

T.C.  
RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOĞU KARADENİZ ŞARTLARINDA SİBİRYA (*Acipenser baerii*) ve  
KARACA (*Acipenser gueldenstaedtii*) MERSİN BALIKLARININ  
GAMET GELİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ

KÜBRA AK

TEZ DANIŞMANI

YRD. DOÇ. DR. İLKER ZEKİ KURTOĞLU

TEZ JÜRİLERİ

PROF. DR. TEMEL ŞAHİN

PROF. DR. İLHAN ALTINOK

DOÇ. DR. SÜLEYMAN AKHAN

DOÇ. DR. ŞEVKİ KAYIŞ

DOKTORA TEZİ  
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

RİZE-2017

Her Hakkı Saklıdır

T.C.  
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DOĞU KARADENİZ ŞARTLARINDA SİBİRYA (*Acipenser baerii*) ve KARACA  
(*Acipenser gueldenstaedtii*) MERSİN BALIKLARININ GAMET  
GELİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ**

Yrd. Doç. Dr. İlker Zeki KURTOĞLU danışmanlığında, Kübra AK tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 20/11/2017 tarihinde Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda **Doktora** tezi olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Üyeleri**

**Unvanı Adı Soyadı**

**İmzası**

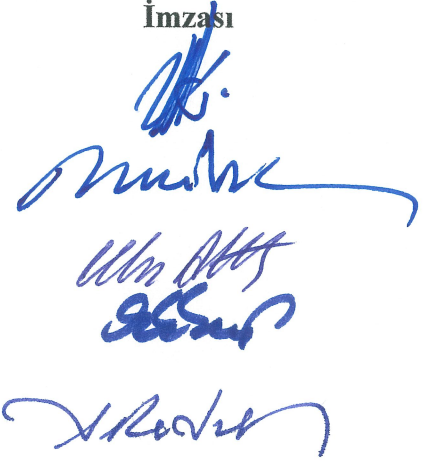
Başkan : Yrd. Doç. Dr. İlker Zeki KURTOĞLU

Üye : Prof. Dr. Temel ŞAHİN

Üye : Prof. Dr. İlhan ALTINOK

Üye : Doç. Dr. Süleyman AKHAN

Üye : Doç. Dr. Şevki KAYIŞ



  
Doç. Dr. Ferhat KALAYCI  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

## ÖNSÖZ

Sibirya (*A. baerii*) ve karaca (*A. gueldenstaedtii*) mersin balıklarının cinsiyetlerinin ve gamet gelişimlerinin belirlenmesi amacıyla hazırlanan doktora tez çalışması Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nde yapılmıştır.

Tez çalışmalarım boyunca her türlü desteği sağlayan, bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen, danışmanlığımı üstlenen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. İlker Zeki KURTOĞLU'na;

Doktora tez izleme komitesinde yer alarak tez çalışmalarına fikirleriyle katkı sağlayan sayın Prof. Dr. Temel ŞAHİN ve Doç. Dr. Şevki Kayış'a;

Tez çalışmam süresince sağladığı katkılardan dolayı sayın Doç. Dr. Huriye Arıman Karabulut'a;

İyidere Merkez Araştırma ve Uygulama Merkezi çalışanlarına ve mesai arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Üzerimde sonsuz emek ve sevgileri olan canım annem ve babama, her zaman yanımda olan ve beni destekleyen kardeşlerime minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Hazırlanan bu Doktora tezi Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Birimi tarafından 2015.53007.103.02.05 nolu proje ile desteklenmiştir.

**Kübra AK**

## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Dođu Karadeniz Őartlarında Sibirya (*Acipenser baerii*) ve Karaca (*A. gueldenstaedtii*) Mersin Balıklarının Gamet GeliŐimlerinin Belirlenmesi” baŐlıklı bu tezin, Yůksekůđretim Kurulu Bilimsel AraŐtırma ve Yayın Etiđi Yůnergesindeki hususlara uygun olarak hazırladıđımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her tůrlů yasal iŐlemi kabul ettiđimi beyan ederim. 20/11/2017



**Kůbra AK**

**Uyarı:** *Bu tezde kullanılan ۆzgůn ve/veya baŐka kaynaklardan sunulan içeriđin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hůkumlere tabidir.*

## ÖZET

### DOĞU KARADENİZ ŞARTLARINDA SİBİRYA (*Acipenser baerii*) ve KARACA (*A. gueldenstaedtii*) MERSİN BALIKLARININ GAMET GELİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ

Kübra AK

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Su Ürünleri Anabilim Dalı  
Doktora Tezi  
Danışman: Yrd. Doç. Dr. İlker Zeki KURTOĞLU

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesinde, kültür şartlarında Sibirya (*Acipenser baerii*) ve karaca (*A. gueldenstaedtii*) mersin balıkları damızlık adaylarının gamet gelişimi ve cinsiyetlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma Ekim 2015-Haziran 2016 döneminde yürütülmüştür. Damızlık adayı 4<sup>+</sup> yaşındaki balıklardan vücut formu düzgün ve sağlıklı bireylerden 15 adet Sibirya ve 15 adet karaca mersin balığı seçilmiş ve markalanmıştır. Ortalama balık ağırlığı ve kondisyon faktörleri sırasıyla Sibirya mersin balığı grubunda 4,2±1,2 kg ve 0,68, karaca mersin balığı grubunda 4,8±1,1 kg ve 0,71'dir. Gonadlarda ultrason görüntüleme, kanda hematokrit, eritrosit, lökosit, hemoglobin değerlerinin takibi ve kan plazmasında kalsiyum, sodyum iyonları ve streoid hormonlarının (östradiol, testosteron ve progesteron) takibi aylık olarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışma sonuçlarına göre, Sibirya mersin balığı grubunda 7 adet dişi ve 8 adet erkek birey, karaca mersin balığı grubunda 7 adet dişi, 7 adet erkek ve 1 adet henüz erişkin olmayan birey tespit edilmiştir. Hemogram (hematokrit, eritrosit, lökosit, hemoglobin) ve cinsiyet hormonları değerlerinde tespit edilen pik değerlerine göre; Sibirya mersin balığı bireylerinde şubat-mart periyodu, karaca mersin balığı bireylerinde nisan-mayıs periyodu gamet üretim dönemi olarak belirlenmiştir. 3. olgunluk evresinde olduğu tespit edilen Sibirya mersin balığı grubunda 1 erkek bireyden, karaca mersin balığı grubunda ise 3 erkek bireyden gamet alımı başarılı bir şekilde gerçekleşmiştir.

2017, 49 sayfa

**Anahtar Kelimeler:** Mersin Balığı, Ultrasonografi, Cinsi Olgunluk, Hematoloji, Cinsiyet Hormonları.

## ABSTRACT

### DETERMINATION of GAMETE DEVELOPMENT of SIBERIAN (*A. baerii*) and DIAMOND (*A. gueldenstaedtii*) STURGEON in EASTERN BLACK SEA CONDITIONS.

Kübra AK

Recep Tayyip Erdoğan University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Fisheries and Aquatic Sciences  
Ph.D. Thesis  
Supervisor: Asiss. Prof. İlker Zeki KURTOĞLU

In this study, the purpose was to determine the gonadal development and gender of the Siberian (*Acipenser baerii*) and diamond sturgeon (*A. gueldenstaedtii*) species by using ultrasonography and blood parameters in the Eastern Black sea under culture conditions. The study was conducted in the period of October 2015- June 2016. A total of 15 Siberian sturgeons and 15 diamond sturgeons from brood stock candidates that are healthy at the age of 4 and onwards were selected and tagged. Mean fish weight and condition factor was  $4.2\pm 1.2$  kg and 0.68 for the Siberian sturgeon group;  $4.8\pm 1.1$  kg and 0.71 for the diamond sturgeon group, respectively. The ultrasound imaging, hemogram studies (hematocrit, erythrocyte, leukocyte, hemoglobin values) and blood plasma analysis (calcium and sodium ions, steroids as estradiol, testosterone and progesterone) were carried out monthly.

According to ultrasound imaging results, 7 female and 8 male individuals in the Siberian sturgeon group and 7 female, 7 male and one immature individuals in diamond sturgeon were identified in study groups. Successful gender detection was performed using ultrasound imaging. According to the peak values determined in hemogram and in steroids values, gamete production period was determined to be between February-March for Siberian sturgeons and April-May for diamond sturgeons. Gamete collection was achieved successfully from 1 male in the Siberian sturgeon group and 3 males in the diamond sturgeon group, determined to be in the third maturity stage.

2017, 49 pages

**Key Words:** Sturgeon, Ultrasonography, Gonadal Maturity, Hematology, Sex Steroids.

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER .....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	VII
TABLolar DİZİNİ .....	IX
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	X
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. Literatür Özeti.....	3
1.2.1. Mersin Balıklarının Genel Özellikleri .....	3
1.2.1.1. Sibirya Mersin Balığı ( <i>Acipenser baerii</i> ).....	4
1.2.1.2. Karaca Mersin Balığı ( <i>A. gueldenstaedtii</i> ) .....	5
1.2.2. Mersin Balıklarında Üreme ve Üreme Fizyolojisi.....	6
1.2.3. Mersin Balıklarında Cinsiyet Ayrımı .....	9
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	13
2.1. Materyal .....	13
2.1.1. Araştırma Yeri .....	13
2.1.2. Araştırma Materyali.....	13
2.1.3. Araştırmada Kullanılan Araç Gereçler .....	14
2.2. Yöntem.....	15
2.2.1. Su Kalitesi Değerleri.....	15
2.2.2. Damızlık Adayı Balıkların Seçimi ve Bakımı .....	15
2.2.3. Balıkların Markalanması.....	16

2.2.5.	Balıklardan Kan Örneklerinin Alınması .....	17
3.	BULGULAR.....	19
3.1.	Kan Parametrelerinin İncelenmesi.....	19
3.1.1.	Eritrosit, Lökosit, Hemogloblin ve Hematokrit Ölçümleri.....	19
3.1.2.	Kan Plazmasında Steroid Hormon Konsantrasyonlarının Değişimi.....	24
3.1.3.	Kan Plazmasında Kalsiyum ve Sodyum İyonları Konsantrasyonları .....	28
3.2.	Ultrasonografik İncelemeler .....	31
4.	TARTIŞMA ve SONUÇLAR.....	36
5.	ÖNERİLER.....	42
	KAYNAKLAR .....	44
	ÖZGEÇMİŞ .....	49



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 1.</b>	Dünya’da yetiştiriciliği yapılan mersin balığı türleri .....	2
<b>Şekil 2.</b>	Sibiryaya mersin balığı ( <i>A. baerii</i> ).....	5
<b>Şekil 3.</b>	Karaca mersin balığı ( <i>A. gueldensatedtii</i> ). .....	6
<b>Şekil 4.</b>	Balıklarda hipotalamus-hipofiz-gonad hattının şematik gösterimi .....	7
<b>Şekil 5.</b>	İyidere Su Ürünleri Uygulama ve Araştırma Merkezi’nde deneme ünitesi... ..	13
<b>Şekil 6.</b>	Çalışma süresince balıkların stoklandığı deneme tankı. ....	14
<b>Şekil 7.</b>	Ultrason cihazı(a), kan sayım cihazı(b) ve santrifüj (c). ....	14
<b>Şekil 8.</b>	Çalışma süresinde su sıcaklığının aylık ortalama değerleri. ....	15
<b>Şekil 9.</b>	Visible Implant Elastomer marka ile markalanmış mersin balığı yüzgeci....	16
<b>Şekil 10.</b>	Diseksiyonla yapılan incelemelerde kullanılan balıklar .....	17
<b>Şekil 11.</b>	Karaca mersin balığında ultrason muayenesi. ....	17
<b>Şekil 12.</b>	Sibiryaya mersin balıklarının dişi ve erkek grubunda aylara göre lökosit değerlerindeki değişim. ....	19
<b>Şekil 13.</b>	Karaca mersin balıklarının dişi ve erkek grubunda aylara göre lökosit değerlerindeki değişim. ....	20
<b>Şekil 14.</b>	Sibiryaya mersin balıklarının dişi ve erkek grubunda aylık eritrosit değerlerindeki değişim. ....	21
<b>Şekil 15.</b>	Karaca mersin balıklarının dişi ve erkek grubunda aylık eritrosit değerlerindeki değişim. ....	21
<b>Şekil 16.</b>	Sibiryaya mersin balıklarının dişi ve erkek grubunda aylık hemoglobin değerlerindeki değişim. ....	22
<b>Şekil 17.</b>	Karaca mersin balıklarının dişi ve erkek grubunda aylık hemoglobin değerlerindeki değişim. ....	22
<b>Şekil 18.</b>	Sibiryaya mersin balıklarının dişi ve erkek grubunda aylık hematokrit değerlerindeki değişim. ....	23
<b>Şekil 19.</b>	Karaca mersin balıklarının dişi ve erkek grubunda aylık hematokrit değerlerindeki değişim. ....	23
<b>Şekil 20.</b>	Sibiryaya mersin balığı dişi ve erkek grubunda aylara göre östradiol seviyesindeki değişim. ....	24
<b>Şekil 21.</b>	Karaca mersin balığı dişi ve erkek grubunda aylara göre östradiol seviyesindeki değişim. ....	25
<b>Şekil 22.</b>	Sibiryaya mersin balığı dişi ve erkek grubunda aylara göre testosteron seviyesindeki değişim. ....	26

<b>Şekil 23.</b> Karaca mersin balığı dişi ve erkek grubunda aylara göre testosteron seviyesindeki değişim. ....	27
<b>Şekil 24.</b> Sibiry mersin balığı dişi ve erkek grubunda aylara göre progesteron seviyesindeki değişim. ....	27
<b>Şekil 25.</b> Karaca mersin balığının dişi ve erkek grubunda aylara göre progesteron seviyesindeki değişim. ....	28
<b>Şekil 26.</b> Sibiry mersin balığını dişi ve erkek bireylerinde aylara göre kalsiyum iyonu değişimi. ....	29
<b>Şekil 27.</b> Sibiry mersin balığını dişi ve erkek bireylerinde aylara göre kalsiyum iyonu değişimi. ....	29
<b>Şekil 28.</b> Sibiry mersin balığının dişi ve erkek grubunda aylara göre sodyum iyonu değişimi. ....	30
<b>Şekil 29.</b> Karaca mersin balığının dişi ve erkek grubunda aylara göre sodyum iyonu değişimi. ....	30
<b>Şekil 30.</b> Erkek (E) ve dişi (D) bireyin gonad dokularının ultrason görüntüleri. ....	31
<b>Şekil 31.</b> Testiküler dokunun ultrasonografik muayenelerle alınan farklı evrelerdeki görüntüleri ....	32
<b>Şekil 32.</b> Ovaryum dokusunun ultrasonografik muayenelerle farklı evrelerdeki görüntüleri ....	33
<b>Şekil 33.</b> Çalışmada biyopsi ile alınan dokularda spermatozoa (A) ve oositlerin (B) mikroskopta görünümü. ....	34
<b>Şekil 34.</b> Diseksiyonla yapılan incelemeler.....	35

## TABLÖLAR DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b> Beyaz mersin balığında ( <i>A. transmontanus</i> ) gamet olgunluk safhalarının sınıflandırılması.....	9
<b>Tablo 2.</b> Ultrasonografik muayenelerle tespit edilen dişi ve erkek bireylerin gonadal evreleri.....	32



## SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Derece Santigrat
µL	Mikro Litre
ANOVA	Applicability of Analysis of Variance
Ca <sup>++</sup>	Kalsiyum İyonu
CITES	Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora; Nesli Tehlikede Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme
kg	Kilogram
L	Litre
mg	Miligram
mm	Milimetre
dL	Desilitre
ng	Nanogram
cm	Santimetre
mmol	Milimol
Na <sup>+</sup>	Sodyum İyonu
RTEÜ	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
BAP	Bilimsel Araştırma Projesi
IUCN	International Union of Conservation of Nature – Red List of Threatened Species
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
LNRH	Luteinising Hormon Releasing Hormon
GtH	Gonadotrop Hormon
FSH	Folikül Stimulating Hormon
T	Testosteron
11KT	Ketotestosteron
E2	Östradiol-17b
P	Progesteron
A.Ş	Anonim Şirketi

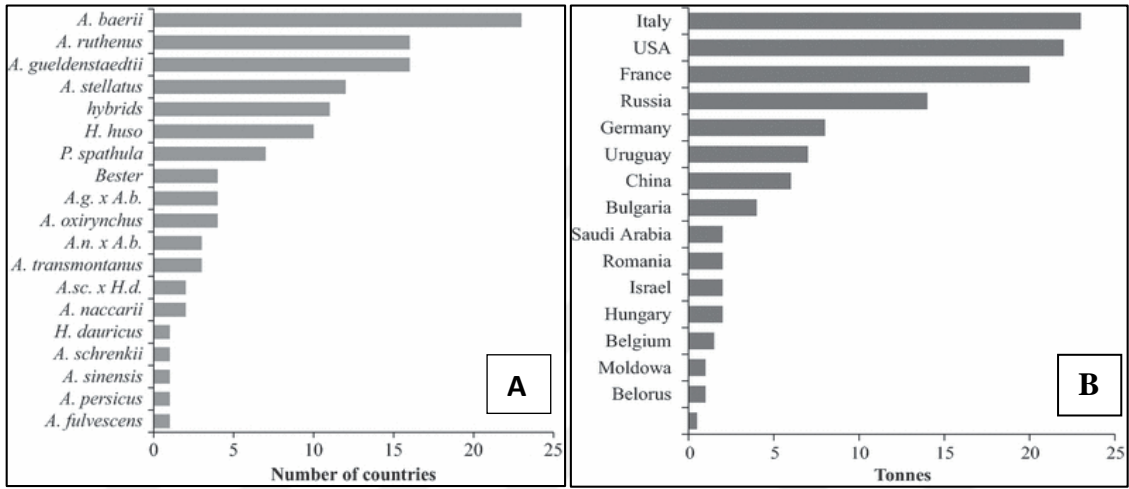
## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Acipenseriformes takımına dahil olan mersin balıkları hem dünyada hem de ülkemizde ekolojik ve ekonomik önemi son derece yüksek olan balıklardır (Gisbert ve Williot, 2002). Buna karşın yaşayan fosiller olarak adlandırılan mersin balıklarının nesillerinin devamlılığı günümüzde tehlike altına girmiştir (Hochleithner, 1991). Nesillerinin tehlike altında olmasının nedenleri ise; aşırı avcılık, nehir akışının değiştirilmesi, yumurtlamak için nehirlere giren anaç dişilerin havyarı için öldürülmesi, doğal suların endüstri ve zirai faaliyetler sonucu kirletilmesi, nehirlere inşa edilen barajlar, kum-çakıl ocakları gibi yapılanmalar ile göç hareketlerinin engellenmesidir (Dettlaff vd., 1993).

1 Nisan 1998 yılından itibaren 164 ülkenin imzalamış olduğu CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora/ Nesli Tehlikede Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslar Arası Ticaretine İlişkin Sözleşme) kapsamında mersin balıkları koruma altına alınmıştır. Buna bağlı olarak balık ve balıktan elde edilen havyar, et, canlı balık ve yumurta gibi ürünlerin ticareti dünya genelinde kontrol edilmeye başlanmıştır. IUCN' ye göre (International Union of Conservation of Nature – Red List of Threatened Species/ Uluslar Arası Doğa Koruma Birliği - Tehdit Altındaki Türlerin Kırmızı Listesi) kırmızı listede yer alan tehdit altındaki 27 mersin balığı türünden, özellikle 15 tanesi, *Acipenser dabryanus*, *A. gueldenstaedtii*, *A. mikadoi*, *A. naccarii*, *A. nudiventris*, *A. persicus*, *A. schrenckii*, *A. sinensis*, *A. stellatus*, *A. sturio*, *Huso dauricus*, *H. huso*, *Psephurus gladius*, *Pseudoscaphirhynchus fedtschenkoi*, *P. hermanni*, *P. kaufmanni*, *Scaphirhynchus suttkusi* “Kritik Olarak Tehlike Altında” olarak sınıflandırılmıştır (Billard ve Lecointre, 2001; IUCN Red List Categories and Criteria version 3.1., 2001). Alınan koruma tedbirlerine ilaveten 1940’lı yıllardan bu yana mersin balığı stoklarının sürdürülebilirliğini sağlamak ve bu balıktan ekonomik olarak yararlanmak için biyolojisi, ekolojisi, genetiği ve yetiştiriciliği konusunda bilimsel çalışmalar yapılmaya başlanmıştır (Steffens, 1992; Ustaoglu, 2004).

Dünyada, ekonomik değeri oldukça yüksek olan eti ve havyarı ile ünlü mersin balıklarının tam kontrollü şartlarda yetiştiriciliğine *A. ruthenus* ve *A. baerii* türlerinin başarılı bir şekilde üretilmesiyle başlanmıştır. Üretim teknolojisindeki gelişmelerle *A. transmontanus* ve *A. gueldenstaedtii* gibi birçok türün üretimi eklenmiştir (Secor vd., 2000; Chebanov ve Billard, 2001; Mims vd., 2002). Sibirya mersin balığı (*Acipenser baerii*) 22 ülkede, karaca mersin balığı (*A. gueldenstaedtii*) 16 ülkede ( aktif olarak yetiştirilmektedir (Brozni vd., 2011).



**Şekil 1.** Dünya’da yetiştiriciliği yapılan mersin balığı türleri (A), havyar üretimini yapan ülkelerin sıralaması (B).

Mersin balığı etinin kalitesinin pazar değeri diğer birçok türe nispeten yüksektir. Havyarının içerdiği esansiyel aminoasit ve yağ asitlerinin kalitatif ve kantitatif değerlerinden dolayı oldukça yüksek fiyatlardan pazarlanmaktadır. 2000’li yıllarda dünya havyar piyasası lideri İran’a ilaveten bugün Rusya, ABD, Çin, Almanya, İtalya, Fransa, Romanya, Uruguay, Azerbaycan, Türkmenistan gibi birçok ülkede mersin balığı havyarı üretilmektedir. 1990’lı yıllardan önce Türkiye’nin Karadeniz’e akan nehirleri olan Kızılırmak, Yeşilirmak ve Sakarya nehirlerinden yasal olarak doğadan avlanabilmekte ve havyar üretimi yapılabilmekte iken, günümüzde avcılığı yıl boyunca yasak olan mersin balıklarından havyar ve et istihsaline dönük yasal bir üretim yapılamamaktadır. Kültür balıkçılığında ise 1970’li yıllarda zorunluluğu dile getirilmekte ise de üretim ve yetiştiricilik çalışmaları 2000’li yıllardan itibaren Ar-Ge amaçlı başlamıştır (TUİK, 2011).

Nesli tehlike altında olan mersin balıklarının korunması, son yıllarda dünya çapında önem taşıyan bir konu haline gelmiştir. Doğal yayılış alanları oldukça geniş olan mersin balıkları, günümüzde yalnızca sınırlı alanlarda küçük popülasyonlar halinde kalmıştır (Gross vd., 2002, Ustaoglu, 2006). Koruma tedbirleri ve Ar-Ge amaçlı yetiştiricilik çalışmaları yapılmasına rağmen denizlerdeki mersin balığı popülasyonlarındaki aşırı azalmanın önüne geçilememiştir. Sularımızda mersin balığı popülasyonlarının artırılması ancak yapay yöntemlerle elde edilebilecek balıkların doğaya salınmasıyla mümkün olabilecektir (Ustaoglu, 2006). Bu mevcut durum yetiştiricilikle elde edilmiş mersin balığı damızlık stoklarının bir an önce oluşturulması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Başarılı bir damızlık stok yönetimi için ise üreme özelliklerinin ortaya konması gerekmektedir. Mersin balıklarında damızlık stok yönetiminde göz önünde bulundurulması gereken en önemli konular cinsiyet tespitinin erken evrede yapılabilmesi ve hormon uygulaması için gerekli olan uygun gonad evresinin belirlenmesidir.

Tez çalışmasında Doğu Karadeniz şartlarında Sibiry ve karaca mersin balıklarından aday damızlık stok oluşturularak kan parametreleri analizi ile; hemogram değerleri, cinsiyet hormonları (östradiol, testosteron ve progesteron) ve iyon değişimlerinin (kalsiyum;  $Ca^{++}$  ve sodyum;  $Na^{+}$ ) ve ultrasonografik muayenelerle, cinsiyet tespitinin ve gonadal gelişimin ortaya konması amaçlanmıştır.

## 1.2. Literatür Özeti

### 1.2.1. Mersin Balıklarının Genel Özellikleri

Acipenseriformes takımına dâhil olan balıklar, *Acipenseridae* ve *Polyodontidae* olmak üzere iki familya ile temsil edilirler. Mersin balıkları olarak isimlendirilen *Acipenseridae* familyasının 4 genusuna (*Acipenser*, *Huso*, *Scaphirhynchus* ve *Pseudoscaphirhynchus*) ait 25 türü vardır. “Kürek balıkları” ya da “Kaşık ağız” olarak isimlendirilen *Polyodontidae* familyası ise, *Polyodon spathula* ve *Psephurus gladius* olmak üzere 2 tür ile temsil edilmektedir (Slastenenko, 1956; Dettlaff vd., 1993; Billard ve Lecointre, 2001; Çelikkale, 2002; Bat vd., 2008; Akbulut vd., 2010).

Mersin balıkları, Avrupa, Asya ve Amerika kıtalarının kuzey yarım küredeki sularında bulunurlar. Pasifik ve Atlantik okyanuslarında, Akdeniz’de, Karadeniz’de, Hazar Denizi’nde ve bu denizlere dökülen nehirlerde ve ayrıca göllerde yayılmışlardır (Detlaff vd., 1993). Mersin balıkları anadrom ve potamodrom türlere sahiptir. Az tuzlu denizlerden tuzlu okyanus sularına, nehirlere, derin göllere kadar çok değişik su koşullarına girebilmekte ve adapte olabilmektedirler (URL-1).

Ülkemizde sularında 2000’li yıllarda 5 mersin balığı türünün (*Acipenser gueldenstaedtii*, *A. stellatus*, *A. nudiventris*, *A. sturio* ve *Huso huso*) bulunduğu ancak son yıllarda 3 mersin balığı türünün (*A. stellatus*, *A. gueldenstaedtii* ve *H. Huso*) kaldığı ve bu türlerinde popülasyonlarının büyük ölçüde azaldığı bildirilmektedir (Ustaoglu, 2017).

Mersin balıklarının vücutları sırtta ve yanlarda birer, karında iki olmak üzere beş sıra kemik plakalarla kaplıdır. Bu plakaların şekli, büyüklüğü ve sayısı tür tayininde önemli rol oynamaktadır. Derisi oldukça kalın bir yapıda olup çeşitli süs eşyaları imal edilebilmektedir. Baş kemiksi bir deriyle zırh şeklinde kaplanmıştır. Başın alt kısmında bulunan dişsiz ağız öne doğru uzama özelliğine sahiptir. Ağızın önünde bir sıra halinde dört adet bıyık bulunmaktadır (Sokolov ve Berdichevskii, 1989). Solungaç açıklığı operkulumla örtülüdür. Hava keseleri büyüktür (Ustaoglu, 2004).

#### **1.2.1.1. Sibirya Mersin Balığı (*Acipenser baerii*)**

Sibirya bölgesinde Ob, Yenisei ve Lena gibi büyük nehirlerde ve Baykal gölünde dağılım gösterirler. Vücudunda bulunan kemik plakaların sayısı sırtta 10-19, lateralde 32-59 ve karın bölgesinde 7-16 arasında değişim göstermektedir. 1930’larda stoklarının aşırı azaldığı tespit edilmiştir ve 1958’de CITES tarafından Appendix II listesine alınarak koruma altına alınmıştır.

Doğada ilk üreme yaşı erkek bireylerde 9-15, dişi bireylerde ise 16-20 olarak bildirilmektedir Yumurtalama sezonları haziran ayından başlar ve temmuzun sonuna



kadar devam eder. Erkek bireyler 2-3 yılda bir, dişi bireyler ise 3-5 yılda bir döl verirler (URL-1).



Şekil 2. Sibiry mersin balığı (*A. baerii*).

#### 1.1.2.2. Karaca Mersin Balığı (*Acipenser gueldenstaedtii*)

Karaca mersin balığı Hazar denizi, Karadeniz ve Azak denizinde dağılım gösteren anadrom balıklardır. Vücut yapıları fuziform olan karaca mersin balığının dorsal yüzgecinde 27-51, anal yüzgecinde 18-33 ışın bulunmaktadır. Sırt kısmında yer alan kemiksi plakalar 8-18 arasında değişirken lateral kısımda 24-50, karın kısmında ise 6-13 adet arasındadır (URL-2).

Yumurtlama göçü mart sonundan kasım ayına kadar sürmektedir. Doğal popülasyonlarında erkek bireyler 8-13 yaşında, dişi bireyler ise 10-16 yaşında ilk döl verme yaşına ulaşırlar. Dişi bireyleri 4-6 yılda, erkek bireyleri 2,3 yılda bir gamet verirler. *A. gueldenstaedtii* bireyleri doğada çeşitli bentik molluskalar, krustacealar ve küçük balıklarla beslenirler (URL-2).



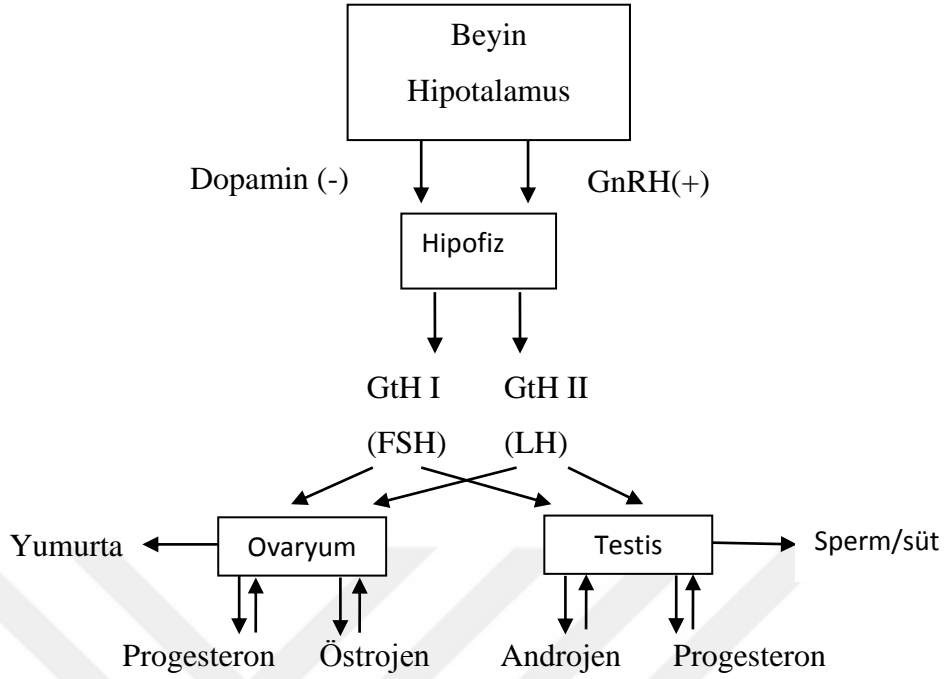
Şekil 3. Karaca mersin balığı (*A. gueldensatedtii*).

### 1.2.2. Mersin Balıklarında Üreme ve Üreme Fizyolojisi

Mersin balıklarında doğal şartlarda döl verme yaşı erkek bireylerde 8-13 yaş, dişi bireylerde 10-16 yaş arasında değişmektedir (Dettlaff vd., 1993; Hochleithner ve Gessner, 2000; Chebanov vd., 2004). Ancak günümüzde kuluçkahane şartlarında üretilen mersin balıklarının olgunlaşma yaşı daha erkene alınabilmektedir (Doroshov vd., 1997; Chebanov ve Billard, 2001). Su sıcaklığı ve kalitesi, fotoperiyot, beslenme gibi çevresel faktörler ve stres büyüme ve üreme performansı üzerinde etkilidir (Doroshov vd., 2002; LeBreton vd., 2004). Bazı türleri her yıl döl verebilse de çoğu türünde özellikle dişi bireyler birkaç yılda bir döl vermektedir (Doroshov vd., 2002).

Mersin balıklarının dişi bireylerinde yumurtadaki mikrofil sayısı türlere göre değişmekle birlikte bir dişi bireye ait yumurtaların her biri de farklı sayıda mikrofil bulundurabilir (Ginzburg, 1972; Podushka, 1993). *A. gueldenstaedtii*'de mikrofil sayısı 52 adet olarak bildirilirken *A. baerii*'de 3-16 olarak belirtilmiştir (Debus vd., 2008).

Balıklarda üreme, iç mekanizmaları uyaran sıcaklık ışık gibi çevresel faktörlerin etkisiyle başlamaktadır. Balıklarda üremeyi uyaran dış faktörler türlere göre farklılık göstermesine rağmen, internal (iç) mekanizmalar birbirine benzemektedir. Balıklarda üreme, beyin-hipotalamus-hipofiz bezi ve gonadlar üzerinde gerçekleşmektedir (Rottmann vd., 1991). Gamet gelişimi ve yumurtlama sürecine, enerji dengesi, çevresel faktörler ve nöroendokrin sistemin etkisi olduğu bildirilmektedir (Bruch ve Binkowski, 2002; DeLonay vd., 2007; Doroshov, vd., 1997, Moberg vd., 1995; Paragamian ve Wakkinen, 2002).



**Şekil 4.** Balıklarda hipotalamus-hipofiz-gonad hattının şematik gösterimi (Miquaud, H., 2015)

Yumurta üretimi (oogenesis) ve sperm (spermatogenesis) üretimi gametogenesis olarak adlandırılmaktadır. Çapı 0,15 mm' den daha küçük oogonium olarak adlandırılan üreme hücreleri dışı yağ dokusu ve germinal epitelyum ile çevrelenmiş ovaryum dokusunu meydana getirirler. Mayoz bölünme ile oogoniumlar iki evrede oositleri oluşturur. Previtellogenesis ve vitellogenesis olarak adlandırılan bu evrelerde sırasıyla sitoplazma hacmi artar ve besin kesesi oluşturulur. Previtellogenesis evresi 2 veya daha fazla yılda, vitellogenesis evresi ise 1-2 yılda tamamlanır. Vitellogenesisin sonunda yumurta hücrelerinin çapı yaklaşık 3,8 mm büyüklüğündedir.

Çevreden gelen uyarılar, beyin tarafından algılanır ve hipotalamusa iletilir. Hipotalamus tarafından, Luteinizing Hormon Releasing Hormon (LHRH, GnRH) salgılanır. Balık türlerine göre değişik formlarda bulunabilmektedir. LHRH (GnRH), hipofizi uyararak gonodotropik hormonların (GtH) salgılanmasına neden olur. Gonadotropik hormonlar iki ayrı formda olup (GtH-I ve GtH-II) gonadlar üzerine etki gösterirler. Bunlardan GtH-I' in etkisi daha çok memelilerdeki Folikül Stimulating Hormona (FSH), GtH-II' nin etkisi ise Luteinizing hormonun etkisine benzemektedir. Gonadotropik hormonlar, steroidlerin salgılanması ve düzeylerinin kontrol edilmesinde önemli rol oynar (Özgöray ve Akçay, 2009).

Ancak mersin balığı familyasında çevresel faktörlerin gametogenesis ve yumurtlama üzerindeki etkisi ve bu evreyi başlatan anahtar faktörler henüz tanımlanamamıştır (Webb ve Doroshov, 2011). Mersin balıklarında üreme mekanizmasında etkili olan nöroendokrin sistem ile ilgili çok az şey bilinmektedir.

Teleost balıklarda testosteron (T), 11-ketotestosteron (11KT) ve östradiol-17 $\beta$  (E2) hormonları üreme sürecinde etkilidirler (Fostier vd., 1983; Kime, 1993). Mersin balıklarında gonadal farklılaşma evresine kadar plazma cinsiyet hormonları konsantrasyonları oldukça düşüktür. Erkek bireylerde spermatogonium oluşumu sırasında, dişilerde ise vitellogenesisin başlangıcından önce plazmada T ve 11-KT konsantrasyonu artar (Cuisset vd., 1995; Feist vd., 2004; Moberg vd., 1991). Plazma androjen seviyesi spermatogenesis ve oogenesis boyunca yüksektir, ovulasyondan sonra ise azalmaktadır (Amiri vd., 1996; Cuisset vd., 1995; Eenennaam vd., 1996; Webb ve Erickson, 2007; Webb vd., 2002; Webb ve Doroshov, 2010). Plazma E2 konsantrasyonu oositlerin besin kesesi oluşumu evresinde yüksektir ovulasyondan önce dereceli olarak azalış gösterir (Amiri vd., 1996; Semenkova vd., 2002; Webb vd., 2002; Wildhaber vd., 2007). Ancak dişi bireyde gamet gelişiminin ve yumurtlamanın gerçekleşmesi için hem E2 hem de T seviyesinin bazal seviyenin üstünde olması gerekir (Webb vd., 2002).

**Tablo 1.** Beyaz mersin balığında (*A. transmontanus*) gamet olgunluk safhalarının sınıflandırılması (Webb vd., 2002).

Safha	Dişi	Erkek
1	Oositlerin çapı 50 µm olup yoğun kromatinli büyük çekirdek içerir.	Testis, 3-5 mm kalınlığında germinal dokunun oluşturduğu ince bir şerit şeklinde olup, adipoz yağ dokusundan meydana gelir.
2	Ovaryum dokusunun %50'sinde, oositlerin büyüklüğü 100-250 µm ulaşmıştır. Gonial hücreler nerdeyse kaybolmuştur.	Testisin germinal bölümü genişlemiş olup primer spermatositler içeren farklılaşmış kistlerden meydana gelir.
3	Ovaryum yağ adipositleri çok azalmıştır ya da hiç yoktur, bir ya da iki katmanlı foliküler kılıf farklılaşmıştır. Çekirdek dağınık kromatinle birlikte az sayıda çekirdekçik içerir. Korteks alanında pigment bulunmaz.	Testis yağ dokusunun üçte biri kadar büyümüştür. Kistler primer spermatositten spermatide kadar değişen çeşitli mayoz evresi gösterir. Bazılarında az sayıda olgun spermatozoa bulunmaktadır.
4	İki grup oosit vardır; ilki 2. evrede olup diğeri çapı 3500-4000 µm olan büyük siyah yumurtalar içerir. Sitoplazma yağ damlacıkları ile dolu olup korteks alanında melanin pigment granülleri içerir. Folikül olgunlaştıkça yumurta kutuplarda yer alır ve çekirdek animal kutba doğru ilerler.	Testis çok fazla büyümüş olup yağ doku çok az miktarda ya da hiç bulunmamaktadır. Kanallar olgun spermatozoa ile doludur.

### 1.2.3. Mersin Balıklarında Cinsiyet Ayrımı

Nesli tükenmekte olan türlerde cinsiyet tespiti ve döl alımı, balığı öldürmeden güvenilir ve pratik bir şekilde yapılmalıdır. Özellikle eşeyssel dimorfizm göstermeyen mersin balıklarında dişi ve erkek bireylerin tespiti ve gamet olgunluk evresinin belirlenmesi yetiştiricilikte damızlık stok yönetimi için oldukça önemli bir konudur (Moghim vd., 2002). Mersin balıklarında cinsiyet tespiti için farklı teknikler kullanılmaktadır. Bu teknikler biyopsi, endoskopi, immunokimyasal deneyler, morfometri ve ultrasonografi gibi yöntemlerdir.

Biyopsi: Çelikten yapılmış özel bir sonda ile karın duvarından vücuda girilerek gonad dokusundan numune alınır. Genellikle olgunluk safhası II-III ve III.'ten sonra ki dişi bireylere teşhis amaçlı yapılır. Biyopsi uygulaması zor ve balıklarda strese yol açan bir yöntemdir. Aynı zamanda anestezi madde kullanımı ve enfeksiyon riski sebebiyle balıklarda ölüm riski fazladır (Chebanov ve Galich, 2010).

Endoskopi: Tıbbi bir alet aracılığıyla gonadların görsel olarak incelenmesi esasına dayanır. Sonda ürogenital açıklıktan vücut boşluğuna yerleştirilir. Cihazdaki optik sistem sayesinde gonad dokusunun ayrıntılı yapı ve renkleri çok iyi görüntülenebilir. Ancak gelişimin ilk evrelerinde erkek gonadlarının dişi bireylerden ayırt edilebilmesi oldukça zordur (Chebanov ve Galich, 2010).

İmmunokimyasal deneyler: Kan plazmasında bulunan testosteron, 11-ketotestosteron, ve östradiol gibi cinsiyet steroidlerinin konsantrasyonlarına bakılarak dişi ve erkek ayrımının yapılabildiği yöntem yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak uzun bir analiz süreci gerektirmesi, pahalı ve iş gücünün fazla olması bu yöntemin uygulanabilirliğini kısıtlamaktadır (Chebanov ve Galich, 2010).

Karaca mersinleriyle (*A. gueldenstaedtii*) yapılan bir çalışmada 3'üncü ve 4'üncü olgunluk evresindeki bireylerde steroid hormonlarının seviyelerine bakılmıştır. Testosteron seviyesi erkek bireylerde dişi bireylerden daha yüksekken östrojen seviyesi de dişi bireylerde erkeklerden daha yüksektir. LHRH-A enjeksiyonundan sonra ki son olgunluk evresinde ise her iki cinsiyette T ve E2 seviyesi hızla azalmıştır. Çalışmada erkek bireylerin 4'üncü evredeki T seviyesi  $184,8 \pm 22,7 \text{ ng mL}^{-1}$  iken 5'inci olgunluk evresinde T seviyesi  $49,19 \pm 13,3 \text{ ng mL}^{-1}$  ye düşmüştür. Dişi bireylerde ise T seviyesi 4'üncü evrede  $105,2 \pm 30,4 \text{ ng mL}^{-1}$  iken 5'inci evrede  $19,1 \pm 6,73 \text{ ng mL}^{-1}$  ye düşmüştür (Barannikova vd., 2006).

Çin mersinlerinde (*A. sinensis*) cinsiyet ve gonadal olgunluğun belirlenmesi için yapılan bir çalışmada 3'üncü ve 4'üncü olgunluk evresinde dişilerde E2 seviyesi, erkeklerde ise T seviyesi daha yüksektir. 2'nci ve 4'üncü evredeki dişilerde hem T hem de E2 seviyesi hızla artarken erkeklerde yalnızca T seviyesi artmaktadır. Bu farklılığın dişi ve erkek ayrımında kullanılabileceği çalışmada ifade edilmektedir (Du vd., 2016).

Mersin morinası (*Huso huso*), karaca mersini (*A. gueldenstaedtii*) ve stellat (*A. stellatus*) mersinlerinin hormon uygulaması ile kan serumunda T, 11KT ve E2 konsantrasyonlarının değişimi incelenmiştir. Bütün türlerde 2'nci olgunluk evresinde hem dişi hem erkek balıklarda T ve 11KT seviyesi düşüktür ve dişi ve erkek bireyler arasında bir farklılık gözlenmemiştir. Mersin morinalarında T konsantrasyonu 4'üncü evrede erkek bireylerde 109,7 ng mL<sup>-1</sup> iken dişilerde 10,3 ng mL<sup>-1</sup> dir. Hormon enjeksiyonundan sonra T seviyesi erkeklerde 16,4 ng mL<sup>-1</sup> iken dişilerde 29,3 ng mL<sup>-1</sup> olmuştur. E2 seviyesi ise dişi bireylerde 2'nci evrede 0,195 ng mL<sup>-1</sup>, 4'üncü evrede 0,175 ng mL<sup>-1</sup> ve hormon enjeksiyonundan sonra 0,072 ng mL<sup>-1</sup> düşmüştür. karaca mersinlerinde ise dişi bireylerde E2 seviyesi 2'nci evrede 0,019 ng mL<sup>-1</sup>, 3'üncü evrede 0,627 ng mL<sup>-1</sup> ve hormon uygulamasından sonraki son evrede 0,113 ng mL<sup>-1</sup> olarak verilmiştir. T seviyesi ise 2'nci evrede erkeklerde 12,8 ng mL<sup>-1</sup>, dişilerde 11,5 ng mL<sup>-1</sup> 3'üncü evrede erkeklerde 79,8 ng mL<sup>-1</sup> dişilerde 24,4 ng mL<sup>-1</sup> iken hormon enjeksiyonundan sonra erkeklerde 69,7 ng mL<sup>-1</sup>, dişilerde 21,9 ng mL<sup>-1</sup> olduğu belirtilmiştir (Barannikova vd., 2004).

Webb ve Feist (2002) beyaz mersin (*A. transmontanus*) balıklarında cinsiyet ve gonadal olgunluk seviyesinin tespitinde plazmada steroid hormonları ve kalsiyum iyonu konsantrasyonlarını araştırmıştır. Çalışmada kan plazmasında kalsiyum konsantrasyonunun olgun olmayan bireylerle olgun dişi bireyler arasında önemli bir fark olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca çalışmada olgun dişi bireylerin ortalama kalsiyum seviyesini 15mg dL<sup>-1</sup>'in üzerinde olduğunu tespit etmişlerdir.

Ultrasonografi: Son zamanlarda ultrason görüntüleme sistemi balıkların iç anatomisini incelemek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Mersin balıklarının incelenmesinde kullanılan ultrason tarayıcı genelde 5-10 MHz/46-60 mm lineer dizilim yapan probalar ile donanımlıdır. İncelemeler balığın 3-4'ncü ventral kemik plakalar arasından yapılır. Balıkta herhangi bir kesi olmaması, işlemin hızlı, pratik ve güvenilir sonuçlar vermesi bu yöntemi diğer yöntemlere göre oldukça avantajlı kılmaktadır (Chebanov ve Galich, 2010).

*Scaphirhynchus platyrhynchus* ile yapılan bir çalışmada ultrason görüntüleme ile cinsiyet tespiti yapılmıştır. Çalışmada erkek bireylerde %96, dişi bireylerde %80 doğruluk oranıyla cinsiyet tespiti yapılmıştır. Dişi bireylerde yumurtlama sonrası cinsiyet belirlemek oldukça zordur bu yüzden denemede dişi bireylerin %60'ı erkek olarak tanımlanmıştır. Çalışmada ultrasonografik yöntemle cinsiyet tespitinde toplam doğruluk oranının %80 olduğu ifade edilmiştir (Colombo vd., 2004).

Sibirya mersin (*A. baerii*) balığında ultrason ve endoskopi kullanılarak erken evrede cinsiyet tespitinin başarısı araştırılmıştır. Mersin balığı yetiştiriciliğinde havyar üretimi için dişi balıkların tespit edilmesi yetiştiricilik için önemli bir avantaj sağlamaktadır. Bu sebeple erken evrede cinsiyet tespiti oldukça önemlidir. Çalışmada 3-4 yaşlı toplam 143 juvenil Sibirya mersin balığı incelenmiştir. Endoskopi ile cinsiyet tespitinde doğruluk oranı %96,9 iken, ultrasonda bu oran %88,3 olmuştur. Muayene süreleri ise endoskopide ortalama 22,3 sn iken ultrasonda 11,2 sn olmuştur (Munhofen vd., 2014). Endoskopik yöntemde başarı oranı daha yüksek olmasına rağmen, ultrasonografik yöntemin anestezisiz, hızlı ve herhangi bir kesi yapmadan uygulanabilir olması avantaj sağlamaktadır (Munhofen vd., 2014; Wildhaber vd., 2005).



## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Araştırma Yeri

Bu çalışma Ekim 2015-Haziran 2016 tarihleri arasında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi ve İyidere Su Ürünleri Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir. Merkezde üretim, araştırma ve eğitim çalışmalarında akarsudan temin edilen su, kaynak suyu ve deniz kuyu kullanımı mümkündür. Merkezde proje materyali karaca mersin (*Acipenser gueldenstaedtii*) ve Sibirya mersin (*Acipenser baerii*) balıkları haricinde normal ve albino gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), kaynak alabalığı (*Salvelinus fontinalis*), Çoruh alabalığı (*Salmo coruhensis*), bakım ve beslemeleri yürütülmektedir.



Şekil 5. İyidere Su Ürünleri Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde deneme ünitesi

#### 2.1.2. Araştırma Materyali

Çalışmada Almanya'da özel bir işletmeden satın alınan Sibirya ve karaca mersin balıklarının yumurtalarının kuluçkalanması ile elde edilen yavru balıkların 4 yıl bakım ve beslemelerine devam edilmiştir. Çalışmada 4+ yaşına ulaşmış 15'er adet Sibirya ve karaca mersin balığı kullanılmıştır. Damızlık olarak seçilmiş balıklar boyar madde ile boyanarak markalanmıştır.

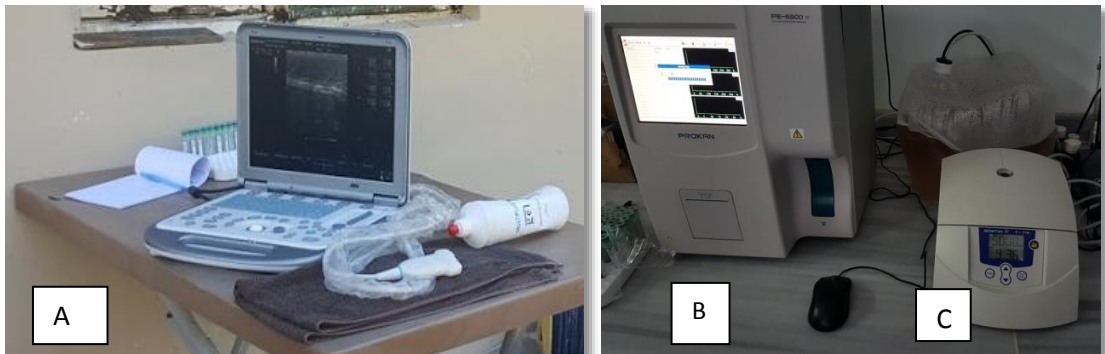
Damızlık balıkların başlangıç ortalama ağırlıkları Sibirya mersin balığı grubunda  $4,2 \pm 1,2$  kg, karaca mersin balığı grubunda ise  $4,8 \pm 1,1$  kg olarak ölçülmüştür.

### 2.1.3. Araştırmada Kullanılan Araç Gereçler

Damızlık adayı bireyler 3 m çaplı fiberglas tanklarda tutulmuştur (Şekil 6). Balıkların aylık gonad gelişimlerinin belirlenmesinde Mindray 5M marka ultrason cihazı kullanılmıştır. Kan analizleri Prokan marka kan sayım cihazıyla yapılmıştır (Şekil 5). Kan almak için 2,5 ml enjektör ve heparinize tüpler kullanılmıştır. Kan plazmasının çıkarılmasında masaüstü santrifüj, örneklerin saklanması ise derin dondurucu kullanılmıştır. Ayrıca balıkların boy ve ağırlıklarının ölçümü için terazi ve şerit metre kullanılmıştır.



Şekil 6. Çalışma süresince balıkların stoklandığı deneme tankı.

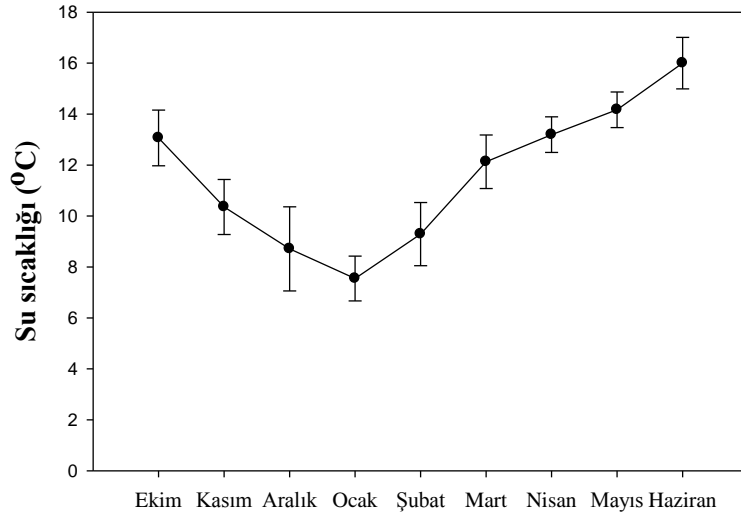


Şekil 7. Ultrason cihazı(A), kan sayım cihazı(B) ve santrifüj (C).

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Su Kalitesi Değerleri

Dokuz aylık deneme süresi boyunca su sıcaklığındaki değişim Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. Çalışma süresinde su sıcaklığının aylık ortalama değerleri.

### 2.2.2. Damızlık Adayı Balıkların Seçimi ve Bakımı

Çalışmada kullanılacak damızlık adayı bireyler seçilirken türe özgü normal vücut şekline sahip (füziform), normal büyüme performansı ve genel sağlık durumu iyi olan balıklar rastgele seçilmiştir.

Balıkların bulunduğu tanklara dere suyu İyidere’den açık kanal sistemiyle alınmaktadır. Suyun sıcaklık ve oksijen değerleri günlük ölçülmüştür. Balıklar 8 mm damızlık alabalık yemi ile günde 3 kez beslenmiştir. Başlangıç stok yoğunluğu 20 kg/m<sup>3</sup> tür. Tankların temizliği düzenli olarak basınçlı yıkama makinesi ile yapılmıştır. Ayrıca balıkların bulunduğu tankların üzeri ağ ile kapatılmıştır. Balıklar doğal fotoperiyot uygulamasına tabi tutulmuştur.

### 2.2.3. Balıkların Markalanması

Her iki türe ait 15'er adet damızlık adayı birey pektoral ve ventral yüzgeçlerine yeşil renkli Visible Implant Elastomer marka ile 1'inci ışıktan başlanarak farklı şekillerde markalanmıştır (Şekil 9). Markalanan balıklar, karaca mersin balıkları için K1-K15, Sibirya mersin balıkları için ise S1-S15 olarak adlandırılmıştır.



Şekil 9. Visible Implant Elastomer marka ile markalanmış mersin balığının yüzgeci.

### 2.2.4. Balıkların Ultrasonografik Takibi

Bireysel olarak markalanmış 15 adet Sibirya ve 15 adet karaca mersin balığı cinsiyet ve gonadal gelişiminin takip edilebilmesi amacıyla aylık olarak ultrason muayenesiyle takip edilmiştir (Şekil 11). Balıklar muayene edilmeden önce 100 mg L<sup>-1</sup> Benzocain ile hafif sakinleştirilmiştir. Balıklar lateral şekilde yatırılarak karın bölgesinden 3-4'üncü kemik plakalar arasından frontal şekilde kontrol edilerek gonadal gelişim evreleri fotoğraflanmıştır. Ultrason ile elde edilen fotoğraflar incelenerek balıkların cinsiyet ve gonad gelişim evreleri tespit edilmiştir. Ayrıca ultrason ile cinsiyeti tespit edilen 1 dişi ve 1 erkek bireyden gonad dokusundan biyopsi yapılarak dokular mikroskop altında incelenmiştir.

Ultrason ile yapılan incelemelerin doğruluğunun desteklenmesi amacıyla çalışmanın haricindeki 20 adet Sibirya ve 32 adet karaca mersin balığı ultrason ile muayene edilerek cinsiyet ve gamet olgunluk safhaları kayıt edilmiştir. Sonrasında bu 52 bireyin diseksiyon yoluyla gonad dokuları çıkarılmış ve incelenmiştir. Yapılan incelemelerde cinsiyet ve gamet olgunluk safhaları kontrol edilerek kayıt edilmiştir (Şekil 10).



**Şekil 10.** Diseksiyonla yapılan incelemelerde kullanılan balıklar.



**Şekil 11** .Karaca mersin balığında ultrason muayenesi.

### **2.2.5. Balıklardan Kan Örneklerinin Alınması**

Örnekleme 30 günlük aralıklarla 9 periyotta tamamlanmıştır. Kan örnekleri kaudal venadan 2,5 mL yeşil uçlu enjektör ile heparinize tüplere alınmıştır. Örnekler bekletilmeden, kan sayım cihazında eritrosit, lökosit, hematokrit ve hemoglobin

değerleri ölçülmüştür. Kan sayımı yapılan numuneler 5000 devir  $dk^{-1}$ 'da 10 dakika santrifüj edilerek kan plazması çıkarılmıştır. Kan plazması daha sonra analiz edilmek üzere  $-18\text{ }^{\circ}C$ ' de derin dondurucuda saklanmıştır.

Kan plazması numunelerinden östradiol (E2), testosteron (T) ve progesteron (P) hormonlarının ve kalsiyum ( $Ca^{++}$ ) ve sodyum ( $Na^{+}$ ) iyonlarının ölçümleri RTEÜ biyokimya laboratuvarında hizmet alımıyla gerçekleştirilmiştir. Kan plazmasından steroid hormonlarının (E2, T, P) analizi radioimmunoassay yöntemi ile, kalsiyum ve sodyum iyonlarının ölçümü ise spektrofotometrik metotla yapılmıştır. Hormon ve iyon ölçümlerinde ARCHITECT PLUS marka analiz cihazı kullanılmıştır.

### **2.2.6. İstatistiksel Analizler**

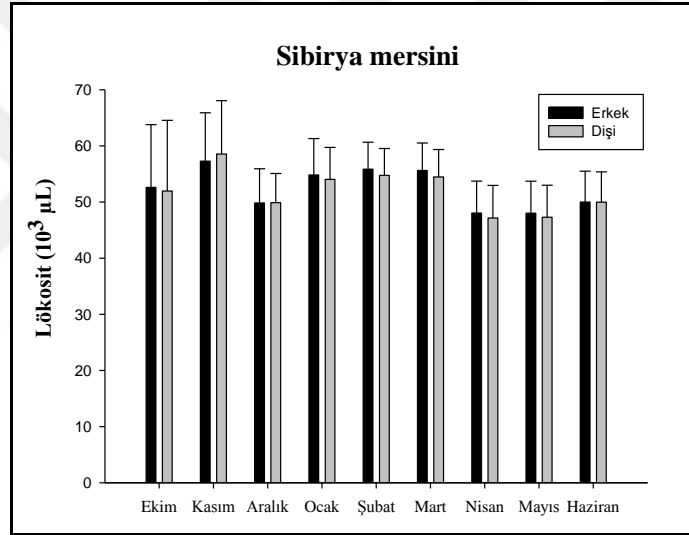
Çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmeleri ve grafiklerin çizimi SigmaPlot11.0 bilgisayar paket istatistik programında, Normal Dağılım, T testi ve ANOVA testleri kullanılarak yapılmıştır.

### 3. BULGULAR

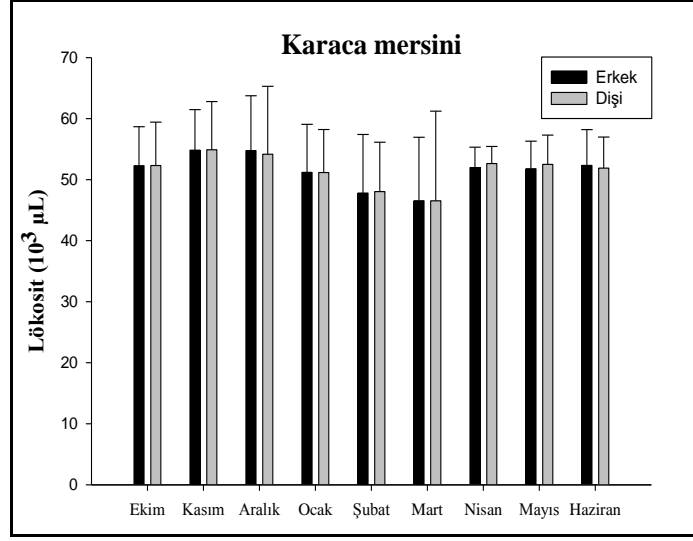
#### 3.1. Kan Parametrelerinin İncelenmesi

##### 3.1.1. Eritrosit, Lökosit, Hemoglobin ve Hematokrit Ölçümleri

Sibirya ve karaca mersin balıklarının dişi ve erkek bireylerinde çalışma süresince kan örneklerinden yapılan analizlerle lökosit, eritrosit, hemoglobin ve hematokrit değerlerinin aylık değişimleri Şekil 12-19'da verilmiştir.



Şekil 12. Sibirya mersin balıklarının dişi ve erkek grubunda aylara göre lökosit değerlerindeki değişim.

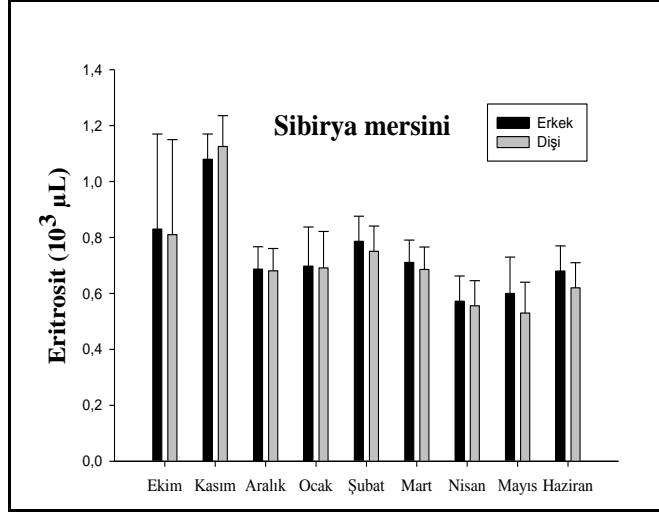


**Şekil 13.** Karaca mersin balıklarının dişi ve erkek grubunda aylara göre lökosit değerlerindeki değişim.

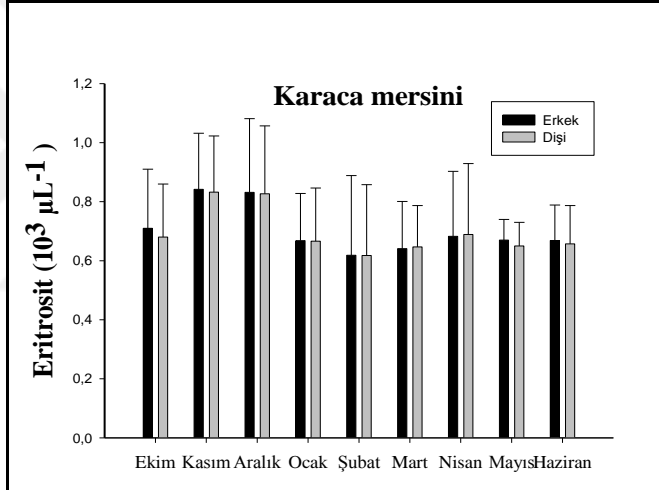
Her iki türde de en yüksek lökosit değeri kasım ayında bulunmuştur. Sibirya mersin balıklarında dişi bireylerin en yüksek ortalama lökosit sayısı  $58,6 \cdot 10^3 \pm 12,2 \mu\text{L}^{-1}$  iken erkek bireylerin ortalama lökosit sayısı  $57,3 \pm 10,4 \cdot 10^3 \mu\text{L}^{-1}$ 'dir. En düşük lökosit değeri nisan-mayıs aylarında bulunmuştur. Dişi bireylerin en düşük ortalama değeri  $47,2 \pm 8,2 \cdot 10^3 \mu\text{L}^{-1}$ , erkeklerde ise  $48,0 \pm 6,1 \cdot 10^3 \mu\text{L}^{-1}$ 'dir.

Karaca mersin balığı grubunda ise en düşük lökosit sayısı hem dişi hem de erkek bireylerde mart ayındadır. En yüksek lökosit sayısı dişi bireylerde ortalama  $54,9 \pm 7,2 \cdot 10^3 \mu\text{L}^{-1}$ , erkeklerde  $54,8 \pm 7,6 \cdot 10^3 \mu\text{L}^{-1}$  iken, en düşük ortalama değer dişi ve erkekler bireylerde  $46,5 \pm 6,9 \cdot 10^3 \mu\text{L}^{-1}$ 'dir.



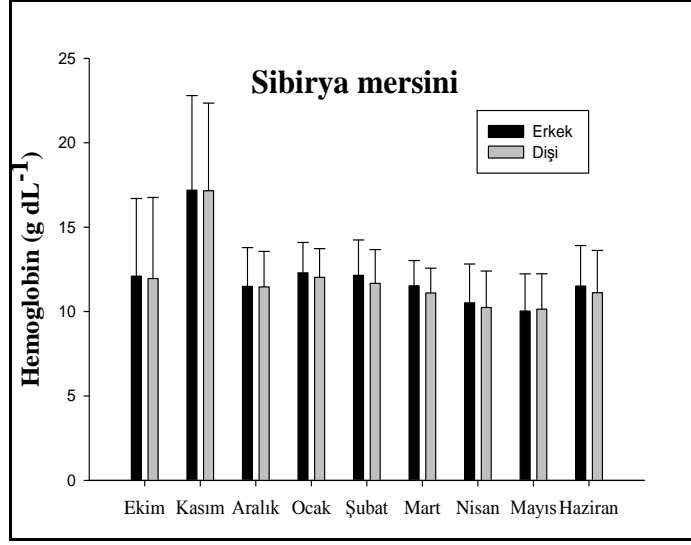


**Şekil 14.** Sibirya mersin balıklarının dişi ve erkek grubunda aylık eritrosit değerlerindeki değişim.

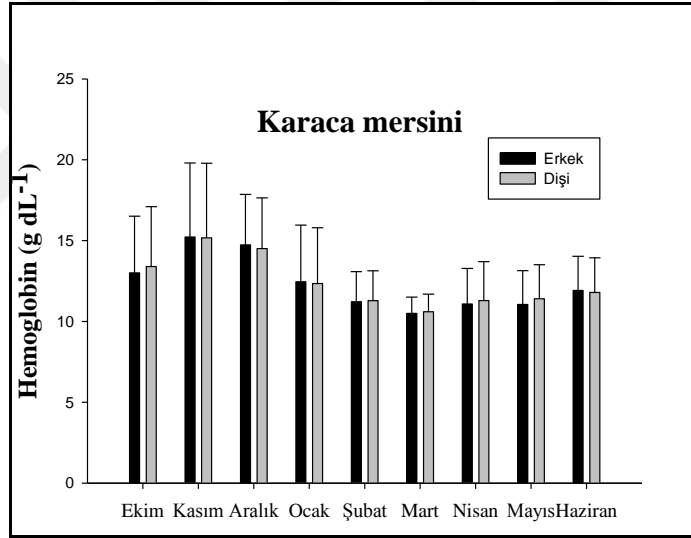


**Şekil 15.** Karaca mersin balıklarının dişi ve erkek grubunda aylık eritrosit değerlerindeki değişim.

Her iki mersin balığı grubunda da en yüksek eritrosit değerleri kasım ayındadır. Sibirya mersin balığı grubunda dişi bireylerin en yüksek ortalama eritrosit sayısı  $1,13 \cdot 10^3 \pm 0,3 \mu\text{L}^{-1}$  ile kasım ayında, en düşük ortalama ise mayıs ayında  $0,53 \pm 0,1 \cdot 10^3 \mu\text{L}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Erkek bireylerde ise, en yüksek değer  $1,08 \pm 0,2 \cdot 10^3 \mu\text{L}^{-1}$  ile kasım ayında iken, en düşük  $0,57 \pm 0,1 \cdot 10^3 \mu\text{L}^{-1}$  ile nisan ayındadır. Karaca mersin balığı grubunda en düşük eritrosit değerleri şubat ayında ölçülmüştür. Dişi bireylerde en yüksek ortalama değer  $0,84 \pm 0,2 \cdot 10^3 \mu\text{L}^{-1}$ , en düşük ortalama değer ise  $0,62 \pm 0,1 \cdot 10^3 \mu\text{L}^{-1}$ , erkek bireylerde en yüksek ortalama değer  $0,85 \pm 0,2 \cdot 10^3 \mu\text{L}^{-1}$  en düşük ortalama değer  $0,62 \pm 0,1 \cdot 10^3 \mu\text{L}^{-1}$  olarak ölçülmüştür.



Şekil 16. Sibiryra mersin balıklarının dişi ve erkek grubunda aylık hemoglobin değerlerindeki değişim.

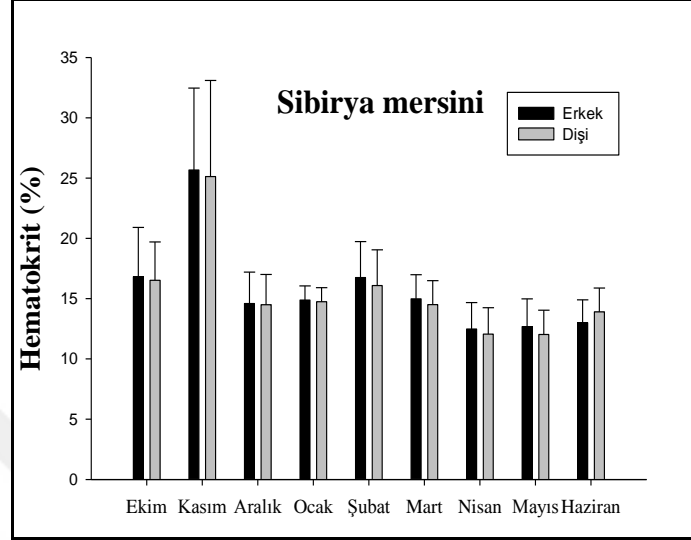


Şekil 17. Karaca mersin balıklarının dişi ve erkek grubunda aylık hemoglobin değerlerindeki değişim.

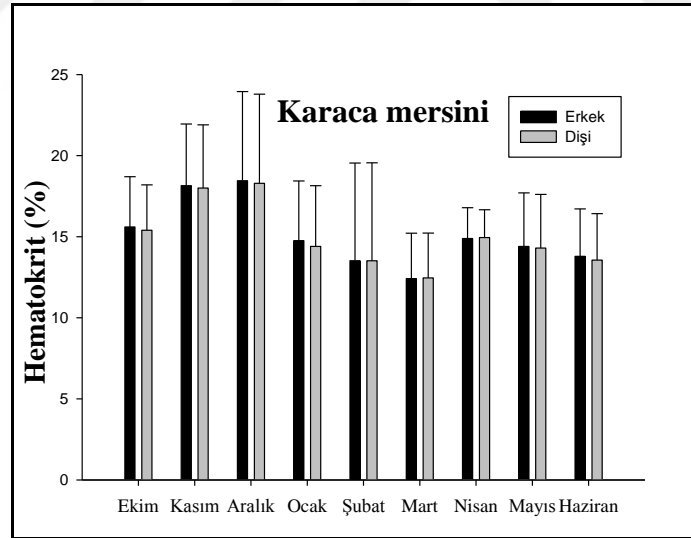
En yüksek hemoglobin değerleri her iki türde de kasım ayında ölçülmüştür. Sibiryra mersin balığı grubunda dişi ve erkek bireylerde en düşük ortalama mayıs ayındadır. Dişi bireyler için en yüksek ortalama değer 17,15 g dL<sup>-1</sup>, en düşük ortalama değer 10,14 g dL<sup>-1</sup>, erkek bireylerde ise en yüksek ortalama değer 17,19 g dL<sup>-1</sup>, en düşük ortalama değer ise 10,03 g dL<sup>-1</sup>'dir.

Karaca mersin balığı grubunda en düşük hemoglobin değerleri mart ayında bulunmuştur. Dişi bireylerin en yüksek ortalama değeri 15,18 g dL<sup>-1</sup>, en düşük ortalama

değer 10,6 g dL<sup>-1</sup>, erkek bireylerde ise en yüksek ortalama değer 15,22 g dL<sup>-1</sup> en düşük ortalama değer 10,5 g dL<sup>-1</sup>'dir.



Şekil 18. Sibirya mersin balıklarının dişi ve erkek grubunda aylık hematokrit değerlerindeki değişim.



Şekil 19. Karaca mersin balıklarının dişi ve erkek grubunda aylık hematokrit değerlerindeki değişim.

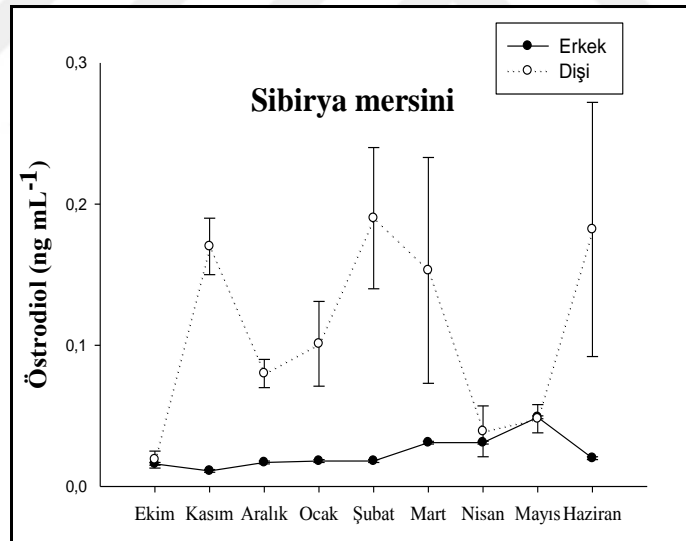
Sibirya mersin balığı grubunda en yüksek hematokrit oranı kasım ayında, en düşük nisan ayında ölçülmüştür. Dişi bireylerin en yüksek ortalama hematokrit oranı %25,12 en düşük %12,03, erkek bireylerde en yüksek ortalama %25,67, en düşük ortalama %12,48 olarak bulunmuştur.

Karaca mersin balığı grubunda en yüksek hematokrit değerleri aralık ayında, en düşük mart ayında ölçülmüştür. Dişi bireylerin en yüksek ortalama hematokrit oranı %18,29, en düşük ortalama %12,46, erkek bireylerde en yüksek ortalama %18,45, en düşük ortalama ise %12,41'dir.

Dişi ve erkek bireylerin aylık hemogram değerleri arasında yapılan One Way RM ANOVA testine göre istatistiksel bir fark oluşmamıştır ( $p>0,05$ ). Ayrıca dişi ve erkek gruplarının hemogram değerleri t testine göre istatistiksel olarak benzer bulunmuştur ( $p>0,05$ ).

### 3.1.2. Kan Plazmasında Steroid Hormon Konsantrasyonlarının Değişimi

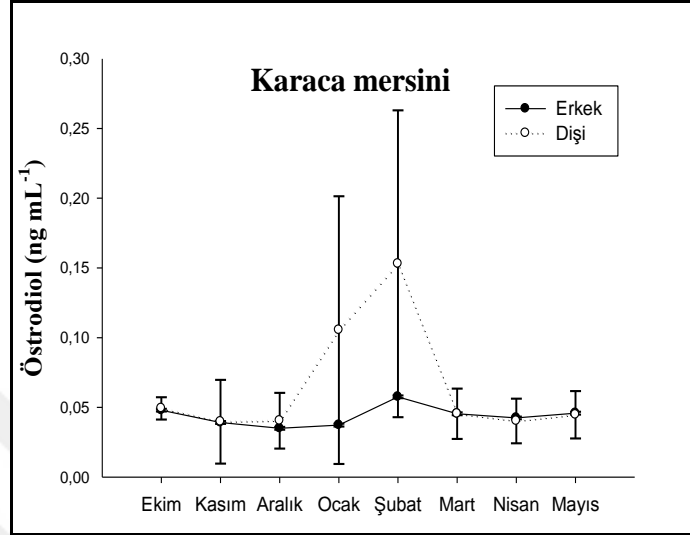
Sibirya ve karaca mersin balıklarının kan plazmasında östradiol, testosteron ve progesteron hormonlarının dişi ve erkek bireylerdeki aylık değişimi takip edilmiştir.



**Şekil 20.** Sibirya mersin balığı dişi ve erkek grubunda aylara göre östradiol seviyesindeki değişim.

Sibirya mersin balığı grubunda dişi ve erkek bireylerin östradiol seviyesindeki değişim Şekil 20'de verilmiştir. Çalışma süresince dişi bireylerin östradiol hormonu seviyesi erkek bireylerden yüksek seyretmiştir. Dişi bireylerin östradiol hormonu seviyesinin en yüksek şubat ayında  $0,2 \text{ ng mL}^{-1}$ , en düşük ise ekim ayında  $0,19 \text{ ng mL}^{-1}$ , olduğu tespit edilmiştir. Erkek bireylerde ise en yüksek değer mayıs ayında  $0,05 \text{ ng mL}^{-1}$  iken en düşük değer kasım ayında  $0,02 \text{ ng mL}^{-1}$  olmuştur.

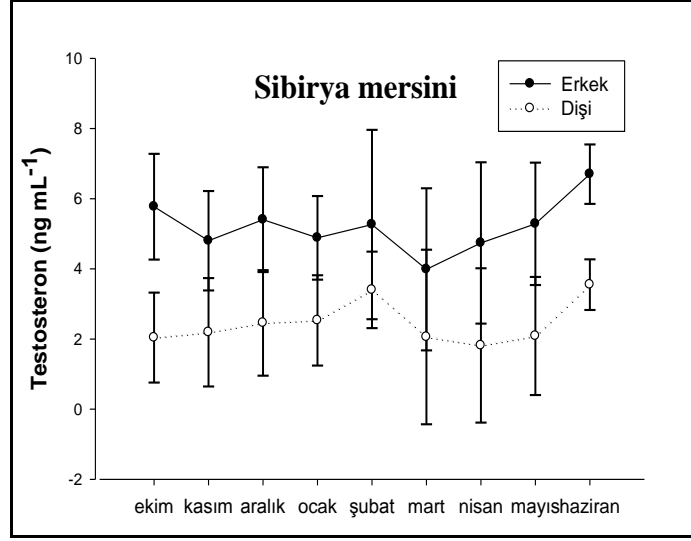
Sibirya mersin balığı grubunda dişi ve erkek bireylerin östradiol seviyeleri arasında yapılan t-testine göre iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).



**Şekil 21.** Karaca mersin balığı dişi ve erkek grubunda aylara göre östradiol seviyesindeki değişim.

Karaca mersin balığında östradiol seviyesi dişi ve erkek bireylerde paralel değişim göstermiştir (Şekil 21). Ancak mart ayında dişi bireylerin östradiol seviyesi diğer aylara nazaran daha yüksek seviyelere ulaşmıştır. En yüksek östradiol seviyesi dişi ve erkek bireylerde mart ayında olurken en düşük ekim ayında ölçülmüştür. Dişi bireylerde en yüksek ortalama değer  $0,16 \text{ ng mL}^{-1}$  iken, en düşük  $0,03 \text{ ng mL}^{-1}$ , erkek bireylerde en yüksek ortalama değer  $0,06 \text{ ng mL}^{-1}$  ve en düşük ortalama değer  $0,04 \text{ ng mL}^{-1}$  seviyesindedir.

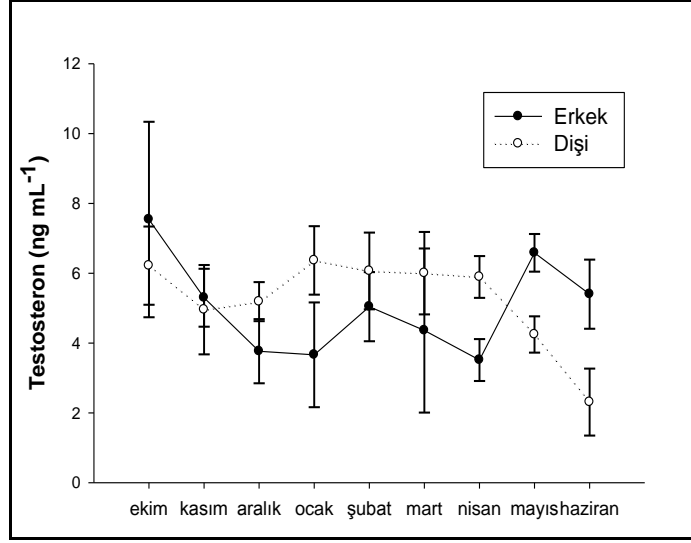
Karaca mersin balığında dişi ve erkek bireylerin östradiol seviyeleri arasında yapılan t-testine göre bireyler arasında istatistiksel bir fark oluşmamıştır. Ancak dişi bireylerin aylara göre östradiol seviyeleri arasında yapılan One Way RM ANOVA testinde şubat ayındaki östradiol seviyesi diğer aylardan önemli oranda farklı bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).



**Şekil 22.** Sibirya mersin balığı dişi ve erkek grubunda aylara göre testosteron seviyesindeki değişim.

Sibirya mersin balığının dişi ve erkek bireylerinde testosteron seviyesi haziran ayında en yüksek değere ulaşmıştır (Şekil 22). Erkek bireylerde testosteron seviyesi maksimum 6,70 ng mL<sup>-1</sup> iken, minimum değer mart ayında 3,99 ng mL<sup>-1</sup> olmuştur. Dişi bireylerde testosteron seviyesi maksimum 3,55 ng mL<sup>-1</sup> ve minimum değer nisan ayında 1,82 ng mL<sup>-1</sup>'dir.

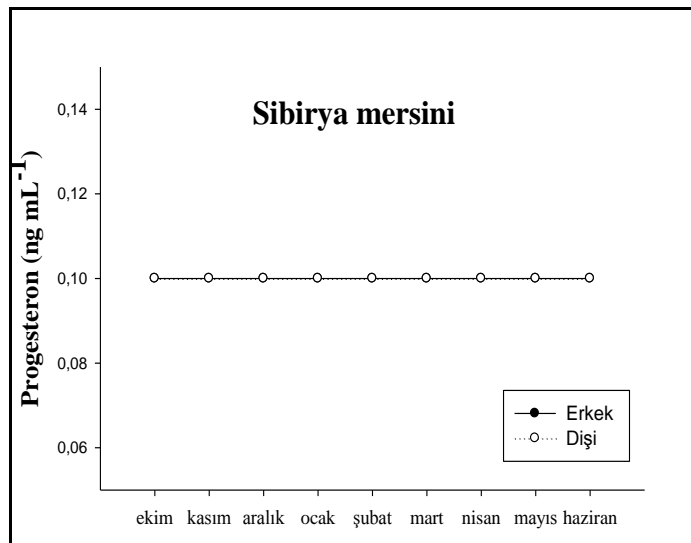
Sibirya mersin balıklarında dişi ve erkek bireylerde aylık testosteron seviyeleri arasında yapılan One Way RM ANOVA testinde aylara göre önemli bir farklılık oluşmamıştır. Ancak dişi ve erkek bireylerin testosteron seviyeleri arasında yapılan t-testine göre iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).



**Şekil 23.** Karaca mersin balığı dişi ve erkek grubunda aylara göre testosteron seviyesindeki değişim.

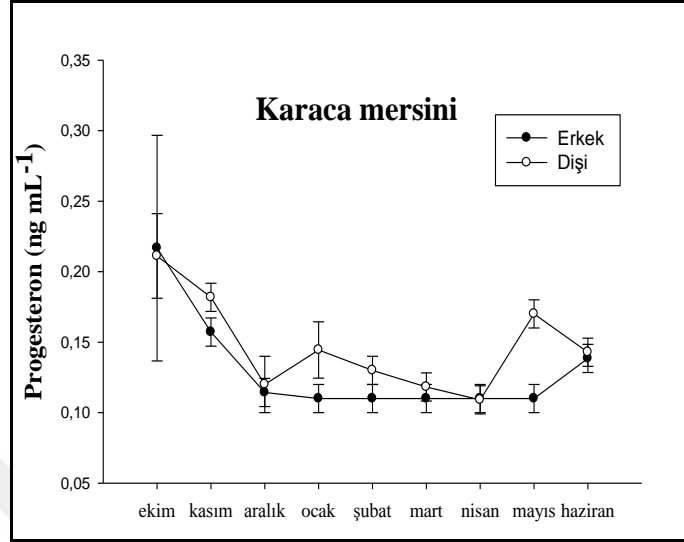
Karaca mersin balığı grubunda erkek bireylerin testosteron seviyesi maksimum ekim ayında  $7,53 \text{ ng mL}^{-1}$  iken minimum değer nisan ayında  $3,52 \text{ ng mL}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Dişi bireylerde ise testosteron seviyesinin maksimum değeri ocak ayında  $6,36 \text{ ng mL}^{-1}$  iken minimum değer haziran ayında  $2,31 \text{ ng mL}^{-1}$ 'dir (Şekil 23).

Karaca mersin balığında dişi ve erkek bireylerin testosteron seviyeleri arasında yapılan t-testine göre bireyler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark oluşmamıştır ( $p>0,05$ ).



**Şekil 24.** Sibirya mersin balığı dişi ve erkek grubunda aylara göre progesteron seviyesindeki değişim.

Sibirya mersin balığında dişi ve erkek bireylerin progesteron seviyesi çalışma süresince değişim göstermeyerek  $0,1 \text{ ng mL}^{-1}$  olarak ölçülmüştür (Şekil 24).



**Şekil 25.** Karaca mersin balığının dişi ve erkek grubunda aylara göre progesteron seviyesindeki değişim.

Karaca mersin balıklarının progesteron seviyesinde de Sibirya mersin balığı grubundaki gibi önemli bir değişim gözlenmemiştir. Dişi ve erkek bireylerde en yüksek ortalama progesteron seviyesi ekim ayında iken, en düşük ortalama nisan ayında ölçülmüştür. Erkeklerde en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla  $0,21-0,11 \text{ ng mL}^{-1}$  iken dişilerde  $0,22-0,11 \text{ ng mL}^{-1}$ 'dir (Şekil 25).

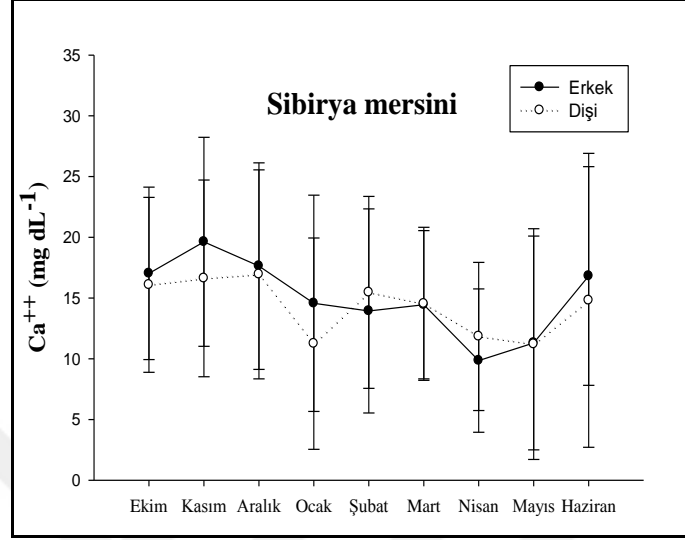
### 3.1.3. Kan Plazmasında Kalsiyum ve Sodyum İyonları Konsantrasyonları

Sibirya mersin balığında erkek bireylerin ortalama kalsiyum iyonu ( $\text{Ca}^{++}$ ) seviyesi maksimum kasım ayında, minimum nisan ayında, dişi bireylerin ise ortalama kalsiyum iyonu ( $\text{Ca}^{++}$ ) seviyesi maksimum aralık ayında iken minimum mayıs ayında bulunmuştur. Erkek bireylerde maksimum ve minimum değerler sırasıyla  $19,63-9,85 \text{ mg dL}^{-1}$ , dişilerde ise  $16,95-11,21 \text{ mg dL}^{-1}$  olarak ölçülmüştür (Şekil 26).

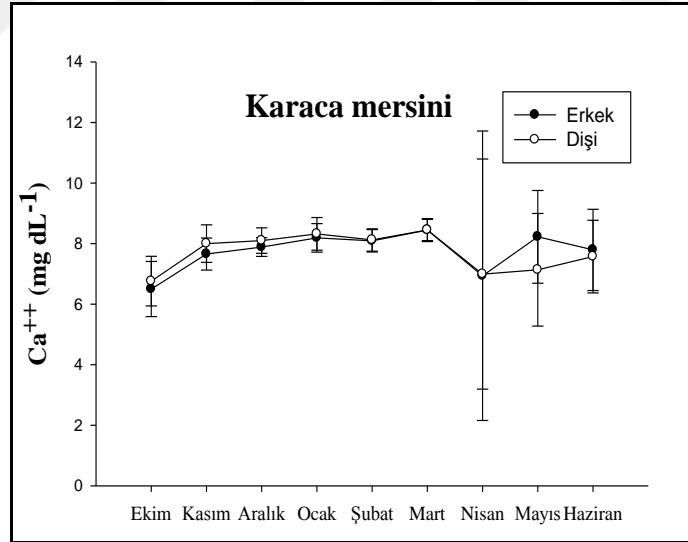
Karaca mersin balığında dişi ve erkek bireylerin ortalama kalsiyum iyonu seviyesi en yüksek mart ayında iken, en düşük ekim ayında ölçülmüştür. Erkek bireylerde



maksimum ve minimum değerler sırasıyla 8,45-6,76 mg dL<sup>-1</sup> iken, dişi bireylerde sırasıyla 8,45-6,60 mg dL<sup>-1</sup> olmuştur (Şekil 27).



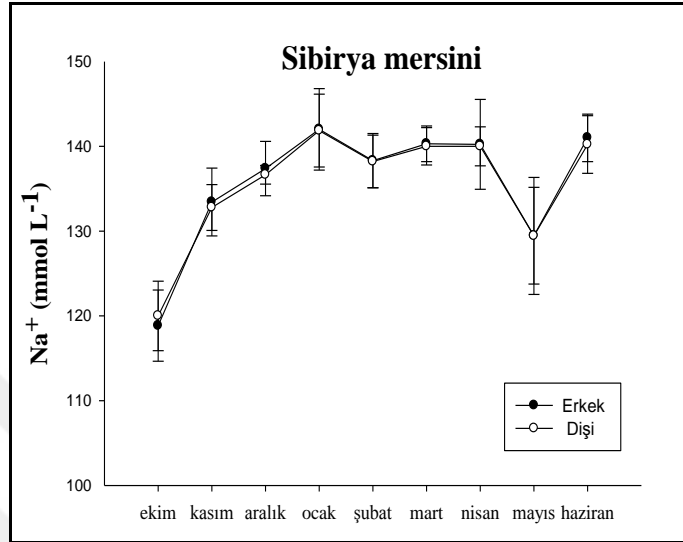
Şekil 26. Sibirya mersin balığını dişi ve erkek bireylerinde aylara göre kalsiyum iyonu değişimi.



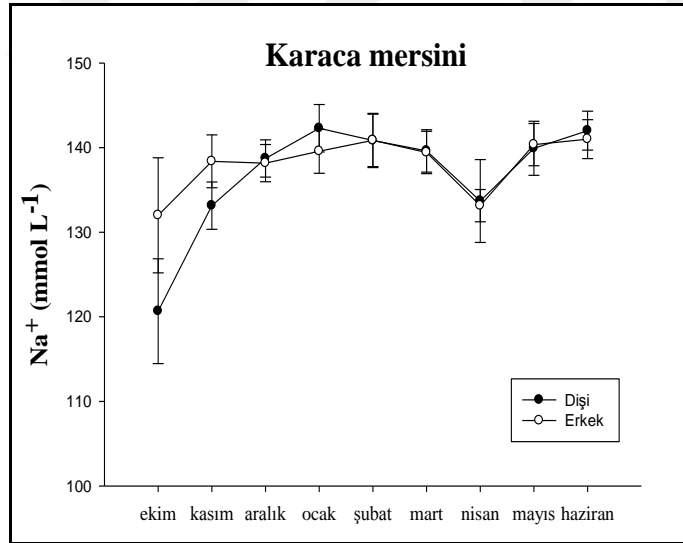
Şekil 27. Sibirya mersin balığını dişi ve erkek bireylerinde aylara göre kalsiyum iyonu değişimi.

Her iki grupta da dişi ve erkek bireylerin sodyum iyonu (Na<sup>+</sup>) seviyeleri birbirleriyle paralellik göstermiştir. En yüksek ortalama sodyum iyonu seviyesi ocak ayında, en düşük ise ekim ayında ölçülmüştür. Sibirya mersin balığı grubunda her iki cinsiyet içinde maksimum değer 141,86 mmol L<sup>-1</sup> iken, minimum değer erkek bireylerde 118,5 mmol L<sup>-1</sup>, dişi bireylerde 120,0 mmol L<sup>-1</sup>'dir.

Karaca mersin balığı grubunda ise dişi ve erkeklerde maksimum değer 142,3 mmol L<sup>-1</sup> iken, minimum değerler erkek bireylerde 133,0 mmol L<sup>-1</sup>, dişilerde 120,7 mmol L<sup>-1</sup>'dir (Şekil 28-29).



Şekil 28. Sibirya mersin balığının dişi ve erkek grubunda aylara göre sodyum iyonu değişimi.



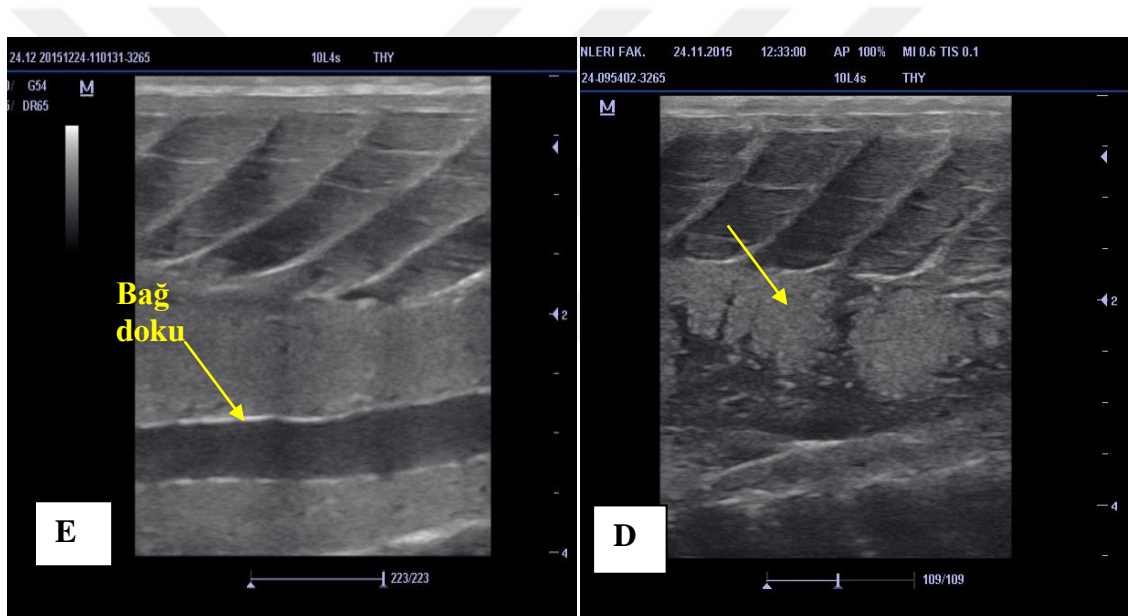
Şekil 29. Karaca mersin balığının dişi ve erkek grubunda aylara göre sodyum iyonu değişimi.

Her iki grubun dişi ve erkek bireylerinde Ca<sup>++</sup> ve Na<sup>+</sup> seviyeleri arasında yapılan t-testine göre bireyler arasında istatistiksel bir fark oluşmamıştır (p>0,05). Ayrıca hem dişi hem de erkek bireylerde aylara göre yapılan One Way RM ANOVA testine göre Ca<sup>++</sup> ve Na<sup>+</sup> seviyelerinin aylık değişimleri istatistiksel olarak benzer bulunmuştur (p>0,05).

### 3.2. Ultrasonografik İncelemeler

Çalışma süresince markalanmış olan balıklar aylık olarak muayene edilerek ultrason fotoğrafları çekilmiştir. Ultrasonografik yöntemle her iki türde de dişi ve erkek ayrımı yapılarak gonadal gelişim ortaya konmuştur.

Dişi ve erkek bireylerin gonad dokusundan alınan ultrason görüntülerine göre erkek bireylerin testiküler dokusu daha homojen ve düzgün bir yapıdadır. Dişi bireylerin ovaryum dokusu ise daha dağınık ve heterojen bir görünümündedir. Erkek bireylerde gonad dokusunun etrafı bağ doku ile çevrelenmiştir (Şekil 30).

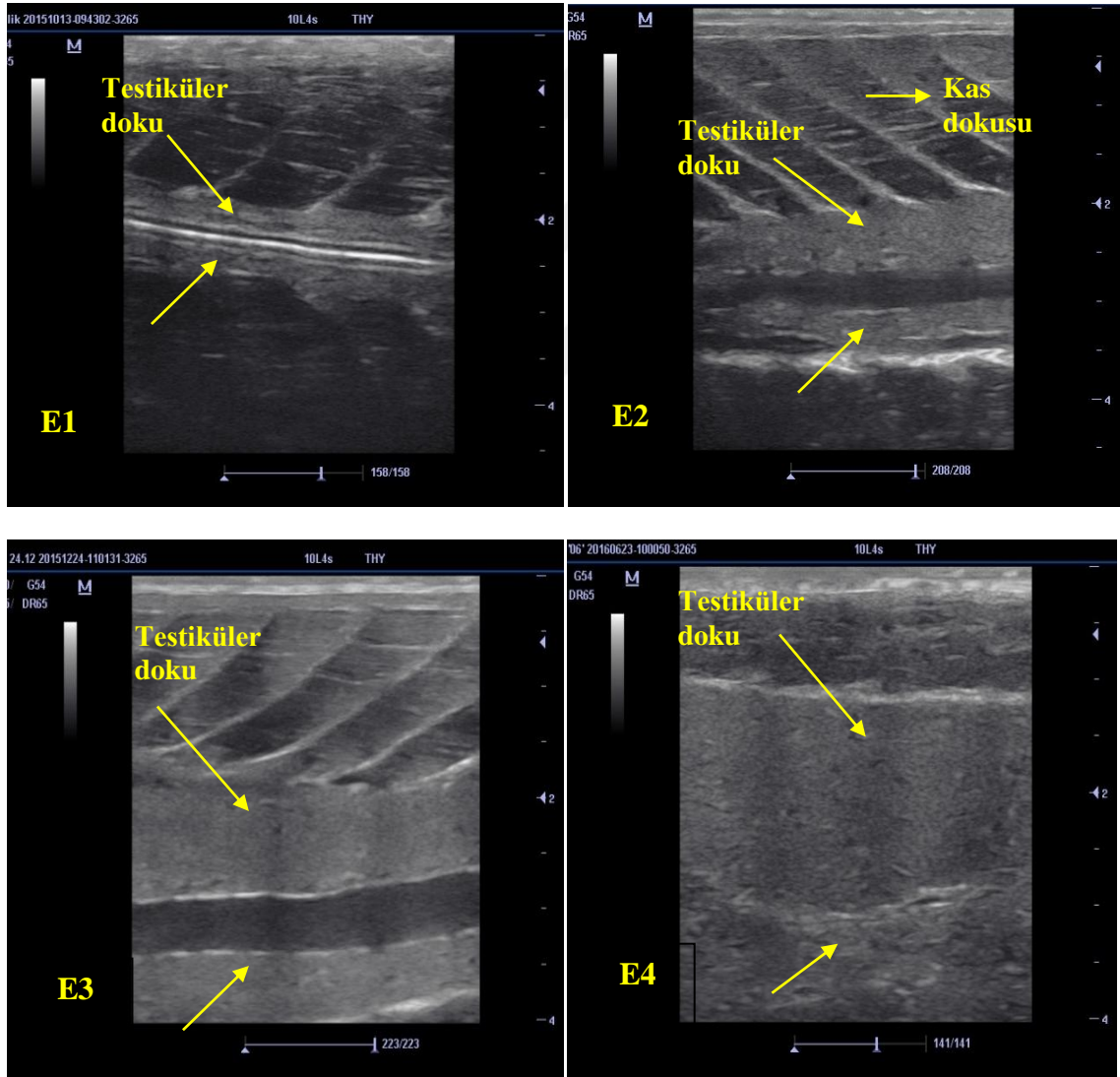


Şekil 30. Erkek (E) ve dişi (D) bireyin gonad dokularının ultrason görüntüleri.

Sibirya mersin balıklarında yapılan ultrasonografik muayenelerde 7 dişi ve 8 erkek birey olduğu tespit edilirken, karaca mersin balıklarında ise 7 dişi, 7 erkek birey ve henüz gonad oluşumu gerçekleşmemiş 1 birey tespit edilmiştir (Tablo 2). 3'üncü olgunluk evresinde olduğu tespit edilen erkek bireylerden Sibirya mersin balığında 1 bireyden, karaca mersin balığında ise 3 bireyden gamet alımı başarılı bir şekilde gerçekleşmiştir.

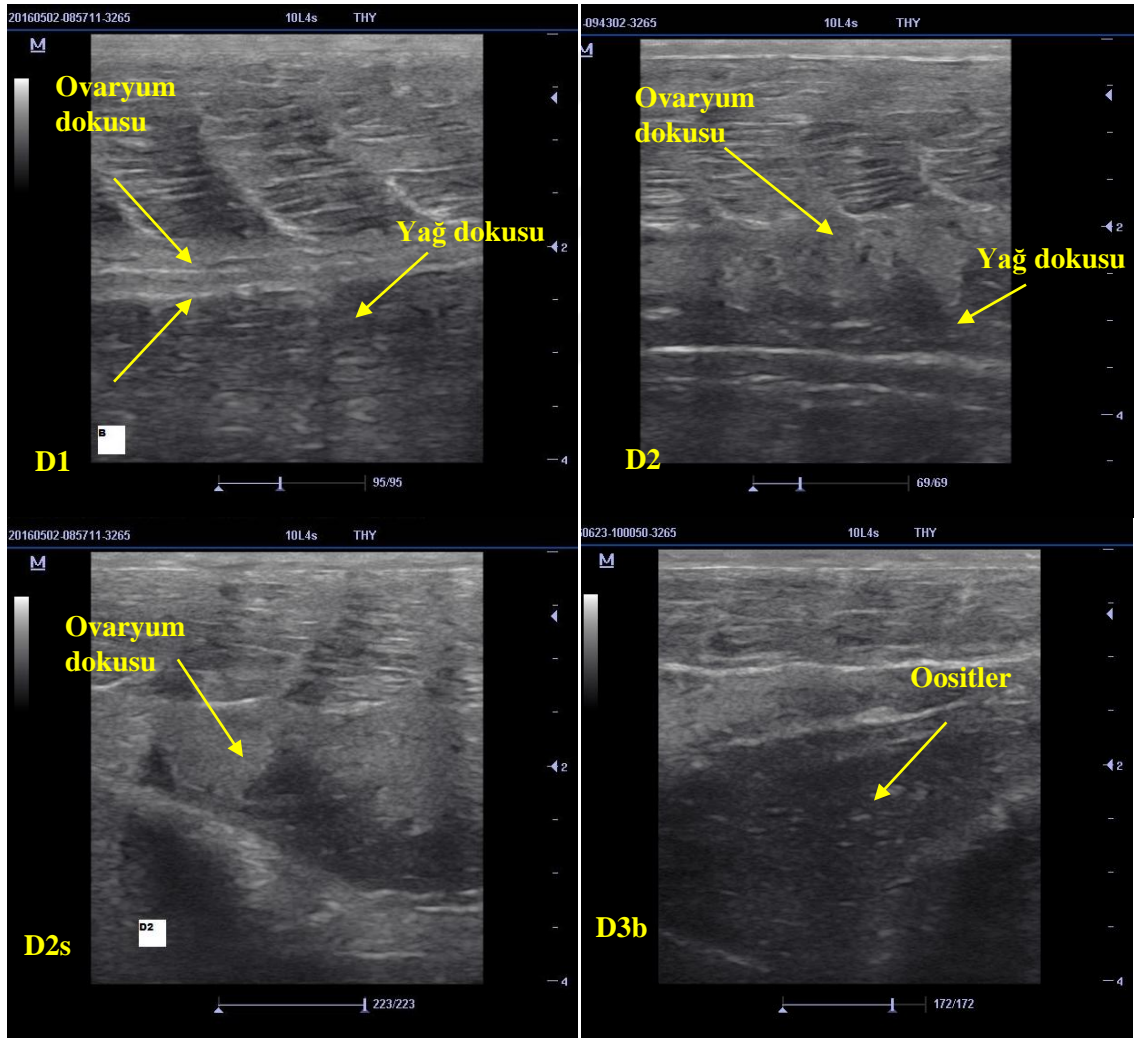
**Tablo 2.** Ultrasonografik muayenelerle tespit edilen dişi ve erkek bireylerin gonadal evreleri.

Olgunluk durumu	Sibirya mersin balığı		Karaca mersin balığı	
	Dişi	Erkek	Dişi	Erkek
1	1	3	1	-
2	6	4	5	3
3	-	1	1	4
4	-	-	-	-



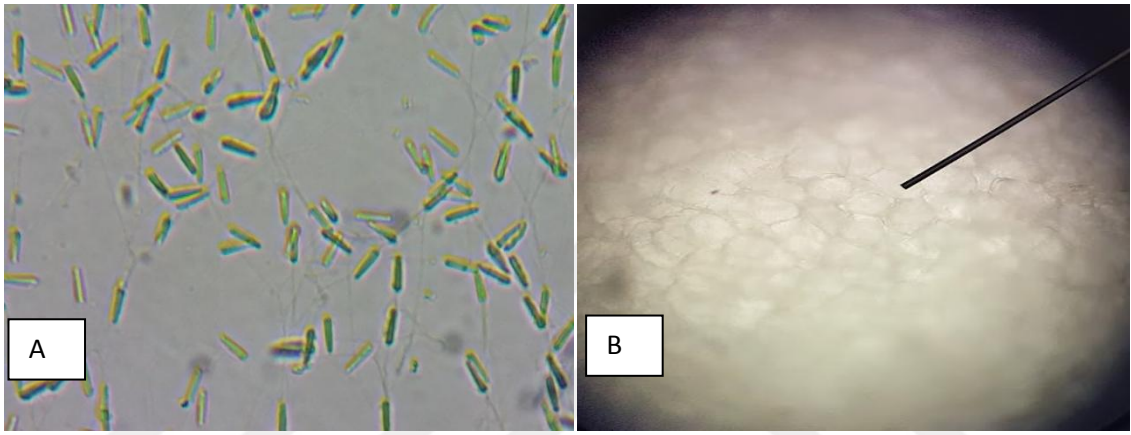
**Şekil 31.** Testiküler dokunun ultrasonografik muayenelerle alınan farklı evrelerdeki görüntüleri, **E1:**Olgun olmayan testiküler doku, **E2:**2'nci evredeki testiküler doku, **E3:** 3'üncü evredeki testiküler doku, **E4:**4'üncü evredeki olgun testiküler doku

Erkek bireylerde ultrasonografik muayenelerde 1'inci evrede testisler oldukça küçük ve ipliksi yapıdadır. 2'nci evrede testislerde yağlanma başlamış olduğundan yağ dokusu koyu gri renkte görünür. 3'üncü evrede yağ dokusu azalmaya başlamış ve testis dokusu homojen ve daha büyük görünür. Bu evrede spermatozoaların bir kısmı olgunlaşmaya başlamıştır.4'üncü evrede ise testis dokusu vücut boşluğunu kaplamıştır ve açık gri, parlak renktedir. Bu evrede spermatozoaların büyük çoğunluğu olgunlaşmıştır (Şekil 31). 4'üncü evrede olduğu tespit edilen bir bireyden biyopsi ile alınan doku örneği incelenmiş ve olgun spermatozoalar mikroskop altında fotoğraflanmıştır (Şekil 33).



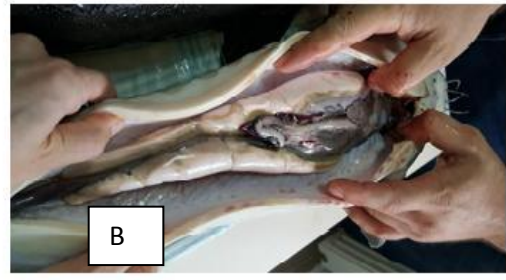
**Şekil 32.** Ovaryum dokusunun ultrasonografik muayenelerle farklı evrelerdeki görüntüleri; **D1:**Olgun olmayan gonad dokusu, **D2:**2'inci evredeki ovaryum dokusu, **D2s:** 2'nci evrenin son fazındaki ovaryum dokusu, **D:**3'üncü evrenin başlangıcında ovaryum dokusu.

Dişi bireylerde yapılan ultrasonografik muayenelerde henüz gamet olgunluğuna erişmiş birey tespit edilememiştir. 1'inci evrede dişi bireylerde ovaryum dokusunun etrafı yağ dokusu ile kaplanmıştır. Ovaryum heterojen yapıda ve parlak renktedir. 2'nci evrede ise yağ dokusu azalmaya başlar, ovaryum dokusu parlak renkte ve vücut boşluğunu kaplamıştır. 3'üncü evrede ovaryum granüllü yapıda ve koyu renkte görünür. Küçük oositler görünmeye başlamıştır (Şekil 32). Dişi bireyden biyopsi ile alınan gonad dokusu örneği mikroskop altında incelenmiştir ve küçük oositler mikroskop altında fotoğraflanmıştır (Şekil 33).



**Şekil 33.** Çalışmada biyopsi ile alınan dokularda, spermatozoa (A) ve oositlerin (B) mikroskopta görünümü.

Ultrason yönteminin doğruluğunun desteklenmesi amacıyla çalışmanın haricindeki 52 adet bireyde yapılan incelemelerde diseksiyonla elde edilen veriler ultrason verileriyle karşılaştırılmıştır. Diseksiyon ile yapılan incelemelerde 20 adet Sibirya mersin balığında 12 adet erkek birey, 8 adet dişi birey, karaca mersin balıklarında ise 21 adet erkek birey, 11 adet dişi birey olduğu belirlenmiştir. Ultrason yöntemi ile yapılan incelemelerde ise Sibirya mersin balığında 9 adet erkek birey, 11 adet dişi birey, karaca mersin balıklarında ise 19 adet erkek birey 13 adet dişi birey olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada ultrason yönteminin %90 doğrulukla gerçekleştirildiği teyit edilmiştir (Şekil 34).



**Şekil 34.** Diseksiyonla yapılan incelemeler, **A:**Ovaryum dokusu, **B:**Testiküler doku, **C:** 2'nci evredeki testiküler doku.

#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Çalışmada, Türkiye şartlarında yetiştiriciliği henüz ticari olarak yaygınlaşmamış, mersin balıklarının cinsiyet tespiti ve gonadal gelişimleri üzerine incelemeler yapılmıştır.

Dünyada mersin balıkları gerek havyarı, gerek döllenen yumurtası ve gerekse de et kalitesi bakımından yüksek talep gören türlerin başındadır. Günümüzde, azalan doğal stokların korunması amacıyla yıl boyunca avlanması yasaklanmıştır. Üretici ülkelerin mersin balığı ve ürünlerini uluslararası pazarlama kotaları CITES kontrolüyle düzenlenmektedir, ancak ülkemizde henüz üretimi gerçekleştirmediğinden bu ülkeler arasında Türkiye bulunmamaktadır. Ekonomik değeri yüksek mersin balıklarının etinden ve havyarından yararlanmak ve doğal stoklar üzerindeki baskının azaltılması için dünyada kültür şartlarında mersin balıklarının üretimi hızla yaygınlaşmaktadır (Kurtoğlu, 2015).

Mersin balığı yetiştiriciliğinde temel amaç havyar üretimi olduğundan, balıklarda cinsiyet ayrımı yapmak oldukça önemlidir (Moghim vd., 2002). Mersin balıklarının döl olgunluğunun belirlenmesi ve cinsiyet tespitinde dişi ve erkek bireylerde morfolojik farklılıklar olmadığı birçok çalışmada ifade edilmiştir. Bu sebeple araştırmacılar cinsiyet tespiti ve gonad gelişimlerinin takibi için birçok yöntem kullanmaktadır. Bu yöntemler histolojik, laproskopik, ameliyat teknikleri, endoskopi (boroskopi), ultrasonografi ve kanda hormon seviyesinin tespitidir (Memiş vd., 2008).

Bu çalışmada Doğu Karadeniz bölgesinde mersin balığı üretimini teşvik etmek amacıyla damızlık stok oluşturmak ve uzun vadede gamet elde edilmesi ile bölgede mersin balığı üretimini geliştirmek hedeflenmiştir. Bu amaçla hazırlanan 2015.53007.103.02.05 numaralı “Doğu Karadeniz Şartlarında Sibiryalı (*Acipenser baerii*) ve Karaca (*A. gueldenstaedtii*) Mersin Balıklarının Gamet Gelişimlerinin Belirlenmesi” projesi RTEÜ BAP birimi tarafından desteklenmiştir.

Mersin balıklarında cinsiyet farklılaşması en erken 1-2 yaşında tamamlanmaktadır (Doroshov vd, 1997; Hurvitz vd., 2007). Ancak karaca mersinlerinde 3 yaşından önce



cinsiyet tespitinin güvenilir olmadığı ifade edilmiştir. Kültür şartlarında üretilen balıklarda vitellogenesis 3-4 yaşının sonuna kadar devam edebilirken (Doroshov vd., 1997) aynı yaşlardaki balıklarda da büyük bir varyasyon gösterebildiği göz önünde bulundurulması gerektiği bildirilmektedir. (Amiri vd., 1996; Hurvitz vd., 2007).

Çalışmada 4+ yaşındaki balıklar ultrasonografik yöntemle incelenerek cinsiyet tespiti ve gonad gelişim evreleri takip edilmiştir. Ultrasonografik muayeneler oldukça pratik ve kolay şekilde gerçekleştirilmiştir. Ultrason ile yapılan incelemelerde dişi bireylerin erken evrede teşhisi erkek bireylere nazaran daha zor olmuştur. Çünkü 1. olgunluk evresindeki dişilerin gonad görüntüsü diğer evrelere nazaran daha zor ayırt edilmiştir. Ancak 2. ve daha ileriki evrelerde dişi ve erkek bireylerin gonad dokusu oldukça farklılık göstermiştir. İncelemelerde balıklarda herhangi bir ölüm veya stres de gözlenmemiştir. Ultrason ile cinsiyet tespiti oldukça kolay olmasına rağmen uzmanlık ve tecrübe gereksinimi söz konusudur.

Çalışmanın uzun süreli olması ve bireysel olarak 9 aylık periyotta takip edilmesi dişi ve erkek bireylerin tespitini kolaylaştırmıştır. Ayrıca çalışmada ultrasonografik yöntemin kan parametreleriyle paralel şekilde yürütülmesi dişi ve erkek bireylerin doğru şekilde tespit edilebilmesinde bir avantaj sağlamıştır.

Çalışmada yapılan kan analizleri sonucunda elde edilen hemogram değerleri dişi ve erkek bireylerde önemli bir farklılık göstermemiştir. Literatür verilerine bakıldığında mersin balıklarında hemogram değerlerinin cinsiyet ve gamet olgunluğunun tespitinde kullanıldığı çalışmalara rastlanılmamıştır. Çalışmada dişi ve erkek bireylerin aylara göre hemogram değerleri farklılık göstermemiştir ancak eritrosit ve hematokrit değerleri birbirleriyle paralel şekilde her iki türde de üreme aylarından önce, üreme aylarına göre daha düşük seviyelerdedir. Sibiry mersin balıkları için üreme dönemi olarak belirlenen şubat-mart aylarından önceki aralık-ocak ayında ve üreme döneminin sonlandığı nisan mayıs aylarında daha düşük seviyelerde olmuştur. Karaca mersin balıklarında ise üreme dönemi olarak belirlenen nisan-mayıs aylarından önceki aylarda (şubat-mart) yine eritrosit ve hematokrit seviyeleri daha düşük seviyelerde bulunmuştur. Bu veriler istatistiksel olarak önemli derecede farklı bulunmamıştır Ancak balıkların gamet olgunluklarının tamamlanması ile ileri ki çalışmalarda bu farklılık ortaya konulabilir.

Çalışmada kan plazmasında östradiol, testosteron ve progesteron hormonlarının aylık değişimi takip edilmiştir. Üreme fonksiyonlarının hormonal kontrolünde steroid hormonlarının önemli bir rol oynadığı birçok çalışmada belirtilmiştir. Bu çalışmada Sibirya mersin balıklarında dişi bireylerde östradiol seviyesi çalışma boyunca erkek bireylerden yüksek seyretmiştir. Dişi bireylerde en yüksek östradiol seviyesi şubat ayında, en düşük ise ekim ayında olmuştur. Mersin balıklarının üreme sezonu olan nisan- mayıs aylarında ise östradiol seviyeleri diğer aylara nazaran daha düşük seviyelerdedir.

Testosteron seviyelerinde ise erkek bireylerin testosteron seviyeleri çalışma süresince dişilerden yüksektir. Şubat aylarında testosteron seviyeleri yüksek değerlerde iken mart ayından sonra ki üreme sezonu olarak bilinen dönemde hem dişi hem de erkek bireylerde testosteron seviyeleri düşüş göstermiştir. Üreme sezonunun sonuna denk gelen haziran ayında testosteron seviyesi tekrar artış göstermiştir. Progesteron seviyelerinde ise dişi ve erkek bireylerde çalışma süresince herhangi bir değişiklik söz konusu olmamıştır. Bunun sebebi olarak bireylerin henüz olgunluk aşamasına ulaşmamış olmasından kaynaklanabileceği varsayılabilir.

Karaca mersin balıklarında ise östradiol seviyesi dişi ve erkeklerde çalışma süresince paralellik göstermiştir. Erkek bireylerin östradiol seviyesi dişi bireylerle benzer olmasına rağmen üreme sezonu öncesi ocak-şubat aylarında dişi bireylerin östradiol seviyesi erkeklerden daha yüksek konsantrasyonlara ulaşmıştır. Üreme sezonu olan nisan ayında ise hızlı bir düşüş göstererek erkek bireylerle benzer seyretmiştir. Testosteron seviyeleri değerlendirildiğinde ise dişi bireylerin testosteron seviyesi çalışma boyunca erkeklerden daha yüksek konsantrasyonlardadır. Ancak üreme sezonunun başlangıcı olan nisan ayında dişi bireylerde testosteron seviyesi düşerken erkek bireylerde yükselmiştir.

Literatürde mersin balıklarının üreme aylarından önceki dönemlerinde kan plazmasında östradiol ve testosteron seviyelerinin üreme dönemlerine oranla daha yüksek seviyelere ulaştığı bildirilmektedir (Du vd., 2016; Barannikova vd., 2004 ). Bu çalışmada da benzer şekilde, balıkların üreme ayları olarak belirlenen dönemlerde, kan plazmasında her iki cinsiyet hormonu üreme döneminden önceki aylarda pik seviyelere

ulaşırken, üremenin başladığı aylarda minimum seviyelerde seyretmiştir. Dişi bireylerin henüz olgunluk evresine ulaşmamış olmasına rağmen diğer aylara nazaran östradiol seviyelerinin üreme periyotlarında diğer aylara nazaran düşük seviyelerde seyretmesi henüz gamet olgunluğuna erişmemiş bireylerde de hormon değişimlerinin takibiyle cinsiyet farklılığının ortaya konulabileceğini göstermiştir.

Mersin morinalarında T konsantrasyonu 4'üncü evrede erkek bireylerde 109,7 ng mL<sup>-1</sup> iken dişilerde 10,3 ng mL<sup>-1</sup> dir. Hormon enjeksiyonundan sonra T seviyesi erkeklerde 16,4 ng mL<sup>-1</sup> iken dişilerde 29,3 ng mL<sup>-1</sup> olmuştur. E2 seviyesi ise dişi bireylerde 2'nci evrede 0,195 ng mL<sup>-1</sup>, 4'üncü evrede 0,175 ng mL<sup>-1</sup> ve hormon enjeksiyonundan sonra 0,072 ng mL<sup>-1</sup> düşmüştür. Karaca mersinlerinde ise dişi bireylerde E2 seviyesi 2'nci evrede 0,019 ng mL<sup>-1</sup>, 3'üncü evrede 0,627 ng mL<sup>-1</sup> ve hormon uygulamasından sonraki son evrede 0,113 ng mL<sup>-1</sup> olarak verilmiştir. T seviyesi ise 2'nci evrede erkeklerde 12,8 ng mL<sup>-1</sup>, dişilerde 11,5 ng mL<sup>-1</sup> 3'üncü evrede erkeklerde 79,8 ng mL<sup>-1</sup> dişilerde 24,4 ng mL<sup>-1</sup> iken hormon enjeksiyonundan sonra erkeklerde 69,7 ng mL<sup>-1</sup>, dişilerde 21,9 ng mL<sup>-1</sup> olduğu belirtilmiştir (Barannikova vd., 2004).

Barannikova vd., 2004 yılında yaptıkları çalışmada mersin morinalarında testosteron seviyesini 4. olgunluk evresindeki erkek bireylerde 109,7 ng mL<sup>-1</sup> iken, dişilerde 10,3 ng mL<sup>-1</sup> ve östradiol seviyeleri ise dişi bireylerde, 2'nci evrede 0,195 ng mL<sup>-1</sup>, 4'üncü evrede 0,175 ng mL<sup>-1</sup> olduğunu, karaca mersin balıklarında ise dişi bireylerde östradiol seviyesi 2'nci evrede 0,019 ng mL<sup>-1</sup>, 3'üncü evrede 0,627 ng mL<sup>-1</sup> değerlerinde olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada plazmada östradiol seviyesi literatür verilerine oranla oldukça düşük seviyelerde bulunmuştur. Dişi bireylerin henüz 4. olgunluk evresine ulaşmamış olması bunun bir sebebi olarak görülebilir. Ancak 4. olgunluk evresinde olan erkek bireylerinde testosteron değerleri literatür verilerinden daha düşük seviyelerde bulunmuştur. Bunun sebebinin bireylerin henüz ilk döl verme yaşında olmalarının yanı sıra beslenme ve çevresel faktörlerin etkilerinden kaynaklandığı varsayılabilir.

Çalışmada henüz üreme olgunluğuna erişmiş bireylerin tespit edilememesi olgunluk evresinde olan bireylerin hormon konsantrasyonları ile bir kıyaslama yapma

imkânı sağlamamıştır. Bununla birlikte çalışmada her iki tür için de üreme sezonu ve üreme sezonu dışında bireylerin hormon seviyelerindeki değişimi ortaya konulmuştur.

Plazmada vitellogenin ve kalsiyum konsantrasyonunun gonadal olgunlukla ilişkili olduğu daha önce yapılan çalışmalarda ifade edilmiştir (Fostier vd., 1983; Nagahama vd., 1995, Munakata vd., 1999; Ceapa vd., 2002).

Çalışmada her iki türün kan plazmasında kalsiyum ve sodyum iyonu konsantrasyonları dişi ve erkek bireylerde çalışma süresince paralellik göstermiştir. Kan plazmasında kalsiyum ve sodyum iyonlarının konsantrasyonları cinsiyet farklılığında bir gösterge olarak kullanılamamıştır. Dişi bireylerde besin kesesi oluşumu sırasında arttığı bilinen kalsiyum iyonunun aylık periyottaki değişimlerine bakıldığında, üreme sezonu olan dönemde diğer aylara göre daha düşük seviyelerde olduğu görülmüştür. Plazmada sodyum iyonu seviyesi ise, üreme döneminde diğer aylara göre daha yüksek seviyelerde seyretmiştir. Üreme sezonunun bittiği dönem olan mayıs ayında ise sodyum konsantrasyonu ani bir düşüş göstermiştir. Üreme ayları olarak belirlenen dönemlerde, kan plazmasında cinsiyet hormonları ve iyon konsantrasyonları değişimi benzer seyir göstermiştir. Bu değişimler istatistiksel olarak bir farklılık oluşturmasa da balıkların üreme dönemlerinin belirlenmesinde kullanılabilir.

Beyaz mersin balıklarının kan plazmasından toplam vitellogenin konsantrasyonunun gonadal gelişim ile doğudan ilişkili olduğu bildirilmiştir. Dişi bireylerde previtellogenik evrede besin kesesi oluşumundan önce VTG seviyesi düşük olduğunu ancak oositlerde besin kesesi oluşumunun başlamasıyla plazma VTG ve kalsiyum konsantrasyonlarının arttığı bildirilmiştir. Olgun olmayan dişi bireylerde kan plazmasında kalsiyum iyonu miktarını 9,6 mg dL<sup>-1</sup>, olgun dişi bireylerdeki kalsiyum iyonu miktarını ise 17,5 mg dL<sup>-1</sup> olarak verilmiştir (Casenave vd., 2003).

Bu çalışmada ise Sibirya mersin balıkları için üreme dönemi olan mart-nisan aylarında ortalama Ca<sup>++</sup> seviyesi 14,5 mg dL<sup>-1</sup>'dir. Karaca mersin balıklarında ise üreme döneminde ortalama 7,05 mg dL<sup>-1</sup> seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Sodyum iyonu seviyesi ise Sibirya mersin balıklarında mart-nisan aylarında ortalama 135,1 mmol L<sup>-1</sup>, karaca mersin balıklarında nisan-mayıs aylarında ortalama 136,1 mmol L<sup>-1</sup>'dir.

Sibirya mersin balığında kalsiyum iyonu seviyesi beyaz mersin balıklarında elde edilen değerlerle tür farklılığı olsa da benzer seviyelerde olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte karaca mersin balığının kalsiyum konsantrasyonunun her iki türden de daha düşük seviyelerde olması bu türün cinsi olgunluk yaşının, diğer iki türe nazaran daha geç yaşlarda cinsi olgunluğa ulaşmasından kaynaklanmış olabilir.

Bu çalışmada, damızlık adayı bireylerin erkeklerinden gamet elde edilmiş olsa da dişilerin olgun yumurta sağımı yapılabilecek cinsi olgunluğa henüz erişmemiş olması kan plazmasındaki değişimlerinin takibinde kesin bir yargıya ulaşılmasını mümkün kılmamıştır. Ancak, elde edilen veriler ileride yapılacak çalışmalar için her iki türün muhtemel döl verim dönemini ortaya koymuştur. Bu periyotlara odaklanarak yapılacak döl alım çalışmalarından üretim potansiyeli başarısının yüksek olacağı sonucuna varılmıştır.

## 5. ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında Doğu Karadeniz şartlarında Sibirya ve karaca mersin balıklarından aday damızlık stoğu oluşturularak, kan parametreleri analizi ve ultrasonografik muayenelerle, cinsiyet tespitinin ve gonadal gelişimin ortaya konması amaçlanmıştır.

Dünyada ve ülkemizde nesli tükenmekte olan ve koruma altına alınan mersin balıklarının sürdürülebilirliğinin sağlanması ancak yetiştiricilik yoluyla mümkün olabilecektir (Burtsev vd., 2002; Brozni vd., 2011). Yetiştiricilik üretiminin desteklenmesi özellikle bölgedeki işletmelere yumurta ve yavru teminiyle sağlanabilir.

Damızlık stok yönetimine ilişkin tekniklerin geliştirilmesi üzerine yapılacak çalışmalarla, damızlık stok oluşturulması ülkemiz ve özellikle Karadeniz bölgesi açısından oldukça önemlidir.

Ultrason görüntüleme ile cinsiyet ve gonad gelişiminin tespiti kolay ve başarılı şekilde sağlanabilmektedir. Özellikle gonad olgunluğu 3. evrenin üzerinde olan bireylerin tespit edilmesi oldukça kolay gerçekleşmiştir. Ancak daha erken evrelerde dişi ve erkek bireylerin ayrımı daha zor olmaktadır. Bu nedenle ultrason muayeneleri teknik tecrübe ve bilgi sahibi uzmanlar tarafından gerçekleştirilmelidir.

Kan örneklerinde yapılan analizlerde dişi ve erkek bireylerin hemogram değerleri benzer bulunmuştur. Cinsiyet tespiti için hemogram değerleri bir gösterge olmasa da üreme sezonunun ortaya konmasında bu veriler göz önünde bulundurulabilir.

Tez çalışmasında her iki türde de erkek bireylerden başarılı bir şekilde gamet elde edilmiştir. Damızlık adayı bireylerin takibine devam edilmesi ve dişi bireylerden de başarılı şekilde gamet elde edilmesi ülkemizde mersin balığı yetiştiriciliği için atılacak önemli bir adım olacaktır.

Çalışmanın bir sonra ki basamağının gamet olgunluğuna erişmiş bireylerle yapılması ve elde edilen verilerin değerlendirilmesi literatür verilerine olumlu katkılar sağlayacaktır.



## KAYNAKLAR

- Akbulut, B., Zengin, M., Çiftçi, Y., Ustaoglu, T.S., Memiş, D., Alkan, A., Çakmak, E. ve Üstündağ, E., 2010.** Mersin balıkları popülasyonlarının mevcut durumlarının belirlenmesi ve yetiştiricilik imkanlarının araştırılması. Proje sonuç raporu, Proje no: TAGEM/HAYSÜD/2006/09/02/01.
- Amiri, B.M., Maebayashi, M., Adachi, S. and Yamauchi, K., 1996.** Testicular development and serum sex steroid profiles during the annual sexual cycle of the male sturgeon hybrid the bester. *Journal of Fish Biology*, 48, 1039–1050.
- Barannikova, I.A., Bayunova, L.V. and Semenkova, T.B., 2004.** Serum levels of testosterone, 11-ketotestosterone and öestradiol-17b in three species of sturgeon during gonadal development and final maturation induced by hormonal treatment. *Journal of Fish Biology*, 64, 1330–1338.
- Barannikova, I.A., Bayunova, L.V. and Semenkova, T.B., 2006.** Serum sex steroids and their specific cytosol binding in the pituitary and gonads of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt) during final maturation. *Journal of Applied Ichthyology*, 22, 331-333.
- Bat, L., Erdem, Y., Tırıl, S.U. ve Yardım, Ö., 2008.** Balık sistematığı. Nobel yayın dağıtım, Ankara, 978-605-395-127-8.
- Billard, R. and Lecointre, G., 2001.** Biology and conservation of sturgeon and paddlefish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10, 355-392.
- Bronzi, P., Rosenthal, H. and Gessner, J., 2011.** Global sturgeon aquaculture production: an overview. *Journal of Applied Ichthyology*, 27, 169-175.
- Bruch, R.M. and Binkowskii F.P., 2002.** Spawning behavior of lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*). *Journal of Applied Ichthyology*, 18, 570–579.
- Brutsev, I.A., Nikolaev, A.I., Maltsev, S.A. and Igumnova, L.V., 2002.** Formation of domesticated broodstocks as a guarantee of sustainable hatchery reproduction of sturgeon for sea ranching . *Journal of Applied Ichthyology*, 18, 655-658.
- Ceapa, C., Williot, P., LeMenn, F., and Davail-Cuisset, B., 2002.** Plasma sex steroids and vitellogenin levels in stellate sturgeon (*Acipenser stellatus* Pallas) during spawning migration in the Danube River. *Journal of Applied Ichthyology*, 18, 391-396.
- Chebanov, M., and Billard, R., 2001.** The culture of sturgeons in Russia: production of juveniles for stocking and meat for human consumption. *Aquatic Living Resources*, 14: 375-381. DOI:10.1016/S0990-7440(01)01122-6.



- Chebanov, M.S. and Galichi, E., 2010.** Mersin balığı kuluçkahane el kitabı. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, ISBN: 978-92-5-106823-6, 558 s.
- Chebanov, M.S., Galichi, E.V. and Chmyri, N.Y., 2004.** Sturgeon breeding and rearing handbook. Ministry of Agriculture of Russian Federation, Moscow.
- Colombo, R.E., Wills, P.S. and Garvey, J.E., 2004.** Use of ultrasound imaging to determine sex of shovelnose sturgeon. North American Journal of Fisheries Management, 24, 256-261.
- Cuisset, B., Fostier, A. Williot, P., Bennetau-Pelissero, C. and Le Menn, F., 1995.** Occurrence and in vitro biosynthesis of 11-Ketotestosterone in Siberian sturgeon, (*Acipenser baerii* Brandt) maturing females. Fish Physiology and Biochemistry, 14, 4, 313–322.
- Çelikkale, M.S., 2002.** İçsu balıkları ve yetiştiriciliği. Trabzon, 975-6983-25-6 (TKNO) 26-4.
- Çelikkale, M.S., Okumus, I. and Memiş, D., 2004.** Contemporary status of Turkish sturgeon (*Acipenseridae*) stocks, conservation measures and recent studies. Symposium on Aquaculture Development, Poland.
- Debus, L., Winkler, M. and Billard, R., 2008.** Ultrastructure of the oocyte envelopes of some Eurasian *Acipenserids*. Journal of Applied Ichthyology, 24, 57-64.
- DeLonay, A.J., Papoulias, D.M., Wildhaber, M.L., Annis, M.L., Bryan, J.L., Griffith, S.A., Holan, S.H. and Tillitt, D.E., 2007.** Use of behavioral and physiological indicators to evaluate *Scaphirhynchus* sturgeon spawning success. Journal of Applied Ichthyology, 23, 428–435.
- Dettlaff, T.A., Ginsburg, A.S. and Schmalhausen, O.I., 1993.** Sturgeon fishes, developmental biology and aquaculture. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 300 p.
- Doroshov, S.I., Moberg, G.P. and Eenennaam, J.P., 1997.** Observations on the reproductive cycle of cultured white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Environmental Biology Fishes, 48, 265-278.
- Du, H., Zhang, X., Leng, X., Zhang, S., Luo, J., Liu, Z., Qiao, X., Kynard B. and Wei, O., 2016.** Gender and gonadal maturity stage identification of captive Chinese sturgeon, *Acipenser sinensis*, using ultrasound imagery and sex steroids. General and Comparative Endocrinology, DOI:10.1016/j.ygcen.2016.08.004.
- Feist, G.W., Eenennaam, J.P., Doroshov, S.I., Schreck, C.B., Schneider, R.P. and Fitzpatrick, M.S., 2004.** Early identification of sex in cultured white sturgeon, *Acipenser transmontanus*, using plasma levels. Aquaculture, 232, 581-590.
- Fostier, A., Jalabert, B., Billard, R., Breton, B. and Zohar, Y., 1983.** The gonadal steroids. Fish Physiology and Biochemistry, 9, 277–372.

- Ginzburg, J.L., 1972.** Fertilization of fishes and the problem of polyspermy. Moskow, Academy of Science USSR, Translation NOAA and National Science Fondation, New-York, p:354.
- Hochleithner, M. and Gessner, J., 2000.** The Sturgeon and Paddlefishes (Acipenseriformes) of the world biology and aquaculture. AquaTech Publications, Kitzbuhl, 165.
- Hochleithner, M., 1991.** Störe als wirtschaftsfische wiederentdeckt. Fischer und Teichwirt, 8, 276-278.
- Hurvitz, A., Jackson, K., Degani, G. and Levavi-Sivan, B., 2007.** Use of endoscopy for gender and ovarian stage determinations in Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) grown in aquaculture. Aquaculture, 270, 158– 166.
- Kime, D.E., 1993.** Classical and non-classical reproductive steroids in Fish. Fish Biology, 3,160-80.
- Kurtoğlu, İ.Z., Şahin, T., Balta, F., Kayış, Ş., Karabulut, H.A., Sonay, F.D., Yandı İ., Ak, K., İpek, Z.Z. ve Köse, Ö., 2015.** Karaca mersin (*Acipenser gueldenstaedtii*) ve Sibirya mersini (*Acipenser baerii*) türlerinin Doğu Karadeniz şartlarında alabalık yetiştiriciliği işletmelerine ilave tür olabilme ihtimalinin araştırılması. BAP Proje sonuç raporu.
- Casenave, L.J., Kroll, K.J., Eenennaam, J.P. and Doroshov, S.I., 2003.** Effect of ovarian stage on plasma vitellogenin and calcium in cultured white sturgeon. Aquaculture, 221, 1–4, 645–656.
- Memiş, D., Ercan, E., Kurtoğlu, İ.Z., Akbulut, B., Aydın, İ., Çakmak, E., Savaş, H., Çavdar, Y. ve Aksungur, N., 2008.** Mersin balığı anaçlarının gonad gelişimi ve yumurta alımı, Mersin Balığı Koruma Stratejisi ve Üretim Çalıştayı, 30-31 Ekim Sakarya.
- Mims, S.D., Lazur, A., Shelton, W.L., Gomelsky B. and Chapman, F., 2002.** Species profile production of sturgeon. SRAC Publication no. 7200.
- Miquaud, H., 2015.** Fish endocrinology of reproduction. Lecture notes, Stirling University, Scotland, UK.
- Moberg, G.P., Watson, J.G. Doroshov, S., Papkoff, H. and Pavlick R.J., 1995.** Physiological evidence for two sturgeon gonadotrophins in *Acipenser transmontanus*. Aquaculture, 135, 27-39.
- Moghim, M.A., Vajhi , R., Veshkini, A. and Masoudifard, M., 2002.** Determination of sex and maturity in *Acipenser stellatus* by using ultrasonography. Journal of Applied Ichthyology, 18, 4-6, 325–328.

- Munakata, A., Amano, M., Ikuta, K., Kitamura, S. and Aida, K., 1999.** Effect of sex steroids on upstream migratory behaviour masu salmon. Proceedings of 6th. International Symposium on Reproductive Physiology of Fish, Bergen, Norway.
- Munhofen, J.L., David, A., Jiménez, D., Peterson, L., Alvin, C., Camus and Stephen, J.D., 2014.** Comparing ultrasonography and endoscopy for early gender identification of juvenile Siberian sturgeon. North American Journal of Aquaculture, 76:1, 14-23, DOI: 0.1080/15222055.2013.826765.
- Nagahama, Y., Yoshikuni, M., Yamashita, M., Tokumoto, T. and Katsu, Y., 1995.** Regulation of oosit growth and maturation in fish. Current Topics in Developmental Biology, 30, 103-145.
- Özgöray, E.D. ve Akçay, E., 2009.** Levrek (*Dicentrarchus labrax* L. 1758) balıklarında reproduksiyon. <http://www.vethekimder.org.tr/dergi>.
- Paragamian, V.L. and Wakkinen, 2002.** Temporal distribution of Kootenai river white sturgeon spawning events and effect of flow and temperature. Journal of Applied Ichthyology, 18, 542-549.
- Podushka, S.B., 1993.** The variability of the number of micropyles in the eggs of Volga stellate sturgeon *Acipenser stellatus*. Journal of Applied Ichthyology, 33, 152-155.
- Rottmann, R.W., Shireman, J.V., and Chapman, 1991.** Hormonal control of reproduction in fish for induced spawning. Southern Regional Aquaculture Center, SRAC publication no. 424.
- Secor, D.H., Arefjev, V., Nikolaev, A. and Sharov, A., 2000.** Restoration of sturgeons: Lessons from the Caspian Sea sturgeon ranching programme. Fish and Fisheries, 1, 215-230.
- Semenkova, T., Barannikova, I., Kime, D.E., McAllister, B.G., Bayunova, L., Dyubin, V. and Kolmakov, N., 2002.** Sex steroid profiles in female and male stellate sturgeon (*Acipenser stellatus* Pallas) during final maturation induced by hormonal treatment. Journal of Applied Ichthyology, 18, 375-381.
- Slastenenko, E., 1956.** Karadeniz havzası balıkları, Et ve Balık Kurumu Müdürlüğü Yayınları, İstanbul matbası, 1-710.
- Sokolov, L.I. and Berdichevskii, L.S., 1989.** The freshwater fishes of Europe general introduction to fishes Acipenseriformes. AULA- Verlag, Wiesbaden, p:151-153.
- Steffens, W., Jähnichen, H. and Fredrich, F., 1990.** Possibilities of sturgeon culture in central Europe. Aquaculture, 89:101-122.
- TÜİK, 2012.** Türkiye su ürünleri istatistikleri. Ankara, Türkiye.

**URL-1, 2017.** <http://www.fishbase.org/summary/4683> (01 Eylül 2017).

**URL-2, 2017.** <http://www.iucnredlist.org/details/232/0> (01 Eylül 2017).

**Ustaoglu, S., 2004.** Mersin balıkları biyolojisi, ekolojisi, yetiştiriciliği ve Türkiye'deki yetiştiricilik potansiyeli. Proje no: YDABÇAĞ- 100Y073.

**Webb, A.H. and Doroshov, S.I., 2011.** Importance of environmental endocrinology in fisheries management and aquaculture of sturgeons. *General and Comparative Endocrinology*, 170, 2, 15, 313–321.

**Webb, M.A.H., Feist, G.W., Foster, E.P., Schreck, C.B. and Fitzpatrick, M.S., 2002.** Potential classification of sex and stage of gonadal maturity of wild white sturgeon using blood plasma indicators. *American Fisheries Society*, 131, 132–142.

**Wildhaber, M.L., Papoulias, D.M., DeLonay, A.J., Tillitt, D.E., Bryan, J.L. and Annis, M.L., 2007.** Physical and hormonal examination of Missouri river shovelnose sturgeon reproductive stage: a reference guide. *Journal of Applied Ichthyology*, 23, 382–401.

**Wildhaber, M.L., Papoulias, D.M., DeLonay, A.J., Tillitt, D.E., Bryan, J.L., Annis, M.L. and Allert, J.A., 2005.** Gender identification of shovelnose sturgeon using ultrasonic and endoscopic imagery and the application of the method to the pallid sturgeon. *Journal of Fish Biology*, 67, 114–132.

## ÖZGEÇMİŞ

Kübra AK 28.07.1987 tarihinde Ordu' da doğdu. İlköğretimini Ordu İli'nde Gazi İlköğretim Okulu'nda, Ortaöğretimini Ordu Atatürk Lisesi'nde tamamladı.

2005 yılında başladığı lisans eğitimini 2009 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Rize Su Ürünleri Fakültesi'nde tamamladı. 2009 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda başladığı yüksek lisans öğrenimini 2013 yılında tamamladı. Aynı yıl başladığı Doktora öğrenimini Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda halen devam ettirmektedir.

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nde 2011 yılı itibariyle araştırma görevlisi olarak görev yapmaktadır. İngilizce bilmektedir.

### **Bilimsel Çalışmaları ve Yayınları;**

- 1- Ak, K. and Kurtoğlu İ.Z., 2017.** Determination of Probable Reproduction Season of Individually Tagged Siberian and Diamond Sturgeon Broodstock, Which are Newly Rised, Via Steroid Hormones, Haematological Changes and Ultrasound Imagery. Fresenius Enviromental Bulletin, Vol.26, pp.6166-6174.
- 2- Ak, K., ve Kurtoğlu İ.Z., 2016.** Sibiryaya (*Acipenser baerii*) ve Karaca (*A. gueldenstaedtii*) Mersin Balığı Türlerinin Cinsiyet ve Gonadal Gelişimin Belirlenmesi. 2. Ulusal Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Gamet Biyolojisi Çalıştayı (Özet Bildiri)/(Yayın No:3232683).
- 3- Doğu Karadeniz şartlarında Sibiryaya (*Acipenser baerii*) ve karaca (*Acipenser gueldenstaedtii*) mersin balıklarının gamet gelişimlerinin belirlenmesi.** BAP Hızlı Destek Projesi, 2015.53007.103.02.05, Araştırmacı, 2017.