001).

5.2 Spermatolojik Özelliklerin Değerlendirilmesi

Çalışmada, üreme dönemi boyunca alabalıklardan alınan spermaların genel olarak incelenmesi sonucunda (Çizelge 4.2), sperma miktarı açısından kontrol grubu ile deneme grubu 2 ve deneme grubu 3'te gruplar arasında fark gözlenmezken, deneme grubu 1'deki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Bununla birlikte, üreme dönemi başındaki (Çizelge 4.3) sperma miktarı 41,64 mg/kg, 83,28 mg/kg, 166,56 mg/kg çörek otu ile beslenen alabalıklarda deneme grubuna oranla düşük bulunmuştur ($p<0,01$). Üreme dönemi ortasında (Çizelge 4.4) elde edilen sperma miktarları 83,28 mg/kg ve 166,56 mg/kg çörek otu ile beslenen alabalıklarda kontrol grubuyla benzerlik göstermiş, ancak 41,64 mg/kg çörek otu ile beslenen grubun sperma miktarının önemli şekilde yüksek olduğu gözlenmiştir ($p<0,01$). Üreme dönemi sonunda (Çizelge 4.5) ise tüm deneme gruplarındaki alabalıkların sperma miktarlarının, kontrol grubu ile aynı olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmada kullanılan alabalıkların sperma miktarları, sperma alma günlerine göre önemli değişimler göstermekle birlikte, bazı araştırmacıların (Billard 1992, Geffen ve Evans 2000, Tekin vd. 2003, Seçer vd. 2004, Bozkurt vd. 2005, Bozkurt vd. 2006, Rainis vd. 2007) bildirdikleri sperma miktarları (6,00 – 43,00 ml) ile benzer, Aral vd. (2007)'de tespit ettikleri ortalama (1,02 ml) değerden yüksek bulunmuştur.

Üreme mevsimi boyunca değişen sperma miktarı, üreme sezonunun sonuna doğru azalmaktadır (Alavi 2008). Ancak, kıyı salmonu (*Salmo salar m. sebago* Girard) balıklarında üreme sezonu boyunca sperma miktarının arttığı rapor edilmiştir (Piironen 1985). Bu bilgilerin ışığında, spermanın hidratasyonu ve sperma oluşumunu düzenleyen endokrinolojik olgular yoluyla değerlendirilmesi zordur (Mylonas vd. 1997, Vermeirssen vd. 2000). Ancak, bu farklılık, bakım, besleme veya çevresel faktörlerden kaynaklanmış olabilir (Büyükhatoğlu ve Holtz 1984, Billard 1992).

Cerda vd. (1997) deniz levreklerinin rasyonlarına değişik oranlarda n-3 ve n-6 doymamış yağ asitlerinden (PUFA) katarak yaptıkları çalışmada testikular steroid hormonu

oluşumunun baskılanmasına bağlı olarak sperma üretiminin gecikebildiğini tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Alavi vd. (2009) farklı oranlarda doymamış yağ asidi içeren chrinomid larvaları ile beslediği *Barbus barbus* L. balıklarının sperma miktarındaki azalmayı, doymamış yağ asitlerinin (PUFA) testesteron hormonu üretimini kısıtlayıcı etkisine bağlamışlardır. Bunlara karşılık, doymamış yağ asitlerince zenginleştirilmiş rasyonlarla beslenen deniz levreklerinde sperma miktarını arttığı tespit edilmiştir (Asturiano vd. 2001). Bu da çörek otunun yapısında bulunan yağların düşük oranlarının alabalıklarda sperma miktarını artırıcı etki yaptığını düşündürmektedir.

Sperma yoğunluğu bakımından elde edilen genel sonuçlara göre (Çizelge 4.2), kontrol grubu ile deneme grubu 1 ve 2 değerleri arasındaki fark önemsizken, deneme grubu 3'teki azalış istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Ancak, üreme dönemi başı, ortası ve sonundaki sperma yoğunluğuna ayrı ayrı bakıldığında deneme grupları arasındaki farkın önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.-4.5). Böylece, 166,56 mg/kg dozda çörek otunun spermatozoa üretimi üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğu söylenebilir. Bu durum sperma üretici hücrelerde oluşan hasara bağlanabilir. Nitekim, 166,56 mg/kg dozda çörek otu hücrelerdeki DNA hasarınıda artırmıştır (Çizelge 4.14).

Araştırmada gökkuşağı alabalıklarında belirlenen ortalama spermatozoa yoğunluğu Geffen ve Evans (2000)'ın gökkuşağı alabalıklarda bildirdikleri değerlerden ($22,5\pm 8,33 \times 10^9/\text{ml}$) düşük, Tekin vd. (2003)'nın $6,90\pm 0,55 \times 10^9/\text{ml}$, Seçer vd. (2004)'nın $1,52\pm 0,70 \times 10^9/\text{ml}$, Bozkurt vd. (2005)'nin $4,65\pm 2,88 \times 10^9/\text{ml}$, Bozkurt (2006)'un $7,70\pm 4,31 \times 10^9/\text{ml}$, Aral vd. (2007)'nin $6,06\pm 0,90 \times 10^9/\text{ml}$, Rainis vd. (2007)'in $1,76\pm 0,58 \times 10^9/\text{ml}$ olarak bildirdiği değerlerden yüksek bulunmuştur.

Araştırmada elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde Alavi vd. (2009), üreme dönemi boyunca farklı rasyonlarla beslediği *Barbus barbus* L. balıklarının sperma yoğunluklarının üreme dönemi sonuna doğru önemli şekilde düştüğünü tespit etmişlerdir. Ek olarak, Atlantik salmon balıklarında üreme dönemi boyunca sperma yoğunluğu artarken (Piironen 1985), alabalıklarda düştüğü bildirilmiştir (Büyükhatipoglu ve Holtz 1984, Munkittrick ve

Moccia 1987).

Çalışmada tüm üreme dönemi boyunca elde edilen total spermatozoa yoğunluğu değerlerine genel olarak bakıldığında (Çizelge 4.2), deneme grubu 1, 2 ve 3'te kontrol grubuna oranla önemli şekilde azalmış ve istatistiksel açıdan önemli fark oluşmuştur ($p<0,01$). Benzer şekilde üreme dönemi başında (Çizelge 4.3) tüm gruplarda ve üreme dönemi ortasında (Çizelge 4.4) ise 166,56 mg/kg çörek otu verilen deneme grubu 3'te total spermatozoa miktarı azalmıştır. Bununla birlikte, üreme dönemi sonunda (Çizelge 4.5) 41,64 mg/kg ve 83,28 mg/kg çörek otu verilen deneme grubu 1 ve 2'de artış tespit edilirken, 166,56 mg/kg çörek otu verilen deneme grubu 3'te ise istatistiksel olarak önemli azalma görülmüştür ($p < 0,01$). Bu durum sperma miktarı ve yoğunluğundaki değişimden kaynaklanmış olabilir.

Yine, alabalıklar üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında, total spermatozoa yoğunluğunu Tekin vd. (2003) $147,6 \pm 0,75 \times 10^9/\text{ml}$, Seçer vd. (2004) $44,25 \pm 64,59 \times 10^9/\text{ml}$, Bozkurt vd. (2005) $94,51 \pm 46,78 \times 10^9/\text{ml}$ ve Bozkurt vd. (2006) $70,00 \pm 42,53 \times 10^9/\text{ml}$ olarak bildirmişlerdir. Araştırmanın sonuçları, Tekin vd. (2003) bildirdiği değerlerden düşük olmakla birlikte, Seçer vd. (2004), Bozkurt vd. (2005) ve Bozkurt vd. (2006)'nın bulduğu sonuçlarla uyum içerisindedir. Oluşan farklılıkların sulandırma oranı, yaş, üreme mevsimi ile değerlendirme yönteminin farklı olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir (Bozkurt 2004).

Çörek otunun alabalıkların spermatolojik özelliklerinden motilite oranı üzerine etkisine genel olarak bakıldığında (Çizelge 4.2), kontrol grubu, deneme grubu 2 ve deneme grubu 3 değerleri arasındaki fark önemsizken, deneme grubu 1'deki yükselme istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0,05$). Ancak, üreme dönemi başında (Çizelge 4.3) çörek otu deneme gruplarında motilite oranı açısından anlamlı fark yaratmamıştır. Üreme dönemi ortasında (Çizelge 4.4) alınan örneklerde motilite oranı, deneme grubu 1 ve 3'te kontrol grubu ile benzerlik gösterirken, deneme grubu 2'de önemli bir azalma göstermiştir ($p<0,05$). Üreme dönemi sonunda (Çizelge 4.5) ise, deneme grubu 1 ve 2'de artış söz konusu iken, deneme

grubu 3'te ise belirgin bir azalma söz konusudur ($p<0,01$). Bu sonuçlara göre, dönem sonunda düşük ve orta düzey çörek otu dozları motilite oranında artışa yol açmıştır.

Çalışma bulguları, gökkuşağı alabalıklarında önceki çalışmalarda bildirilen motilite oranı değerleri (Geffen ve Evans 2000, Tekin vd. 2003, Seçer vd. 2004, Bozkurt vd. 2005, Bozkurt vd. 2006, Aral vd. 2007, Canyurt ve Akhan 2008) içerisinde yer almaktadır.

Salmonidae familyasındaki balıklarda spermatozoa 1:100 oranındaki sodyum klorür solusyonlarında motilite kazanmaktadırlar (Morisawa vd. 1988). Alabalıklarda spermatozoa motilitesinin başlamasında ozmotik basınç önemli rol oynamakta olup, uygun sınır olarak da 0-300 mosmol/L gösterilmektedir (Morisawa vd. 1988). Bu bilgiler ışığında, çörek otunun spermatozoa ozmotik basıncını değiştirdiği bundan dolayı spermatozoa motilitesinde değişim meydana getirdiği düşünülmektedir. Sodyum spermatozoa motilitesini artırıcı etkiye sahiptir (Koya vd. 1993). Yine, sperma motilitesindeki azalma, çörek otunun endokrin sistem dengesinde meydana getirdiği değişimden kaynaklanmış olabilir (Rideout vd. 2004). Bununla birlikte motilite oranı, seminal plazmanın biyokimyasal özellikler arasındaki ilişkiyi belirleyecek daha çok çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Elde edilen alabalık spermalarının motilite sürelerine genel olarak bakıldığında (Çizelge 4.2), kontrol grubuna oranla tüm deneme gruplarında (Deneme 1, 2 ve 3) meydana gelen azalma istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0,01$). Benzer şekilde, üreme dönemi başında (Çizelge 4.3) çörek otu, tüm deneme gruplarındaki alabalıkların motilite sürelerini azaltmıştır ($p<0,01$). Üreme dönemi ortasında (Çizelge 4.4) alınan örneklerde motilite sürelerinde azalma görülse de istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. Üreme dönemi sonunda (Çizelge 4.5) ise, sadece 41,64 mg/kg çörek otu verilen grupta önemli bir azalma tespit edilmiştir ($p<0,01$). Bu sonuçlara göre 41,64 mg/kg-166,56 mg/kg arası çörek otunun spermanın hareket için kullandığı enerjiyi artırarak kısa sürede tükettiği ve motilite süresini kısalttığı söylenebilir. Nitekim Mansi (2005) diabetik erkek ratlarda oral yolla verilen (20 mL^{-1}) çörek otunun, glikozun periferik metabolizma faaliyetini artırarak Hipoglisemi'ye yol

açtığını bildirmişlerdir. Böylece artan spermatozoa hızı dolayısıyla fertilizasyon başarısı için bir avantaj oluşturabileceği düşünülmüştür. Ayrıca, spermatozoonun motilite süresini etkileyen faktörlerden biriside sperma pH'sıdır. Çalışmada 83,28 mg/kg ve 166,56 mg/kg verilen grupta sperm pH'ı yüksek çıkmıştır. Benzer şekilde, Ciereszko vd. (2002) *Petromyzon marinus* üzerine yaptıkları bir çalışmada yüksek pH'ın motil kalmayı düşürdüğünü bildirmişlerdir. Çörek otu, spermatozoanın hücre içi pH'sını yükseltip motilite süresini düşürmüş olabilir (Yang ve Tiersch 2009).

Araştırmada elde edilen motilite süresi değerleri, Geffen ve Evans (2000)'ın ($39,90 \pm 17,30$) ve Canyurt ve Akhan (2008)'in ($35,40 \pm 1,60$ s) bildirdikleri sürelerle benzerlik göstermekle birlikte, bazı araştırmacıların (Tekin vd. 2003, Seçer vd. 2004, Bozkurt vd. 2005, Bozkurt vd. 2006, Aral vd. 2007) rapor ettikleri değerlerden ($94,00 \pm 6,73$ s; $174,00 \pm 1,82$ s; $116,97 \pm 50,42$ s; $72,40 \pm 26,98$ s; $90,80 \pm 10,40$ s) düşük bulunmuştur.

Spermatolojik özelliklerden pH değerlerine genel olarak bakıldığında (Çizelge 4.2), kontrol grubu ile karşılaştırıldığında deneme grubu 1 ve 2'de meydana gelen artış önemsiz olmakla birlikte deneme grubu 3'teki artış istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Üreme dönemi başında (Çizelge 4.3) 41,64 mg/kg çörek otu alabalıklarının sperma pH'ını değiştirmezken, 83,28 mg/kg ve 166,56 mg/kg çörek otu verilen deneme grubu 2 ve 3'teki fark istatistiksel olarak ($p < 0,05$). Ancak üreme dönemi ortasında (Çizelge 4.4) ve sonunda (Çizelge 4.5) tüm dozlardaki alabalıklarının sperma pH'ında istatistiksel açıdan anlamlı bir değişim gözlenmemiştir.

Sperma pH'sı birçok balık türünde spermayı aktive eden en önemli faktörlerden birisidir (Stoss 1983, Billard vd. 1995). Çalışmada kullanılan alabalıklarının sperma pH değerleri, önceki çalışmalarda (Tekin vd. 2003, Seçer vd. 2004, Bozkurt vd. 2005, Bozkurt 2006, Aral vd. 2007) bildirilen sperma pH değerlerine ($6,70 \pm 0,25$ - $7,99 \pm 0,28$) benzer bulunmuştur. Ek olarak, Billard ve Cosson (1989) alabalıklar için optimum pH değerini 9,0 olarak rapor etmişlerdir.

Sperma dış ortamının pH değerindeki değişimler, spermanın iç pH değerlerini de etkilemektedir. Krasznai vd. (1995) hücre içi alkali ortamın oluşumunun (pH'ın yükselmesini) genellikle Na/H değişimi hareketinden kaynaklandığını gözlemlemiştir. Ancak, bu mekanizma alabalıkta sperma hareketinin tetiklenmesi için anahtar rol oynamamaktadır (Gatti vd. 1990). Ek olarak, balıklarda gonadotropinler testislerdeki somatik hücrelerden oluşan 17 α -hydroxyprogesterone üretimini stimüle etmektedir. Bu hormon da sperma kanalı pH'ında artışa yol açabilmektedir (Miura vd. 1991). Araştırmada üreme periyodu içinde hormonal değişimler sperma pH'ında da değişikliklere yol açmış olabilir.

5.3 Seminal Plazma Kompozisyonu

Seminal plazma; spermatozoonun metabolizması, canlılığı, fonksiyonları ve dışının genital kanalına taşınmasında çok büyük öneme sahiptir. Seminal plazma, spermatozoa için izotonik ortam sağlayıp, motiliteyi inhibe etmektedir. Bu özelliği inorganik bileşikler (pH, sodyum, potasyum, kalsiyum) ve bunların sağladığı ozmolalite (Morisawa vd. 1983); enerji metabolizmasının belirteci olan organik bileşikler (Trigliseritler, gliserol, yağ asitleri, glikoz, laktat) (Lahnsteiner vd. 1993); Litik enzimler (Asit fosfataz, alkalen fosfataz, β -D-glukuronidaz, proteaz), dejenere spermatozoonun elimine edilmesinden sorumlu ve muhtemelen spermatozoa dışına sızan enzimlerden (Malat dehidrogenaz, laktat dehidrogenaz, adenosin trifosfataz, aspartat aminotransferaz) (Lahnsteiner vd. 1997) oluşmaktadır.

Seminal plazma organik maddelerinden fruktoz ve glikoz, ATP üretimi ve spermatozoa motilitesi için hayati önem taşımaktadır (Jobim vd.2004, Garner vd. 2001). Araştırmada, çörek otunun üreme dönemi boyunca seminal plazma glikoz değerleri üzerine yaptığı etki incelendiğinde (Çizelge 4.6), deneme grubu 1 ve 2'deki fark önemsizken, deneme grubu 3'teki azalma istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). Bununla birlikte glikoz değeri, üreme dönemi başında (Çizelge 4.7) deneme grubu 1 ve 2'deki azalma ve deneme grubu 3'teki artış önemli bulunmuştur. Üreme dönemi ortasında (Çizelge 4.8) deneme grubu 1 ve 3'teki

fark önemsizken, deneme grubu 2'deki artış önemlidir ($p<0,05$). Üreme dönemi sonunda (Çizelge 4.9) ise tüm deneme gruplarındaki azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Çalışmada elde edilen glikoz değerleri ($1,30\pm0,13$ mg/dl), Hajirezaee vd. (2009)'ın *Salmo trutta caspius* üzerinde sperma alma sıklığının sperma kalitesi üzerine etkilerini incelediği çalışmalarında, rapor ettiği değerlerden düşük bulunmuştur. Hajirezaee vd. (2009) üreme sezonunda 4 kez sperma almışlardır. Üreme sezonunun başındaki (2 Aralık 2008) Glikoz değerlerini $1,90\pm0,9$ mM L⁻¹; ikinci sperma alımındaki (16 Aralık 2008) Glikoz değerlerini $2,00\pm1,1$ mM L⁻¹, üçüncü sperma alımındaki glikoz değerlerini $1,70\pm0,5$ mM L⁻¹ ve üreme dönemi sonundaki glikoz değerlerini (10 Ocak 2009) ise $2,00\pm0,9$ mM L⁻¹ olarak bildirmişlerdir. Araştırmacılar, bizim bulgularımızın aksine 4 farklı zamanda alınan spermallerdeki glikoz değerlerinde önemli derecede fark oluşmadığını bildirmişlerdir. Bu çalışma çörek otunun seminal plazma glikoz seviyesini değiştirdiğini bir anlamda desteklemektedir (Rana 1995a).

Seçer vd. (2004)'nın alabalıkların spermallerinden, üreme döneminde (Ocak-Mart) elde ettikleri seminal plazmalarındaki glikoz miktarını en düşük $0,50\pm0,50$ mg/dl, en yüksek $2,00\pm1,0$ mg/dl ve ortalama $1,33\pm0,76$ mg/dl belirlemişlerdir. Araştırmacıların bulguları, bu çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Bu bulguya göre, çörek otu, glikoz düzeyi üzerindeki etkisini seminal plazmaya yansıtamadığı söylenebilir. Çünkü Mansi (2005), diabetik erkek ratlarda oral yolla verilen (20 mL⁻¹) çörek otunun, kan serumu insülin parametreleri ve gonad gelişimini tetikleyen testosteron değerleri üzerine etkisini incelemiştir. Uygulamanın başlamasından itibaren 5 gün içerisinde çörek otu verilen ratların glikoz değerlerinde önemli azalma olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$). Araştırmacılar, Hipoglisemik durumun, glikoz'un periferik metabolizma faaliyetini ve insülin salımının artışı ayarlıyor olabileceğini ya da glikozun bağırsakta emilimini azaltmasından kaynaklanabileceğini ileri sürmüşlerdir. Testislerdeki kan dolaşım sistemindeki farklılık bu durumu yansıtmış olabilir.

Hücre içi enerji gereksiniminin karşılanması için kullanılan yağlar ve monosakkaritlerin kullanımı sonucu metabolizma yan ürünü olarak amonyak meydana gelmektedir. Amonyak

ise üre ve ürik aside dönüştürülerek vücuttan atılmaktadır (Saha 1995). Üreme dönemi boyunca çalışmada kullanılan farklı çörek otu dozlarının üre değerlerine etkisine genel olarak bakıldığında (Çizelge 4.6), kontrol grubu ile deneme grubu 2 arasında önemli fark bulunmazken, deneme grubu 1 ve 3'teki artış istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). Buna karşılık, araştırmamızda elde edilen sonuçlara göre, çörek otunun seminal plazma üre değerleri üzerine üreme dönemi başında (Çizelge 4.7) etkisi önemsiz bulunmuştur. Ancak, üreme dönemi ortasında (Çizelge 4.8), kontrol grubuyla karşılaştırıldığında 83,28 mg/kg çörek otu verilen gruptaki azalma istatistiksel açıdan önem kazanmıştır ($p<0,05$). Üreme dönemi sonundaki (Çizelge 4.9) ise üre değerleri 166,56 mg/kg çörek otu verilen grupta önemli bir azalmaya yol açmıştır ($p<0,05$). Çalışmamızda elde edilen üre değerleri Seçer vd. (2004) bildirdiği ($31,65\pm40,78$ mg/dl) üre değerlerinden düşük çıkmıştır. Bunun nedeni çörek otunun etken maddesi olan Thymoquinone olabilir. Zira, çörek otunun (*N. sativa*) etken maddesinin (Thymoquinone) etkisini belirlemek amacıyla hiperlidimik böbrek hastalığı bulunan ratlar üzerinde yapılan çalışmada, 5 gün süreyle Thymoquinone muamelesi yapılan ratların kan serumu üre değerlerinde azalma olduğu gözlenmiştir (Badary vd. 2000). Bu sonuç, çörek otunun (*N. sativa*) hepatoprotektif etkisinden kaynaklanmış olabilir (El-Dakhkny 2000).

Çalışmada uygulanan çörek otu dozlarının alabalıkların sperma trigliserid değerlerine etkisine genel olarak bakıldığında (Çizelge 4.6), kontrol grubu ile deneme grubu 1 ve 2 arasındaki fark önemsizken, deneme grubu 3'teki artış istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,01$). Bununla birlikte çörek otu, alabalık spermalarının trigliserid değerlerinde üreme dönemi başında (Çizelge 4.7) anlamlı derecede farklılık meydana getirmemiştir. Üreme dönemi ortasındaki (Çizelge 4.8) trigliserid değerlerinde 41,64 mg/kg çörek otu verilen grupta önemli artış söz konusu olurken ($p<0,05$), 83,28 mg/kg ve 166,56 mg/kg çörek otu verilen grupta ise önemli bir değişim söz konusu değildir. Üreme dönemi sonunda (Çizelge 4.9) ise çörek otu alabalıkların sperma trigliserid değerlerini tüm deneme gruplarında önemli derecede düşürmüştür ($p<0,01$).

Ek olarak, araştırmada elde edilen sperma trigliserid değerleri Seçer vd. (2004) bildirdiği

değerlerden ($8,00 \pm 2,84$ mg/dl) yüksek bulunmuştur. Seminal plazmada birçok farklı yapıda yağ çeşitleri bulunmakta ve bu yağların seviyeleri (*Salvelinus alpinus* 0,007 g/l; *Perca fluviatilis* 1,00 g/l) türler arasında büyük farklılıklar göstermektedir (Piironen ve Hyvarinen 1983, Piironen 1994). Lahnsteiner vd. (1994) *Cyprinidae* türlerinin seminal plazmalarında düşük seviyede trigliserid bulunduğunu bildirmişlerdir. Piironen (1994)'e göre seminal plazma yağları spermatozoa metabolizmasına bağlıdır. Trigliseridler, spermatozoa enerji metabolizmasının enerji kaynaklarıdır (Lahnsteiner vd. 1993). Dolayısı ile düşük trigliserid seviyesi yetersiz enerji kaynağının, düşük motilite ve döllenme kapasitesinin belirtici olabilir. Bununla birlikte üreme dönemi ortasında trigliserid değerlerinde anlamlı artış, $41,64$ mg/kg çörek otu verilen grupta ($38,54 \pm 7,20$ mg/dl) belirgin şekilde ortaya çıkmaktadır. Bu sonuç, $83,28$ mg/kg ve $166,56$ mg/kg çörek otu verilen gruplardaki DNA hasarı artışı ile örtüşmektedir.

Kolesterol plazma membranının inceliğini, akışkanlığını, su ve diğer molekülleri geçirgenliğini ve yağ faz dönüşümünü kontrol etmesi ile bilinmektedir (Demel ve De Kruffy 1976). Plazma membranından kolesterol geçişi/akışı membran yapısının ve akışkanlığının değişimine yol açarak sperma kapasitesinin artışı sağlamaktadır (Cross 1998). Farklı dozlarda uygulanan çörek otunun alabalıkların kolesterol değerlerine etkisine genel olarak bakıldığında (Çizelge 4.12), kontrol grubu ile karşılaştırıldığında tüm deneme gruplarında önemli şekilde azalma olduğu görülmektedir ($p < 0,05$). Yine, denemede kullanılan alabalıkların seminal plazma organik parametrelerinden kolesterol değerleri üzerine çörek otunun üreme dönemi başı (Çizelge 4.7) ve ortasında (Çizelge 4.8) gruplar arasında etkili olmamış, ancak üreme dönemi sonunda (Çizelge 4.9) çörek otunun alabalıkların kolesterol değerlerinde anlamlı azalmaya sebep olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,01$).

Çalışmada elde edilen seminal plazmadaki kolesterol seviyelerindeki düşmeyi, diğer hayvanların serum kolesterol düzeylerinde de görülmüştür. Bunlardan; Akhtar vd. (2003) 40 haftalık yumurtacı beyaz tavuklardan ($n=96$, *Gallus gallus domesticus* L.) oluşturduğu deneme gruplarını ticari tavuk yemine farklı dozlarda (0,0; 0,5; 1,0; 1,5 %) çörek otu

karıştırdığı rasyonlarla beslemiş, kan serumlarındaki kolesterol seviyelerinin düştüğünü bildirmişlerdir. Yine, Zaoui vd. (2002) ratlarda yaptığı çalışmada oral yolla alınan çörek otu yağının kan serum kolesterol değerlerini % 22 oranında düşürdüğü bildirilmektedir. Kolesterol değerlerindeki azalmanın nedeni, çörek otunda bulunan sterollerin ve çözünebilen liflerin yağ azaltıcı etkileri, safra asit sentezinin artışı, kolesterolün emiliminin azalması ve bunların dışkı yoluyla atılması olabilir (Talati vd. 2009, Moruisei vd. 2006).

HDL-C (High Density Lipoprotein-Yüksek yoğunluklu lipoprotein): İyi huylu kolesterol olarak bilinmektedir. Araştırmada çörek otunun HDL-C seviyesi üzerine etkisine genel olarak bakıldığında (Çizelge 9), kontrol grubu ile deneme grubu 1 ve 3 arasındaki fark önemsizken, deneme grubu 2 'deki artış istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0,05$). Bununla birlikte, çörek otu, alabalıkların seminal plazmasında HDL-C değerleri için üreme dönemi başında (Çizelge 10), deneme grubu 2'de önemli fark görülmezken, deneme grubu 1 ve 3'teki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Zıt şekilde, üreme dönemi ortasında (Çizelge 11) deneme grubu 1 ve 3'te gruplar arasında önemli fark tespit edilmezken, deneme grubu 2'deki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Yine, üreme dönemi sonunda (Çizelge 12) deneme grubu 1 ve 3'te gruplar arasında önemli fark tespit edilmezken, deneme grubu 2'deki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Alabalıkların spermalarının seminal plazma organik maddelerinden HDL-C değerleri üzerine bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak, araştırmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla uyumlu olarak, El-Dakhkhny vd. (2000) 4 hafta boyunca erkek albino ratlarda yaptığı çalışmada oral yolla alınan çörek otunun (günlük 800 mg/kg) kan plazma HDL-C değerlerini yükselttiği rapor etmişlerdir. Bunun nedeni, diğer kolesterol değerlerinde olduğu gibi çörek otunun hiperlipidemik etkisi olabileceği gibi, bunu çörek otunun yapısında bulunan tek bir bileşene değil; thymoquinone, nigellamine (Diterpen alkaloidler), çözünebilir lif, (Ör; musilaj), steroller, flavonoidler ve çoklu yağ asitlerinin yüksek bileşenlerinin (PUFAs) sinerjik etkisinden de ileri gelmiş olabilir (Ali ve Blunden 2003).

LDL-C (Low Density Lipoprotein-Düşük yoğunluklu lipoprotein): Kötü huylu kolesterol olarak bilinmektedir. Seminal plazma LDL-C değerlerine genel olarak bakıldığında (Çizelge 4.6), kontrol grubu ile deneme grubu 1 ve 2 arasında anlamlı fark oluşmazken, deneme grubu 3'teki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Ancak, araştırmada incelenen LDL-C değerlerinde üreme dönemi başında (Çizelge 4.7), deneme grubu 1 ve 2'de istatistiksel olarak önemli azalma belirlenirken, deneme grubu 3'te ise önemli artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0,01$). Yine, üreme dönemi ortasında (Çizelge 4.8) deneme grubu 1 ve 2'de istatistiksel olarak önemli azalma belirlenirken, deneme grubu 3'te ise önemli artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0,01$). Üreme dönemi sonunda (Çizelge 4.9) ise, çörek otu verilen tüm deneme grublarında önemli bir artış söz konusudur ($p<0,01$). Böylece çörek otunun dönem ortası ve sonunda seminal plazma LDL-C seviyesini önemli şekilde artırdığı söylenebilir. çörek otunun yapısında bulunan flavonidler kandan LDL-C atmak için daha etkin çalışan karaciğer hücreleri üretme görevi yapıyor olabilir. Bu şekilde flavonidler karaciğerdeki LDL-C reseptörlerini artırır ve apolipoprotein B'ye bağlanır (El-Beshbishy vd. 2006).

Bashandy (2007)'nin normal ve hiperlipidemik erkek ratlara 2 ay boyunca oral olarak 0,5 mL çörek otu yağı (*N. sativa*) uyguladığı çalışmasında, çörek otunun kan plazması LDL-C değerlerini önemli derecede düşürdüğü rapor edilmiştir. Bunun sebebi, çörek otunun yapısında bulunan doymamış yağ asitlerinden oleik ve linoik asitlerin hypolidemik etkisi ya da lipoproteinler üzerine olabilir (Bashandy 2007).

VLDL-C (Very Low Density Lipoproteins-Çok düşük yoğunluklu lipoproteinler): Plazma lipoproteinlerinin bir alt grubudur. VLDL-C, karaciğerde oluştuktan sonra taşıdıkları trigliseritleri vücuttaki çeşitli dokulara aktarırlar, bu sürecin sonunda LDL-C'ye dönüşürler. Araştırmada elde edilen VLDL-C değerlerine genel olarak bakıldığında (Çizelge 4.6), farklı dozlardaki çörek otunun VLDL-C değerlerinde önemli fark oluşturmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, denemede kullanılan alabalıkların seminal plazma organik parametrelerinden VLDL-C değerleri üzerine çörek otunun üreme dönemi başında (Çizelge 4.7) deneme grubu 2 ve 3'teki fark önemsizken, deneme grubu 1'deki azalma istatistiksel

olarak önemlidir ($p<0,01$). Benzer şekilde, üreme dönemi ortasında (Çizelge 4.8) deneme grubu 2 ve 3'teki fark önemsizken, deneme grubu 1'deki azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Üreme dönemi sonundaki (Çizelge 4.9) VLDL-C değerleri ise tüm deneme gruplarında önemli şekilde düşmüştür ($p<0,01$).

Alabalıkların spermalarının seminal plazma organik maddelerinden VLDL-C değerleri üzerine bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak, çörek otunun kan plazma kolesterol değerleri üzerine yapılan çalışmalarına bakıldığında, deneme gruplarına verilen çörek otunun üreme dönemi başında birikim yaparak olarak, yapısında bulunan doymamış yağ asitlerinin VLDL-C değerlerini yükselttiği düşünülmektedir.

Esansiyel iz elementler birçok önemli enzimin bileşeni durumunda iken, seminal plazmanın inorganik maddelerinden Na^+ , K^+ , Ca^{2+} ve Mg^{2+} iyonları ozmotik dengeyi ayarlarlar. Böylece, seminal plazmanın biyokimyasal değişimi erkek üreme bozukluklarının teşhisi ve döllenmenin değerlendirilmesi için önemli bir kriter olmaktadır (Barrier-Battut vd. 2002). Ek olarak, Na^+ ve Cl^- seminal plazma osmalitesinin ayarlanmasında temel rol üstlenen elektrolitlerdir (Morisawa vd. 1979) ve dolayısı ile seminal plazmanın osmalitesi ve Na^+ ve Cl^- konsantrasyonları arasında yüksek seviyede ilişki bulunmaktadır. Çörek otunun alabalık seminal plazma Na^+ miktarlarına etkisine genel olarak bakıldığında (Çizelge 4.10), 41,64 mg/kg, 83,28 mg/kg ve 166,56 mg/kg çörek otu verilen tüm deneme gruplarının Na^+ miktarlarında önemli derecede artış tespit edilmiştir ($p<0,05$). Ancak, seminal plazmanın inorganik parametrelerinden Na^+ miktarı üreme dönemi başında (Çizelge 4.11) ve sonunda (Çizelge 4.12) gruplar arasında önemli fark belirlenmemiştir. Üreme dönemi ortasında (Çizelge 4.13) ise, deneme grubu 1 ve 2'de önemli derecede artış tespit edilmiş ve istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Araştırmada elde edilen Na^+ değerleri, Seçer vd. (2004)'nın alabalıkların üreme dönemlerinde (Ocak-Mart) rapor ettikleri değerlerden ($80,51\pm31,48$ mmol/l) yüksek, Shlenk ve Kahmann (1938), Morisawa vd. (1983) ve Lahnsteiner vd. (1996)'un bildirdikleri değerlerden ($133,00$ mmol/l; $127,00\pm5,40$ mmol/l ve $159,00\pm30,80$ mmol/l)

düşük olmakla birlikte; Holtz vd. (1977) ve Koldras vd. (1996)'un bildirdikleri (104,00 mmol/l; 110,00±7,30 mmol/l) değerlerle benzer bulunmuştur. Çalışmada elde edilen bilgiler ışığında uygulanan çörek otunun alabalıkların seminal plazma Na^+ miktarını yükselttiği söylenebilir.

Salmonidlerde K^+ sperm motilitesi için ana faktördür, ancak Na^+ ve büyük ölçüde Ca^{++} iyonları potasyumun tetikleyici etkisini sınırlamaktadır (Billard ve Cosson 1992). Araştırmada, verilen farklı çörek otu dozlarının alabalıkların seminal plazma K^+ miktarlarına etkisine genel olarak bakıldığında (Çizelge 4.10), tüm deneme gruplarında istatistiksel açıdan önemli fark bulunmamıştır. Benzer şekilde, seminal plazmanın inorganik parametrelerinden K^+ miktarında üreme dönemi başı, ortası ve sonunda gruplar arasında anlamlı fark belirlenememiştir (Çizelge 4.11- 4.13).

Denemede elde edilen K^+ değerleri, Koldras vd. (1996), Seçer vd. (2004) ve Morisawa vd. (1983)'nin bulduğu sonuçlardan (43,40±3,02 mmol/l; 46,21±12,58 mmol/l ve 37,30±4,73 mmol/l) düşük, Shlenk ve Kahmann (1938)'nin bulduğu sonuçlardan (20,00 mmol/l) yüksek olurken, Glogowski vd. (2000), Lahnsteiner vd. (1996) ve Holtz vd. (1977)'un bulduğu sonuçlarla (20,30-30,40 mmol/l) benzerlik göstermektedir. Billard vd. (1999) Salmonidlerde K^+ iyonunun sınırlayıcı etkisinin Ca^{2+} iyonunu sayesinde ortadan kalktığını bildirmiştir.

Kalsiyum iyonu (Ca^{++}) memeli spermatozoasının akrozom reaksiyonu için uyarıcı etkiye sahiptir ve kalsiyumun spermanın olgunluk aşamasına bağlı olarak, sperma motilitesinde farklı şekillerde bulunduğu dair önemli kanıtlar vardır. Çalışmada, çörek otunun seminal plazma Ca^{++} miktarına etkisine genel olarak bakıldığında (Çizelge 4.10), çörek otunun Ca^{2+} miktarlarında meydana getirdiği fark önemsizdir. Benzer şekilde, seminal plazmanın inorganik parametrelerinden Ca^{++} miktarında üreme dönemi başı, ortası ve sonunda gruplar arasında önemli fark bulunmamıştır (Çizelge 4.11-4.13).

Araştırmada elde edilen seminal plazma Ca^{++} miktarları önceki araştırmacıların bildirdikleri

değerlerden ($1,10 \pm 0,26$ mEq/L- $4,65 \pm 1,57$ mEq/L) yüksek bulunmuştur (Holtz vd. 1977, Morisawa 1983, Koldras vd. 1996, Lahnsteiner 1996, Glogowski vd. 2000, Seçer vd. 2004). Bu durum, matabolizmaya katılan erek otunun yapısında bulunan mineral maddelerin seminal plazmaya katılması ile sperm hücre membranının geçirgenlik hassasiyetinde azalma meydana getirmiş olabileceğini düşündürmektedir. Zira, sodyum ve kalsiyum dengesi (Na^+/Ca^{++}) ile değişen Ca^{++} akışı arasında bir ilişki bulunmaktadır. Sperma motilitesi başladığı andan itibaren hücre içi yoğun bölgeden, daha az yoğun olan hücre dışı bölgeye doğru geçiş başlar. Ancak, hücre içi iyonik koşullara bağlı olarak Na^+ ve Ca^{++} dengesi yn değiştirebilir (Okuno ve Morisawa 1989).

Teleostlarda seminal plazmadaki Mg^{++} iyonlarının sperm motilitesi üzerine etkisi hakkında çok az bilgi bulunmaktadır. Teleostlarda sperm motilitesinin hücre içi mekanizması üzerine yapılan alışmalar, Mg^{++} 'un sperm motilitesinin aktivasyonunun başlamasında anahtar rol üstlendiğini doğrulamaktadır (Cosson vd. 1999). Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre, erek otunun etkisi genel olarak incelendiğinde (izelge 4.10), alabalıklara verilen erek otu dozlarının Mg^{++} miktarı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, seminal plazma Mg^{++} miktarı üreme dönemi başı (izelge 4.11) ve sonunda (izelge 4.13) erek otundan etkilenmemesine rağmen, üreme dönemi ortasında (izelge 4.12) gruplar arasında önemli farklılık meydana getirerek tüm gruplarda Mg^{++} miktarını düşürmüştür ($p < 0,05$).

Alabalıklarda seminal plazma Mg^{++} miktarı üzerine yapılan çalışmalarda Holtz vd. (1977)'de $1,10$ mEq/L, Morisawa (1983)'de $1,50 \pm 0,14$ mEq/L, Koldras vd. (1996)'da $2,50 \pm 0,34$ mEq/L, Glogowski vd. (2000)'de $0,85 \pm 0,12$ mEq/L ve Seçer vd. (2004)'te $3,48 \pm 1,18$ mEq/L değerlerini rapor etmişlerdir. Çalışmada elde edilen Mg^{++} miktarları yukarıda belirtilen araştırmacıların bildirdikleri sonuçlardan yüksek çıkmıştır. Bu durum, seminal plazmanın inorganik maddelerinden Ca^{++} 'a benzer şekilde, erek otunun yapısında bulunan mineral maddelerin, seminal plazma membranının geçirgenliğini sınırlamış olabileceğini düşündürmektedir. Çünkü, teleostlarda yapılan spermanın hücre içi mekanizmasına yönelik araştırmalarda Mg^{++} 'un sperma motilite hareketini başlatan anahtar rol oynadığı belirtilmekle beraber sperma metabolizması üzerindeki etkisi hakkında bir

bilgi bulunmamaktadır (Cosson vd. 1999). Bununla birlikte Mersin balıklarının spermalarının motilite karakteristikleri üzerine Mg^{++} 'un artan konsantrasyonlarının (15 mM)negatif etkisi olduğu rapor edilmiştir (Alavi vd. 2004).

5.4 Spermatozoa DNA Hasarı

DNA hasarını oluşturan nedenler; spontan veya kalıtsal oluşan gen mutasyonları, çevresel faktörler ve doğal hücrel metabolizmadan kaynaklanan faktörler olmak üzere 3 ana başlıkta toplanabilir (Bektaş 2010). Sperm DNA hasarının etiyojisi birçok faktörden oluşmaktadır ve birincil olarak testislerle, ikincil olarak çevresel faktörlerle ilgili olabilir. Sperm DNA hasarının; anormal Protamin aktarımı, aşırı ROS (Reaktif Oksijen Türleri) üretimi ve sperma oluşumu esnasında erken apoptosis oluşumu sonucu meydana geldiğine inanılmaktadır (Sakkas vd. 2003, Aitken vd. 2007).

Besin yoluyla alınan antioksidanların aktif olabilmeleri için etkili bir şekilde absorbe edilmeleri ve üreme organlarında yoğunlaşmaları gerekmektedir. Aynı zamanda antioksidanlar (Testis, epididimis ya da semende) bir eksikliği gidererek üreme fonksiyonlarında bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte, antioksidanlar oksidatif DNA hasarını azaltmak için semen antioksidan kapasitesini artırmaktadırlar (Zini vd. 2001).

Çörek otunun cinsiyet hücreleri üzerinde toksik etkisinin incelendiği DNA hasarında, üreme dönemi boyunca alabalıklardan alınan spermalarda, çörek otunun üreme dönemi başında gruplar arasında DNA hasarı açısından anlamlı fark meydana getirmediği anlaşılmaktadır (Çizelge 4.14). Bununla birlikte, üreme dönemi ortası ($p<0,05$) ve sonunda ($p<0,01$) alabalıklara verilen çörek otu miktarının artması ile birlikte DNA hasarında da artış olduğu tespit edilmiştir. Zira birçok farklı bitkinin üreme hücreleri üzerine farklı doz ve kullanım sürelerinde sitotoksik etki yaptığı bildirilmektedir. Bajaj vd. (1981) *Abrus precatorius* bitkisinin (Meyan köküne benzer bir bitki) tohumlarından elde ettiği % 50 etanol ve alkolik ekstraktları ile albino ratlar üzerine yaptığı bir araştırmada sperma yoğunluğunun ve motilitesinin azaldığını ortaya koymuşlardır. Yine *Gossypium herbaceum*

Linn. (Pamuk) tohumlarından elde edilen çeşitli ekstraktların artan oran ve sürelerde rat, fare, hamster, maymun ve hatta insanlarda kullanımının etkilerinin incelendiği birçok çalışmada sperma üretiminde, yoğunluğunda ve sperma üreten organların ağırlığında azalmaya sebep oldukları rapor edilmiştir (Gupta and Sharma 2006). Benzer şekilde, Omotoso vd. (2010), toplam 24 erkek rat üzerinde 28 gün boyunca 500 mg/kg ve 1000 mg/kg olacak şekilde 2 farklı dozda Sarımsak ekstraktını oral yolla uygulamış ve kontrol grubu ile kıyaslandığında uygulanan dozdaki artışa bağlı olarak sperm konsantrasyonu ve normal spermatozoa oranının önemli şekilde düştüğünü tespit etmiştir. Ek olarak, Bektaş (2010) kültür ortamında mononükleer lokositlerde Hidrojen Peroksit (H_2O_2) ile DNA hasarı oluşturduktan sonra farklı dilüsyonlarda çörek otu ekstraktlarını ortama ilave ederek, bir saat inkübe edip hasar durumunu değerlendirmiş hiçbir ekstrakt ile oluşan DNA hasarında bir azalma tespit edememiştir. Bu sonucun çalışma bulgularını destekler nitelikte olduğu düşünülebilir.

5.5 Sonuç

Bu çalışma, Atatürk Baraj Gölü'nde ağ kafeslerde yetiştirilen gökkuşağı alabalıklarında farklı dozlarda uygulanan çörek otunun (*Nigella sativa*) spermatolojik özellikler, spermatozoondaki DNA hasarı ve seminal plazma kompozisyonu üzerine etkilerini belirlemek ve bunlar arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

Araştırmada elde edilen verilere göre, erkeklerde sperma verme dönemi kafeslerdeki su sıcaklığının $11,58 \pm 1,4^\circ C$ olduğu Aralık ayı başlarında başlayıp, $7,97 \pm 1,81^\circ C$ 'ye düştüğü değiştiği Şubat ayı sonunda bitmektedir.

Çalışmada, üreme dönemi boyunca alabalıklardan alınan spermaların genel olarak incelenmesi sonucunda, sperma miktarı açısından kontrol grubu ile deneme grubu 2 ve deneme grubu 3'te gruplar arasında fark gözlenmezken, deneme grubu 1'de istatistiksel açıdan önemli artış tespit edilmiştir. Sperma yoğunluğu bakımından, kontrol grubu ile deneme grubu 1 ve 2 değerleri arasındaki fark önemsizken, deneme grubu 3'te istatistiksel

açından önemli azalış söz konusudur. Tüm üreme dönemi boyunca elde edilen total spermatozoa değerleri, deneme 1, 2 ve 3'te kontrol grubuna oranla önemli şekilde azalmış ve istatistiksel açıdan önemli fark oluşmuştur. Çörek otunun motilite oranı üzerine etkisine genel olarak bakıldığında, kontrol grubu, deneme grubu 2 ve deneme grubu 3 değerleri arasındaki fark önemsizken, deneme grubu 1'de istatistiksel açıdan önemli yükselme bulunmuştur. Alabalık spermalarının motilite süreleri, kontrol grubuna oranla tüm deneme gruplarında (Deneme 1, 2 ve 3) istatistiksel açıdan önemli şekilde azalmıştır. Spermatolojik özelliklerden pH değerleri ise, deneme grubu 1 ve 2'de istatistiksel açıdan önemsiz oranda artmış, deneme grubu 3'te ise bu artış istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge 5.1).

Araştırmada, çörek otunun üreme dönemi boyunca seminal plazma glikoz değerlerine yaptığı etki, deneme grubu 1 ve 2'de önemsizken, deneme grubu 3'te istatistiksel olarak önemli azalma meydana getirmiştir. Çalışmada kullanılan farklı çörek otu dozlarının üre değerlerine etkisine genel olarak bakıldığında, kontrol grubu ile deneme grubu 2 arasındaki fark önemsizken, deneme grubu 1 ve 3'teki artış istatistiksel olarak önemlidir. Alabalıkların sperma trigliserid değerleri, kontrol grubu ile deneme grubu 1 ve 2 arasında önemli fark yaratmazken, deneme grubu 3'teki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Farklı dozlarda çörek otu, alabalıkların kolesterol değerlerinde kontrol grubu ile karşılaştırıldığında tüm deneme gruplarında önemli şekilde azalma meydana getirmiştir. Araştırmada çörek otunun HDL-C seviyesine etkisine bakıldığında, kontrol grubu ile deneme grubu 1 ve 3 arasındaki fark önemsizken, deneme grubu 2 'deki artış istatistiksel açıdan önemlidir. Seminal plazma LDL-C değerlerinde, kontrol grubu ile deneme grubu 1 ve 2 arasında anlamlı fark oluşmazken, deneme grubu 3'teki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Araştırmada elde edilen sonuçlara göre, farklı dozlardaki çörek otunun VLDL-C değerlerinde önemli fark oluşturmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 5.2).

Çörek otu tüm deneme gruplarının seminal plazma Na^+ miktarlarında önemli derecede artış meydana getirmiştir. Araştırma sonuçlarına göre çörek otu, tüm deneme gruplarının seminal plazma K^+ , Ca^{++} ve Mg^{++} miktarlarında istatistiksel açıdan önemli fark yaratmamıştır (Çizelge 5.2).

Çörek otunun üreme dönemi başında gruplar arasında DNA hasarı açısından anlamlı fark meydana getirmediği, üreme dönemi ortası ve sonunda ise alabalıklara verilen çörek otu miktarının artması ile birlikte DNA hasarında da artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5.3).

Sonuç olarak, çörek otunun alabalık spermasının kolesterol değerlerini düşürüp, sodyum (Na^+) değerlerini yükselterek, seminal plazmanın organik ve inorganik parametlerinden bazıları üzerine olumlu etkisinin olduğu ancak 41,64 mg/kg'ın üzerindeki (83,28 mg/kg ve 166,56 mg/kg) dozlardan uzun süreli kullanımının alabalıkların erkek cinsiyet hücreleri üzerinde toksik etki yapabildiği ve spermatolojik özelliklerden miktar, yoğunluk, total spermatozoa, motilite oranı, motilite süresini düşürdüğü ve spermada DNA hasarında artışa neden olabildiği düşünülmektedir.

Çizelge 5.1 Çörek otu dozlarının spermatolojik özelliklere etkileri

Spermatolojik Özellikler	Doz		
	10 ml (41,64mg/kg)	20 ml (83,28 mg/kg)	40 ml (166,56 mg/kg)
Miktar	+	0	0
Yoğunluk	0	0	-
Total Spermatozoa	-	-	-
Motilite Oranı	+	0	0
Motilite Süresi	-	-	-
pH	+	+	-

+: Artış, -: Azalış, 0: Etkisiz

Çizelge 5.2 Çörek otu dozlarının seminal plazma bileşiklerine etkileri

Seminal Plazma Özellikleri	Doz		
	10 ml (41,64mg/kg)	20 ml (83,28 mg/kg)	40 ml (166,56 mg/kg)
Glikoz	0	0	-
Üre	+	0	+
Trigliserid	0	0	+
Kolesterol	-	-	-
HDL-C	0	+	0
LDL-C	0	0	+
VLDL-C	0	0	0
Na	+	+	+
K	0	0	0
Ca	0	0	0
Mg	0	0	0

+: Artış, -: Azalış, 0: Etkisiz

Çizelge 5.3 Çörek otu dozlarının sperma DNA'sı üzerine etkileri

Sperma DNA	Doz		
	10 ml (41,64mg/kg)	20 ml (83,28 mg/kg)	40 ml (166,56 mg/kg)
Hasar	0	+	+

+: Artış, -: Azalış, 0: Etkisiz

KAYNAKLAR

- Aas, G.H., Refstie, T. and Gjerde, B. 1991. Evaluation of milt quality of Atlantic salmon. *Aquaculture*, 95, pp. 125–132.
- Agarwal, A., Saleh, R.A. and Bedaiwy, M.A. 2003. Role of reactive oxygen species in the pathophysiology of human reproduction. *Fertil Steril.*, 79, pp.829-843.
- Ahmadi, A., Sonn-Chye, N. 1999. Fertilizing ability of DNA damaged spermatozoa. *J Exp Zool.*, 284, pp. 696-704.
- Aitken, R.J. and De Iuliis, G.N. 2007. Origins and consequences of DNA damage in male germ cells. *Reprod Biomed Online*, 14, pp.727–733.
- Akçay, E., Bozkurt, Y. and Kayam, S. 2002. Cryopreservation of mirror carp (*Cyprinus carpio* L. 1758) semen: with emphasis on post-thaw motility. 1st International Congress on Aquaculture, Fisheries Technology and Environmental Management, 8-10 June 2002. Book of Abstracts. p. 5. ECEP, Athens.
- Akçay, E., Tekin, N. and Seçer, S. 1995. Preservation of Fish Semen. *J. Fish. Aquat. Sci.*, Ege Univ., 12(3-4), 367-373.
- Akhtar, M.S. and Riffat, S. 1991. Field trial of *Saussurea lappa* roots against nematodes and *Nigella sativa* seeds against cestodes in children, *J Pak Med Assoc*, 41 (8), pp. 185-187.
- Akhtar, M.S., Nasir, Z. and Abid, A.R. 2003. Effect of feeding powdered *Nigella sativa* L. seeds on poultry egg production and suitability for human consumption. *Veterinarski Arhiv.*, 73, pp. 181–190.
- Alavi, S.M.H. and Cosson, J. 2005. Sperm motility in fishes. (I) Effects of pH and temperature. *Cell Biol. Int.*, 29, pp.101–110.
- Alavi, S.M.H. and Cosson, J. 2006. Sperm motility in fishes. (II) Effects of ions and osmolality: A review. *Cell Biology International*, 30, pp.1-14.
- Alavi, S.M.H., Cosson, J., Karami, M., Amiri, B.M. and Akhoundzadeh, M.A. 2004. Spermatozoa motility in the Persian sturgeon, *Acipenser persicus*: effects of pH, dilution rate, ions and osmolality. *Reproduction*, 128, pp.819-828.
- Alavi, S.M.H., Linhart, O., Coward, K. and Rodina, M. 2008. Fish spermatology implication for aquaculture management. In: Alavi SMH, Cosson J, Coward K, Rafiee R (eds) *Fish spermatology*. Alpha Science Ltd., Oxford, UK, pp.397–460.
- Alavi, S.M.H., Rodina, M., Policar, T. and Linhart, O. 2009. Relationships between semen characteristics and body size in *Barbus barbus* L. (Teleostei: Cyprinidae) and effects of ions and osmolality on sperm motility. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*, 153, pp. 430-437.
- Al-Ghamdi, M.S. 2001. The antiinflammatory, analgesic and antipyretic activity of *Nigella sativa*. *J. Ethnopharmacol.* Jun., 76(1), 45-48.
- Al-Ghamdi, M.S. 2003. Protective effect of *Nigella sativa* seeds against carbon tetrachloride-induced liver damage *Am J Chin Med.*, 31 (5), pp.721-728.
- Ali, B.H. and Blunden, G. 2003. Pharmacological and toxicological properties of *Nigella sativa*. *Phytother. Res.*, 17 (4), pp. 299–305.

- Alvarez, B., Fuentes, R., Pimentel, R., Abad, Z., Cabrera, E., Pimentel, E. and Arenal, A. 2003. High fry production rates using post-thaw silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) spermatozoa under farming conditions. *Aquaculture*, 220, pp. 195–201.
- Anonim. 1992. Karadeniz’de Su Ürünleri Yetiştiriciliği Üzerine Araştırmalar, Su Ürün. Ar. Ens., Ara Rapor, Trabzon.
- Anonim. 2010. Türkiye istatistik kurumu. Su ürünleri istatistikleri. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?tb_id=47&ust_id=13 Erisim Tarihi
- Anonim. 2011. <http://www.tugem.gov.tr/db/sud/sudweb/ic.pdf>
- Aral, F., Dogu, Z., Selçuk, B., Taş, M. and Kılıç, S.Ö. 2004. Determination of the spermatological properties at first spawning season of the young male rainbow trouts (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) reared in floating cages in Atatürk Dam Lake, Sanliurfa, Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 3(8), pp.542-546.
- Aral, F., Şahinöz, E. and Doğu, Z. 2005. Annual changes in sperm characteristics of young rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, W., 1792) during spawning season in Atatürk Dam Lake, Sanliurfa, Turkey, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 4 (2), pp. 309-313.
- Aral, F., Şahinöz, E. and Doğu, Z. 2007. A Study on the milt quality of *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1772) and *Carasobarbus luteus* (Heckel, 1843) in Atatürk Dam Lake, Southeastern Turkey. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.*, 7, pp. 41–44.
- Asturiano, J. F., Sorbera, L. A., Carrillo, M., Zanuy, S., Ramos, J., Navarro, J. C. and Bromage, N. 2001. Reproductive performance in male European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.) fed two PUFA enriched experimental diets: a comparison with males fed a wet diet. *Aquaculture*, 194, pp. 173–190.
- Atay, D. 1987. İçsu Balıkları ve Üretim Tekniği. Ank. Üniv., Ziraat Fak. Yayınları:1035, Ders Kitabı: syf. 300, 467.
- Badary, O.A., Abdel-Naim, A.B., Abdel-Wahab, M.H. and Hamada, F.M. 2000. The influence of thymoquinone on doxorubicin-induced hyperlipidemic nephropathy in rats. *Toxicology*, 143, pp. 219-226.
- Bajaj, A., Mathur, R.S., Wadhwa, M. and Bahel, S. 1981. Effect of steroidal fraction of *Abrus precatorius* on testes of albino rats, *Geobios*, 8, pp.29-31.
- Balık, S. 1988. Türkiye Tatlısu Balıkları, E.Ü. Fen Fak. Kitaplar Serisi, No: 97, Bornova, İzmir.
- Barrier-Battut, I., Delajarraud, H., Legrand, E., Buyas, J.F., Fieni, F., Tainturier, D., Thorin, C. and Pouliquen, H. 2002. Calcium, magnesium, copper and zinc in seminal plasma of fertile stallions and their relationship with semen freezability. *Theriogenology*, 58: pp. 229-232.
- Barry, T.P., Malison, J.A., Lapp, A.F. and Procarione, L.S. 1995. Effects of selected hormones and male cohorts on final oocyte maturation, ovulation, and steroid production in walleye *Sitizosedion itreum*. *Aquaculture*, 138, pp.331–347.
- Basavaraja, N. and Hegde, N.S. 2004. Cryopreservation of the endangered mahseer (*Tor khudree*) spermatozoa: I. Effect of extender composition, cryoprotectants, dilution ratio, and storage period on post-thaw viability. *Cryobiology*, 49, pp.149–156.
- Bashandy, A.E.S. 2007. Effect of fixed oil of *Nigella sativa* on male fertility in normal and hyperlipidemic rats. *International Journal of Pharmacology*, 3 (1), 27-33.

- Baumber, J, Ball, B.A. and Linfor. J.J. 2003. Reactive oxygen species and cryopreservation promote DNA fragmentation in equine spermatozoa. *J Androl*, 24, pp.621–628.
- Bayness, S.M. and Scott, A.P. 1981. Rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, Spermatozoa: Effects of cations and pH on motility. *Journal of Fish Biology*, 19, pp.259-67.
- Baytop, T. 1984. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi, İ.Ü. Yayınları, No:3255, İstanbul.
- Bektaş, İ. 2010. Hücre kültürü ortamında çörek otu (*Nigella sativa*) ve sarımsak (*Allium sativum*) ekstraktlarının dna hasarı üzerine etkisinin araştırılması. Harran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyokimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- Belova, N.V. 1981. The ecological and physiological peculiarities of sperm in pond cypnids. Communication 1 - Production and ecological and physiological peculiarities of the sperm of some cyprinidae. *J. Ichthyol.*, 21, 90-102.
- Bhattacharya, H., Zhang, S.C. and Wang, Y.J. 2005. Embryonic development of the rosy barb *Puntius conchoni* Hamilton 1822 (Cyprinidae). *Tropical Zoology*, 18, pp.25-37.
- Billard, R. 1986. Spermatogenesis and spermatology of some teleost fish species. *Reprod. Nutr. Dev.*, 26, pp.877-920.
- Billard, R. 1987. Testis growth and spermatogenesis in teleost fish; the problem of the large interspecies variability in testis size, *Proceeding of the 3rd International Symposium on Reproductive Physiology of Fish*, pp.183-186, St John's, Newfoundland.
- Billard, R. 1992. Reproduction in rainbow trout: Sex differentiation, dynamics of gametogenesis, biology and preservation of gametes. *Aquaculture*, 100, 263–298.
- Billard, R. and Cosson, M.P. 1989. Measurement of sperm motility in trout and carp. In: N. de Pauw, E. Jaspers, H. Ackefors and N. Wilkins (Editors), *Aquaculture, a Biotechnology in Progress*. European Aquaculture Society, Bredene, Belgium, pp. 499-503.
- Billard, R. and Cosson, M.P. 1992. Some problems related to the assessment of sperm motility in freshwater fish. *J. Exp. Zool.*, 261, pp. 122-131.
- Billard R., Dupont, J. and Barnabé, G. 1977. Diminution de la motilité et de la durée de conservation du sperme de *Dicentrarchus labrax* L. (Poisson téléostéen) pendant la période de spermiation. *Aquaculture*, 11, pp. 363–367.
- Billard, R. and Takashima, F. 1982. Resorption of spermatozoa in the sperm duct of rainbow trout during the post-spawning period. *Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries*, 49 (3), pp. 387-392.
- Billard, R. and Gillet, C. 1981. Stress, environment and reproduction in teleost fish. In: Pickering, A.D. Ed., *Stress and Fish*. Academic Press, New York, pp. 185–208.
- Billard, R., Cosson, J., Crim, L.W. and Suquet, M. 1995. Sperm physiology and quality. In: *Broodstock Management and Egg and Larval Quality* (eds: Bromage, N. and J. Roberts). Blackwell Sc. Ltd, Osney Mead, Oxford, pp 25–52.
- Billard, R., Cosson, J., Fierville, F., Brun, R., Rouault, T. and Williot, P. 1999. Motility analysis and energetics of the Siberian sturgeon *Acipenser baerii* spermatozoa. *J. Appl. Ichthyol.*, 15, pp.199–203.

- Bozkurt, Y. 2004. Aynalı Sazan (*Cyprinus Carpio* L. 1758) Spermasının Bazı Spermatolojik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Farklı Sulandırıcılar İle Kısa Süreli Saklanması Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, 176s, Ankara.
- Bozkurt, Y., Öğretmen, F., Erçin U. and Yıldız, Ü. 2008. Seminal plasma composition and its relationship with physical spermatological parameters of Grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) semen: with emphasis on sperm motility. *Aquaculture Research*, 39, pp.1666-1672.
- Bozkurt, Y., Öğretmen, F., Seçer, F.S. and Erçin, U. 2009. Relationship between seminal plasma composition and spermatological parameters in Scaly Carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Animal and Veterinary Advances* 8(12), pp.2745-2749.
- Bozkurt, Y. and Seçer, S. 2005. Effect of short term preservation of mirror carp (*Cyprinus carpio*) semen on motility, fertilization and hatching rates. *Isr. J. Aquac. Bamidgeh*, 57 (3), pp.125-130.
- Bozkurt, Y., Seçer, S., Bukan, N., Akçay, E. and Tekin N. 2006. Relationship between body condition, physiological and biochemical parameters in Brown trout (*Salmo trutta fario*) sperm. *Pak. J. Biol. Sci.*, 9, pp.940-944.
- Bozkurt, Y., Seçer, S., Bukan, N., Akçay, E. and Tekin, N. 2006. Relationship between body condition, physiological and biochemical parameters in brown trout (*Salmo trutta fario*) sperm. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9 (5), pp.940-944.
- Bozkurt, Y., Seçer, S., Tekin, N. and Akçay, E. 2005. Cryopreservation of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Mirror Carp (*Cyprinus carpio*) sperm with glucose based extender Süleyman Demirel Üniversitesi. Egridir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 1(I), pp. 21-25.
- Bromage, N.R. and Roberts, R.J.(Eds). 1995. *Broodstock Management and Egg and Larval Quality*. Blackwell Science Ltd., Oxford, 424 pp.
- Brooks, D.E. 1990. Biochemistry of the male accessory glands, *Marshall's Physiology of Reproduction*, Churchill Livingstone, 4th Ed., pp.569-690.
- Burits, M. and Bucar, F. 2000. Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. *Phytotherapy Research*, 14, pp. 323–328.
- Büyükhatipoğlu, S. and Holtz, W. 1984. Sperm output in Rainbow trout: effect of age, timing and frequency of stripping and presence of females. *Aquaculture*, 37, pp. 63–71.
- Cabrita, E., Anel, L. and Herraéz, P.M. 2001. Effect of external cryoprotectants as membrane stabilizers on cryopreserved trout sperm, *Theriogenology*, 56, 623–635.
- Cabrita, E., Robles, V. and Rebordinos, L. 2005. Evaluation of DNA damage in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and gilthead sea bream (*Sparus aurata*) cryopreserved sperm. *Cryobiology*, 50, pp. 144–153.
- Callard, G.V. 1991. Spermatogenesis In *Vertebrate Endocrinology: Fundamentals and Biomedical Implications*, Vol. 4A (Eds. P.K.T. Pang and M.P. Schreibman). Academic Press, New York, pp. 303–341.
- Canyurt, M.A. and Akhan, S. 2008. Effect of dietary vitamin E on sperm quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Research*, 39, pp. 1014-1018.

- Carragher, J.F. and Sumpter, J.P. 1990. The effect of cortisol on the secretion of sex steroids from cultured ovarian follicles of rainbow trout. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 77, pp. 403–407.
- Cerda, J., Zanuy, S. and Carrillo, M., 1997. Evidence for dietary effects on plasma levels of sexual steroids during spermatogenesis in the sea bass. *Aquacult. Int.* 5, pp.473– 477.
- Chao, N.H., Chao, W.C., Liu, K.C. and Liao, C. 1987. The properties of tilapia sperm and its cryopreservation, *J. Fish. Biol.*, 30, pp.107-118.
- Ciereszko, A. and Dabrowski, K. 1993. Estimation of sperm concentration of rainbow trout, whitefish and yellow perch using a spectrophotometric technique. *Aquaculture*, 109, pp.367–373.
- Ciereszko, A. and Dabrowski, K. 2000. In vitro effect of gossypolacetate on yellow perch (*Perca flavescens*) spermatozoa. *Aquat. Toxicol.* 49: pp.181-187.
- Ciereszko, A., Dabrowski K., Mims, S.D., Glogowski, J. 2000. Characteristics of sperm acrosin-like activity of paddlefish (*Polyodon spathula* Walbaum). *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B*, 125, 1pp.97–203.
- Ciereszko, A., Dabrowski, K., Toth, G.P., Christ, S.A. and Glogowski, J. 2002. Factors affecting motility characteristics and fertilizing ability of sea lamprey spermatozoa. *Trans. Am. Fish. Soc.* 131, pp.193–202.
- Ciereszko, A., Liu, L. and Dabrowski, K. 1996. Effects of season and dietary ascorbic acid on some biochemical Characteristics of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) semen. *Fish Physiol. Biochem.* 15: pp. 1-10.
- Ciereszko, A., Wolfe, T.D. and Dabrowski, K. 2005. Analysis of DNA damage in sea lamprey (*Petromyzon marinus*) spermatozoa by UV, hydrogen peroxide, and the toxicant bisazir. *Aquatic Toxicology*, 73, pp. 128–138.
- Cosson, M.P., Billard, R., Gatti, J.L. and Christen, R. 1985. Rapid and quantitative assessment of trout spermatozoa motility using stroboscopy. *Aquaculture*, 46, 71-5.
- Cosson, M.P., Cosson, J. and Billard, R. 1991. Camp dependence of movement initiation in intact and demembrated trout spermatozoa. *Proceeding of the Fourth International Symposium on the Reproductive Physiology of Fish*. University of East Anglia, Norwich, UK, 7-12/07/1991 (Eds A.P.Scott, J.P. Sumpter, D.E. Kime & M.S. Rolfe), pp. 262-4.
- Cosson, J., Dreanno, C., Billard, R., Suquet, M. and Cibert, C. 1999. Regulation of axonemal wave parameters of fish spermatozoa by ionic factors. In: Gagnon, C. (ed.), *The Male Gamete: From Basic Knowledge to Clinical Applications*. Cache River Press, pp. 161–186.
- Couladis, M., Tzakou, O., Verykokidou, E. and Harvala, C. 2003. Screening of some Grek Aromatic Plants for antioxidant activity. *Phytotherapy Research*, 17, pp.194-195.
- Cross, N.L. 1998. Role of cholesterol in sperm capacitation. *Biol. Reprod.*, 59, 7-11.
- Çelikkale, M.S. 1982. Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliğinde Değişik Stok ve Yemleme Tekniklerinin Karşılaştırılması, Ankara Üniversitesi Basımevi.
- Çelikkale, M.S. 1991. Ormaniçi Su Ürünleri, Birinci Baskı, K. T. Ü. Basımevi, Trabzon.
- Çelikkale, M.S. 1994. İç Su Balıkları ve Yetiştiriciliği. Cilt 1, II Basım, K.T.Ü., Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Yay., Trabzon.
- Dabrowski, K. and Ciereszko, A. 1996. Ascorbic acid protects against male infertility in teleost fish. *Experientia* 52: pp. 97-100.
- Demel, A. and De Kruijff F.B. 1976. The function of sterols in membranes. *Biochimica et biophysica acta*, 457, pp. 109-132.

- De Montalembert, G., Marcel, J. and Billard, R. 1980. La spermiation chez le brochet. 1- Evolution de la quantité de sperme récolté au cours de la saison de reproduction. Bull. Fr. Piscic., 276, pp. 90-103.
- Denli, M., Okan F. and Uluocak A.N. 2004. Effect of dietary black seed extract supplementation on laying performance and egg quality of quail. Journal of Applied Animal Research, 26 (2), pp. 73-76.
- Dizdaroglu M. 1992. Oxidative damage to DNA in mammalian chromatin. J. Mutat. Res., 275 (35); pp. 331-342.
- Doi, M., Hoshino, T., Taki, Y. and Ogasawara, Y. 1982. Activity of the sperm of the bluefin tuna *Thunnus thynnus* under fresh and preserved conditions. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 48, pp. 495-498.
- Donnelly, E.T., Steele, E.K. and McClure, N. 2001. Assessment of DNA integrity and morphology of ejaculated spermatozoa from fertile and infertile men before and after cryopreservation. Hum Reprod, 16, pp. 1191-1199.
- Dziewulska, K., Rzemieniecki, A. and Domagała, J. 2008. Basic physico-chemical parameters of milt from sea trout (*Salmo trutta m. trutta*), brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). J. Appl. Ichthyol., 24, pp. 497-502.
- Edwards, D.J. 1987. Salmon and Trout Farming in Norway, Fishing News Books Lim., Surrey.
- El-Beshbishy, H.A., Singab, A.N.B., Sinkkonen, J. and Pihlaja, K. 2006. Hypolipidemic and antioxidant effects of *Morus alba* L. (*Egyptian mulberry*) root bark fractions supplementation in cholesterol-fed rats. Life Sci., 78, pp. 2724-2733.
- El-Dakhakny, M., Mady, N.I., Halim, M.A. 2000. *Nigella sativa* L. oil protects against induced hepatotoxicity and improves serum lipid profile in rats. Arzneimittelforsch, 50, pp. 832-836.
- Ekingen, G. 1975. Alabalık ve Som Balığı Kültürü. Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi. Yayın no: 3, s173. Ankara.
- Emre, Y. ve Kürüm, V. 2007. Havuz ve Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliği (İkinci Baskı), Posta Basım, İstanbul.
- England, G.C.W. and Allen, W.E. 1991. The lack of effect of parvovirus vaccination on the seminal characteristics of dogs, Vet. Res., 128, pp. 611-612.
- Fauvel, C., Omnes, M.H., Mugnier, C., Normant, Y., Dorange, G. and Suquet, M. 1993. La reproduction du turbot (*Scophthalmus maximus*): aspects biologiques et gestion des reproducteurs. Piscic. Fr., 112, pp. 23-39.
- Gallis, J.L., Fedrigo, E., Jatteau, P., Bonpunt, E. and Billard, R. 1991. Siberian sturgeon, *Acipenser baeri*, spermatozoa: effects of dilution, pH, osmotic pressure, sodium and potassium ions on motility. In: Acipenser, Proc. Int. Symp., CEMAGREF ed., Bordeaux, France, 3-6 October 1989. Pp. 143-151.
- Garner, D.L., Thomas, C.A., Gravance, C.G., Marshall, C.E., DeJarnette, J.M. and Allen, C.H. 2001. Seminal plasma addition attenuates the dilution effect in bovine sperm. Theriogenology, 56, pp. 31-40.
- Gatti, J.L., Billard, R. and Christen, R. 1990. Ionic regulation of the plasma membrane potential of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) spermatozoa: role in the initiation of sperm motility. J. Cell. Physiol., 143, pp. 546-554.
- Geffen, A.J. and Evans, J. 2000. Sperm traits and fertilization success of male and sex reversed female rainbow trout. Aquaculture, 182, pp. 61-72.

- Geldiay, R. ve Balık, S. 1999. Türkiye tatlısu balıkları. E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 46, İzmir, 532s.
- Gjerde, B. 1984. Variation in semen production of farmed Atlantic salmon and rainbow trout. *Aquaculture*, 40, pp. 109–114.
- Glogowski, J., Kwasnik, M., Piros, B., Dabrowski, K., Goryczko, K., Dobosz, S., Kuzminski, H. and Ciereszko, A. 2000. Characterization of rainbow trout milt collected with a catheter: semen parameters and cryopreservation success. *Aquaculture Res*, 31, pp. 289-296.
- Goubier, V. 1990. Reproduction et élevage larvaire de la perche (*Perca fluviatilis*). *Aquaculture*, 31, pp.13-18.
- Ghosh, T. K. and Chatterjee, S.K., 1987. Toxic effects of fenvalerate on *Anabus testudineus* biochemical study. *Adv. Bios.*, 7 : pp. 203–208.
- Gupta, R.S. and Sharma, R. 2006. A review on medical plants exhibiting antifertility activity in males. *Natural Product Radiance, Review*, 5 (5), pp. 389-410.
- Gündüz, H., Doğan, İ. ve Ekin, S. 2002. Yemlerine Vitamin a ve e ilave edilen alabalıklarda (*Oncorhynchus mykiss*) seminal plazmanın biyokimyasal bileşiminin saptanması, *Y.Y.Ü. Vet. Fak. Derg.*, 13(1-2), syf. 64-68.
- Gwo, J.C., Strawn, K., Longnecker, M. T. and Arnold, C.R. 1991. Cryopreservation of Atlantic croaker spermatozoa. *Aquaculture*, 94, pp. 355–37.
- Gwo, J.C., Wu, C.Y. and Chang, W.S. 2003. Evaluation of damage in Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) spermatozoa before and after cryopreservation using comet assay, *Cryo Lett.*, 24, pp. 171-180.
- Hafez, E.S.E. 1980. Reproduction in farm animals, 4th Ed., Lea and Febiger, Philadelphia, pp. 89-90.
- Hajirezaee, S., Amiri, B.M. and Mirvaghefi, A.R. 2009. Effects of stripping frequency on semen quality of endangered caspian Brown Trout, *Salmo trutta caspius*. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 4(3), pp.65-71.
- Hatef, A., Niksirat, H., Amiri, B.M., Alavi, S.M.H. and Karami, M. 2007. Sperm density, seminal plasma composition and their physiological relationship in the endangered Caspian brown trout (*Salmo trutta caspius*) *Aquaculture Research*, 38, pp. 1175-1181.
- Hatipoğlu, T. ve Akçay, E. 2010. Fertilizing ability of short-term preserved spermatozoa Abant trout (*Salmo trutta abanticus* T, 1954). *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 57, syf. 33-38.
- Hines, R. and Yashouw, A. 1971. Some environmental factors influencing the activity of spermatozoa of *Mugil capito* Cuvier, a grey Mullet. *Journal of Fish Biology*, 3, 123-7.
- Holtz, W., Stoss, J. und Büyükhatipoğlu, Ş. 1977. Beobachtungen zur Aktivierbarkeit von Forellenspermatozoon mit Fruchtwasser, Bachwasser und destilliertem Wasser. *Zuchthygiene* 12, pp. 82-88.
- Horak, S., Polanska, J. and Widlak, P. 2003. Bulky DNA adducts in human sperm: relationship with fertility, semen quality, smoking, and environmental factors. *Mutat Res Gen Tox En.*, 537, pp. 53–65.
- Houghton, P.J., Zarka, R., Heras, B., Houlst, R.S. 1995. Fixed oil of *Nigella sativa* and derived thymoquinone inhibit eicosanoid generation in leucocytes and membrane lipid peroxidation. *Planta Med*, 61, pp. 33–36.
- Hughes, C.M., Lewis, S.E.M. and McKelvey-Martin, V.J. 1997. Reproducibility of human sperm DNA measurements using the alkaline single cell gel electrophoresis assay. *Mutat Res-Fund Mol M*, 374, pp. 261–268.

- Hwang, P.C. and Idler, D.R. 1969. A study of major cations, osmotic pressure and pH in seminal components of Atlantic salmon. *J. Fish. Res. Board Can.*, 26, pp. 413-419.
- Inaba, K., Morisawa, S. and Morisawa, M. 1998. Proteasomes regulate the motility of salmonid fish sperm through modulation of cAMP dependent phosphorylation of an outer arm dynein light chain. *J. Cell. Sci.* 111, pp.1105–1115.
- Irvine, D.S., Twigg, J.P., Gordon, E.L., Fulton, N., Milne, P.A. and Aitken, R.J. 2000. DNA integrity in human spermatozoa: relationships with semen quality. *J. Androl.*, 21, pp. 33–44.
- Izquierdo, M.S., Fernandez-Palacios, H. and Tacon, A.G.J. 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish, *Aquaculture*, 197 (1-4), pp.25–42. doi:10.1016/S0044-8486(01)00581-6.
- Jasper, E.J., Avault, J.W. and Roussel, J.D. 1976. Spermatozoal morphology and ultrastructure of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 105, pp.475–480.
- Jobim, M.I.M., Oberst, E.R., Salbego, C.G., Souza, D.O., Wald, V.B., Tramontina, F. and Mattos, R.C. 2004. Two-dimensional polyacrylamide gel electrophoresis of bovine seminal plasma proteins and their relation with semen freezability. *Theriogenology*, 61, pp. 255-266.
- Kazakov, R.V. 1981. Peculiarities of sperm production by anadromous parr Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and fish cultural characteristics of such sperm. *J. Fish Biol.*, 18, pp.1-8.
- Koenig, S.D., Kayes, T.B. and Calbert, H.E. 1978. Preliminary observations on the sperm of yellow perch. *Am. Fish. Soc. Spec. Publ.*, 11, pp. 177-188.
- Koldras, M., Loir, M., Maisse, G. and Le Gac, F. 1996. Study of the composition of seminal fluid and of sperm motility along the genital tract, during a spawning season in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquat. Living Resour.*, 9, pp.337–345.
- Kopeika, J., Kopeika, E. and Zhang T. 2004. Effect of DNA repair inhibitor (3-aminobenzamide) on genetic stability of loach (*Misgurnus fossilis*) embryos derived from cryopreserved sperm. *Theriogenology*, 61, pp.1661–1673.
- Koya, Y., Munehara, H., Takano, K. and Takahashi, H. 1993. Effects of extracellular environments on the motility of spermatozoa in several marine sculpins with internal gametic association. *Comp. Biochem. Physiol.*, 106, pp.25–29.
- Krasznai, Z., Marian, T., Balkay, L., Gaspar, R.J. and Tron, L. 1995. Potassium channels regulate hypo-osmotic shock-induced motility of common carp (*Cyprinus carpio*) sperm. *Aquaculture*, 129, pp.123–128.
- Kruger, J.C. De, W., Smith, G.L., Van Vuren, J.H.J. and Ferreira, J.T. 1984. Some chemical and physical characteristics of the semen of *Cyprinus carpio* L. and *Oreochromis mossambicus* (Peters). *J.Fish Biol.*, 24, pp.263-272.
- Labbe, C., Maisse, G., Muller, K., Zachowski, A., Kaushik, S., Loir M. 1995. Thermal acclimation and dietary lipids alter the composition, but not fluidity, of trout sperm plasma membrane. *Lipids*, 30: pp.23-33.

- Labbe, C., Martoriati, A., Devaux, A. and Maisse, G. 2001. Effect of sperm cryopreservation on sperm DNA stability and progeny development in rainbow trout. *Molecular Reproduction and Development*, 60, pp.397–404.
- Lahnsteiner, F., Patzner, R.A. and Weismann, T. 1993. Energy resources of spermatozoa of the rainbow trout, *O. mykiss*. *Pisces, Teleostei. Reprod. Nutr. Develop.*, 33, pp. 349–360.
- Lahnsteiner, F., Patzner, R. and Weismann, T. 1994. The testicular main duct and the spermatic duct in some cyprinid fishes. II. Composition of the seminal fluid. *J. Fish Biol.*, 44, pp. 459–467.
- Lahnsteiner, F., Berger, B., Weismann, T. and Patzner, R.A. 1996. Motility of spermatozoa of *Alburnus alburnus* (Cyprinidae) and its relationship to seminal plasma composition and sperm metabolism. *Fish Physiol. Biochem.*, 15, pp. 167–179.
- Lahnsteiner, F., Berger, R., Weismann, T. and Patzner, R. 1997. Sperm motility and seminal fluid composition in the burbot, *Lota lota*. *J. Appl. Ichthyol.*, 13, pp. 113–119.
- Lahnsteiner, F., Berger, B., Weismann, T. and Patzner, R.A. 1998. Determination of semen quality of the rainbow trout by sperm motility, seminal plasma parameters and spermatozoal metabolism. *Aquaculture*, 163, pp.163–181.
- Leopardi, P., Villani, P. and Cordelli, E. 2004. Assessment of the in vivo genotoxicity of vanadate: Analysis of micronuclei on DNA damage induced in mice by oral exposure. *Toxicol. Lett.*, 158, pp. 39–49.
- Lin, F., Liu, L. and Dabrowski, K. 1996. Characteristics of muskellunge spermatozoa: I. ultrastructure of spermatozoa and biochemical composition of semen. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 125, pp. 187–194.
- Linhart, O., Rodina, M. and Cosson, J. 2000. Cryopreservation of sperm in common carp *Cyprinus carpio* sperm motility and hatching success of embryos. *Cryobiology*, 41, pp. 241–250.
- Linhart, O. and Kvaniscka, P. 1992. Artificial insemination in tench, *Tinca tinca* L. *Aquac. Fish. Manage*, 23, pp. 183–188.
- Linhart, O., Alavi, S.M.H., Rodina, M., Gela, D. and Cosson, J. 2008. Comparison of sperm velocity, motility and fertilizing ability between firstly and secondly activated spermatozoa of common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Applied Ichthyology*, 4, pp. 386–396.
- Mann, T. 1954. *The Biochemistry of semen*, Methuen, London, pp. 218–342.
- Mansi, K.M.S. 2005. Effects of oral administration of water extract of *Nigella sativa* on serum concentration of Insulin and Testosterone in Alloxan-induced Diabetic Rats. *Pakistan J. of Biol., Sci.*, 8(8), pp. 1152–1156.
- Marian T, Krasznai Z, Balkay L, Balazs M, Emri M. and Bene L. 1993. Hypoosmotic shock inducing osmolality dependent permeabilization and structural changes in the membrane of carp sperm. *J Histochem Cytochem.*, 41, pp. 291–8.
- Mattei, X. 1991. Spermatozoon ultrastructure and its systematic implications in fishes. *Can. J. Zool.*, 69, pp. 3038–3055.

- Meral, I., Yener, Z., Kahraman, T. and Mert, N. 2001. Effect of *Nigella sativa* on glucoseconcentration, lipid peroxidation, anti-oxidant defence system and liver damage in experimentally induced diabetic rabbits. J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med., 48(10), pp. 593-599.
- Miura, T., Yamauchi, K., Takahashi, H. and Nagahama, Y. 1991. The role of hormones in the acquisition of sperm motility in salmonid fish. J. Exp. Zool., 261, pp. 359-363.
- Moon, S.H., Kwon, Y.J., Lee, K.J. and Chang, J.Y. 2003. Increased plasma 17-hydroxyprogesterone and milt production in response to gonadotropin-releasing hormone agonist in captive male starry flounder, *Platichthys stellatus*. Aquaculture, 218, pp. 703-716.
- Morisawa, M. 1985. Initiation mechanism of sperm motility at spawning in teleosts. Zool. Sci., 2, pp. 605-615.
- Morisawa S. and Morisawa, M. 1988. Induction of potential for sperm motility by bicarbonate and pH in rainbow trout and chum salmon. J. Exp. Biol., 136, 13-22.
- Morisawa, M., Hirano, T. and Suzuki, K. 1979. Changes in blood and seminal plasma concentration of the mature salmon (*Oncorhynchus keta*) during adaptation to fresh water. Comp. Biochem. Physiol. 54A, pp. 325-329.
- Morisawa, M. and Suzuki K. 1980. Osmolality and Potassium ions: Their roles in initiation of sperm motility in teleosts. Science, 210, pp.1145-1147.
- Morisawa, M., Suzuki, K. and Morisawa, S. 1988. Effects of Potassium and osmolality on spermatozoan motility of salmonid fishes. J. Exp. Biol., 107, pp.105-113.
- Morisawa, M., Suzuki, K., Shimizu, H., Morisawa, S. and Yasuda, K. 1983. Effects of osmolality and potassium on motility of spermatozoa from freshwater cyprinid fishes. Journal of Experimental Biology, 107, pp. 95-103.
- Morris, I.D., Ilott, S., Dixon, L. and Brison, D.R. 2002. The spectrum of DNA damage in human sperm assessed by single cell gel electrophoresis (comet assay) and its relationship to fertilization and embryo development. Hum. Reprod., 17, 990-998.
- Morsi, N.M. 2000. Antimicrobial effect of crude extracts of *Nigella sativa* on multiple antibiotics-resistant bacteria. Acta Microbiologica Polonica, 49, pp. 63-74.
- Moruisi, K.G., Oosthuizen, W. and Opperman, A.M. 2006. Phytosterols/stanols lower cholesterol concentrations in familial hypercholesterolemic subjects: a systematic review with meta-analyses. J. Am. Coll. Nutr., 25 (1), pp.41-8.
- Munkittrick, K.R. and Moccia, R.D. 1987. Seasonal changes in the quality of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) semen: effect of a delay in stripping on spermatocrit, motility, volume and seminal plasma constituents. Aquaculture, 64, pp.147-156.
- Muralidhara, K.D. 2005. Genotoxic consequences associated with oxidative damage in testis of mice subjected to iron intoxication. Toxicology, 206, pp.169-178.
- Mutabagani, A. and El-Mahdy, S.A.M. 1997. A study of the anti-inflammatory activity of *Nigella sativa* L and thymoquinone in rats. Saudi Pharm J., 5 (2), 110-3.
- Mylonas, C.C., Gissis, Magnus, A. and Zohar, Y. 1997. Hormonal changes in male white bass (*Morone chrysops*) and evaluation of milt quality after treatment with a sustained-release GnRHa-delivery system. Aquaculture, 153, pp. 301-313.
- Nergiz, C. and Ötleş, S. 1993. Chemical composition of *Nigella sativa* L. Seeds, Food Chem, 48, 3, pp. 259-261.

- Okuno, M. and Morisawa, M. 1989. Effects of calcium on motility of rainbow trout sperm flagella demembrated with Triton X-100. *Cell Motil. Cytoskl.*, 14, pp.194–200.
- Omotoso, G.O., Oyewopo, A.O., Kadir, R.E., Olawuyi S.T. and Jimoh, A.A.G. 2010. Effects of aqueous extract of *Allium sativum* (Garlic) on semen parameters in wistar rats. *The Internet Journal of Urology*, 7, 2.
- Özkoca, A. 1984. Çiftlik Hayvanlarında Reprodüksiyon ve Suni Tohumlama, İst. Üni. Vet. Fak. Yayın No: 3209.
- Özdemir, N. 1994. Tatlı ve Tuzlu Sularda Alabalık Üretimi. Fırat Üniversitesi. Yayın No: 35, s219, Elazığ.
- Perchea, G., Cossonb, J., Billard, F. and Billard, R. 1995. Degradation of the quality of carp sperm by urine contamination during stripping. *Aquaculture*, 129, pp.133–137.
- Pickering, A.D., Pottinger, T.G. and Christie, P. 1982. Recovery of the brown trout, *Salmo trutta*, from acute handling stress: A time course study. *J. Fish. Biol.*, 20, pp.229–244.
- Pickering, A.D., Pottinger, T.G., Carragher, J.F. and Sumpter, J.P., 1987. The effects of acute and chronic stres on the levels of reproductive hormones in the plasma of mature male brown trout, *Salmo trutta* L. *Gen.Comp. Endocrinol.*, 68, pp.249–259.
- Piironen, J. 1985. Variation in the properties of milt from the Finnish landlocked Salmon during a spawning season. *Aquaculture*, 48, pp.337–350.
- Piironen, J. 1994. Composition and cryopreservation of sperm from some Finnish freshwater teleost fish. *Finnish Fisheries Research*, 15, pp.65–86.
- Piironen, J., Hyviirinen, H. 1983. Composition of the milt of some teleost fishes. *J. Fish Biol.*, 22, pp.351–361.
- Poole, R.W. and Dillanea, G.M. 1998. Estimation of sperm concentration of wild and reconditioned Brown trout, *Salmo trutta* l. *Aquaculture Res.*, 29(6), pp.439–445.
- Potts, R.J., Newbury, C.J. and Smith, G. 1999. Sperm chromatin damage associated with male smoking. *Mutat Res-Fund Mol. M.*, 423, pp.103–111.
- Rainis, S., Gasco, L., Ballestrazzi, R. and Zoccarato, I. 2007. Effects of vitamin E and phosphatidylcholine on qualitative and quantitative parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) milt. *Ital. J. Anim. Sci.*, 6, pp.339–350.
- Rana, K.J. 1995a. Preservation of gametes. Broodstock management and egg and larval quality N.R. Bromage and R.J.R. Roberts (Eds), pp.53–75.
- Randhawa, M., Al-Ghamdi, M.S. 2002. A review of the pharmaco-therapeutic effects of *Nigella sativa*. *Pakistan Journal of Medical Reserach*, 41, pp.77–83.
- Redding, J.M. and Patino, R. 1993. Reproductive Physiology.In; Evans, D.H.(Ed.) *The Physiology of Fishes*. CRC Pres Inc., Boca Raton, Florida, pp.503–534.
- Rideout, R.M., Trippel, E.A. and Litvak, M.K. 2004. Relationship between sperm density, spermatocrit, sperm motility and spawning date in wild and cultured haddock. *Journal of Fish Biology*, 65, pp.319–332.
- Rinchard, J., Ciereszko, A., Dabrowski, K. and Ottobre, J. 2000. Effects of gossypol on sperm viability and plasma Sex steroid hormones in male sea lamprey, *Petromyzon marinus*. *Toxicol. Lett.* 111: pp.189–198.

- Rodríguez, L., Begashi, I., Zanuy, S. and Carrillo, M. 2001. Development and validation of an enzyme immunoassay for testosterone: Effects of photoperiod on plasma testosterone levels and gonadal development in male sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) at puberty. *Fish Physiol. Biochem.*, 23(2), pp. 141-150.
- Rurangwa, E., Kime, D.E., Ollevier, F. and Nash, J.P. 2004. The measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in cultured fish. *J.Aquac.*, 234, pp.1-28.
- Saha, N, Dkhar, J. and Ratha, B.K. 1995. Induction of ureogenesis in perfused liver of a freshwater teleost, *Heteropneustes fossilis*, infused with different concentrations of ammonium chloride, *Comp. Biochem. Physiol.*, B112, pp.733–741.
- Sakai, N., Ueda, H., Suzuki, N. and Nagahama, Y. 1989. Steroid production by amago salmon (*Oncorhynchus rhodurus*) testes at different developmental stages. *Gen. Compo Endocrinol.*, 75, pp.231–240.
- Sakkas, D., Seli, E., Bizzaro, D., Tarozzi, N. and Manicardi, G.C. 2003. Abnormal spermatozoa in the ejaculate: abortive apoptosis and faulty nuclear remodelling during spermatogenesis. *Reprod Biomed Online*, 7, pp.428–432.
- Saleh, R.A., Agarwal, A. and Nada, E.A. 2002. Negative effects of sperm nuclear DNA damage on the fertility potential of couples with idiopathic and male-factor infertility. *Fertil Steril*, 78, s 61.
- Saleh, R.A., Agarwal, A. and Nelson, D.R. 2002. Increased sperm nuclear DNA damage in normozoospermic infertile men: a prospective study. *Fertil Steril.*, 78, pp.313–318.
- Salem, M.L. and Hossain, M.S. 2000. In vivo acute depletion of CD8(+) T cells before murine cytomegalovirus infection upregulated innate antiviral activity of natural killer cells. *International Journal of Immunopharmacology*, 22, pp.707–718.
- Schmidt-Baulain, R. and Holtz, W. 1991. Effect of age and stage of spawning season on output, fertilizing capacity and freezability of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) sperm. *Proc. Fourth Int. Symp. Reprod. Physiol. Fish.* A.P. Scott, J.P. Sumpter, D.E. Kime, M.S. Rolfe eds., p. 287. Sheffield.
- Schlenk W. and Kahmann H. 1938. The chemical composition of seminal fluids and their physiological importance study with trout sperm. *Biochemical Zool.*, 295, pp.283-301.
- Schulz, R.W., Miura, T. 2002. Spermatogenesis and Its Endocrinology. *Fish Physiol. Biochem.*, 26, pp. 43 –56.
- Schulz, R.W., Vischer, H.F., Cavaco, J.E.B., Santos, E.M., Tyler, C.R., Goos, H.J.Th. and Bogerd, J. 2001. Gonadotropins, their receptors, and the regulation of testicular functions in fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B* 129, pp. 407-417.
- Seçer, S., Tekin, N., Bozkurt, Y., Bukan, N. and Akçay, E. 2004. Correlation between biochemical and spermatological parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) semen. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 56 (4), pp. 274–280.
- Shangguan, B. and Crim, L.W. 1999. Seasonal variations in sperm production and sperm quality in male winter flounder, *Pleuronectes americanus*: the effects of hypophysectomy, pituitary replacement therapy, and GnRH-A treatment. *Marine Biology*, 134, pp. 19-27.

- Sharma, R.K., Said, T. and Agarwal, A., 2004. Sperm DNA damage and its clinical relevance in assessing reproductive outcome. *Asian J. Androl.*, 6, pp. 139–148.
- Shen, H.M. and Ong, C. 2000. Detection of oxidative DNA damage in human sperm and its association with sperm function and male infertility. *Free Radic Biol Med.*, 15, pp. 529–536.
- Singh, N.P., Muller, C.H. and Berger, R.E. 2003. Effects of age on DNA double-strand breaks and apoptosis in human sperm. *Fertil Steril.*, 80, pp. 1420–1430.
- Steenken S. 1989. Purine bases, nucleosides, and nucleotides: aqueous solution redox chemistry and transformation reactions of their radical cations and e- and OH adducts. *J. Chem. Rev.*, 89 (24), pp. 503–520.
- Stoss, J. 1983. 6 Fish gamete preservation and spermatozoan physiology, in: D.J.R.W.S. Hoar, Donaldson E. M. (Eds.), *J Fish Physiol*, Academic Press., pp. 305-350.
- Subasinghe, R., Soto, D. and Jia, J. 2009. Global aquaculture and its role in sustainable development. *Aquaculture*, 1, pp. 2-9.
- Sun, J.G., Jurisicova, A. and Casper, R.F. 1997. Detection of deoxyribonucleic acid fragmentation in human sperm: correlation with fertilization in vitro. *Biol. Reprod.*, 56, pp. 602-607.
- Suquet, M., Dorange, G., Omnes, M.H., Normant, Y., Le Roux, A. and Fauvel, C. 1993. Composition of the seminal fluid and ultrastructure of the spermatozoon of turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *J. Fish. Biol.*, 42, pp. 509-516.
- Suquet, M., Billard, R., Cosson, J., Dorange, G., Chauvaud, L., Mugnier, C., and Fauvel, C. 1994. Sperm features in turbot (*Scophthalmus maximus*): a comparison with other freshwater and marine fish species. *Aquat. Living Resour.*, 7, pp.283-294.
- Suquet, M., Omnes, M.H., Normant, Y. and Fauvel, C. 1992a. Influence of photoperiod, frequency of stripping and presence of females on sperm output in turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquac. Fish Manage.*, 23; pp. 217-225.
- Talati, R., Baker, W.L., Pabilonia, M.S., White, C.M. and Coleman, C.I. 2009. The effects of barley-derived soluble fiber on serum lipids. *Ann. Fam. Med.*, 7 (2), pp.157-163.
- Tan-Fermin, J.D., Miura, T., Adachi, S. and Yamauchi, K. 1999. Seminal plasma composition, sperm motility and milt dilution in the Asian catfish *Clarias macrocephalus* (Gunther). *Aquaculture*, 171, pp.323-338.
- Tekin, N. 1994. Spermanın Muayenesi ve Değerlendirilmesi. *Evcil Hayvanlarda Reprodüksiyon. Suni Tohumlama. Doğum ve İnfertilite. Dizgievi*, Konya. Ed., Alaçam, E., Bölüm 7, pp.69-79.
- Tekin, N., Seçer, S., Akçay, E., Bozkurt, ve Y., Kayam, S. 2003. Gökkuşluğu Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) Yaşın Spermatolojik Özellikler Üzerine Etkisi. *Tübitak Türk J. Vet. Anim.Sci.*, 27, s.37-44.
- Tippets W.E, and Moyle, P.B. 1978. Epibenthic feeding by rain bow trout in the McCloud River, California. *J Anim Ecol*, 47, pp.549-559,
- Toptaş, A. 2008. Çörekotu Tepeden Tırnağa Şifa Deryası İstanbul, ISBN 978-9944-62-613-2, Gonca Yayınevi.
- Toth, G.P., Ciereszko, A., Christ, S.A. and Dabrowski, K. 1997. Objective analysis of sperm motility in the lake sturgeon, *Acipenser fulvescens*: activation and inhibition conditions. *Aquaculture*, 154, pp. 337-348.

- Türkdoğan, M.K., Özbek, H. and Yener, Z. 2000. The role of *Urtica dioica* and *Nigella sativa* in the prevention of carbon tetrachloride induced hepatotoxicity in rats. *Phytother Res.*, 17(8), pp.942-946.
- Türk, G., Hicazi, E., Bozkurt A.T. 2006. Spermatozoon DNA'sı hasarı. *F.Ü. Sağlık Bil. Dergisi*, 20(1), s. 85-95.
- Ueda, H., Nagahama, Y., Tashiro, F. and Crim, L.W. 1983. Some endocrine aspects of precocious sexual maturation in the amago salmon *Oncorhynchus rhodurus*. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 49, pp. 587–596.
- Verma, D.K., Routray, P., Dash, C., Dasgupta, S. and Jena, J.K. 2009. Physical and biochemical characteristics of semen and ultrastructure of spermatozoa in six carp species. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 9, pp. 67-76.
- Vermeirssen, E.L.M., Shields, R., Mazorra de Quero, C. and Scott, A.P. 2000. Gonadotrophin-releasing hormone agonist raises plasma concentrations of progestogens and enhances milt fluidity in male Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus*. *Fish Physiol. Biochem*, 22, pp. 77–87.
- Von Schalburg, K. and Sherwood, N.M. 1999. Regulation and expression of gonadotropin-releasing hormone gene differs in brain and gonads in rainbow trout. *Endocrinology*, 140, pp. 3012-3024.
- Wagner, H. and Fransworth, N.R. 1990. *Economic and Medicinal Plant Research*, Vol. 4, Plants and Traditional Medicine, Academic press, London.
- Williot, P., Kopeika, E.F. and 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 (1-2), pp. 53-61.
- Worthen, D., Ghosheh, O.A. and Crooks, P.A. 1998. The in vitro anti-tumor activity of some crude and purified components of blackseed, *Nigella sativa* L. *Anticancer Reserach*, 18, pp.1527–1532.
- Yang, H. and Tiersch, T.R. 2009. Sperm motility initiation and duration in an euryhaline fish, Medaka *Oryzias latipes*. *Theriogenology*, 72, pp. 386-392.
- Yurtseven, S., Çetin, M., Şengül, T and Söğüt, B. 2008. Effect of sage extract (*Salvia officinalis*) on growth performance, blood parameters, oxidative stress and DNA damage in partridges. *South African J. Anim. Sci.*, 38 (2), pp. 145-152.
- Zaoui, A., Cherrah, Y., Alaoui, K., Mahassine, N., Amarouch, H. and Hassar, M. 2002. Effects of *Nigella sativa* fixed oil on blood homeostasis in rat. *J., Ethnopharmacol.*, 79, pp. 23–26.
- Zhukinskiy, V.N. and Alekseenko, V.R. 1983. Semen quality in Common Carp, *Cyprinus carpio*, and White Amur, *Ctenopharyngodon idella* (*Cyprinidae*), in different periods of the spawning season and as influenced by extraction methods. *Journal of Ichthyology*, 23; pp. 124-133.
- Zilli, L., Schiavone, R., Zonno, V., Storelli, C. and Vilella, S. 2003. Evaluation of DNA damage in *Dicentrarchus labrax* sperm following cryopreservation. *Cryobiology*, 47, pp. 227–2.
- Zini, A., Bielecki, R. and Phang, D. 2001. Correlations between two markers of sperm DNA integrity, DNA denaturation and DNA fragmentation, in fertile and infertile men. *Fertil Steril.*, 75, pp. 674–677.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Zafer DOĞU

Doğum Yeri : KOCAELİ

Doğum Tarihi : 31/08/1975

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Kocaeli Endüstri Meslek Lisesi Elektronik Bölümü 1992

Lisans : Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü
1998

Yüksek Lisans : Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim
Dalı 2020

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Çınarlı İlköğretim Okulu/Derince-Kocaeli 1999-2001
Harran Üniversitesi Bozova Meslek Yüksekokulu 2002-

Yayınları (Sci. Diğer)

Aysun Gümüş, Erdinç Şahinöz, **Zafer DOĞU**, Nazmi Polat, 2010. Age and growth of the Mesopotamian spiny eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solender, 1794), from southeastern Anatolia. Turk. J. Zool., 34: 399-407.

Erdinç ŞAHİNÖZ, Faruk ARAL, **Zafer DOĞU**, 2008. “Determination of spermatological properties of male *Liza abu* (Heckel, 1843) in Atatürk Dam Lake, Şanlıurfa”. Fish Physiology and Biochemistry. 34: (1) 71–76.

Erdinç ŞAHİNÖZ, **Zafer DOĞU**, Faruk ARAL, 2007. “Embryonic and Pre-larval Development of Shabbout (*Barbus grypus* H.)”. The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh. 59 (4): 236–239.

Erdinç ŞAHİNÖZ, Faruk ARAL, **Zafer DOĞU**, 2007. “Changes in Mesopotamian spiny eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Bank & Solender in Russell, 1794) (*Mastacembelidae*) milt quality during a spawning period.”, Theriogenology, 1;67(4):848–54.

Erdinç ŞAHİNÖZ, **Zafer DOĞU**, Faruk ARAL, 2006. “Development of Embryos in *Mastacembelus mastacembelus* (Bank&Solender, 1794) (Mesopotamian Spiny Eel) (*Mastacembelidae*)”. Aquaculture Research. Blackwell Science, 37 (16): 1611 - 1616.

- Erdoğan ŞAHİNÖZ, **Zafer DOĞU**, Faruk ARAL, 2006. “The Relationship Between Blood Parameters and Spermatological Properties In Rainbow Trouts” The Indian Veterinary Journal, 83: 1268–1270.
- Faruk ARAL, Erdoğan ŞAHİNÖZ, **Zafer DOĞU**, 2005. “Annual Changes in Sperm Characteristics of Young Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) During Spawning Season in Atatürk Dam Lake, Sanliurfa, Turkey”. Journal of Animal and Veterinary Advances. 4 (2): 309–313.
- Faruk ARAL, **Zafer DOĞU**, Ömer VARIŞLI, Erdoğan ŞAHİNÖZ, Mehmet TAŞ, Ömer Sait KILIÇ, 2004. “Estimation of Sperm Concentration of Young Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) Using Spermatokrit Method”. Journal of Animal and Veterinary Advances. 3 (10): 705–708.