

**GÜMÜŞ BALIĞI (*ATHERINA BOYERI*, RISSO 1810)'NİN
DENİZ VE İÇSU POPULASYONLARININ BÜYÜME
ÖZELLİKLERİ İLE SOLUNGAÇ VE BÖBREK
HİSTOLOJİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

**COMPARISON OF GILL AND KIDNEY MORPHOLOGY
AND GROWTH PROPERTIES OF SAND SMELT
(*ATHERINA BOYERI*, RISSO 1810) POPULATIONS FROM
SEA AND INLAND WATERS**

LALE GENÇOĞLU

PROF. DR. F. GÜLER EKMEKÇİ

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Biyoloji Anabilim Dalı için Öngördüğü

DOKTORA TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2017

Lale GENÇOĞLU'nun hazırladığı "Gümüş Balığı (*Atherina boyeri*, Risso 1810)'nın Deniz ve İçsu Populasyonlarının Büyüme Özellikleri ile Solungaç ve Böbrek Histolojilerinin Karşılaştırılması" adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

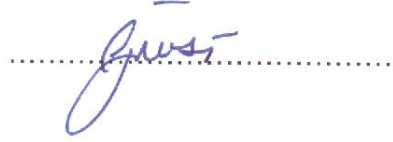
Prof. Dr. Füsun ERK'AKAN
Başkan



Prof. Dr. Fitnat Güler EKMEKÇİ
Danışman



Prof. Dr. Güldeniz SELMANOĞLU
Üye



Prof. Dr. Mehmet YILMAZ
Üye



Doç. Dr. Şerife Gülsün KIRANKAYA
Üye



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **DOKTORA TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

- Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.**

(Bu seçenekle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statusünün değiştirilmesini talep etmeniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirirse bile, tezinin arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir.)

- Tezimin/Raporumun 01/01/2020 tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.**

(Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı ve ya tamamının fotokopisi alınabilir)

- Tezimin/Raporumun tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum, ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.**

- Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi**

15 / 12 / 2017



LALE GENÇOĞLU

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

Beyan ederim.

15/12/2017



LALE GENÇOĞLU

ÖZET

GÜMÜŞ BALIĞI (*ATHERINA BOYERI*, RISSO 1810)'NİN DENİZ VE İÇSU POPULASYONLARININ BÜYÜME ÖZELLİKLERİ İLE SOLUNGAÇ VE BÖBREK HİSTOLOJİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

LALE GENÇOĞLU

Doktora, Biyoloji Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. F. Güler EKMEKÇİ

Aralık 2017, 119 sayfa

Gümüş balığı, *Atherina boyeri*, doğal olarak denizler ve lagün bölgelerinde yayılış gösteren örihalin bir türdür. Bu tür, balıkçılık amacıyla, resmi kuruluşların bilgisi olmadan doğal ve yapay tatlısu göllerine de taşınmış ve Türkiye’de, denizle bağlantısı bulunmayan pek çok göl ve rezervuarda son yıllarda gümüş balığı hızla yayılmıştır. Sunulan çalışmanın amacı, içsulardaki populasyonlarının büyüme açısından doğal populasyonları ile karşılaştırmak ve düşük tuzluluk koşullarında ozmoregülasyonda görev yapan organlar olan solungaç ve böbrek dokularındaki değişimi belirlemektir. Bu kapsamda, denizel populasyonlar Akdeniz, Karadeniz, Marmara ve Ege denizlerinden, lagün populasyonu Köyceğiz Gölü lagününden ve içsu populasyonları 2 rezervuardan; Hirfanlı ve Aslantaş baraj gölleri ile doğal göller olan; Eğirdir ve İznik göllerinden örneklenmiştir. Balıkların total boyu ve ağırlığının deniz populasyonlarında 21,25-142,96 mm ve 0,04-19,52 g, lagünde 27,93-97,03 mm ve 0,12-6,60 g, içsu populasyonlarında ise 23,87-115,65 mm ve 0,08-10,94 g

arasında değiştiği belirlenmiştir. Boy-ağırlık ilişkisindeki regresyon katsayısı b değerinde deniz ve içsu populasyonları arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır ($P>0,05$). Özellikle içsu ve acısu populasyonunda pozitif allometrik büyüme saptanmıştır ($b>3$). Büyüme hızının bir göstergesi olan, von Bertalanffy eşitliğindeki k değerinin gümüş balığının deniz populasyonlarında 0,16-0,55; içsu populasyonlarında 0,23-0,49 arasında değiştiği tespit edilmiş; lagün populasyonu olan Köyceğiz Gölü'nde ise k değeri 0,29 olarak hesaplanmıştır. Ortalama kondisyon faktörü deniz populasyonlarında 0,25-0,85, lagünde 0,31-1,02 ve içsularda 0,21-0,97 bulunmuştur. Gümüş balığı, büyüme özellikleri bakımından deniz ve içsularda benzer bir gelişim performansı sergilemektedir. Solungaçlardaki klorür hücre sayısı ve alanı ile böbreklerdeki glomerül sayısı ve çapı içsu örneklerinde belirgin şekilde daha fazladır. Solungaç ve böbreklerde gözlenen bu histolojik değişiklikler, gümüş balığının farklı tuzluluktaki ortamlara uyumunu kolaylaştırmaktadır. Ozmoregülasyona bağlı enerji tüketiminin arttığı bilinen içsu populasyonlarında, bireylerin büyüme performansında herhangi bir azalma görülmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Gümüş balığı, istilacı tür, büyüme, solungaç histolojisi, böbrek histolojisi

ABSTRACT

COMPARISON OF GILL AND KIDNEY MORPHOLOGY AND GROWTH PROPERTIES OF SAND SMELT (*ATHERINA BOYERI*, RISSO 1810) POPULATIONS FROM SEA AND INLAND WATERS

LALE GENÇOĞLU

Doctor of Philosophy, Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. F. Güler EKMEKÇİ

December 2017, 119 pages

The sand smelt, *Atherina boyeri* is a short-lived euryhaline fish inhabits mainly coastal and estuarine waters. It has also been illegally translocated into inland freshwater lakes and reservoirs for fisheries purpose. In Turkey, many freshwater reservoirs isolated from the sea have been rapidly invaded by *A. boyeri* especially during the last decades. The aim of the present study was to compare the growth performance and the histological differentiations in osmoregulatory organs such as gill and kidney that were related to the low salinity conditions of translocated inland water populations with natural marine populations of sand smelt. Marine populations of sand smelt were obtained from Mediterranean and Black Sea, Sea of Marmara, Aegean Sea and Lake Köyceğiz lagoon (Muğla). Translocated inland populations were obtained from two reservoirs; Aslantaş (Osmaniye) and

Hirfanlı Dam (Ankara), and two freshwater lakes; Eğirdir and İznik. The total length and the body weight were ranged between 21.25-142.96 mm and 0.04-19.52 g, in sea populations; 27.93-97.03 mm and 0.12-6.60 g, in the lagoon; 23.87-115.65 mm and 0.08-10.94 g, in the inland populations. The difference between the *b* value of sea and inland populations estimated from length-weight relationships were not significant. The growth of inland water and lagoon populations showed positive allometry. The *k* values of the von Bertalanffy equation were ranged between 0.16-0.55 in sea populations and 0.23-0.49 in the inland populations, whereas it was 0.29 in lagoon population. The mean value of condition factor ranged between 0.25-0.85, in marine populations; 0.31-1.02, in the lagoon; and 0.21-0.97 in inland populations. The results revealed that sand smelt exhibited similar growth performance in marine and inland waters. The number and size of the chloride cells in gills and glomeruli were considerably high in inland water samples. This change in chloride cells of both gills and kidneys may have facilitated the adaptation of sand smelt to different environments with changing salinity. Despite the fact that the energy budget changes with changing osmoregulation effort in inland water populations, growth performance seem to not be affected in this study.

Key Words: Sand smelt, invasive fish species, growth, gill histology, kidney histology

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince bana her konuda destek olan, bilimsel birikimini ve değerli katkılarını esirgemeyen, bu çalışmanın gerçekleşmesinde bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren, danışman hocam Prof. Dr. F. Güler EKMEKÇİ'ye;

Bu çalışmayı destekleyen projenin yürütücülüğünü üstlenen, doktora eğitimim süresince her zaman destek olup, bu çalışmanın gerçekleşmesinde büyük katkıları olan hocam Doç. Dr. Şerife Gülsün KIRANKAYA'ya;

Arazi çalışmaları başta olmak üzere, bu çalışmanın birçok aşamasında kıymetli destek ve yardımlarını esirgemeyen Dr. Baran YOĞURTÇUOĞLU'na;

Histolojik çalışmaların gerçekleştirilmesinde ve doku örneklerinin değerlendirilmesinde yardımlarını esirgemeyen Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi Histoloji-Embriyoloji Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Meryem ÇAM'a ve Yrd. Doç. Dr. Kayıhan Karaçor'a;

Değerli fikirleri ile bu çalışmaya katkıda bulunan, Tez İzleme Komitesi üyesi, Prof. Dr. Mehmet YILMAZ'a ve tez sürecinde sundukları değerli katkıları ile savunma jürisi üyeleri Prof. Dr. Güldeniz SELMANOĞLU ve Prof. Dr. Füsün ERK'AKAN'a;

Bu çalışmanın gerçekleşmesine altyapı imkanları ile destek olan Düzce Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü'ne;

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 114O809 numaralı proje ile desteklenmiş olup, sağlanan destek için TÜBİTAK'a ve TOVAG birimine;

İçtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca karşıma çıkacak zorluklarla baş edebilmeyi öğreten, her konuda bana güvenen ve destek veren, deneyimleri ile yol gösteren, başarılarımda en büyük paya sahip olan, eğitimimi tamamlayabilmem için sonsuz anlayış ve fedakarlık gösteren annem Fatma GENÇOĞLU'na, babam Haldun GENÇOĞLU'na, ve biricik kardeşim Ali Mert GENÇOĞLU'na sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Amaç ve Kapsam	2
1.2. Balıklarda Solungaç ve Böbrek Histolojisi	2
1.2.1. Solungaçlar ve Klorür Hücresi.....	3
1.2.2. Böbrekler	6
1.3. Gümüş Balığı (<i>Atherina boyeri</i>)	6
1.4. Çalışma Alanları	10
1.4.1. Karadeniz Kıyıları	11
1.4.2. Marmara Denizi Kıyıları	11
1.4.3. Ege Denizi Kıyıları	12
1.4.4. Akdeniz Kıyıları	13
1.4.5. Doğal Göller	14
1.4.5.1. İznik Gölü (Bursa).....	14
1.4.5.2. Eğirdir Gölü (Isparta)	15
1.4.6. Yapay Göller.....	16
1.4.6.1. Hirfanlı Baraj Gölü (Kırşehir)	16
1.4.6.2. Aslantaş Baraj Gölü (Osmaniye)	19
2. GEREÇ VE YÖNTEM.....	21

İÇİNDEKİLER

Sayfa

2.1. Balık Örneklerinin Sağlanması ve Arazi Çalışmaları	21
2.2. Balık Örneklerinin Büyüme Özelliklerinin Belirlenmesi İle İlgili Çalışmalar	23
2.3. Solungaç ve Böbrek Dokularının Histolojik Özelliklerinin Belirlenmesi İle İlgili Çalışmalar	25
3. BULGULAR	28
3.1. Çalışma Alanlarına İlişkin Bulgular	28
3.2. Gümüş Balığı Örneklerinin Metrik ve Meristik Özellikleri	30
3.3. Gümüş Balığının Biyolojik Özellikleri	31
3.3.1. Populasyon Yapısı	31
3.3.1.1. Yaş ve Eşey Dağılımı	31
3.3.1.2. Boy ve Ağırlık Dağılımı	33
3.3.2. Büyüme Özellikleri.....	37
3.3.3. Kondisyon Faktörü	47
3.3.4. Gümüş Balığının Solungaç ve Böbrek Dokularının Histolojik Özellikleri.....	49
4. TARTIŞMA	62
4.1. Suyun bazı fiziko-kimyasal parametreleri	63
4.2. Gümüş Balığı Örneklerinin Metrik ve Meristik Özellikleri	66
4.3. Gümüş Balığının Büyüme Özellikleri	66
4.4. Gümüş Balığı Solungaç ve Böbrek Dokularının Histolojik Özellikleri.....	74
KAYNAKLAR.....	80
ÖZGEÇMİŞ	117

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Arazi çalışmalarında gümüş balığının örneklendiği alanların coğrafi konumu ve örnekleme tarihleri	22
Çizelge 3.1. Örnekleme alanlarında suyun bazı fiziksel ve kimyasal parametreleri	29
Çizelge 3.2. Gümüş balığı örneklerinin diagnostik özellikleri	30
Çizelge 3.3. Farklı istasyonlardan alınan gümüş balığı örneklerinde eşey dağılımı	33
Çizelge 3.4. Gümüş balığı örneklerinin boy dağılımının istatistiksel olarak karşılaştırılması	35
Çizelge 3.5. Gümüş balığı örneklerinin ağırlık dağılımının istatistiksel olarak karşılaştırılması	35
Çizelge 3.6. Gümüş balığının deniz populasyonlarında en küçük (EK), en büyük (EB) ve ortalama (Ort) total boy değerlerinin yaşlara göre değişimi	38
Çizelge 3.7. Gümüş balığının lagün ve içsu populasyonlarında en küçük (EK), en büyük (EB) ve ortalama (Ort) total boy değerlerinin yaşlara göre değişimi	38
Çizelge 3.8. Gümüş balığı örneklerinin yaş gruplarına göre boy dağılımının istatistiksel olarak karşılaştırılması	39
Çizelge 3.9. Deniz, içsu ve lagünlardan alınan gümüş balığı örneklerinde oransal boy artışı.....	39
Çizelge 3.10. Gümüş balığının deniz populasyonlarında en küçük (EK), en büyük (EB) ve ortalama (Ort) ağırlık değerlerinin yaşlara göre değişimi	41
Çizelge 3.11. Gümüş balığının lagün ve içsu populasyonlarında en küçük (EK), en büyük (EB) ve ortalama (Ort) ağırlık değerlerinin yaşlara göre değişimi	41
Çizelge 3.12. Gümüş balığı örneklerinin yaş gruplarına göre boy dağılımının istatistiksel olarak karşılaştırılması	42
Çizelge 3.13. Deniz, içsu ve lagün alanlarından alınan gümüş balığı örneklerinde oransal ağırlık artışı.....	43

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.14. Deniz, içsu ve lagün ortamlarından alınan gümüş balığı örneklerinde Boy-Ağırlık regresyon ilişkisi parametreleri	44
Çizelge 3.15. Gümüş balığı örneklerinin von Bertalanffy büyüme eşitliği parametreleri ve ϕ değerleri	45
Çizelge 3.16. Deniz, içsu ve lagün ortamlarından alınan gümüş balığı örneklerinde Çatal Boy-Total Boy, Standart Boy-Total Boy ve Standart Boy-Çatal Boy ilişkileri	46
Çizelge 3.17. Gümüş balığının deniz, içsu ve lagün populasyonlarında kondisyon faktörü değerleri	48
Çizelge 3.18. Gümüş balığı örneklerinin kondisyon faktörü farklarının istatistiksel olarak karşılaştırılması	49
Çizelge 3.19. Gümüş balığının örneklediği istasyonlardan incelenen solungaç dokularındaki klorür hücre sayıları ve boyutları ile böbrek dokularındaki glomerül sayıları ve boyutları	51
Çizelge 4.1. Gümüş balığı populasyonlarında tespit edilen büyüme parametrelerinin karşılaştırılması	71

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Kemikli balıklarda solungaç yapısı	3
Şekil 1.2. <i>Fundulus heteroclitus</i> 'da klorür hücrelerinin şematik yapısı.....	5
Şekil 1.3. Gümüş balığı (<i>Atherina boyeri</i>)	7
Şekil 1.4. Gümüş balığının doğal yayılış alanları.....	8
Şekil 1.5. Gümüş balığının Türkiye içsularındaki yayılışı.....	9
Şekil 1.6. Gümüş balığının örnekleme alanları	10
Şekil 1.7. Baraj gölünde 1964-70 yılları arasında bulunan balık türleri ve yüzde oranları	17
Şekil 1.8. Hirfanlı Baraj Gölü'nde avlak bölgelerinden tespit edilen su ürünleri ve yüzde oranları.....	18
Şekil 2.1. Solungaç dokusunun histolojik kesitinde klorür hücrelerinin sayımı örnekleri	26
Şekil 2.2. Gümüş balığında, Bursa (Marmara Denizi) örneklerinden böbrek kesiti	27
Şekil 3.1. Deniz, içsu ve lagün ortamlarından alınan gümüş balığı örneklerinde yaş dağılımı	31
Şekil 3.2. Farklı istasyonlardan alınan gümüş balığı örneklerinde yaş dağılımı	32
Şekil 3.3. Gümüş balığı örneklerinde boy dağılımı	34
Şekil 3.4. Gümüş balığı örneklerinde ağırlık dağılımı	36
Şekil 3.5. Deniz populasyonlarının solungaç preparatları.....	52
Şekil 3.6. İçsu populasyonlarının solungaç preparatları	53
Şekil 3.7. Köyceğiz Gölü solungaç preparatları	53
Şekil 3.8. Deniz, içsu ve lagün ortamlarında gümüş balığı solungaçlarında klorür hücre sayıları ve boyutlarının suyun elektriksel iletkenliğine bağlı olarak değişimi	55
Şekil 3.9. Deniz populasyonlarının böbrek kesiti örnekleri	57

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.10. İçsu populasyonlarının böbrek kesiti örnekleri	58
Şekil 3.11. Köyceğiz Gölü böbrek kesiti örnekleri.....	59
Şekil 3.12. Deniz, içsu ve lagün ortamlarında gümüş balığı böbreklerinde glomerül sayıları ve boyutlarının suyun elektriksel iletkenliğine bağlı olarak değişimi.....	60
Şekil 3.13. Deniz ve içsulardan örneklenen gümüş balığı bireylerinde total boy-glomerül sayısı ve total boy-glomerül çapı ilişkisi	61

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

μ	Mikro
$^{\circ}\text{C}$	Celcius Ölçeği
%	Yüzde
‰	Binde
ϕ	Fi
∞	Sonsuz
<	Küçük
>	Büyük
χ	Ki

Kısaltmalar

A	Ağırlık
a	Boy-ağırlık ilişkisini belirleyen eğrinin y eksenini kestiği nokta
b	Boy-ağırlık ilişkisini belirleyen eğrinin eğimi
ANOVA	Varyans analizi
B.G.	Baraj Gölü
cm	santimetre
ÇB	Çatal boy
ÇO	Çözünmüş oksijen
df	Serbestlik derecesi
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EB	En büyük değer
EC	Elektriksel iletkenlik
EK	En küçük değer
F	F istatistiği
g	gram
ha	hektar
IUCN	The International Union for Conservation of Nature (Uluslararası Doğayı Koruma Birliği)

k	Büyüme katsayısı
KF	Kondisyon faktörü
l	Litre
L	Boy
L_t	t yaşındaki boy
L_{t-1}	t-1 yaşındaki boy
L_∞	Asimptotik boy
LC	Least Concern (Az endişe verici/en az tehlikede olan)
Log	Logaritma
mg	miligram
mm	milimetre
ml	mililitre
N	Birey sayısı
OAA	Oransal Ağırlık Artışı
OBA	Oransal Boy Artışı
Ort	Ortalama
p	Anlamlılık düzeyi
pH	Hidrojen iyon konsantrasyonu
S	Siemens
SB	Standart boy
SS	Standart sapma
TB	Total boy
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
W	Vücut ağırlığı
W_t	t yaşındaki ağırlık
W_{t-1}	t-1 yaşındaki ağırlık

1. GİRİŞ

Günümüzde iklim değişimleri ve insan faaliyetlerinin etkileriyle baskı altında olan deniz ve içsu ekosistemleri hızla değişmektedir. Pek çok balık türü ya değişen koşullara uyum sağlayamayıp yok olmakta ya da besin, üretim, biyolojik mücadele ve stok takviyesi gibi amaçlarla bilinçli olarak veya hedef türlerle karışarak doğal yayılış alanları dışına taşınmaktadır. Yabancı türlerin yeni alanlara girmesi veya doğal olarak yayılış gösterdiği alanlar içerisinde yerlerinin değiştirilmesi, günümüzde sucul ekosistemlerde karşılaşılan en önemli ekolojik sorunlardan biridir. Canlıların doğal yayılma sürecini hızlandıran ya da bu sürecin bozulmasına yol açan insan faaliyetleri sonucunda taşınan türler, doğal yollarla girmesi mümkün olmayan alanlara taşınabilmekte ve doğal taşınma sürecine göre çok daha hızlı çoğalarak yerleşik popülasyonlar oluşturabilmektedir. Kültür balıkçılığı, rekreasyonel balıkçılık, biyolojik kontrol uygulamaları gibi faaliyetlerle, yayılış alanları dışına istemli veya istemsiz olarak taşınan türler biyolojik çeşitliliği ve sonradan girdiği alanların ekosistem yapılarını olumsuz etkileyebilmekte, uyum kabiliyeti yüksek yabancı türler yeni girdikleri ortamlarda istilacı özellikler gösterebilmektedir [1], [2].

Türkiye, üç farklı zoocoğrafik bölgenin kesişim noktasında bulunduğundan, diğer fauna ve flora elemanlarında olduğu gibi, içsu balık faunası açısından da zengin bir biyoçeşitliliğe ve yüksek bir endemizm oranına sahiptir. Hassas türler içeren zengin Türkiye içsu ihtiyofaunası için en önemli tehditlerden biri, içsu ortamlarına sonradan sokulan yabancı veya yeri değiştirilmiş (translocated) istilacı türlerdir [3]. Günümüzde, Türkiye içsularında yayılış gösteren yabancı veya yeri değiştirilmiş tür sayısının 33 civarında olduğu bildirilmiş olup, bunlar arasında en fazla dikkat çekenler *Pseudorasbora parva*, *Carassius gibelio*, *Atherina boyeri* ve *Gambusia holbrooki* türleridir [3]. Tipik bir örihalin tür olan gümüş balığının farklı tuzluluklara sahip sularda yaşayabildiği ve doğal yayılış alanı olan denizlerden beslenme ve üreme amacıyla körfez, lagün ve denizlerle bağlantılı acı veya az çok içsulu göllere girdiği bilinmektedir [4]. Türkiye denizlerinde, denizle bağlantısı olan lagünlerde ve akarsuların denizlere döküldüğü acısu sistemlerinde doğal olarak yayılış gösteren türlerden biri olan gümüş balığı (*Atherina boyeri*, Risso 1810)'nın denizlerle bağlantısı olmayan içsu sistemlerinde yayılış gösterdiği saptanmıştır. Özellikle son 30 yıllık süreçte, tamamen içsu özelliği gösteren içsulardaki yayılışı hızla genişleyen gümüş balığının, Türkiye

içsularında en geniş dağılıma sahip ‘taşınmış tür’ olduğu ve içsularında “istilacı” özellikler gösterdiği belirlenmiştir [3], [5], [6].

1.1. Amaç ve Kapsam

Türkiye’de doğal göller ve baraj gölleri balık biyoçeşitliliği açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, içsularında balıkçılık Anadolu halkı için önemli bir gelir ve besin kaynağıdır. İçsularında istilacı özellik gösterdiği bilinen gümüş balığı (*Atherina boyeri*), sonradan girdiği alanlarda zaman içerisinde baskın tür haline gelmekte ve alanın balık faunasını değiştirebilmektedir. Gümüş balığı, baskın tür haline geldiği alanlardan yoğun bir şekilde avlanmasıyla ihracat değeri kazanmış ekonomik öneme sahip bir tür haline gelmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2016 yılı verilerine göre Türkiye içsularından yakalanarak ticari pazara sunulan gümüş balığı miktarı 4.640 tondur [7]. Bu miktar tüm içsu balıkları üretiminde gümüş balığını dördüncü sıraya taşımaktadır [8]. Ekonomik açıdan yararlarının yanısıra, hem ekonomik hem de ekolojik zararları söz konusu olan bu denizel türün iç sularda kontrolsüz yayılışı ve popülasyon büyüklüğünün artışı üzerinde önemle durulması gerekmektedir. Sucul ekosistemler sadece balıkçılık açısından değil, biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilmesi açısından da dikkatle takip edilmesi gereken alanlardır.

Sunulan çalışmada içsularında istilacı özellik göstermesinin yanısıra ekonomik değere sahip olan gümüş balığının doğal yaşam ortamı olan denizel habitatlar ve hızla yayıldığı içsu habitatlarındaki büyüme özellikleri ile solungaç ve böbrek histolojilerinin karşılaştırmalı olarak belirlenmesi, böylece gümüş balığının farklı tuzluluk derecelerine uyum yeteneği ve başarısı yorumlanması amaçlanmıştır.

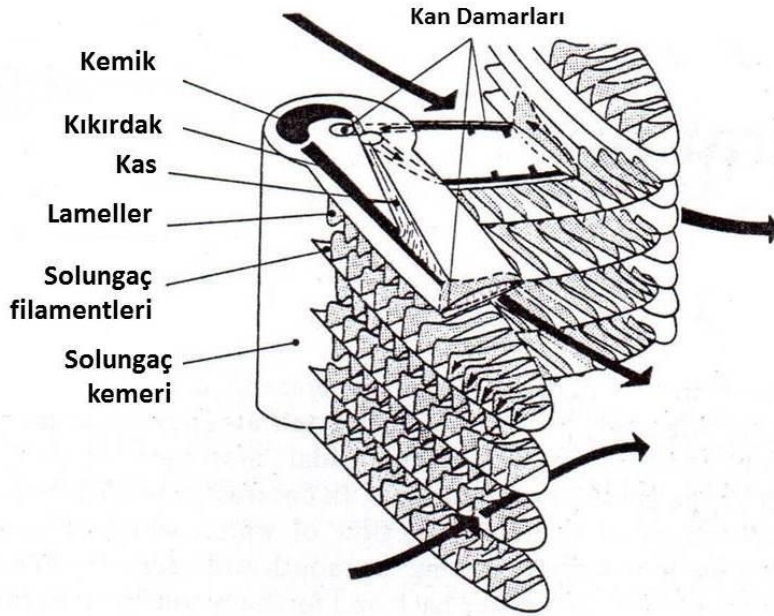
1.2. Balıklarda Solungaç ve Böbrek Histolojisi

Kemikli balıklarda solungaçlar, böbrekler ve bağırsaklar ozmoregülasyonda önemli rol oynayan yapılardır. Birbirinden tuzluluk ve iyon konsantrasyonu açısından farklı habitatlarda (deniz ve içsu gibi) bu organlar farklı fizyolojik ve histolojik özelliklere sahiptir. Hipo-ozmotik içsularında, balık vücuduna su girişi ve vücuttan su kaybı pasif olarak gerçekleşir, vücudun ozmotik dengesinin korunabilmesi için solungaç ve böbreklerden kaybedilen iyonların geri emilimi gerçekleştirilir. Tuzlu sularda (denizlerde) ise durum tam tersidir [9]–[11].

Balıklarda ozmoregülasyona dair çalışmalar solungaç ve böbrek dokuları üzerinde yoğunlaşmıştır [12]–[29].

1.2.1. Solungaçlar ve Klorür Hücresi

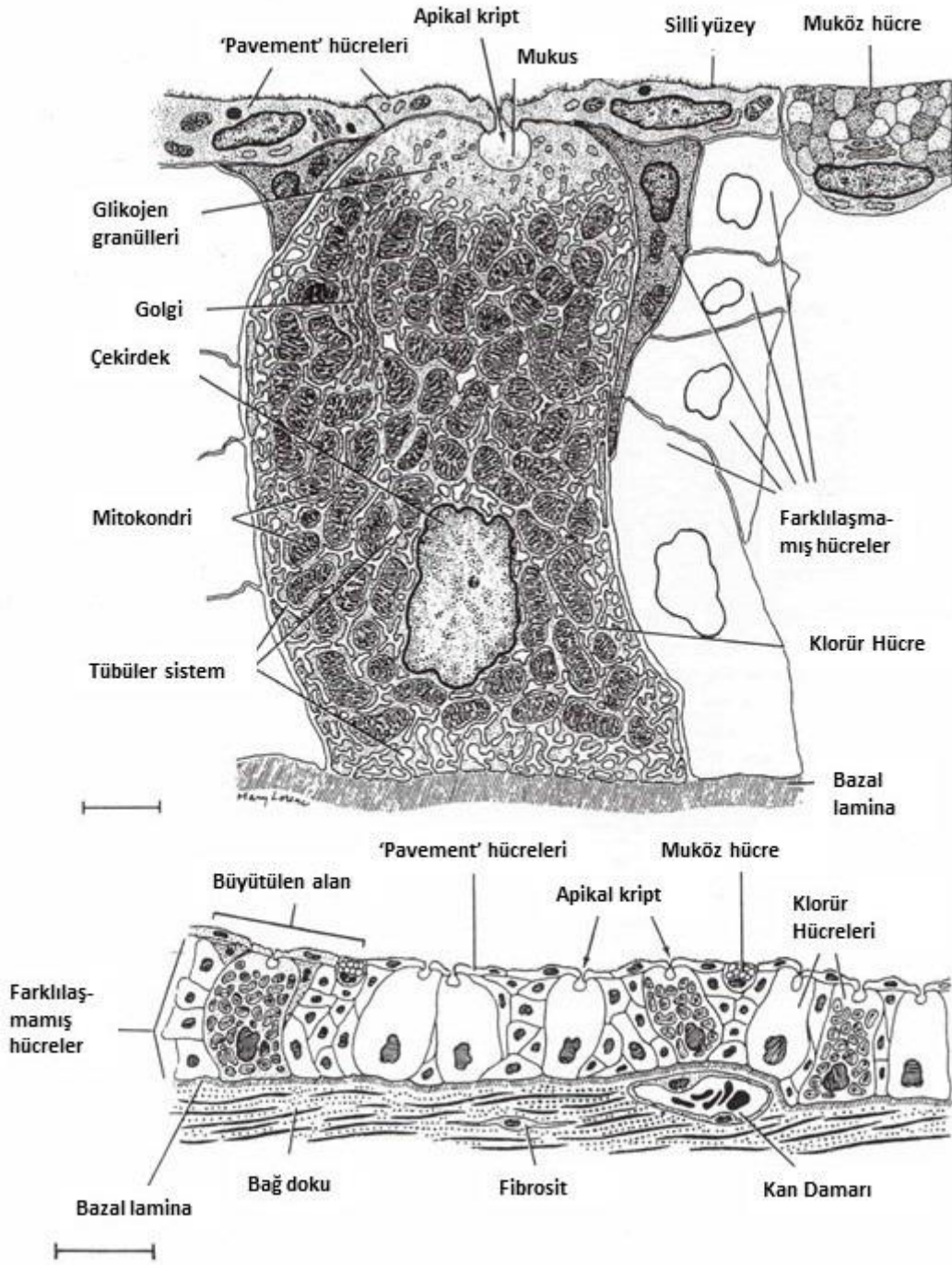
Balıkların solunum organları olan solungaçlar, balık vücudunda farinks bölgesinde, solungaç cebi olarak adlandırılan cepçikler içerisinde yer almaktadır. Kompleks bir damar sistemi ile beslenen, çeşitli epitel ve farklı hücre tipleri içeren solungaçlar, balıkların yaşayıp geliştikleri çevre ile olan etkileşimlerinde başlıca bölgeyi oluşturur. Neredeyse bütün balık türlerinde solungaçlar, gaz değişiminin yapıldığı ana organlardır [30]. Kemikli balıklarda solungaç yapısı Şekil 1.1’de verilmiştir.



Şekil 1.1. Kemikli balıklarda solungaç yapısı (Büyük oklar su akış yönünü, küçük oklar kan akış yönünü göstermektedir. Moyle and Cech'den Türkçe'ye çevrilmiştir [30]).

Kemikli balıklarda solungaçlar, temel işlevleri olan gaz değişiminin yanısıra, ozmoregülasyon, asit-baz dengesi, azotlu bileşiklerin salınımı ve tat alma mekanizmalarında rol oynar [9], [10]. Karnaky vd.'e göre balık vücudunda ozmoregülasyondan sorumlu birincil organ solungaçlar olup, tuzluluğu düşük ortamlarda sodyum ve klorür iyonlarının emilimini; tuzluluğu yüksek ortamlarda ise bu iyonların salınımını gerçekleştirirler [13].

Solungaç epiteli “pavement” hücreler, mukus hücreleri ve klorür hücreleri gibi çeşitli hücre tipleri ile birlikte tat tomurcukları ve farklılaşmamış destek hücrelerini barındırır [31]. Perry'e göre klorür hücreleri ilk defa Keys ve Wilmer (1932) tarafından “denizlere uyum sağlamış kemikli balıklarda klorür iyonunun salınımından sorumlu, mitokondri bakımından zengin hücreler” şeklinde tanımlanmıştır [32]. Klorür hücreleri (Şekil 1.2) diğer epitel hücrelerine göre daha büyük boyutlu, solungaç lamelinin yüzeyine yayılmış, çok sayıda mitokondri barındırır ve iyonların aktif taşınmasında rol alan hücrelerdir [31], [32]. Evans'a göre daha önce yapılan fizyolojik çalışmalarda klorür hücrelerinde Na-K ATPaz enzim aktivitesi gözlenmiştir [11]. Çok sayıda mitokondri barındırdıkları için klorür hücreleri aynı zamanda mitokondri zengin hücreler olarak da bilinir. Perry'e göre daha önce yapılan çalışmalarda klorür hücrelerinin deniz ve içsu balıklarında iyon dengesinin sağlanması için aktif iyon taşınımının yapıldığı birimler olduğu tespit edilmiştir [32]. Klorür hücreleri, özellikle geniş tuzluluk toleransı ile ilişkili fizyolojik ve biyokimyasal uyum mekanizmalarının araştırılmasında en önemli birimlerdir [10], [31], [32]. Gümüş balığı (*Atherina boyeri*) gibi örihalin türlerde en önemli ozmoregülasyon organı olan solungaçlarda bulunan klorür hücreleri, bu türlerin tuzlu sudan tatlı suya hızlı adaptasyonunda rol oynar [31].



Şekil 1.2. *Fundulus heteroclitus*'da klorür hücrelerinin şematik yapısı (Hoar and Randall'dan Türkçeye çevirilmiştir [31].)

Solungaçların morfolojik ve biyokimyasal özelliklerinin ele alındığı çeşitli çalışmalarda genellikle büyük vücutlu ve örihalin türlerin solungaç dokularının morfolojisi ve biyokimyası incelenmiştir [12]–[29], [33]–[35]. Yapılan literatür çalışmalarında gümüş balığının solungaç histolojisi ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır.

1.2.2. Böbrekler

Kemikli balıklarda böbrekler, vücudun dorsalinde uzun kahverengi-kırmızımsı renkte, vertebral kolon ile gaz kesesi arasında bir çift olarak uzanır. Kemikli balıklarda böbrek çok sayıda nefron içerir ve bir damar ağıyla sarılmıştır. Deniz ve içsularda yaşayan balık türlerinin böbrekleri, nefronları oluşturan yapısal birimler açısından birbirinden farklıdır. Nefronları oluşturan glomerüller böbreğin genellikle arka kısmında yoğunlaşmış olup, böbreğin ön kısmında ise tübüller ve kan damarları yoğunlaşmıştır [10].

Kemikli balıklarda böbrek vücuttan idrarın uzaklaştırılmasında, ozmoregülasyonda ve vücudun asit-baz dengesinin sağlanmasında görev alır. Tatlısularda yaşayan kemikli balıklarda böbrekler iyonların kaybını azaltmaya uyum sağlamıştır. Tübüller geçirgenlik az olup, iyonların geri emilimi için güçlü mekanizmalar gelişmiştir. Denizlerde yaşayan kemikli balıkların böbreklerinde ise, nefron yapısı daha basittir ve glomerüller, içsularda yaşayan veya örihalin türlerin aksine, dejenere olmuş veya tamamen yok olmuştur. Böbreklerden magnezyum ve sülfat gibi bivalent (çift değerlikli) iyonların salımı gerçekleştirilir. Gümüş balığı gibi örihalin türlerde ise türün yaşadığı habitat ile glomerüller gelişim arasında kuvvetli bir ilişki vardır. Tuzluluğu daha az olan habitatlarda yaşayan bireylerin, daha yoğun tuzluluğa sahip habitatlarda yaşayan bireylere göre daha büyük ve fazla sayıda glomerüllere sahip olduğu bildirilmiştir [36].

Balıklarda böbrek dokuları ile ilgili yapılmış çalışmalar; ozmotik stresin böbrek dokularına etkileri ve dokularda gözlenen değişimler [14], [15], [18]–[21], [25]–[28], [37]–[42] ile çeşitli ağır metallerin böbrek dokusu üzerindeki histopatolojik etkileri [33]–[35], [43]–[57] üzerine yoğunlaşmış olup, gümüş balığının böbrek dokusu üzerine yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır.

1.3. Gümüş Balığı (*Atherina boyeri*)

Gümüş balığı (*Atherina boyeri*, Şekil 1.3), Atherinidae familyası üyesi olup, familyanın tipik özelliklerini taşır. İnce uzun ve yanlardan hafif yassılaştırmış bir vücut şekline sahiptir. Yanal çizgi bulunmaz, pulları iri ve sikloid tiptedir. Yanaklar ve operküllerin üzeri pullarla örtülüdür. Baş uzunluğu ile vücut yüksekliği hemen hemen birbirine eşittir. Pektoral yüzgeçlerin serbest ucu, ventral yüzgeçlerin başlangıcına kadar uzanır. Hafif

şekilde yukarıya yönelmiş ağız büyük ve terminal konumludur. İki dorsal yüzgeci olup, birinci dorsal yüzgeçte 7 adet diken ışın bulunur. Göz çapı burun uzunluğundan daha büyük olup, göleri iridir. Baş uzunluğu, total vücut boyunun 5'te 1'i kadardır. Sırtı zeytin yeşili, yan taraflarının ise üst yarısı sarı-gri, alt yarısı gümüş beyazıdır [58]. IUCN kırmızı listede LC (Least Concern), "en az tehlikede olanlar" statüsünde değerlendirilmektedir [59].



Şekil 1.3. Gümüş balığı (*Atherina boyeri*) (Fotoğraf: Baran YOĞURTÇUOĞLU)

Türkiye'deki doğal yayılış alanı denizler ve lagünler olan gümüş balığının son yıllarda denizlerle bağlantısı olmayan içsularda hızla yayıldığı ve girdiği içsu ortamlarında başarılı ve yoğun popülasyonlar oluşturduğu bilinmektedir. Son yıllarda, Türkiye için önemli bir ihracat ürünü haline gelen bu denizel türün Türkiye içsularındaki miktarı ve avcılığı (6705 ton) denizlere göre (1472 ton) çok daha fazladır. Ayrıca içsularda yayılışının giderek artmasıyla, iç sulardan avlanan miktarı 2002'de 1733 ton iken, yıllar içerisinde artarak 2014 yılında 6471 tona yükselmiş olup, 2016 yılında içsulardan avlanan gümüş balığı miktarı 4640 tondur [7]. Gümüş balığı avcılığında 2014 yılından sonra kaydedilen azalma, balıkçıdan gümüş balığını satın alan firmaların alım miktarındaki azalmadan kaynaklanmaktadır (T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü-Erdal Üstündağ ile sözlü görüşme). Deniz avcılığında ıskartaya çıkarılarak değerlendirilmeyen ve hedef türler arasında olmayan gümüş balığı, Türkiye içsu balıkları üretiminde; sazan (*Cyprinus carpio*), inci kefali (*Alburnus tarichi*) ve gümüşü havuz balığından (*Carassius gibelio*) sonra 4. sırada gelmekte olup, içsulardan avlanan ekonomik değere sahip türlerin %14,3'ünü oluşturmaktadır [8].

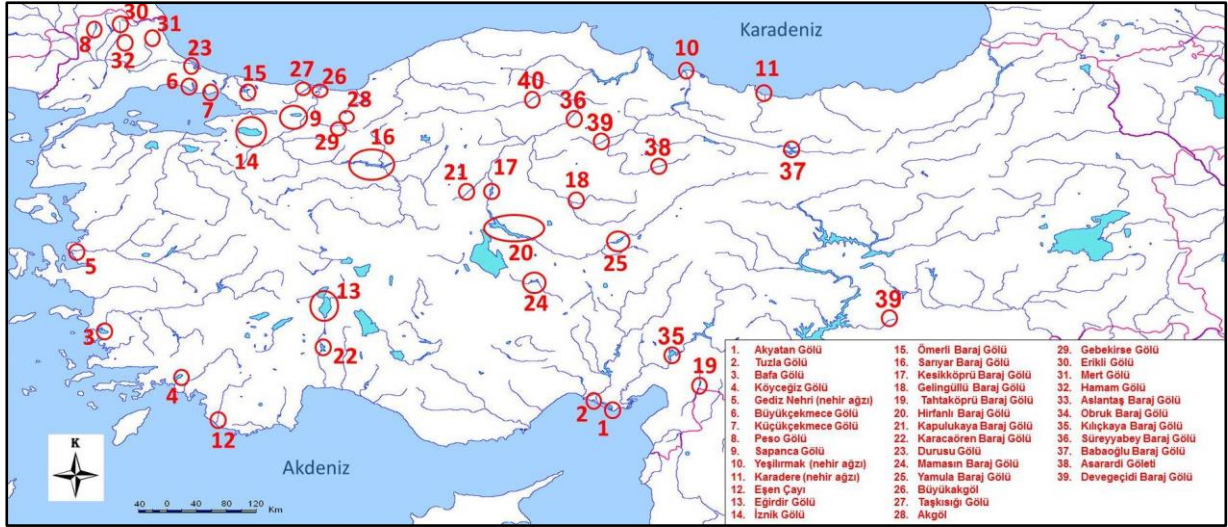
Gümüş balığı Kuzeydoğu Atlantik, Akdeniz, Ege Denizi, Karadeniz, Hazar Denizi ve Aral Denizi kıyı bölgelerinde doğal olarak yayılış gösterir [60], [61]. İngiltere'nin güney kıyı bölgesi ve Hollanda kıyılarında da izole gümüş balığı populasyonları olduğu bildirilmiştir [61] (Şekil 1.4).



Şekil 1.4. Gümüş balığının doğal yayılış alanları[61]

Gümüş balığı Türkiye'nin bütün kıyılarında, nehir ağızlarında ve nehirlerin mansap bölgelerinde doğal olarak yayılış göstermektedir. Son yıllarda Anadolu'nun farklı bölgelerinde yer alan birçok doğal ve yapay göle taşındığı ve başarılı populasyonlar oluşturduğu tespit edilmiştir [3].

Gümüş balığının Türkiye içsularındaki yayılışı Akyatan ve Tuzla Gölleri, Bafa Gölü, Köyceğiz Gölü, Gediz Nehri, Büyükçekmece ve Küçükçekmece Gölleri, Peso Gölü, Sapanca Gölü, Doğu Karadeniz'deki Yeşilirmak, Karadere gibi bazı akarsuların nehir ağızı bölgeleri ile Yuvarlakçay ve Eşen Çayı [60], [62], [63], Eğirdir Gölü [63], İznik Gölü, Ömerli Baraj Gölü [64], Sarıyar ve Kesikköprü Baraj Gölü [65], Gelingüllü Baraj Gölü [66], Tahtaköprü Baraj Gölü [67], Hirfanlı ve Kapulukaya Baraj Gölleri [63], Karacaören Baraj Gölü [68], Durusu Baraj Gölü [69], Mamasın ve Yamula Baraj Gölleri (Devlet Su İşleri (DSİ) yetkilileriyle yazılı görüşme, 2010), Büyükakgöl ve Taşkısığı Gölü, Akgöl ve Gebekirse Gölü, Erikli, Mert ve Hamam Gölleri [70], Sır ve Menzelet Baraj Gölleri, Aslantaş, Obruk, Kılıçkaya, Süreyyabey ve Babaoğlu Baraj Gölleri ve Asarardi Göleti [71] ile Devegeçidi Baraj Gölü'nü [72] kapsamaktadır. Gümüş balığının Türkiye içsularındaki yayılışı Şekil 1.5'te verilmiştir.



Şekil 1.5. Gümüş balığının Türkiye içsularındaki yayılışı (Ekmekçi vd.'den güncellenerek [3]).

Gümüş balığı kısa ömür uzunluğuna sahip bir türdür, literatürden elde edilen bilgiler, bu türün ömür uzunluğunun en fazla 4 yıl gibi kısa bir süreyi kapsadığını göstermektedir [6], [73]–[81]. Gümüş balığı bireyleri 1 yaşından önce eşeyssel olgunluğa erişmekte, yumurtlama bir seferde değil birkaç seferde gerçekleşmektedir [4], [6], [73], [74], [78], [80], [82]–[86]. Gümüş balığının beslenme özellikleri konusunda yapılan çalışmalarda, türün fırsatçı beslenme eğilimi gösterdiği ve trofik esnekliğinin yüksek olduğu bildirilmiş, temelde zooplankton olmak üzere bulunduğu alanda ve mevsimde bol olan besin kaynağına yöneldiği tespit edilmiştir [87]–[90]. İçsularda yapılan çalışmalarda gümüş balığının, hem kendi türüne ait hem de ortamda bulunan diğer türlere ait balık larvası ve yumurtası ile beslendiği; ayrıca kannibalizm gösterdiği de bildirilmektedir [90]–[92]. Gümüş balığının içsulardaki yaşam döngüsü özellikleri dikkate alındığında; bu denizel türün, tuzluluğu denizlere göre çok daha düşük olan içsu ortamlarında yoğun popülasyonlar oluşturması, kısa yaşam döngüsü, erken yaşta eşeyssel olgunluğa erişme, yumurtlamanın birkaç seferde gerçekleşmesi, fırsatçı beslenme davranışı gibi özellikleri sebebiyle içsularda istilacı karakterde olduğunun altı çizilmektedir [3].

Gümüş balığı ile ilgili dünya çapında yapılan çalışmalar türün biyolojisi ve özellikle Avrupa'daki nehir, lagün, deniz popülasyonları ile farklı *Atherina* türleri arasındaki morfolojik, biyolojik ve genetik farklar üzerinde yoğunlaşmıştır [73]–[75], [77], [82]–[84], [87], [89], [93]–[106] [79], [91], [107]–[111]. Gümüş balığı ile yapılan genetik çalışmalar,

özellikle Avrupa'daki nehir, lagün, deniz populasyonları ile farklı *Atherina* türleri arasındaki morfolojik, biyolojik ve genetik farklar üzerinde yoğunlaşmış olup, mtDNA analizleri sonucunda, deniz, lagün ve içsu populasyonları arasında genetik farklılaşma tespit edilmiştir [106], [110], [112].

Türkiye'de gümüş balığının farklı alanlardaki populasyonları bazı tez ve araştırma çalışmalarında ele alınmıştır. Söz konusu çalışmalar bu türün biyolojisi, ontogenisi, morfolojisi, göl ekosistemi ve balıkçılığa etkisi konuları üzerinde yoğunlaşmıştır [4], [6], [60], [63], [78], [80], [85], [86], [113], [114] [115].

1.4. Çalışma Alanları

Sunulan tez çalışmasında, gümüş balığı örneklemeleri için birbirinden coğrafi, iklimsel ve fiziksel açılarından farklı özellikler gösteren deniz, lagün ve içsu ortamları seçilmiştir. Bu kapsamda deniz populasyonlarının örneklenmesinde; Karadeniz örneklemeleri için batıda Akçakoca (Düzce) ve doğuda Giresun ili Merkez ilçesi kıyıları, Marmara Denizi örnekleme için Mudanya ve Gemlik (Bursa) kıyıları, doğu Akdeniz örneklemeleri için Yumurtalık Sahili (Adana) ile Ege Denizi örnekleme için kuzeyde Cunda (Alibey) Adası (Ayvalık/Balıkesir) kıyıları ve güneyde İztuzu sahili (Dalyan/Muğla) seçilmiştir. Lagün populasyonu örneği için gümüş balığının doğal yayılış alanı kapsamında olan Köyceğiz Gölü (Köyceğiz/Muğla) örnekleme alanı olarak belirlenmiştir. İçsu örneklerinin elde edilmesi için örnekleme alanı olarak, doğal göllerden İznik Gölü (Bursa) ve Eğirdir Gölü (Isparta), yapay rezervuarlardan Hirfanlı Baraj Gölü (Ankara), Aslantaş Baraj Gölü (Osmaniye) seçilmiştir (Şekil 1.6).



Şekil 1.6. Gümüş balığının örnekleme alanları

1.4.1. Karadeniz Kıyıları

Sunulan tez çalışması kapsamında, Karadeniz kıyılarında iki örnekleme alanı belirlenmiş olup, örnekleme alanlarının ilki Doğu Karadeniz bölgesinde bulunan Giresun ili Merkez ilçesi kıyılarıdır. Giresun, Karadeniz Bölgesinin doğusunda, Ordu ve Trabzon illerinin arasında yer alır. Alanda tipik yağışlı Karadeniz iklimi hakimdir.

Giresun ili kıyılarında avcılığı yapılan ekonomik öneme sahip balık türleri; hamsi, barbun, istavrit, kalkan, kefal, mezgıt, palamut, zargana ve lüfer olup, 2016 yılı deniz balıkları avcılığı toplam 31.463 tondur [116]. Giresun ili kıyılarındaki balık popülasyonlarına dair kısıtlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Ticari balık türlerinde ağır metal birikimi [117], [118], Giresun kıyılarından yakalanan istavrit ve hamsi balıklarında bulunan nematodlar [119], balıkçılıkta kullanılan av araçlarının teknik özellikleri [120] ve bölgede bulunan balıkçıların sosyo-ekonomik yapısı [121] alanda daha önce çalışılan konulardır. Alanda gümüş balığı ile ilgili yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır.

Sunulan tez çalışması kapsamında, Karadeniz kıyılarından belirlenen ikinci örnekleme alanı, Batı Karadeniz bölgesinde bulunan Düzce ili Akçakoca ilçesi kıyılarıdır. Akçakoca, Karadeniz kıyı şeridinde 35 km uzunluğunda kumsala sahip olup, alanda tipik Karadeniz iklimi hakimdir [122].

Akçakoca ilçesi kıyılarında avcılığı yapılan ekonomik öneme sahip balık türleri; kalkan, mezgıt, kefal, barbun, palamut, lüfer, istavrit ve hamsidir [123]. Akçakoca ilçesi kıyılarında yapılan çalışmalara dair literatür araştırmasında alanın balık faunasına ve gümüş balığına dair herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Akçakoca balıkçılarının sosyo-ekonomik yapısını inceleyen bir anket çalışması da yapılmıştır [124].

1.4.2. Marmara Denizi Kıyıları

Sunulan tez çalışması kapsamında Marmara Denizi kıyılarından gümüş balığı örnekleme alanları Bursa iline bağlı Mudanya ve Gemlik ilçeleri kıyılarından yapılmıştır.

Bursa ili kıyılarında yapılan çalışmalar incelendiğinde, Oğuz ve Bray tarafından yapılmış iki farklı çalışma tespit edilmiş olup, bu çalışmalarda alandaki bazı balık

türlerinde bulunan parazit türleri incelenmiştir [125], [126]. Bunların dışında alanın balık faunası veya su kalitesi ile ilgili herhangi bir literatür bilgisi elde edilememiştir.

1.4.3. Ege Denizi Kıyıları

Sunulan tez çalışması kapsamında, Ege Denizi kıyılarında iki örnekleme alanı belirlenmiş olup, örnekleme alanlarının ilki Balıkesir ilinin Ayvalık ilçesinde bulunan Cunda (Alibey) Adası kıyılarıdır.

Ayvalık, Balıkesir'in en batısında Ege Denizi kıyısında bulunan ilçesidir. İlçede Akdeniz iklimi hüküm sürer. Ege Bölgesi'nde yer alması nedeniyle kışları ılık ve yağışlı, yazları sıcak ve kuraktır. Devamlı hafif rüzgarlı günler mevcuttur. Ayvalık ilçesine bağlı irili ufaklı 22 kadar ada vardır. Bu adaların en büyüğü Alibey Adası ya da diğer ismi ile Cunda Adası olup, bir köprü ile Lale Adası'na oradan da ilçe merkezine bağlanmıştır.

Yörede turizmin ön planda olması sebebiyle, denize kıyısı olan diğer kentlerin aksine Ayvalık'ta balıkçılık faaliyetleri nispeten çok daha azdır. İlçenin tek balıkçı barınağı Cunda (Alibey) Adasında olup, yöredeki balıkçılık faaliyetleri burada yoğunlaşmıştır. Alanda papalina (*Sprattus sprattus*) başta olmak üzere, barbun (*Mullus barbatus*), tekir (*Mullus surmuletus*), mercan (*Pagellus erythrinus*) ve kalamar avcılığı yapılmaktadır [127]. Alanda turizmin ön planda olmasıyla, yapılmış çalışmalar da turizm ve tarih üzerine yoğunlaşmıştır. Alanda yapılmış az sayıdaki biyolojik çalışmalar; bazı balık türlerinde bulunan nematod türleri [128], kahverengi algler [129], Ostracoda türleri [130] ve *Artemia* türleri [131] konularındadır.

Sunulan tez çalışması kapsamında, Ege Denizi kıyılarından gümüş balığı örnekleme için tespit edilen ikinci örnekleme alanı ise, Güney Ege'de bulunan Muğla ilinin Dalyan ilçesi kıyılarındaki İztuzu Sahili'dir. Ayrıca Muğla ili Köyceğiz ilçesinde bulunan Köyceğiz Gölü de lagün özelliğindeki bir alan olması sebebiyle, gümüş balığının lagün popülasyonu örnekleme için seçilmiştir.

Deniz seviyesinden 1.38 m yüksekte olan Köyceğiz Gölü, 5400 ha'lık bir alana sahip olup, Alagöl ve Sülüngür Gölü'nü kapsayan 14 km uzunluğunda ve 150 ha alanındaki Dalyan kanal sistemi ile Ege Denizi'ne ulaşır. Dalyan Kanal sistemi ve deniz arasında ortalama genişliği 100 m olan yaklaşık 4–5 km'lik İztuzu kumsal bandı bulunmaktadır

[132], [133]. Köyceğiz Gölü, Dalyan kanal sistemi ve İztuzu kumsalını kapsayan bu alan Köyceğiz-Dalyan Havzası olarak da bilinmektedir. Köyceğiz-Dalyan Havzası genel olarak ana iklim gruplarından Akdeniz ikliminin etkisi altındadır [134].

Havzanın büyük bir bölümü ormanlarla ve tarım alanları ile kaplıdır. Göl ve kanal sistemi rekreasyonel amaçlar için kullanılmalarının yanı sıra, balıkçılık için de kullanılmaktadır. Dalyan Kanalı'nın Ege Denizi'ne ulaştığı bölgede bulunan İztuzu Sahili Türkiye'nin önemli kumsallarından biridir ve deniz kaplumbağalarının (*Caretta caretta*) yumurtalarını bıraktığı özel bir alandır.

Köyceğiz Gölü jeolojik yapısı bakımından iki havzaya bölünmüştür. Kuzeyde bulunan havza "Köyceğiz Havzası" ve güneyde bulunan "Sultaniye Havzası" olarak adlandırılmıştır. Namnam çayı, Yuvarlak çay, Hamitler kurutma kanalı, Kargıcak, Yangı dereleri Köyceğiz Gölü'nü beslemektedirler [132].

Köyceğiz-Dalyan Havzasında yapılan çalışmalar; alanın su kalitesi [134]–[138] [139]–[141], hidrolojisi ve hidrojeolojisi [142]–[144], sediman içeriği [145], [146], planktonik ve bentik organizmalar [147]–[149] ile diğer omurgasız canlılar [45], [150], [151] ve alanda yuvalayan deniz kaplumbağalarının biyolojik özellikleri [152]–[155], konuları üzerinde yoğunlaşmıştır. Karabıçak (1999) alanda bulunan kefal balıklarının büyüme özelliklerini incelemiştir [156]. Akın vd. Köyceğiz lagün ve acısu sisteminin balık faunasını belirlemiştir; alanda 25'i deniz, 12'si deniz-acısu kökenli, 3'ü içsu, 1'i katadrom ve 1'i acısu kökenli toplam 42 balık türü bulunduğu ve en yoğun bulunan türün *Tilapia* sp. olduğu tespit edilmiştir [157].

1.4.4. Akdeniz Kıyıları

Sunulan tez çalışması kapsamında Akdeniz kıyılarından gümüş balığı örneklemeleri Adana iline bağlı bulunan Yumurtalık ilçesi kıyılarından yapılmıştır.

Adana ilinin Akdeniz kıyısında bulunan Karataş ve Yumurtalık ilçelerinde balıkçılık ve deniz mahsülleri üretimi önemli yer tutar. Alanda tipik Akdeniz iklimi hakim olup, kışları ılık ve yağışlı, yazları ise sıcak ve kuraktır. Türkiye'nin önemli nehirlerinden olan Seyhan ve Ceyhan nehirleri ile Çukurova da Adana ili sınırları içerisinde yer almaktadır.

Adana ili kıyılarında yapılan çalışmalar alanda yoğun olarak bulunan doğal ve çiftlik balıklarının dokularında metal birikimi analizleri üzerinde yoğunlaşmıştır [44], [158]–[160]. İskenderun Körfezinde bulunan Rajiformes türlerinin alansal dağılımı [161] da alanda yapılmış çalışmalardır.

1.4.5. Doğal Göller

1.4.5.1. İznik Gölü (Bursa)

Sunulan tez çalışması kapsamında gümüş balığının içsu populasyonu örneklemeleri için belirlenen bir diğer alan; Marmara Bölgesi'nin güneydoğusunda, Bursa ili sınırları içerisinde bulunan İznik Gölü'dür.

İznik Gölü, yüzölçümüyle Türkiye'nin beşinci büyük gölüdür. Yüz ölçümü 308 km² kadar olup en derin yeri 65 m'dir. Uzunluğu 32 km, genişliği 10 km'dir. Gölün drenaj alanı da 936 km² ve en derin yeri 70 m olarak kabul edilmektedir [162].

Göl kıyılarının büyük bir kısmı kayalıktır. Geniş kamış örtüsüne rastlanmaktadır. İlbaharda erken tabakalaşmakta ve yüksek sıcaklıklarda tam bir sirkülasyon gözlenmektedir. Asit bağlama yeteneği ve pH derecesi biraz düşüktür. Vertikal yönde alınan plankton örnekleri mevsime bağlı olmayıp her zaman için zengindir. Dolayısıyla planktonca en zengin göller arasında yer alır [163]. Göl havzasında Marmara iklimi hakimdir. Gölün kuzey kesiminde çoğunlukla sebzeçilik ve zeytincilik, güneyinde ise dik yamaçlardan dolayı yoğun olarak zeytincilik yapılmaktadır [164]. Gölde balıkçılık ve avcılık yaygındır.

Özuluğ vd., İznik Gölü balık faunasını: *Alburnus alburnus*, *Alburnus chalcoides*, *Barbus tauricus escherichi*, *Capoeta tinca*, *Carassius gibelio*, *Cyprinus carpio*, *Leuciscus cephalus*, *Rutilus frisii*, *Rutilus rutilus*, *Vimba vimba*, *Tinca tinca*, *Cobitis vardarensis*, *Nemacheilus angorae*, *Silurus glanis*, *Atherina boyeri*, *Gambusia holbrooki*, *Gasterosteus aculeatus*, *Salaria fluviatilis* ve *Proterorhinus marmoratus* olmak üzere toplam 19 tür olarak bildirmiştir [64].

İznik Gölü'nde yapılmış çalışmalar; balık parazitleri [165], [166]; alanda bulunan alg toplulukları [162], [167]; alanın su kalitesi parametreleri [168], gümüş balığının bazı

biyolojik özellikleri [78], [80], [169]; alanın zooplankton faunası [170] konuları üzerine yoğunlaşmıştır.

1.4.5.2. Eğirdir Gölü (Isparta)

Sunulan tez çalışması kapsamında, gümüş balığının içsu populasyonu örneklemeleri için belirlenen alanlardan bir diğeri, Isparta ilinin Eğirdir, Gelendost, Yalvaç ve Senirkent ilçeleri sınırları içerisinde yer alan Eğirdir Gölü'dür.

Eğirdir Gölü, tektonik çöküntü gölü olup, Beyşehir Gölü'nden sonra Türkiye'nin en büyük ikinci doğal içsu gölüdür. Göller Bölgesi'nde yer alan ve kuzey-güney doğrultusunda uzanan göl, yaklaşık 46800 ha yüzey alanına sahip olup, ortalama derinlik 8-9 m'dir [171].

Eğirdir Gölü kuzey ve güney doğrultusunda iki havzaya ayrılmıştır. Kuzey havzaya Hoyran, güney havzaya ise Eğirdir bölgesi denmektedir. Bu alanlar Hoyran veya Kemer boğazı denilen dar bir boğazla birbirinden ayrılır. Hoyran bölgesi daha sığ olup, sazlık bölgeler havzada ve boğaz bölgesinde daha geniş alanları kapsar. Eğirdir Gölü'nün genel yapısı ile daha derin olan Eğirdir kesiminin oligotrofik, daha sığ ve tarım arazilerinin yoğun olduğu Hoyran Bölgesinin ise oligotrofik-mezotrofik düzeyde olduğu bilinmektedir. Göl dip yapısı su bitkilerince çok zengindir [172].

Eğirdir Gölü Balık faunası üzerine birçok çalışma yapılmıştır. İlk çalışma Pietschmann (1933), tarafından yapılmış, gölde 3 Cyprinidae türü tespit edilmiştir: *Acanthorutilus handlirschi* (*Pseudophoxinus fahrettini*), *Varicorhinus pestai* (*Capoeta pestai*), ve *Schizothorax prophyllax* (*C.pestai*). Kosswig and Geldiay (1952) gölün balık faunasını çalışmış ve gölde 10 türün (7 Cyprinidae türü, 2 Cobitidae türü, ve 1 Cyprinodontidae türü) varlığını tespit etmiştir. Göle 1955 yılında sudak (*Sander lucioperca*) aşılandığı ve gölün faunasının değişmeye başladığı bildirilmiştir [173]. Yeri değiştirilmiş (translocated) bir tür olan sudağın, Türkiye'nin ikinci büyük doğal içsu gölü faunasına dahil olması ve ardından gölün faunasının değiştiğinin rapor edilmesi; yeri değiştirilmiş türlerin doğal göllerde sebep olabileceği etkiler arasında birinci sıradadır. Küçük vd.'e göre, yine sudak gibi yeri değiştirilen türlerden olan, *Carassius gibelio* (1996 yılında) ve *Atherina boyeri* (2003 yılında) Eğirdir Gölü faunasına bilinmeyen yollarla dahil olmuştur. Gölün doğal balık faunasının özellikle yeri değiştirilmiş türlerin girişinden

sonra büyük oranda değiştiği ve gölde 10'u yerli 5'i yabancı, toplam 15 balık taksonu bulunduğu rapor edilmiştir. Gölün endemik türlerinden kavinne (*Pseudophoxinus fahrettini*)'nin neslinin tükendiği, Ereğli sazani (*Hemigrammocapoeta kemali*)'nin yok olduğu, Eğirdir otsazani (*Pseudophoxinus egridiri*) ve Eğirdir bıyıklısı (*Capoeta pestai*)'nin ise kritik düzeyde bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca, göle gümüş balığının girişinden sonra gölün doğal türlerinden olan *Aphanius anatolie*'nin populasyon yoğunluğunun gümüş balığı populasyon yoğunluğu ile paralel biçimde arttığı tespit edilmiş ve göle girişinden sonra gümüş balığının gölde baskın balık türü haline geldiği bildirilmiştir [173].

Yerli vd., gölün balık faunasının son durumunu bildirmiş ve 7 yerli, 6 yabancı tür olmak üzere toplam 13 balık türünün gölde varlığını belirlemiştir. Küçük vd.'nin bildirdiği 5 yabancı/yeri değiştirilmiş türün (*Sander lucioperca*, *Carassius gibelio*, *Knipowitchia caucasica*, *A. boyeri* ve *Gambusia affinis*) yanısıra alanda yabancı ve istilacı bir tür olan *Pseudorasbora parva*'nın varlığı rapor edilmiştir [174]. Yeri değiştirilmiş türlerden sonra göl balık faunasına bir de içsu ekosistemlerinde çok ciddi sorunlara sebep olduğu bilinen istilacı *P. parva*'nın dahil olması gölün doğal faunasının büyük tehdit altında olduğunu göz önüne sermektedir.

Balık faunası üzerine yapılan çalışmaların yanısıra Eğirdir Gölü'nde yapılan diğer çalışmalar; sudak balığının biyolojisi [175], [176] ve avcılığı [177], alanda bulunan kerevit populasyonu [178]–[181], alanın zooplankton faunası [182], gölün su kalitesi [46], [183], [184]; gölün limnolojisi [185] ve balık av araçları [186]–[192] konuları üzerine yoğunlaşmıştır.

1.4.6. Yapay Göller

1.4.6.1. Hirfanlı Baraj Gölü (Kırşehir)

Sunulan tez çalışması kapsamında, gümüş balığının içsu populasyonu örneklemeleri için; İç Anadolu Bölgesi'nde, Ankara'nın yaklaşık 90 km güneydoğusunda, Kızılırmak üzerinde bulunan Hirfanlı Baraj Gölü örnekleme alanı olarak belirlenmiştir.

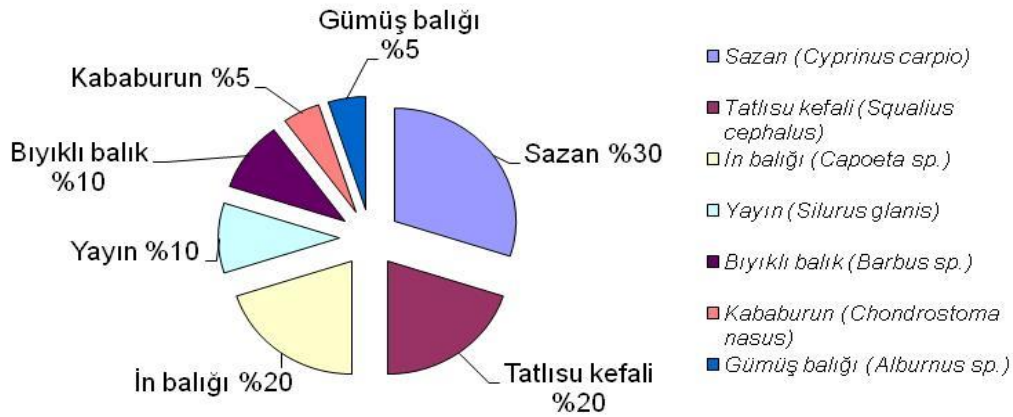
Hirfanlı Barajı; Kırşehir ilinin Kaman İlçesi, Hirfanlar Köyü'nde enerji ve taşkın koruma amacıyla inşa edilerek 1959 yılında hizmete girmiştir. Alanda kışları soğuk ve kar

yağışlı, yazları sıcak ve kurak geçen İç Anadolu karasal iklimi hakimdir. Yıllık ortalama sıcaklık 11,5 °C, yıllık yağış miktarı ise 400 mm civarındadır. Barajın bulunduğu yöre İç Anadolu Bölgesi'nin bozkır kuşağı içinde yer alır. Genellikle orman örtüsünden yoksun olup, hakim doğal bitki örtüsü bozkırdır [65].

Kızılırmak, genellikle jipsli arazilerden aktığından suları tuzlu ve acıdır. Ayrıca geçtiği illerin atık suları da nehre karışmaktadır. Hirfanlı Baraj Gölü'ne karışmadan önce Kılıçözü Deresi olarak bilinen, Kırşehir'in atık sularını da taşıyan Kırşehir Çayı'nı alır. Yağmur ve kar suları ile beslenen, ortalama debisi 184 m³/s olan Kızılırmak'ın rejimi düzensizdir. İlkbahar başlarında yükselmeye başlayan suları, ilkbahar sonunda en yüksek seviyeye ulaşır. Sıcak ve kurak geçen yaz aylarında buharlaşmanın artması ile azalan suları temmuzda en düşük seviyededir [65].

Hirfanlı Baraj Gölü'nün maksimum derinliği 69 m, ortalama göl alanı 218,81 km², ortalama göl hacmi 4.409,149 hm³ olarak verilmektedir [65].

Hirfanlı Baraj Gölü'nde 1964-1970 yılları arasında yapılan araştırmalara göre bulunan balık türleri ve oranları Şekil 1.7'de verilmiştir [193].

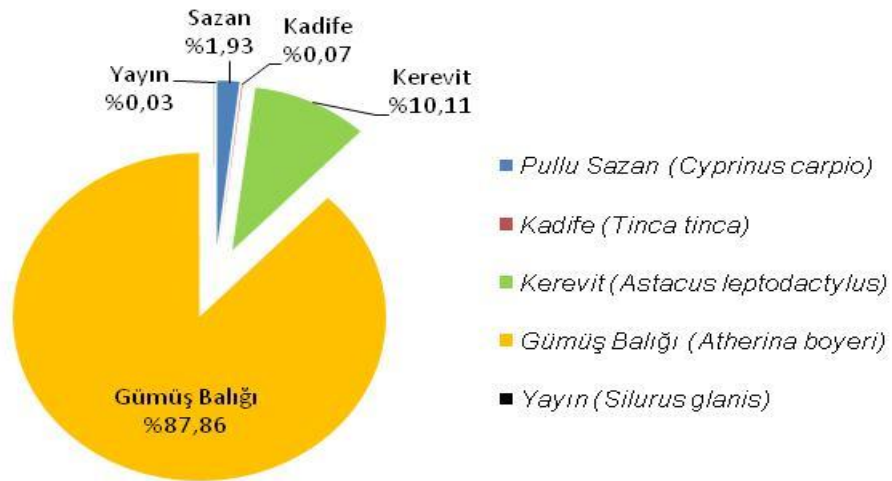


Şekil 1.7. Baraj gölünde 1964-70 yılları arasında bulunan balık türleri ve yüzde oranları [193]

Baraj gölünde, DSİ tarafından 1970 ve 1971 yıllarında sudak (*Sander lucioperca*) ile aşılama yapılmıştır. İçsu kereviti 1982 yılında ortama katılmış, ancak 1985 yılında görülen bir salgın hastalık sebebiyle populasyon çökmüştür. Kadife balığı (*Tinca tinca*) 1980 yılı sonrasında stoğa dahil olmuştur [65].

Erk'akan ve Akgül'ün Kızılırmak havzasında yaptığı stok inceleme çalışmasında baraj girişinde *Capoeta capoeta* (In balığı), *Sander lucioperca* (Sudak), *Barbus plebejus* (Bıyıklı balık) ve *Silurus glanis* (Yayın balığı) tespit edilmiştir [194].

DSİ tarafından 2004 ve 2005 yıllarında baraj gölünde sazan (*Cyprinus carpio*) aşılması yapılmıştır. İzleyen yıllarda baraj gölünde sudak popülasyonu tükenme derecesinde azalmış, kerevit yeniden görülmeye başlanmıştır. İç Anadolu'da balıkçılık potansiyeli açısından önemli alanlardan biri olan Hirfanlı Baraj Gölü'nde aşıl原因 sazan, sudak ve kerevitten sonra göle ne şekilde girdiği belli olmayan gümüş balığının hızla arttığı gözlenmiştir. DSİ'nin 2005 yılında Hirfanlı Baraj Gölü'nde yaptığı araştırmada avlak bölgelerinden tespit edilen su ürünleri ve yüzde oranları Şekil 1.8'de verilmiştir [65]. Sunulan çalışmanın konusu olan gümüş balığı (*Atherina boyeri*)'nin %87,86'lık oranla en yoğun tür olduğu görülmektedir.



Şekil 1.8. Hirfanlı Baraj Gölü'nde avlak bölgelerinden tespit edilen su ürünleri ve yüzde oranları [65]

Bu türlerin yanı sıra endemik bir dişli sazancık türü olan *Aphanius marassantensis* ve bir başka istilacı tür olan *Pseudorasbora parva*'nın da gölde bol miktarda bulunduğu saptanmıştır [195].

Hirfanlı Baraj Gölü'nde bugüne kadar birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar çoğunlukla balık popülasyonları üzerinde yoğunlaşmış olup; özellikle alanda doğal olarak yayılış gösteren yayın (*Silurus glanis*) popülasyonu ile ortama sonradan aşıl原因 olan sudak (*Sander lucioperca*) ve sazan (*Cyprinus carpio*)

populasyonlarının biyolojik özellikleri farklı dönemlerde birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir [196]–[209]. Hirfanlı Baraj Gölü'nde bulunan ve havzada doğal olarak yayılış gösteren bir diğer tür olan siraz balığı (*Capoeta capoeta sieboldi*)'nin beslenme özellikleri ise Yazıcıoğlu (2005) tarafından incelenmiştir [210]. Baraj gölüne sonradan katılan kadife balığı (*Tinca tinca*)nın biyolojik özelliklerine dair çok sayıda çalışma yapılmıştır [211]–[213]. Baraj gölündeki gümüş balığı populasyonunun büyüme ve üreme özellikleri [6] ile beslenme özellikleri [90] incelenmiştir. Baraj gölünde gümüş balığı ile aynı habitatı paylaşan balıklardan *Aphanius marassantensis*'in büyüme ve üreme özellikleri [214] ile istilacı bir tür olan *Pseudorasbora parva*'nın yaşam döngüsü özellikleri [195] belirlenmiştir. Ayrıca 2016 yılında IUCN kırmızı listesinde tehlikedeki (Endangered-EN) türler statüsünde yer alan *Garra kemali*'nin Hirfanlı Baraj Gölü'nde bulunduğu, *Pseudorasbora parva*, *Aphanius marassantensis* ve gümüş balığı ile aynı habitatı paylaştığı rapor edilmiştir [215].

Hirfanlı Baraj Gölü planktonik organizmaları ve kerevit populasyonu da çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir [216]–[220].

Hirfanlı Baraj Gölü'nde bulunan balık populasyonlarının biyolojisini konu alan çalışmaların yanı sıra limnolojik ve ekolojik bazı çalışmalar da yapılmıştır. Bu kapsamda DSİ tarafından "Hirfanlı Baraj Gölü Limnolojik Etüt Raporu" hazırlanmıştır [193]. İzleyen yıllarda yine DSİ tarafından Hirfanlı ve Kesikköprü Baraj Gölleri ve havzalarında kirlilik araştırması yapılmıştır [65]. Yıldız, Hirfanlı Barajı havzasında kuraklığın dönemsel ve alansal özelliklerini çalışmıştır [221].

1.4.6.2. Aslantaş Baraj Gölü (Osmaniye)

Sunulan tez çalışması kapsamında, gümüş balığının içsu populasyonları örneklemeleri için Ceyhan Nehri üzerinde Osmaniye ilinin sınırlarında bulunan Aslantaş Baraj Gölü örnekleme alanı olarak belirlenmiştir.

Aslantaş Baraj Gölü'nün işletmeye açılmasından sonra DSİ tarafından yapılan etüd çalışmasında baraj gölünde Sazan (%32), Yayın (%24) ve diğer türler (bıyıklı balık, in balığı, içsu kefali-%44) bulunduğu tespit edilmiştir [222]. DSİ, baraj gölünü balıklandırma programına almış ve pullu sazan (*Cyprinus carpio*) ile 1986-1987 ve 1990-1999 yılları arasında balıklandırmıştır. Baraj Gölü'nde pullu sazan dışında, yayın

(*Silurus glanis*), siraz (*Capoeta sp.*), bıyıklı balık (*Barbus sp.*), tatlısu kefali (*Squalius cephalus*) ve inci balığı (*Alburnus orontis*) gibi türler de bulunmaktadır [222], [223]. Gümüş balığının Aslantaş Baraj Gölü balık faunasına ne zaman ve ne şekilde girdiği hakkında literatürde herhangi bir bilgiye rastlanmamış olup, alandaki balıkçılardan alınan bilgilere göre, gümüş balığı 2000'li yılların başında Hirfanlı Baraj Gölü'nden balıkçılar tarafından illegal yollarla taşınmıştır.

Aslantaş Baraj Gölünde yapılmış çalışmalar tarandığında oldukça sınırlı sayıda çalışmaya erişilebilmiştir. Bu çalışmalar arasında, Aslantaş Baraj Gölü'nde yaşayan sazan (*Cyprinus carpio*)'ın büyüme ve bazı biyolojik özelliklerinin incelenmesi [224]; *Barbus rajanorum* türünün bazı biyolojik özelliklerinin incelenmesi [225]; *Capoeta barroisi* türünün büyüme performansının incelenmesi [226]; Aslantaş Baraj Gölü Zooplanktonu [223]; Aslantaş Baraj Gölü bentik faunası [227], Aslantaş Baraj Gölü Cladocera ve Copepoda faunası [228]; Aslantaş Baraj Gölü Rotifera kompozisyonu ve dikey dağılımı [229] bulunmaktadır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Balık Örneklerinin Sağlanması ve Arazi Çalışmaları

Balık örnekleri, arazi çalışmalarında profesyonel balıkçıların tekneleri, ağıları ve balık kepçeleri kullanılarak balıkçılar tarafından yakalanmıştır. Profesyonel balıkçıların kullanmakta olduğu en küçük 4 mm göz açıklığına sahip, farklı göz açıklıklarındaki ıgırıp ağlarından çıkan farklı boy gruplarındaki örnekler değerlendirmeye alınmıştır. Her bir arazi çalışmasında; bazı büyüme özelliklerinin belirlenmesi için en az 250 adet balık örneği alınmış ve %4 derişime sahip formaldehit çözeltisiyle fikse edilerek gerekli ölçümler için laboratuvara taşınmıştır. Histolojik çalışmalar için her alandan 10 adet örnek, yakalanır yakalanmaz disekte edilerek solungaç ve böbrek dokuları bouin solusyonunda (%75 Pikrik asit, %25 Formaldehit, %5 Glasiyal Asetik Asit) fikse edilmiş ve laboratuvara taşınmıştır.

Çalışma kapsamında gümüş balığı örneklerinin yakalandığı alanların koordinatları ve avlanma tarihleri Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Örnekleme yapılan alanlarda suyun fiziksel ve bazı kimyasal özelliklerinden sıcaklık (T), çözünmüş oksijen (DO), elektriksel iletkenlik (EC), tuzluluk ve pH değeri arazi çalışmaları sırasında, alanda ölçülmüştür. Gümüş balığı pelajik bir tür olduğundan, fiziko-kimyasal özelliklerinin ölçümü su yüzeyinin yaklaşık 20 cm altından yapılmıştır. Ölçümler için, saha tipi YSI ProPlus multiparametre su ölçüm cihazı kullanılarak, ölçümler su yüzeyinden alınmıştır. Sıcaklık santigrad derece (°C), elektriksel iletkenlik mikrosiemens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$), çözünmüş oksijen mg/l olarak ve $\pm 0,01$ hassasiyetle ölçülmüştür. pH ölçümü de 0,01 hassasiyette yapılmıştır.

Arazi çalışmalarında farklı alanlardan toplanan gümüş balığı örneklerinin, diğer *Atherina* türlerinden ayırdedilmesini sağlayan diagnostik özellikleri; Geldiay ve Balık ile Kottelat and Freyhof'un *A. boyeri* için tespit ettiği diagnostik özelliklerden yararlanılarak belirlenmiştir [58], [61].

Çizelge 2.1. Arazi çalışmalarında gümüş balığının örneklendiği alanların coğrafi konumu ve örnekleme tarihleri

Örnekleme Alanları	Konum	1. Örnekleme Tarihi	2. Örnekleme Tarihi	3. Örnekleme Tarihi	4. Örnekleme tarihi	Toplam Örnek Sayısı	
Deniz	Giresun Kıyıları (Karadeniz)	40° 54' 55,98" K 38° 25' 0,24" D	25.07.2015	03.10.2015	07.05.2016	27.06.2017	485
	Akçakoca Kıyıları (Karadeniz)	41° 04' 39,5" K 31° 04' 05,2" D	26.04.2015	03.05.2015	19.05.2016	-	373
	Bursa Kıyıları (Marmara Denizi)	40° 22' 46,39" K 28° 52' 10,83" D (Mudanya)	09.05.2015	-	-	-	291
		40° 47' 70,46" K 29° 08' 38,72" D (Gemlik)	-	23.06.2016	07.10.2016	-	
	Cunda Adası (Ege Denizi)	39° 20' 36,17" K 26° 41' 18,66" D	02.09.2015	9.04.2016	07.10.2016	-	378
	İztuzu Sahili (Ege Denizi)	36° 46' 49,1" K 28° 37' 55,3" D	09.06.2015	20.03.2016	22.06.2016	-	275
	Yumurtalık Sahili (Akdeniz)	36° 44' 46,2" K 35° 38' 06,3" D	16.05.2015	26.03.2016	02.09.2016	-	346
Lagün	Köyceğiz Gölü (Muğla)	36° 57' 25,6" K 28° 40' 24,8" D	9.06.2015	19.03.2016	22.06.2016	08.10.2016	355
İçsu	İznik Gölü	40° 22' 56,9" K 29° 34' 03,1" D	01.09.2015	8.04.2016	07.10.2016	-	290
	Eğirdir Gölü	37° 52' 53,84" K 30° 49' 13,13" D	22.05.2015	18.03.2016	-	-	464
	Hirfanlı Baraj Gölü	39° 09' 44,04" K 33° 38' 14,96" D	10.06.2015	11.05.2016	03.09.2016	21.10.2016	369
	Aslantaş Baraj Gölü	37° 22' 57,2" K 36° 16' 38,2" D	12.09.2015	25.03.2016	02.09.2016	-	409

2.2. Balık Örneklerinin Büyüme Özelliklerinin Belirlenmesi İle İlgili Çalışmalar

Büyüme analizleri için, arazi çalışmalarının hemen ardından fikse edilerek laboratuvara getirilen balık örneklerinin total boy, çatal boy ve standart boy ölçümleri 0,05 mm duyarlılığa sahip Yamayo marka IP54 model dijital kumpas ile yapılmıştır. Balık örneklerinin toplam ve iç organları alındıktan sonraki vücut ağırlığı 0,001 g duyarlılığa sahip terazi ile ölçülmüştür. Her bir populasyon için boy ve ağırlık frekansları ayrı ayrı hesaplanmış; deniz, içsu ve lagün ortamlarından elde edilen gümüş balığı örneklerinin boy ve ağırlık dağılımı ANOVA kullanılarak istatistiksel olarak test edilmiştir.

Örneklerin yaşlarının saptanması için sağlıklı sonuç vermesi ve uzun süre saklanabilmesi nedeniyle pullar ve otolitler kullanılmıştır [230]. Yaş tespiti amacıyla alınan pullar daha sonra preparat yapılmak üzere önceden etiketlenmiş pul zarflarına yerleştirilerek saklanmıştır. Pul örneklerinin preparasyonu laboratuvarında önce su ile yıkanarak, birkaç dakika %70'lik etil alkolde bekletildikten sonra, Lagler'e göre yapılmıştır [230]. Gümüş balığında, özellikle deniz populasyonlarında, pullardan yaş saptamada güçlüklerle karşılaşılması üzerine, yaş belirlemede otolitler de kullanılmıştır. Balık örneklerinden çıkarılan otolitler, %70'lik etil alkol çözeltisi ile temizlendikten sonra kurutularak eppendorf tüplerinde kuru olarak saklanmıştır. Pul preparatlarından ve otolitlerden yaşı belirlemek için Zeiss marka Stemi DV4 model stereomikroskop kullanılmış, otolitler %10'luk gliserin çözeltisi içinde stereomikroskop altında incelenmiştir. Pul ve otolitlerden yaş saptamada Bagliniere et Le Louarn ile Steinmetz and Müller'in kriterleri esas alınmıştır [231], [232].

Yaşların değerlendirilmesinde pul ve otolit okumalarının yanı sıra, boy frekans analizi de ele alınmıştır. Bunun için boy frekansı tepe değerlerinin değişiminden yaş çıkarımı yapılmasını sağlayan Tepe Değeri Dizi Analizi (Modal Progression Analysis) yöntemi iki aşamalı olarak uygulanmıştır. Öncelikle, Bhattacharya tarafından tanımlanan boy frekansına dayalı yöntemle, boy frekanslı örnekleme kümeleri veya yaş sınıflarını temsil ettiği varsayılan boy grupları belirlenmiştir [233]. Daha sonra normal dağılım gösteren boy-frekans örnekleme bileşenlerinin ayrıştırılması amacıyla NORMSEP yöntemi uygulanmıştır [234].

Total boy ve ağırlık ilişkisinin belirlenmesinde doğrusal regresyon modeli her bir populasyon için ayrı ayrı ele alınmıştır [235]. $W = aTB^b$ denkleminde ait parametreler logaritması alınan verilerle hesaplanmıştır. Buna göre elde edilen eşitlik: $\log W = \log a + b \log TB$; W =Balığın toplam vücut ağırlığı, TB =Balığın toplam boyu, a =log-log ilişkisine ait doğrunun kesim noktası ve b =regresyon katsayısı. Bununla birlikte toplam boy ve standart boy arasındaki ilişkiye ($TB = a + bSB$) ait parametrelerin belirlenmesinde de aynı şekilde logaritması alınan ölçüm ve tartımlar kullanılmıştır. İncelenen 11 populasyonun boy-ağırlık ilişkisine ait regresyon katsayısı b 'nin, izometrik büyümenin göstergesi olan 3 değerinden sapması Student's t -testi kullanılarak, istatistiksel olarak analiz edilmiştir [236]. Ayrıca, incelenen 6 deniz ve 4 içsu populasyonuna ait veriler kendi aralarında birleştirilerek, deniz ve içsu örnekleri için boy-ağırlık ilişkisi hesaplanmış, deniz ve içsu populasyonlarının regresyon katsayısı (b)'nin birbirinden farklı olup olmadığı Student's t -testi kullanılarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Balık örnekleri pullar ve otolitlerden saptanan yaşlara göre gruplara ayrılmış; boy ve ağırlıkça büyümenin ortaya konabilmesi için yaş-boy ve yaş-ağırlık, ilişkileri bilgisayar ortamında belirlenmiş; kondisyon faktörü değerleri hesaplanmıştır. Büyüme değerlendirilirken salt oransal boy ve oransal ağırlık ilişkileri, Chugunova'nın önerdiği $OBA = (L_t - L_{t-1} / L_{t-1})$ ve $OAA = (W_t - W_{t-1} / W_{t-1})$ eşitlikleri kullanılarak hesaplanmıştır [237]. Elde edilen veriler çizelge ve grafikler halinde düzenlenmiştir. Büyüme ilişkisinin matematiksel olarak modellenmesinde, von Bertalanffy eşitliği ($L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$) kullanılmıştır. Bu eşitlikte; L_t : (t) yasındaki balıkların ortalama boyunu (mm), L_∞ : Asimptotik boyunu (mm), k : Büyüme katsayısını (yıl⁻¹), t : Balığın yaşını, t_0 : Balığın yumurtadan çıkmadan önceki teorik yaşını ifade etmektedir [238]. von Bertalanffy eşitliği değerlerinin hesaplanmasında LFDA (Length Frequency Distribution Analysis) software programı kullanılmıştır [239]. Büyüme performans indeksi (ϕ) ise $\phi = \ln k + 2 \ln L_\infty$ eşitliği ile hesaplanmıştır [240]. Kondisyon faktörünün hesaplanmasında ise Lagler'in önerdiği $K = (W / L^3) \times 100$ eşitliği kullanılmıştır [230]. Deniz, içsu ve lagün ortamlarından alınan aynı yaş grubundaki bireylerin boy ve ağırlıkları ANOVA ile istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Balık örneklerinin eşeylerinin saptanması amacıyla diseksiyonu yapılmıştır. Gümüş balığının eşeysel olgunluğa ulaşmış bireylerinde tek gonad gelişir. Testisler beyaz renktedir, ovaryumlar ise siyah renkli periton epitelinde bulunur [78]. Bu durum

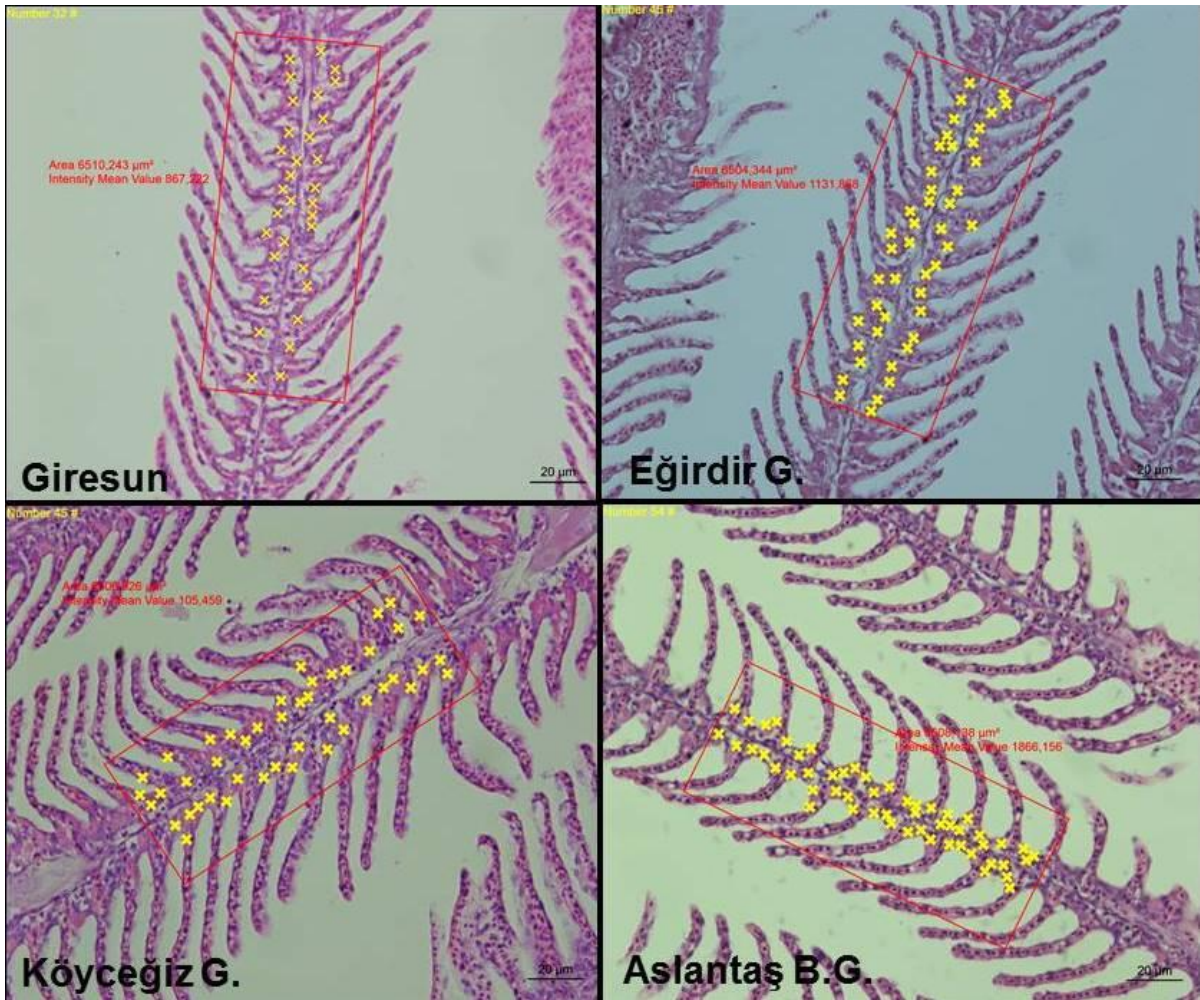
gümüş balığında eşey ayrımını kolaylaştırmaktadır. Yakalanan balıkların eşeyleri, gonadların makroskobik ve gerekli durumlarda mikroskobik olarak incelenmesi ile belirlenmiştir. Populasyon yapısının önemli bir bileşeni olan eşey oranları hesaplanarak, populasyonlar arasında eşey oranlarının ideal Mendel oranı 1:1'den sapması χ^2 (Khi-kare) testi ile istatistiksel olarak analiz edilmiştir [241].

2.3. Solungaç ve Böbrek Dokularının Histolojik Özelliklerinin Belirlenmesi İle İlgili Çalışmalar

Deniz, içsu ve lagün özelliğindeki 11 farklı örnekleme istasyonundan yakalanan gümüş balığı örneklerinden 10'ar bireyin solungaç ve böbrek dokuları taze olarak alanda çıkarılmış, tespit edilmek üzere Bouin solusyonuna (%75 Pikrik asit çözeltisi, %25 Formaldehit, %5 Glacial Asetik Asit) alınarak laboratuvara taşınmıştır. Tesbit edilen dokular uygun boyutlara getirilip kasetlenerek, daha sonra sırasıyla düşük dereceli alkolden yüksek dereceli alkole doğru (%70'lik alkol çözeltisi, %80'lik alkol çözeltisi, %90'lık alkol çözeltisi, %96'lık alkol çözeltisi) alkol çözeltilerinden geçirilip dokuların dehidrate olması sağlanmıştır. Alkolle dehidrate edilen dokuların şeffaflaşması için ksilende 30 dk bekletilmiş ve sonrasında dokular 75°C sıcaklıktaki etüvde sıvı parafin içine alınmıştır. Sıvı parafinde 60 dakika boyunca bekletilen dokular daha sonra parafine gömülerek bloklar haline getirilmiştir. Hazırlanan bloklardan mikrotomla 3-4 µm kalınlığında kesitler alınmış ve bu kesitler sıcak su havuzuna alınıp buradan düzgün bir şekilde lam üzerine alınması sağlanmış ve daha sonra bu lamlar 75 °C sıcaklıktaki etüvde 45 dakika bekletilerek hem doku dışındaki parafin eritilmiş hem de doku lam üzerine sabitlenmiştir. Lam üzerine sabitlenen doku örnekleri histolojik değerlendirme için Schreck and Moyle'un önerdiği şekilde, Hematoksilen & Eosin boyası ile boyanmıştır [242].

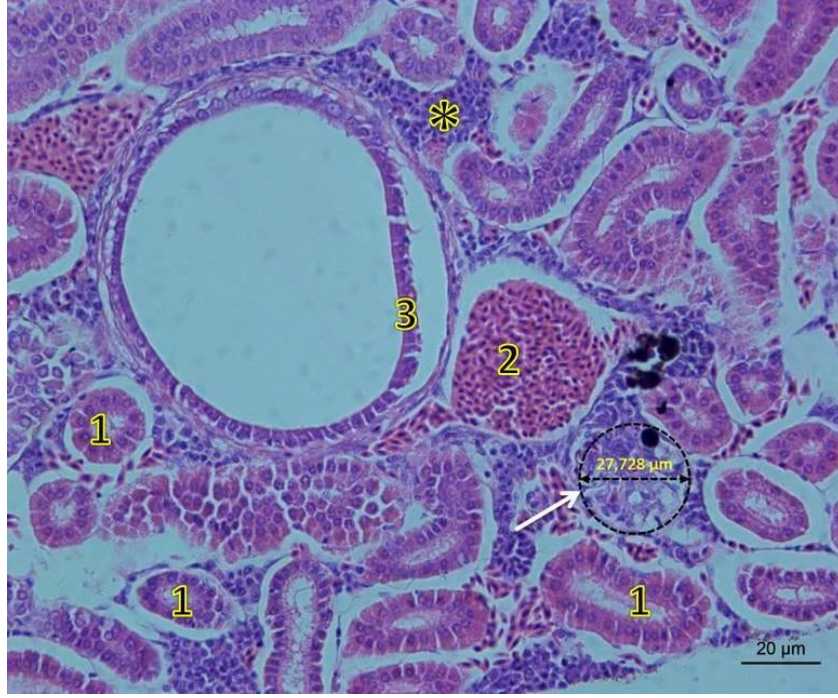
Kesitleri alınıp boyanan dokular, Olympus marka CX41 model binoküler mikroskopla incelenerek, mikroskop sistemine bağlı Zeiss marka AxioCam ICC5 model kamerayla fotoğraflanmıştır. Fotoğraflanarak dijital ortama aktarılan preparat görüntüleri üzerinde, Zeiss Zen 2 Lite software programı ile ölçüm ve sayım işlemleri yapılmıştır. Balıkların solungaç ve böbrek dokularının histolojik kesitlerinin incelenmesinde, hücrelerin teşhis edilmesi ve tanımlanmasında Genten et al. ve Takashima and Hibiya'nın balık histolojisi atlaslarından yararlanılmıştır [243], [244].

Solungaçlarda bulunan klorür hücrelerinin sayımı için; preparat fotoğraflarında klorür hücrelerinin net görülebildiği bölgeler üzerine, rastgele, 50x120 μm^2 alana sahip dikdörtgen yerleştirilerek belirlenen birim alan içerisinde kalan hücreler sayılmıştır (Şekil 2.1). Klorür hücre boyutlarının belirlenmesi için, 40X'lik objektif ile görüntülenen preparat alanında, sınırları en net görülen, rastgele 10 hücrenin alanı (μm^2) ölçülmüştür.



Şekil 2.1. Solungaç dokusunun histolojik kesitinde klorür hücrelerinin sayımı örnekleri (Hematoksilen & Eosin boyama)

Böbrek dokularının histolojik analizinde ise her bir balık örneğinin böbreğindeki glomerüller sayılmış, her bir glomerülün çapı ölçülmüş ve ortalamaları hesaplanmıştır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Gümüş balığında, Bursa (Marmara Denizi) örneklerinden böbrek kesiti (Hematoksilen & Eosin boyama, Glomerül okla gösterilmiş ve çapı ölçülmüştür, 1: proksimal tübül, 2: kandamarı ve kan doku, 3: toplama kanalı, *:hematopoyetik doku)

Balık örneklerinin solungaç dokularında yer alan klorür hücrelerinin sayı ve boyutları ile böbreklerinde bulunan glomerüllerin sayı ve boyutlarının; balığın yaşam ortamı olan suyun iyon içeriğinin bir göstergesi olan elektriksel iletkenlik ile ilişkisi korelasyon analizi ile istatistiksel olarak incelenmiştir. Korelasyon analizinin gerçekleştirilmesinde Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu'dan yararlanılmıştır [241]. Çalışma kapsamında gerek veri tabanlarının oluşturulması, gerekse matematiksel ve istatistiksel işlemlerin gerçekleştirilmesinde Microsoft-Excell 2016 bilgisayar programı kullanılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Çalışma Alanlarına İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında, gümüş balığının yaşam ortamı hakkında bilgi edinmek üzere, örnekleme yapılan alanlarda suyun fiziko-kimyasal parametrelerinden sıcaklık (T), çözünmüş oksijen (DO), elektriksel iletkenlik (EC), tuzluluk ve pH değerleri arazi çalışmaları sırasında, yerinde ölçülmüş; gümüş balığı pelajik bir tür olduğundan ölçümler su yüzeyinin yaklaşık 20 cm altından yapılmıştır. Suyun fiziko-kimyasal özelliklerine ilişkin bulgular Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çalışma süresince en düşük su sıcaklığı değerleri deniz ortamında Akçakoca kıyılarında 13,8°C, içsu ortamlarında Eğirdir Gölü’nde 15,5°C ölçülmüştür. Çalışma alanlarında ölçülen en yüksek su sıcaklığı değerleri ise Dalyan İztuzu Sahili’nde 33,3°C, içsulardan Aslantaş Baraj Gölü’nde 29,1°C’dir. Çalışma kapsamında örnekleme yapılan tek lagün sistemi Köyceğiz Gölü’nde sıcaklığın 15,5-31,1°C arasında değiştiği belirlenmiştir.

İncelenen fizikokimyasal özellikler arasında, çalışma alanlarına göre en büyük farklılık tuzluluk ve elektriksel iletkenlik (EC) parametrelerinde gözlenmiştir. Çalışma kapsamında örnekleme yapılan deniz ortamlarında tuzluluk ‰13,42 (Giresun) ile ‰41,65 (Cunda), EC ise 19.199 µS/cm ile 55.556 µS/cm (İztuzu) arasında değişmektedir. İçsu ortamlarında bu parametreler sırasıyla ‰0,14 (Eğirdir Gölü) ile ‰0,95 (Hirfanlı Baraj Gölü) ve 218 µS/cm (Eğirdir Gölü) ile 1861 µS/cm (Hirfanlı Baraj Gölü) olarak kaydedilmiştir. Köyceğiz Gölü’nde ise mevsimlere göre tuzluluk ‰0,87 ile ‰2,04, EC 1763 ile 4353 µS/cm arasında değişim göstermektedir.

Çalışma kapsamında gümüş balığı örneklerinin elde edildiği alanlarda yüzey suyunda çözünmüş oksijenin 3,19 mg/l (Aslantaş Baraj Gölü) ile 15,38 mg/l (İznic Gölü) arasında değiştiği belirlenmiştir. Çalışma alanlarında ölçülen pH değerlerinin 7,71 (Hirfanlı Baraj Gölü) ile 9,58 (İznic Gölü) aralığında değiştiği saptanmıştır.

Çizelge 3.1. Örnekleme alanlarında suyun bazı fiziksel ve kimyasal parametreleri

Örnekleme Alanları		T (°C) Ort ± SS (EK-EB)	EC (25 °C, µS/cm) Ort ± SS (EK-EB)	Tuzluluk (‰) Ort ± SS (EK-EB)	DO (mg/l) Ort ± SS (EK-EB)	pH Ort ± SS (EK-EB)
Deniz	Akçakoca Kıyıları (Düzce) (Karadeniz)	19,60 ± 0,99 (18,9-20,3)	25167 ± 950 (24495-25838)	17,55 ± 0,16 (17,43-17,66)	8,25 ± 3,17 (6,01-10,49)	8,31 ± 0,25 (8,13-8,48)
	Giresun Kıyıları (Karadeniz)	20,50 ± 5,23 (16,2-27,1)	26282 ± 2158 (23245-28176)	16,15 ± 2,52 (13,42-18,38)	7,31 ± 2,44 (5,13-9,95)	8,32 ± 0,28 (8,11-8,64)
	Mudanya-Gemlik (Bursa) (Marmara Denizi)	19,90 ± 4,92 (14,4-23,9)	34725 ± 10981 (22433-43566)	23,40 ± 5,48 (17,39-28,12)	8,87 ± 2,13 (7,48-11,32)	8,64 ± 0,21 (8,50-8,88)
	Cunda Adası (Ayvalık/Balıkesir) (Ege Denizi)	22,33 ± 3,44 (18,4-24,8)	55415 ± 11431 (44757-67488)	39,13 ± 8,43 (29,73-66,01)	6,72 ± 2,22 (4,57-9,00)	8,29 ± 0,22 (8,05-8,48)
	İztuzu Sahili (Dalyan/Muğla) (Ege Denizi)	25,57 ± 9,13 (15,5-33,3)	38752 ± 18333 (19199-55556)	24,75 ± 6,39 (18,24-31,01)	7,26 ± 1,88 (5,79-9,38)	8,63 ± 0,31 (8,40-8,98)
	Yumurtalık Sahili (Adana) (Akdeniz)	25,57 ± 5,76 (20,0-31,5)	50478 ± 4830 (45140-54546)	33,36 ± 5,85 (29,10-40,03)	6,33 ± 2,88 (3,62-9,35)	8,25 ± 0,07 (8,17-8,30)
Lagün	Köyceğiz Gölü	24,60 ± 6,55 (15,5-31,1)	3096 ± 2089 (1763-6347)	1,46 ± 1,08 (0,87-3,41)	7,67 ± 1,25 (6,64-9,06)	9,00 ± 0,14 (8,86-9,14)
İçsu	İznik Gölü	22,17 ± 4,42 (18,0-26,8)	940 ± 170 (791-1125)	0,48 ± 0,10 (0,37-0,56)	10,95 ± 3,99 (7,65-15,38)	9,34 ± 0,33 (8,97-9,58)
	Eğirdir Gölü	14,75 ± 4,60 (11,5-18,0)	235 ± 26 (218-254)	0,14 (0,14-0,14)	9,39 ± 1,52 (8,31-10,46)	9,02 ± 0,02 (9,00-9,03)
	Hirfanlı Baraj Gölü	19,93 ± 4,12 (16,3-24,9)	1551 ± 320 (1156-1861)	0,83 ± 0,15 (0,61-0,95)	8,72 ± 3,24 (5,14-13,00)	8,47 ± 0,53 (7,71-8,85)
	Aslantaş Baraj Gölü	22,40 ± 9,48 (15,7-29,1)	370 ± 10 (363-377)	0,19 ± 0,04 (0,16-0,22)	7,39 ± 5,94 (3,19-11,59)	8,22 ± 0,59 (7,80-8,64)

3.2. Gümüş Balığı Örneklerinin Metrik ve Meristik Özellikleri

Arazi çalışmalarında farklı alanlardan toplanan gümüş balığı örneklerinin, diğer *Atherina* türlerinden ayırılmasını sağlayan diagnostik özellikleri belirlenmiştir. Kottelat ve Freyhof ile Geldiay ve Balık'ın *A. boyeri* için tespit ettiği diagnostik özelliklerle karşılaştırmalı olarak Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Gümüş balığı örneklerinin diagnostik özellikleri (D₁: 1. Dorsal yüzgeçteki ışın sayısı, D₂: 2. dorsal yüzgeçte bulunan ışın sayısı, A: Anal yüzgeçte bulunan ışın sayısı, P: Pektoral yüzgeçte bulunan ışın sayısı, V: Ventral yüzgeçte bulunan ışın sayısı, Squ. Lateral: Enine pul sayısı)

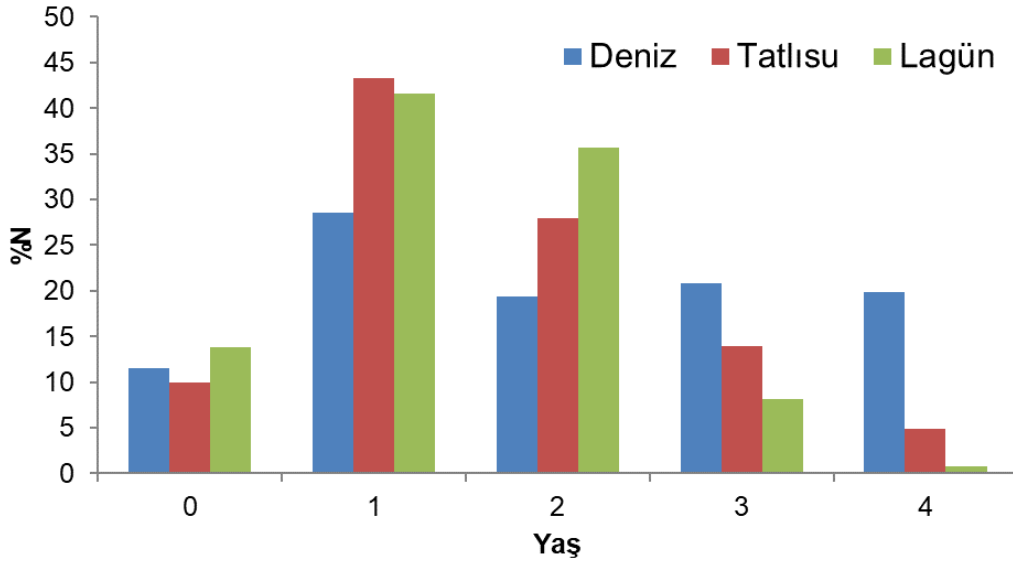
Örnekleme Alanı	D ₁	D ₂	A	P	V	Squ. Lateral	Solungaç Dikeni Sayısı
Akçakoca (Karadeniz)	VII	II 10	II 11	II 14	I 15	44	25
Giresun (Karadeniz)	VII	II 12	II 13	II 14	I 15	49	26
Bursa (Marmara Denizi)	VII	II 10	II 13	II 14	I 15	46-49	25-26
Cunda (Ege Denizi)	VII	II 12	II 11	II 13	I 15	46	26
İztuzu (Ege Denizi)	VII	II 12	II 13	II 13	I 15	44	25
Yumurtalık (Akdeniz)	VII	II 11	II 13	II 14	I 15	44	25
Köyceğiz Gölü	VII	II 11	II 13	II 13	I 15	44	25
İznik Gölü	VII	II 12	II 11	II 13	I 15	49	26
Eğirdir Gölü	VII	II 12	II 12	II 13	I 15	46	26
Hirfanlı Baraj Gölü	VII	II 10	II 11	II 14	I 15	46	26
Aslantaş Baraj Gölü	VII	II 12	II 12	II 13	I 15	47	27
Geldiay&Balık [58]	VII	II 9-12	II 11-13	II 13-14	I 15	44-51	25-33
Kottelat&Freyhof[61]	-	-	13-15	-	-	39-49	23-31

3.3. Gümüş Balığının Biyolojik Özellikleri

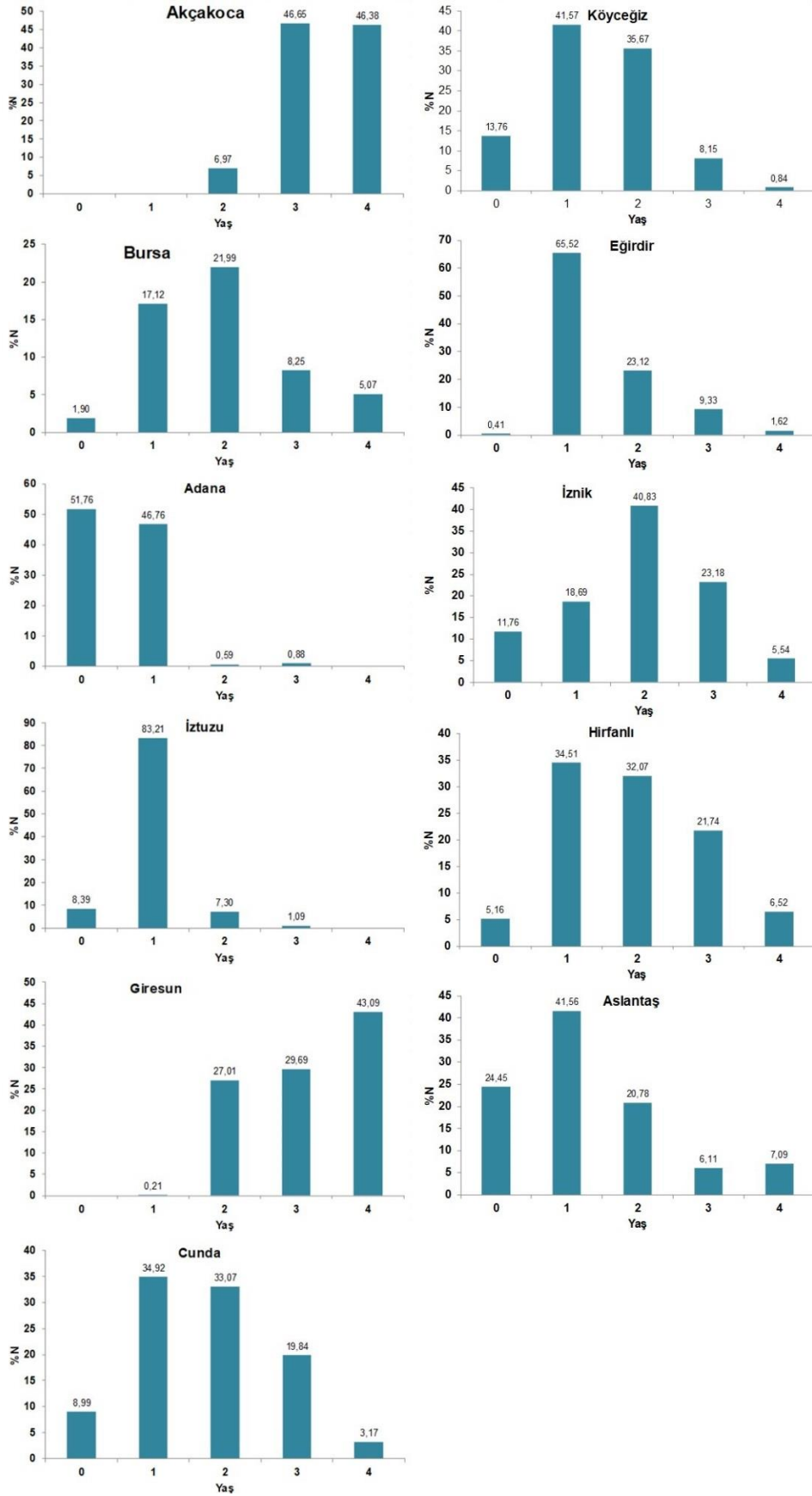
3.3.1. Populasyon Yapısı

3.3.1.1. Yaş ve Eşey Dağılımı

Gümüş balığı bireylerinden alınan pul ve otolitlerin incelenmesi ile elde edilen yaş bulgularının Bhattacharya yöntemi ile doğrulaması yapılarak, toplam 4022 bireyin yaşları belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucu, gümüş balığı örneklerinin yaşlarının 0 ile 4 arasında değiştiği saptanmıştır (Şekil 3.1). Deniz populasyonlarından Karadeniz (Giresun ve Akçakoca) örneklerinde 0 yaş grubu, Akdeniz (Yumurtalık Sahili) ve güney Ege Denizi (İztuzu Sahili) populasyonlarında ise 4 yaş grubu bireye rastlanamamıştır (Şekil 3.2). İçsu populasyonlarında tüm istasyonlarda ve lagün ortamı olan Köyceğiz Gölü populasyonlarında örneklerin yaşı 0-4 arasında değişmektedir (Şekil 3.2). Örnekleme yapılan istasyonlar ayrı ayrı ele alındığında baskın yaş grubu değişkenlik gösterirken, deniz-içsu ve lagün populasyonları bir arada incelendiğinde her üç ortamda da 1 ve 2 yaş gruplarının ağırlıklı olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 3.1. Deniz, içsu ve lagün ortamlarından alınan gümüş balığı örneklerinde yaş dağılımı



Şekil 3.2. Farklı istasyonlardan alınan gümüş balığı örneklerinde yaş dağılımı

Çalışma kapsamında 3892 örneğin eşeyi belirlenebilmiş; bu bireylerin 2026 (%52,1)'sinin dişi, 1682 (%43,2)'sinin erkek olduğu saptanmıştır. Eşeylerinin belirlenmesi amacıyla disekte edilen gümüş balığı örneklerinin 184 (%4,7)'ünün eşeyssel olgunluğa erişmemiş genç bireyler olduğu tespit edilmiştir. İncelenen popülasyonlarda, Marmara Denizi (Bursa), kuzey Ege Denizi (Cunda Adası) ve İznik Gölü dışında, nisbeten dişilerin baskın olduğu gözlenmiştir. Erkek:Dişi (E:D) eşey oranının, ideal Mendel oranı olan 1:1'den sapmasının Giresun, İztuzu, Yumurtalık, İznik Gölü ve Eğirdir Gölü istasyonlarında önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Farklı istasyonlardan alınan gümüş balığı örneklerinde eşey dağılımı

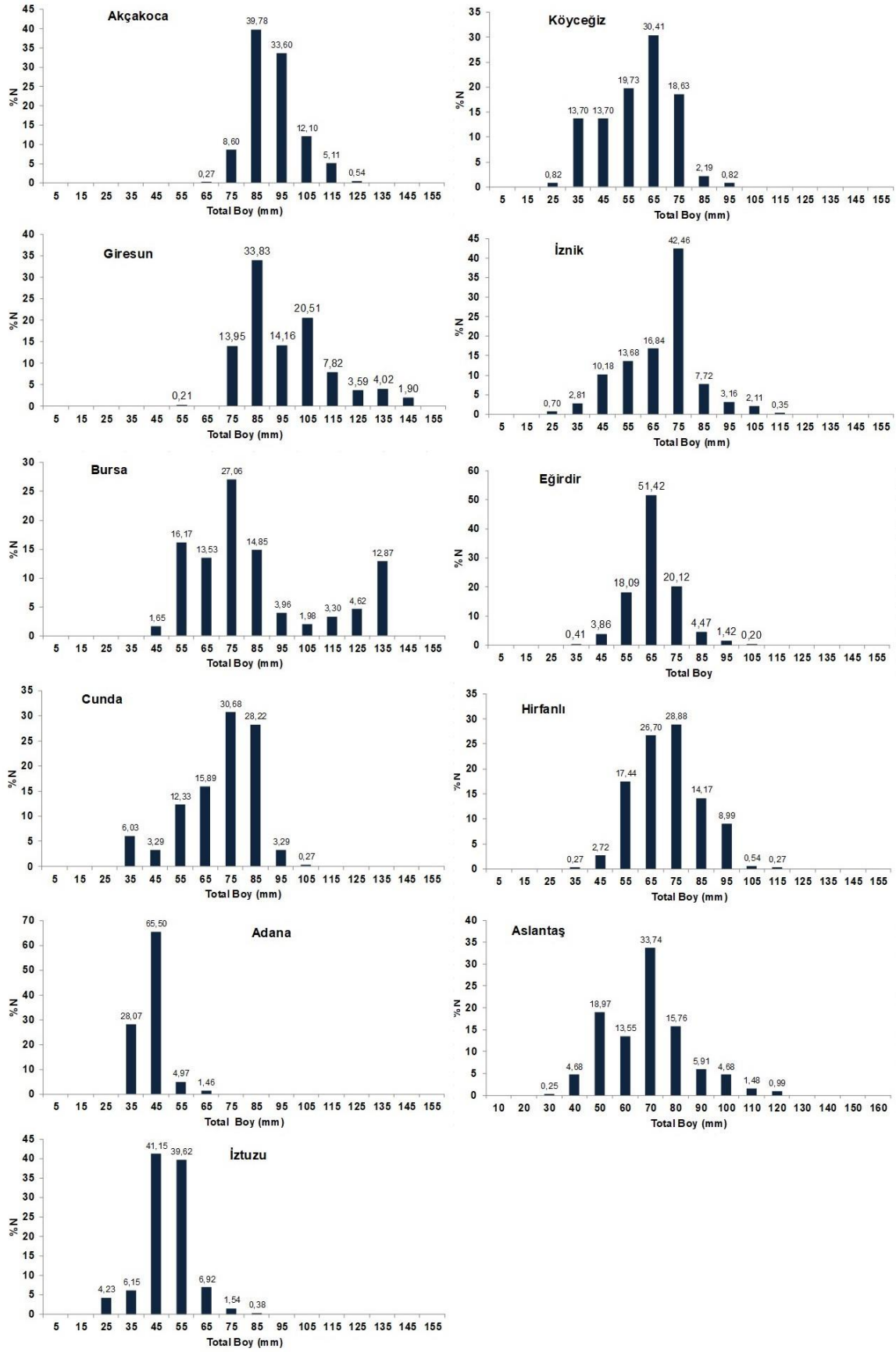
Örneklem Alanı	Toplam	Dişi		Erkek		Genç		Eşey Oranı E:D	X ² *
		N	%N	N	%N	N	%N		
Akçakoca Kıyıları	370	197	53,2	173	46,8	0	0,0	1:1,14	1,56
Giresun Kıyıları	485	274	56,5	211	43,5	0	0,0	1:1,30	8,18**
Bursa Kıyıları	213	95	44,6	115	54,0	3	1,4	1:0,83	1,92
Cunda Adası	378	175	46,3	183	48,4	20	5,3	1:0,96	1,23
İztuzu Sahili	275	158	57,5	114	41,5	3	1,1	1:1,39	7,07**
Yumurtalık Sahili	346	143	41,3	75	21,7	128	37,0	1:1,91	21,22**
Köyceğiz Gölü	356	196	55,1	152	42,7	8	2,2	1:1,29	5,69**
İznik Gölü	290	122	42,1	156	53,8	12	4,1	1:0,78	4,16**
Eğirdir Gölü	460	294	63,9	166	36,1	0	0,0	1:1,77	35,62**
Hirfanlı Baraj Gölü	369	197	53,4	172	46,6	0	0,0	1:1,15	1,69
Aslantaş Baraj Gölü	350	175	50,0	165	47,1	10	2,9	1:1,06	0,29

*Yanılma olasılığı $\alpha = 0,05$ ve serbestlik derecesi 1'e göre $X^2_{tablo} = 3,841$

**E:D eşey oranının 1:1'den sapması önemli

3.3.1.2. Boy ve Ağırlık Dağılımı

Bu çalışma kapsamında toplam 4762 gümüş balığı bireyinin total boy, çatal boy, standart boy ölçümleri yapılmış ve ağırlıkları kaydedilmiştir. Total boyun deniz popülasyonlarında 21,25 mm (İztuzu Sahili) ile 159,67 mm (Bursa), içsu popülasyonlarında 23,87 mm (Aslantaş Baraj Gölü) ile 115,35 mm (Aslantaş Baraj Gölü), lagün popülasyonu olan Köyceğiz Gölü'nde ise 27,93 mm ile 97,03 mm arasında değiştiği belirlenmiştir. Deniz popülasyonlarından Adana ve İztuzu örneklerinde 60 mm'in üzerindeki bireylere nadir rastlanırken, diğer popülasyonlarda 70 mm ve daha büyük boylu bireylerin baskın olduğu dikkati çekmektedir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Gümüş balığı örneklerinde boy dağılımı

İçsu ve lagün popülasyonlarında ise genel olarak 60-80 mm boy grupları yüksek oranda temsil edilmektedir. Deniz, içsu ve lagün ortamlarından elde edilen gümüş balığı örneklerinin boy dağılımı istatistiksel olarak test edilmiş ve popülasyonlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Gümüş balığı örneklerinin boy dağılımının istatistiksel olarak karşılaştırılması (ANOVA)

Örnekleme Alanı	F	df	p
Deniz-İçsu	6,05	1	<0,05*
İçsu-Lagün	73,66	1	<0,05*
Deniz-Lagün	57,72	1	<0,05*

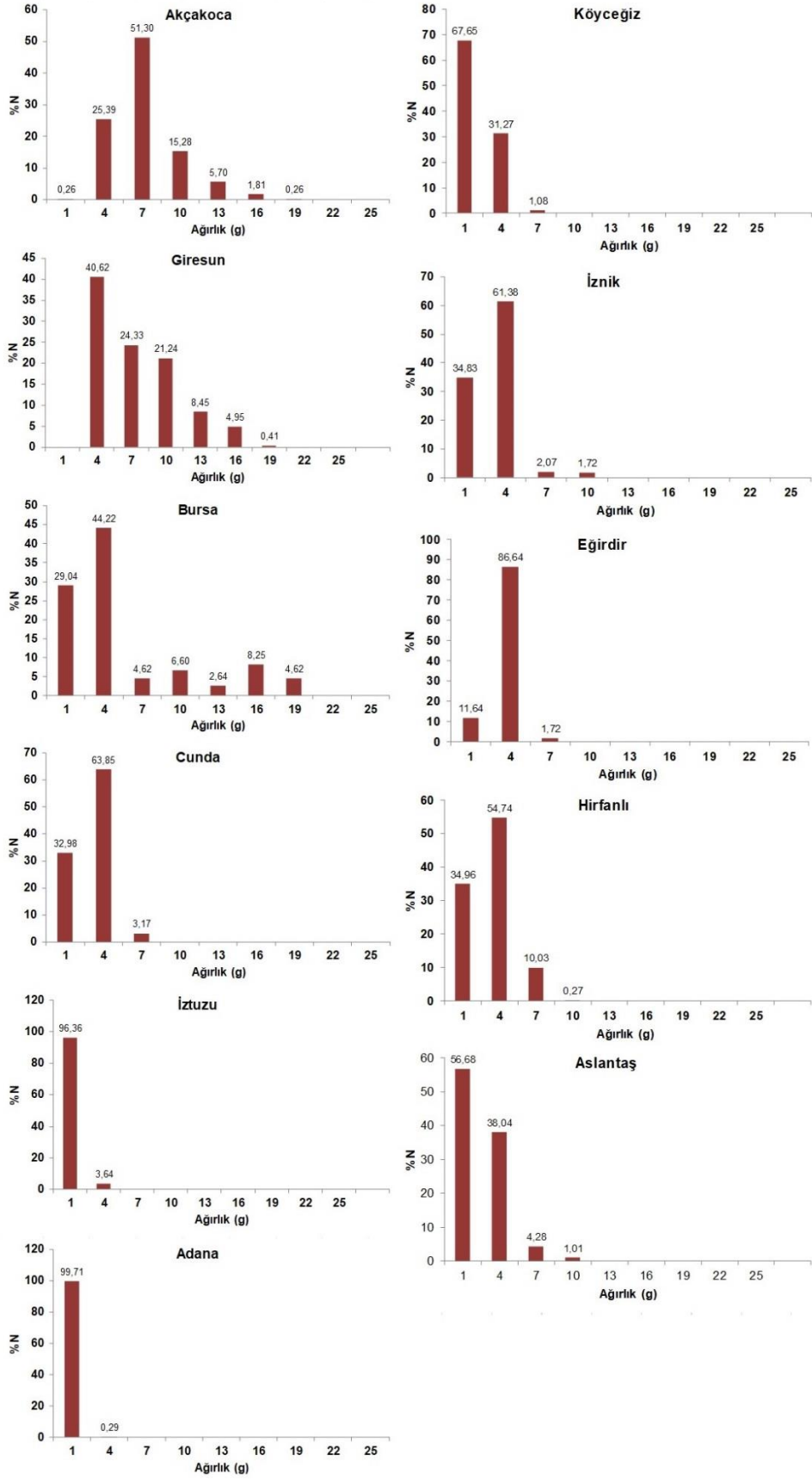
*Boy dağılımı farkı önemli

İncelenen gümüş balığı örneklerinin vücut ağırlığının deniz ortamlarında 0,15 g (İztuzu) – 19,52 g (Bursa); içsu ortamlarında 0,48 g (İznik Gölü) – 10,94 g (Hirfanlı Baraj Gölü); lagün ortamı olan Köyceğiz Gölü'nde ise 0,12-6,60 g arasında değişmektedir. Tez çalışması kapsamında farklı istasyonlardan örneklenen gümüş balığı bireylerinin boy dağılımı Şekil 3.4'de verilmiştir. İçsu ve lagün örnekleri ile Karadeniz ve Marmara Denizi dışındaki deniz örneklerinin yaklaşık %80'inin ağırlığı 5 g ve daha düşük iken, Akçakoca, Giresun ve Marmara Denizi'nin Bursa kıyılarından alınan örnekler arasında 10 g ve üzerinde ağırlığa sahip bireylerin de bulunduğu dikkati çekmektedir. Deniz, içsu ve lagün ortamlarından örneklenen gümüş balığı bireylerinin ağırlık dağılımı istatistiksel olarak test edilmiş ve popülasyonlar arasında farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5. Gümüş balığı örneklerinin ağırlık dağılımının istatistiksel olarak karşılaştırılması (ANOVA)

Örnekleme Alanı	F	df	p
Deniz-İçsu	73,36	1	<0,05*
İçsu-Lagün	64,19	1	<0,05*
Deniz-Lagün	86,65	1	<0,05*

*Ağırlık dağılımı farkı önemli



Şekil 3.4. Gümüş balığı örneklerinde ağırlık dağılımı

3.3.2. Büyüme Özellikleri

Gümüş balığının deniz, içsu ve lagün ortamındaki büyüme özelliklerinin belirlenebilmesi için bireylerin boyca ve ağırlıkça büyüme özelliklerinin yanı sıra, boy-ağırlık ilişkisi incelenmiş ve von Bertalanffy büyüme eşitlikleri hesaplanmıştır.

İncelenen gümüş balığı populasyonları için hesaplanan en küçük, en büyük ve ortalama total boy değerlerinin yaşlara göre değişimi Çizelge 3.6 ve 3.7'de verilmiştir. Deniz populasyonlarında ortalama boy 0 yaş grubunda 29,92 mm (İztuzu Sahili)-49,83 mm (Bursa) arasında yer alırken, 4 yaşındaki bireylerde ortalama total boy 100 mm'nin üzerine çıkmaktadır (Çizelge 3.6). Lagün populasyonunda ortalama total boy 0 yaş grubu bireylerde 37,31 mm iken, ilk yaşlarda yaklaşık 15 mm, 2. yaştan sonra yaklaşık 10 mm artarak 4. yaşta ortalama 94,82 mm'ye ulaşmaktadır (Çizelge 3.7). İçsu populasyonlarında 0 yaş grubunda en küçük ortalama total boy 34,67 mm olup, her yaşta yaklaşık 10 mm artarak 4. yaşta 90 mm'nin üzerine çıkmaktadır.

Deniz, içsu ve lagün ortamlarından elde edilen aynı yaş grubundaki bireylerin total boyları arasındaki farkın istatistiksel bakımdan önemli olup olmadığını belirlemek üzere her yaş grubu için ayrı ayrı ANOVA testi uygulanmıştır. Test sonuçlarına göre; 0, 2 ve 3 yaş grubundaki bireylerin total boyları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı, deniz ve lagün ortamlarından yakalanan 1 yaş grubu gümüş balıklarının boyları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu, aynı yaş grubu için deniz-içsu ve içsu-lagün arasında önemli bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir. Köyceğiz Gölü'nden elde edilen örnekler arasında 4 yaşında olan birey sayısı 3 olduğundan, bu yaş grubu için lagün populasyonu istatistiksel analize dahil edilmemiş, deniz ve içsu örnekleri arasındaki total boy farkının 4. yaş grubu için önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.8).

Çizelge 3.6. Gümüş balığının deniz populasyonlarında en küçük (EK), en büyük (EB) ve ortalama (Ort) total boy değerlerinin yaşlara göre değişimi (N: Örnek sayısı, SS: standart sapma)

Yaş	TOTAL BOY (mm)											
	Akçakoca		Giresun		Bursa		Cunda		İztuzu		Adana	
	N	Ort ± SS (EK-EB)	N	Ort ± SS (EK-EB)	N	Ort ± SS (EK-EB)	N	Ort ± SS (EK-EB)	N	Ort ± SS (EK-EB)	N	Ort ± SS (EK-EB)
0	-	-	-	-	9	49,83 ± 4,09 (43,18-54,49)	34	39,71 ± 4,25 (33,36-50,56)	23	29,92 ± 5,80 (21,25-47,14)	176	39,98 ± 2,78 (33,48-45,91)
1	-	-	1	54,45	81	59,78 ± 4,30 (49,02-71,26)	132	52,67 ± 8,13 (43,86-77,02)	228	49,80 ± 4,94 (38,0-61,96)	159	45,60 ± 3,23 (38,76-57,01)
2	26	76,12 ± 2,54 (69,77-79,18)	131	74,38 ± 3,39 (65,49-81,14)	104	75,84 ± 4,30 (61,30-83,56)	125	77,15 ± 4,51 (63,48-85,67)	20	64,31 ± 3,52 (59,21-70,81)	9	59,0 ± 3,52 (55,46-64,54)
3	174	86,32 ± 3,35 (77,02-94,52)	144	82,87 ± 3,89 (75,89-93,07)	39	87,53 ± 4,05 (80,84-96,63)	75	83,99 ± 2,95 (79,38-92,08)	3	79,23 ± 4,70 (74,34-83,71)	2	68,65 ± 0,68 (68,17-69,13)
4	173	99,39 ± 7,59 (88,41-129,77)	209	106,14 ± 12,92 (90,82-142,96)	58	125,87 ± 11,80 (97,59-139,24)	12	92,80 ± 3,49 (84,24-95,47)	-	-	-	-

Çizelge 3.7. Gümüş balığının lagün ve içsu populasyonlarında en küçük (EK), en büyük (EB) ve ortalama (Ort) total boy değerlerinin yaşlara göre değişimi (N: Örnek sayısı, SS: standart sapma)

Yaş	TOTAL BOY (mm)									
	Köyceğiz		İzmit		Eğirdir		Hirfanlı		Aslantaş	
	N	Ort ± SS (EK-EB)	N	Ort ± SS (EK-EB)	N	Ort ± SS (EK-EB)	N	Ort ± SS (EK-EB)	N	Ort ± SS (EK-EB)
0	49	37,31 ± 3,82 (27,93-46,74)	34	41,89 ± 5,34 (27,21-50,15)	2	34,67 ± 0,33 (34,43-34,90)	19	49,42 ± 3,86 (38,64-54,10)	100	43,92 ± 4,99 (23,87-53,57)
1	148	53,33 ± 8,29 (34,64-70,96)	54	55,43 ± 5,07 (44,61-64,86)	323	55,50 ± 5,33 (35,43-62,82)	127	60,92 ± 4,93 (48,83-71,61)	170	61,83 ± 5,31 (36,32-70,03)
2	127	68,84 ± 4,74 (58,26-78,93)	118	70,80 ± 3,15 (61,86-75,87)	114	66,40 ± 2,43 (62,82-71,09)	119	72,38 ± 3,82 (62,86-79,88)	85	72,62 ± 3,82 (64,50-80,99)
3	29	76,74 ± 5,32 (65,73-78,93)	67	80,55 ± 3,58 (74,0-89,13)	46	75,58 ± 3,58 (71,14-82,94)	80	84,69 ± 4,70 (75,01-93,69)	25	82,62 ± 3,90 (75,30-89,23)
4	3	94,82 ± 1,99 (93,18-97,03)	16	98,45 ± 5,67 (91,37-107,0)	8	89,16 ± 3,36 (85,39-94,45)	24	96,92 ± 4,58 (91,05-113,2)	29	98,94 ± 6,96 (90,29-115,35)

Çizelge 3.8. Gümüş balığı örneklerinin yaş gruplarına göre boy dağılımının istatistiksel olarak karşılaştırılması (ANOVA)

Yaş	Örnekleme Alanı	F	df	p
0	Deniz-İçsu	73,36	1	>0,05
	İçsu-Lagün	64,19	1	>0,05
	Deniz-Lagün	86,65	1	>0,05
1	Deniz-İçsu	208	1	>0,05
	İçsu-Lagün	95,94	1	>0,05
	Deniz-Lagün	0,35	1	<0,05*
2	Deniz-İçsu	10,01	1	>0,05
	İçsu-Lagün	13,15	1	>0,05
	Deniz-Lagün	22,13	1	>0,05
3	Deniz-İçsu	37,32	1	>0,05
	İçsu-Lagün	15,78	1	>0,05
	Deniz-Lagün	16,97	1	>0,05
4	Deniz-İçsu	5,078	1	<0,05*

*Boy dağılımı farkı önemli

Gümüş balığı örneklerinin boyca büyümesini değerlendirmek amacıyla, deniz, içsu ve lagün popülasyonlarının oransal boy artışı ayrı ayrı hesaplanmıştır. İlk iki yaş grubu eksik olduğundan, Akçakoca ve Giresun (1 yaş grubunda sadece 1 birey bulunmaktadır) örneklerinin oransal boy artışı hesaplama dahil edilmemiştir. Bütün popülasyonlarda 0 ve 1 yaşlarındaki büyümenin oldukça hızlı olduğu dikkat çekmektedir (Çizelge 3.9).

Çizelge 3.9. Deniz, içsu ve lagünlardan alınan gümüş balığı örneklerinde oransal boy artışı

Yaş	Oransal Boy Artışı (%)								
	Bursa	Cunda	İztuzu	Adana	Köyceğiz	İzmit	Eğirdir	Hirfanlı B.G.	Aslantaş B.G.
0									
	20	58	66	14	43	32		23	41
1	27	23	29	29	29	18	18	19	17
2	15	9	23	16	11	14	14	17	14
3	20	10			24	22	18	14	20
4									

Sunulan tez çalışması kapsamında farklı istasyonlardan avlanan gümüş balığı örneklerinin en küçük, en büyük ve ortalama vücut ağırlığı değerleri hesaplanarak Çizelge 3.10 ve 3.11'de verilmiştir. Tüm popülasyonlarda 0 yaş grubu bireylerde

ortalama ağırlık 1 g'dan düşük olup, İztuzu ve Adana populasyonlarında 1 yaş grubu bireylerin ortalama ağırlığı da 1 g'ın altındadır. Deniz örneklerinde ortalama ağırlık 4. yaşta 9,24 g'a (Giresun) ulaşırken, Cunda örneklerinde bu değer 5,22 g olarak hesaplanmıştır. Lagün ve içsu populasyonlarında ise 4. yaşta en düşük ortalama ağırlığın Eğirdir Gölü örneklerinde 4,75 g, diğer istasyonlarda ise ortalama ağırlığın 6 g civarında olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3.10. Gümüş balığının deniz populasyonlarında en küçük (EK), en büyük (EB) ve ortalama (Ort) ağırlık değerlerinin yaşlara göre değişimi (N: Örnek sayısı, SS: standart sapma)

Yaş	AĞIRLIK (g)											
	Akçakoca		Giresun		Bursa		Cunda		İztuzu		Adana	
	N	Ort ± SS (EK-EB)	N	Ort ± SS (EK-EB)	N	Ort ± SS (EK-EB)	N	Ort ± SS (EK-EB)	N	Ort ± SS (EK-EB)	N	Ort ± SS (EK-EB)
0	-	-	-	-	9	0,87 ± 0,23 (0,52-1,16)	34	0,40 ± 0,15 (0,24-0,94)	23	0,15 ± 0,12 (0,04-0,60)	176	0,38 ± 0,09 (0,20-0,64)
1	-	-	1	1,13	81	1,58 ± 0,39 (0,83-2,94)	132	1,64 ± 0,65 (0,38-3,14)	228	0,80 ± 0,27 (0,29-1,58)	159	0,58 ± 0,15 (0,31-1,16)
2	26	3,40 ± 0,58 (1,85-4,47)	131	3,07 ± 0,51 (1,95-4,37)	104	3,29 ± 0,55 (1,50-4,32)	125	3,07 ± 0,61 (1,57-4,79)	20	1,78 ± 0,35 (1,20-2,48)	9	1,15 ± 0,17 (0,87-1,44)
3	174	5,24 ± 0,88 (3,36-8,25)	144	4,27 ± 0,91 (2,97-7,39)	39	4,62 ± 0,65 (3,45-6,15)	75	3,90 ± 0,51 (2,93-5,47)	3	3,16 ± 0,67 (2,47-3,80)	2	1,76 ± 0,35 (1,51-2,01)
4	173	8,36 ± 2,35 (4,33-17,87)	209	9,24 ± 2,75 (5,06-17,24)	58	12,78 ± 3,63 (6,72-19,52)	12	5,22 ± 0,47 (4,36-5,90)	-	-	-	-

Çizelge 3.11. Gümüş balığının lagün ve içsu populasyonlarında en küçük (EK), en büyük (EB) ve ortalama (Ort) ağırlık değerlerinin yaşlara göre değişimi (N: Örnek sayısı, SS: standart sapma)

Yaş	AĞIRLIK (g)									
	Köyceğiz		İzmit		Eğirdir		Hirfanlı		Aslantaş	
	N	Ort ± SS (EK-EB)	N	Ort ± SS (EK-EB)	N	Ort ± SS (EK-EB)	N	Ort ± SS (EK-EB)	N	Ort ± SS (EK-EB)
0	49	0,31 ± 0,09 (0,12-0,63)	34	0,48 ± 0,18 (0,08-0,80)	-	-	19	0,72 ± 0,17 (0,34-0,95)	100	0,59 ± 0,19 (0,11-1,03)
1	148	1,01 ± 0,49 (0,20-2,60)	54	1,12 ± 0,35 (0,56-1,97)	323	1,23 ± 0,27 (0,39-1,94)	127	1,65 ± 0,44 (0,91-2,87)	170	1,66 ± 0,48 (0,25-2,69)
2	127	2,21 ± 0,56 (1,19-3,70)	118	2,60 ± 0,45 (1,46-3,66)	114	2,02 ± 0,28 (1,40-2,64)	119	2,84 ± 0,66 (1,57-4,51)	85	2,86 ± 0,55 (1,31-4,65)
3	29	3,22 ± 0,81 (1,90-5,45)	67	3,56 ± 0,54 (2,06-5,25)	46	2,91 ± 0,52 (1,88-3,89)	80	4,35 ± 0,72 (2,91-5,76)	25	3,92 ± 0,68 (2,54-4,96)
4	3	6,34 ± 0,25 (6,11-6,60)	16	6,36 ± 2,23 (3,42-9,79)	8	4,75 ± 0,88 (4,10-6,67)	24	6,01 ± 1,34 (4,14-10,94)	29	6,59 ± 1,44 (4,32-9,64)

Deniz, içsu ve lagün ortamlarından elde edilen aynı yaş grubundaki bireylerin vücut ağırlığı arasındaki fark istatistiksel olarak test edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre; 0 ve 1 yaş gruplarındaki deniz ve lagün örneklerinin ortalama ağırlıkları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı, diğer yaş grupları için aynı yaş grubundaki bireylerin ağırlık farkının önemli olduğu belirlenmiştir. (Çizelge 3.12).

Çizelge 3.12. Gümüş balığı örneklerinin yaş gruplarına göre boy dağılımının istatistiksel olarak karşılaştırılması (ANOVA)

Yaş	Örnekleme Alanı	F	df	p
0	Deniz-İçsu	119,78	1	<0,05*
	İçsu-Lagün	68,27	1	<0,05*
	Deniz-Lagün	3,25	1	>0,05
1	Deniz-İçsu	170,2	1	<0,05*
	İçsu-Lagün	99,44	1	<0,05*
	Deniz-Lagün	0,24	1	>0,05
2	Deniz-İçsu	115,75	1	<0,05*
	İçsu-Lagün	33,72	1	<0,05*
	Deniz-Lagün	150,76	1	<0,05*
3	Deniz-İçsu	15,25	1	<0,05*
	İçsu-Lagün	10,66	1	<0,05*
	Deniz-Lagün	4,20	1	<0,05*
4	Deniz-İçsu	51,37	1	<0,05*

*Ağırlık dağılımı farkı önemli

İncelenen gümüş balığı örneklerinin ağırlıkça büyümesini değerlendirmek amacıyla, deniz, içsu ve lagün popülasyonlarının yaş grupları için oransal ağırlık artışı ayrı ayrı hesaplanmıştır. İlk iki yaş grubu eksik olduğundan, Akçakoca ve Giresun (1. yaş grubundan sadece 1 örnek bulunmaktadır) örneklerinin oransal ağırlık artışı hesaplamaya dahil edilmemiştir. İlk yaştaki ağırlık artışı deniz popülasyonlarından Cunda ve İztuzu örneklerinde sırasıyla 4 ve 3 katı aşan ağırlık artışları dikkati çekmektedir (Çizelge 3.13). İçsu popülasyonlarında da ilk yaşta ağırlıkta belirgin bir artış gözlenmekle birlikte, deniz popülasyonlarına kıyasla nisbeten daha düşük seyretmektedir. Tüm popülasyonlarda ağırlık artışı ilerleyen yaşla hızını kaybetmekle birlikte sürmektedir.

Çizelge 3.13. Deniz, içsu ve lagün alanlarından alınan gümüş balığı örneklerinde oransal ağırlık artışı

Oransal Ağırlık Artışı (%)									
Yaş	Bursa	Cunda	İztuzu	Adana	Köyceğiz	İznik	Eğirdir	Hirfanlı B.G.	Aslantaş B.G.
0	82	310	433	53	197	133		129	181
1	108	87	123	98	119	132	64	72	72
2	40	27	78	53	46	37	44	53	37
3	77	34			97	79	63	38	68
4									

İncelenen gümüş balığı populasyonlarının total boyları ve ağırlıkları arasındaki regresyon ilişkisi ve bu ilişkiye ait istatistiksel parametreler, her istasyon için ayrı ayrı hesaplanmıştır (Çizelge 3.14). Boy-ağırlık ilişkisinin b değeri deniz populasyonlarında 2,776-3,353 arasında, içsu populasyonlarında ise 3,011-3,131 arasında değişmektedir. Köyceğiz populasyonunda bu değer 3,206 olarak hesaplanmıştır. Uygulanan istatistik analizler, Adana ve Hirfanlı Baraj Gölü populasyonları dışında, diğer tüm populasyonlar için b değerinin, allometrik büyümenin göstergesi olarak kabul edilen 3'ten sapmasının önemli olduğuna işaret etmektedir.

Çizelge 3.14. Deniz, içsu ve lagün ortamlarından alınan gümüş balığı örneklerinde Boy-Ağırlık regresyon ilişkisi parametreleri (SH: standart hata, r^2 : determinasyon katsayısı)

Örnekleme Alanları	Boy-Ağırlık İlişkisi Parametreleri						
	<i>a</i>	SH(<i>a</i>)	<i>b</i>	SH(<i>b</i>)	r^2	<i>t</i> -değeri*	<i>p</i>
Akçakoca	-2,351	0,052	3,271	0,055	0,905	4,297**	$p < 0,05$
Giresun	-1,904	0,023	2,767	0,023	0,957	10,13**	$p < 0,05$
Bursa	-1,953	0,012	2,776	0,012	0,992	20,36**	$p < 0,05$
Cunda	-2,293	0,020	3,119	0,023	0,980	5,17**	$p < 0,05$
İztuzu Sahili	-2,454	0,021	3,353	0,031	0,978	11,39**	$p < 0,05$
Adana	-2,275	0,029	3,075	0,046	0,929	1,63	$p > 0,05$
Köyceğiz Gölü	-2,355	0,029	3,206	0,037	0,953	5,57**	$p < 0,05$
İzmit Gölü	-2,279	0,029	3,131	0,035	0,9658	5,17**	$p < 0,05$
Eğirdir Gölü	-2,233	0,028	3,075	0,036	0,941	1,965**	$p < 0,05$
Hirfanlı Baraj Gölü	-2,160	0,040	3,011	0,047	0,917	0,23	$p > 0,05$
Aslantaş Baraj Gölü	-2,247	0,019	3,106	0,023	0,978	4,61**	$p < 0,05$

*Student's *t*-testi

***b* değerinin 3'ten sapması önemli

İncelenen 6 deniz ve 4 içsu gümüş balığı popülasyonunun boy ve ağırlık verileri birleştirilerek hesaplanan boy-ağırlık ilişkisi deniz örnekleri için $\log A = 3,129 \log TB - 2,280$ ($r^2 = 0,986$), içsu örnekleri için $\log A = 3,106 \log TB - 2,250$ ($r^2 = 0,961$)'dir. Yapılan istatistik analizler, gümüş balığının deniz ve içsu popülasyonlarının b değerleri arasında önemli bir fark olmadığını ortaya koymuştur (Student's t -testi, $t = 0,0073$, $t_{\text{tablo}} = 1,9600$, $p > 0,05$).

Gümüş balığının farklı alanlarda büyüme özelliklerinin ortaya konması için, popülasyonların von Bertalanffy büyüme eşitlikleri hesaplanmış, L_{∞} , k , t_0 ile L_{∞} ve k parametreleri arasındaki ilişkinin bir göstergesi olan ϕ değerleri Çizelge 3.15'de verilmiştir. Büyüme hızının bir göstergesi olan K değerinin gümüş balığının deniz popülasyonlarında 0,16 (Cunda Adası) ile 0,55 (Akçakoca); içsu popülasyonlarında 0,23 (Hirfanlı ve Aslantaş Baraj Gölleri) ile 0,49 (İznik Gölü) arasında değiştiği tespit edilmiş; lagün popülasyonu olan Köyceğiz Gölü'nde ise K değeri 0,29 olarak hesaplanmıştır. L_{∞} ve K parametreleri arasındaki ilişkinin bir göstergesi olan, büyüme performans indeksi (ϕ) değerlerinin ise gümüş balığının deniz popülasyonlarında 7,67 (Adana) ile 9,96 (Bursa); içsu popülasyonlarında ise 8,14 (Eğirdir Gölü) ile 8,89 (İznik Gölü) arasında değiştiği tespit edilmiş; lagün popülasyonu olan Köyceğiz Gölü'nde ise ϕ değeri 8,10 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3.15. Gümüş balığı örneklerinin von Bertalanffy büyüme eşitliği parametreleri ve ϕ değerleri

Örnekleme Alanları	L_{∞} (cm)	k	t_0	ϕ
Akçakoca	13,6	0,55	-0,57	9,23
Giresun	14,3	0,36	-0,20	8,90
Bursa	16,4	0,79	-0,84	9,96
Cunda	12,8	0,16	-0,34	7,87
İztuzu	9,9	0,42	-0,82	8,33
Adana	9,6	0,23	-0,91	7,67
Köyceğiz Gölü	10,6	0,29	-0,66	8,10
İznik Gölü	12,1	0,49	-0,95	8,89
Eğirdir Gölü	10,9	0,29	-0,62	8,14
Hirfanlı Baraj Gölü	14,1	0,23	-0,27	8,43
Aslantaş Baraj Gölü	16,0	0,23	-0,37	8,68

Gümüş balığı örneklerinin boy-ağırlık ilişkilerinin yanı sıra, Total Boy-Çatal Boy, Total Boy-Standart Boy ve Çatal Boy-Standart Boy arasındaki regresyon ilişkileri de her populasyon için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Total Boy-Çatal Boy ve Standart Boy arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu belirlenmiş olup, bu ilişkilerin determinasyon katsayısı 0,98-0,99 bulunmuştur (Çizelge 3.16).

Çizelge 3.16. Deniz, içsu ve lagün ortamlarından alınan gümüş balığı örneklerinde Çatal Boy-Total Boy, Standart Boy-Total Boy ve Standart Boy-Çatal Boy ilişkileri

Örnekleme Alanları	ÇB = a + bTB	SB = a + bTB	SB = a + bÇB
Akçakoca	ÇB = 0,6715 + 0,925 TB (r ² =0,99)	SB = -2,6581 + 0,884 TB (r ² =0,98)	SB = -2,6761 + 0,949 ÇB (r ² =0,98)
Giresun	ÇB = -1,4701 + 0,948 TB (r ² =0,99)	SB = -5,0804 + 0,913 TB (r ² =0,99)	SB = -3,6928 + 0,964 ÇB (r ² =0,99)
Bursa	ÇB = -0,1097 + 0,924 TB (r ² =0,99)	SB = -0,1027 + 0,856 TB (r ² =0,99)	SB = -0,1712 + 0,925 ÇB (r ² =0,99)
Cunda	ÇB = -0,4222 + 0,936 TB (r ² =0,99)	SB = -0,8612 + 0,869 TB (r ² =0,99)	SB = -0,379 + 0,926 ÇB (r ² =0,99)
İztuzu Sahili	ÇB = -1,419 + 0,958 TB (r ² =0,99)	SB = -1,2657 + 0,871 TB (r ² =0,99)	SB = 0,1511 + 0,906 ÇB (r ² =0,99)
Adana	ÇB = 0,4904 + 0,917 TB (r ² =0,99)	SB = 1,0733 + 0,828 TB (r ² =0,98)	SB = 1,0089 + 0,893 ÇB (r ² =0,98)
Köyceğiz Gölü	ÇB = -1,6729 + 0,948 TB (r ² =0,99)	SB = -1,0641 + 0,869 TB (r ² =0,99)	SB = 0,0456 + 0,920 ÇB (r ² =0,98)
İznik Gölü	ÇB = -0,0268 + 0,932 TB (r ² =0,99)	SB = -0,5687 + 0,867 TB (r ² =0,99)	SB = 0,4444 + 0,928 ÇB (r ² =0,99)
Eğirdir Gölü	ÇB = 0,7706 + 0,923 TB (r ² =0,99)	SB = 0,743 + 0,854 TB (r ² =0,98)	SB = 0,1051 + 0,924 ÇB (r ² =0,99)
Hirfanlı Baraj Gölü	ÇB = -0,488 + 0,937 TB (r ² =0,99)	SB = -1,5305 + 0,8813 TB (r ² =0,99)	SB = -0,9444 + 0,939 ÇB (r ² =0,99)
Aslantaş Baraj Gölü	ÇB = 0,2187 + 0,9268 TB (r ² =0,99)	SB = -0,4788 + 0,8663 TB (r ² =0,99)	SB = -0,5413 + 0,932 ÇB (r ² =0,99)

3.3.3. Kondisyon Faktörü

Sunulan tez çalışması kapsamında incelenen gümüş balığı örneklerinin kondisyon faktörü her istasyon için ayrı ayrı hesaplanmış, en küçük, en büyük, ortalama kondisyon faktörü değerleri ve bu değerlere ilişkin standart sapmalar Çizelge 3.17’de verilmiştir. Kondisyon faktörü deniz populasyonlarında 0,25 (İztuzu)-6,83 (Akçakoca), içsu populasyonlarında 0,21 (Hirfanlı Baraj Gölü)-3,60 (İzmit Gölü), lagün populasyonu olan Köyceğiz Gölü’nde ise 0,01-1,02 arasında değişim göstermektedir. Ortalama kondisyon faktörünün tüm populasyonlarda birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3.17. Gümüş balığının deniz, içsu ve lagün populasyonlarında kondisyon faktörü değerleri (Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, EK: En Küçük, EB: En Büyük)

Örnekleme Alanları		Kondisyon Faktörü						
		Ort±SS (EK-EB)						
		Yaş					Toplam	Habitat
0	1	2	3	4				
Deniz	Akçakoca	-	-	0,61±0,08 (0,43-0,77)	0,64±0,06 (0,45-0,82)	0,63±0,07 (0,48-0,85)	0,63±0,07 (0,43-0,85)	0,58±0,08 (0,25-0,85)
	Giresun	-	0,63	0,59±0,06 (0,39-0,78)	0,58±0,05 (0,45-0,76)	0,59±0,08 (0,39-0,81)	0,59±0,07 (0,39-0,81)	
	Bursa	0,63±0,05 (0,55-0,69)	0,65±0,07 (0,49-0,81)	0,66±0,06 (0,50-0,77)	0,58±0,07 (0,46-0,74)	0,53±0,06 (0,37-0,70)	0,62±0,08 (0,37-0,81)	
	Cunda	0,53±0,06 (0,42-0,68)	0,53±0,08 (0,37-0,71)	0,58±0,06 (0,48-0,75)	0,58±0,05 (0,47-0,69)	0,56±0,04 (0,51-0,64)	0,56±0,07 (0,37-0,75)	
	İztuzu Sahili	0,42±0,06 (0,32-0,58)	0,54±0,06 (0,25-0,78)	0,57±0,07 (0,42-0,71)	0,51±0,02 (0,49-0,53)	-	0,53±0,07 (0,25-0,78)	
	Yumurtalık Sahili	0,54±0,04 (0,43-0,65)	0,53±0,06 (0,36-0,65)	0,47±0,06 (0,38-0,54)	0,48±0,09 (0,41-0,54)	-	0,53±0,06 (0,36-0,65)	
Lagün	Köyceğiz Gölü	0,52±0,06 (0,35-0,64)	0,50±0,10 (0,31-1,02)	0,55±0,08 (0,34-0,71)	0,56±0,08 (0,40-0,75)	0,60±0,01 (0,59-0,61)	0,52±0,09 (0,31-1,02)	0,52±0,09 (0,31-1,02)
İçsu	İznik Gölü	0,52±0,06 (0,42-0,65)	0,56±0,07 (0,34-0,66)	0,62±0,07 (0,36-0,79)	0,59±0,09 (0,34-0,70)	0,51±0,14 (0,31-0,70)	0,59±0,09 (0,31-0,79)	0,57±0,09 (0,21-0,97)
	Eğirdir Gölü	-	0,53±0,10 (0,28-0,97)	0,51±0,11 (0,22-0,65)	0,54±0,06 (0,29-0,63)	0,54±0,05 (0,47-0,63)	0,53±0,10 (0,22-0,97)	
	Hirfanlı Baraj Gölü	0,50±0,03 (0,46-0,56)	0,54±0,05 (0,41-0,70)	0,58±0,07 (0,21-0,74)	0,57±0,06 (0,32-0,68)	0,56±0,07 (0,42-0,67)	0,56±0,07 (0,21-0,74)	
	Aslantaş Baraj Gölü	0,61±0,05 (0,50-0,76)	0,60±0,08 (0,31-0,72)	0,65±0,07 (0,39-0,89)	0,58±0,08 (0,45-0,70)	0,57±0,06 (0,45-0,68)	0,61±0,07 (0,31-0,89)	

Yapılan istatistik analizler hem habitatlar arasında hem de populasyonlar arasında kondisyon faktörü bakımından tespit edilen farkların önemli olduğunu göstermiştir (Çizelge 3.18).

Çizelge 3.18. Gümüş balığı örneklerinin kondisyon faktörü farklarının istatistiksel olarak karşılaştırılması (ANOVA)

Örnekleme Alanı		F	df	p
Deniz-İçsu		627,66	1	<0,05*
İçsu-Lagün		2400,13	1	<0,05*
Deniz-Lagün		4890,16	1	<0,05*
Populasyonlar arasında		51,61	10	<0,05*

Örnekleme Alanı	Yaş	F	df	p
Deniz	0	14,92	3	<0,05*
	1	97,98	3	<0,05*
	2	109,14	5	<0,05*
	3	89,83	5	<0,05*
	4	188,73	3	<0,05*
İçsu	0	61,36	2	<0,05*
	1	96,46	3	<0,05*
	2	36,87	3	<0,05*
	3	33,21	3	<0,05*
	4	14,95	3	<0,05*

*Kondisyon faktörü farkı önemli

3.3.4. Gümüş Balığının Solungaç ve Böbrek Dokularının Histolojik Özellikleri

Türkiye’de gümüş balığının doğal yayılış alanı olan denizler ve lagün sistemleri ile sonradan girdiği içsu sistemlerinden toplanan gümüş balığı örneklerinin solungaç ve böbrek dokularının histolojik preparatlarından tespit edilen klorür hücre ve glomerül sayıları ile klorür hücre ve glomerül boyutları Çizelge 3.19’da verilmiştir.

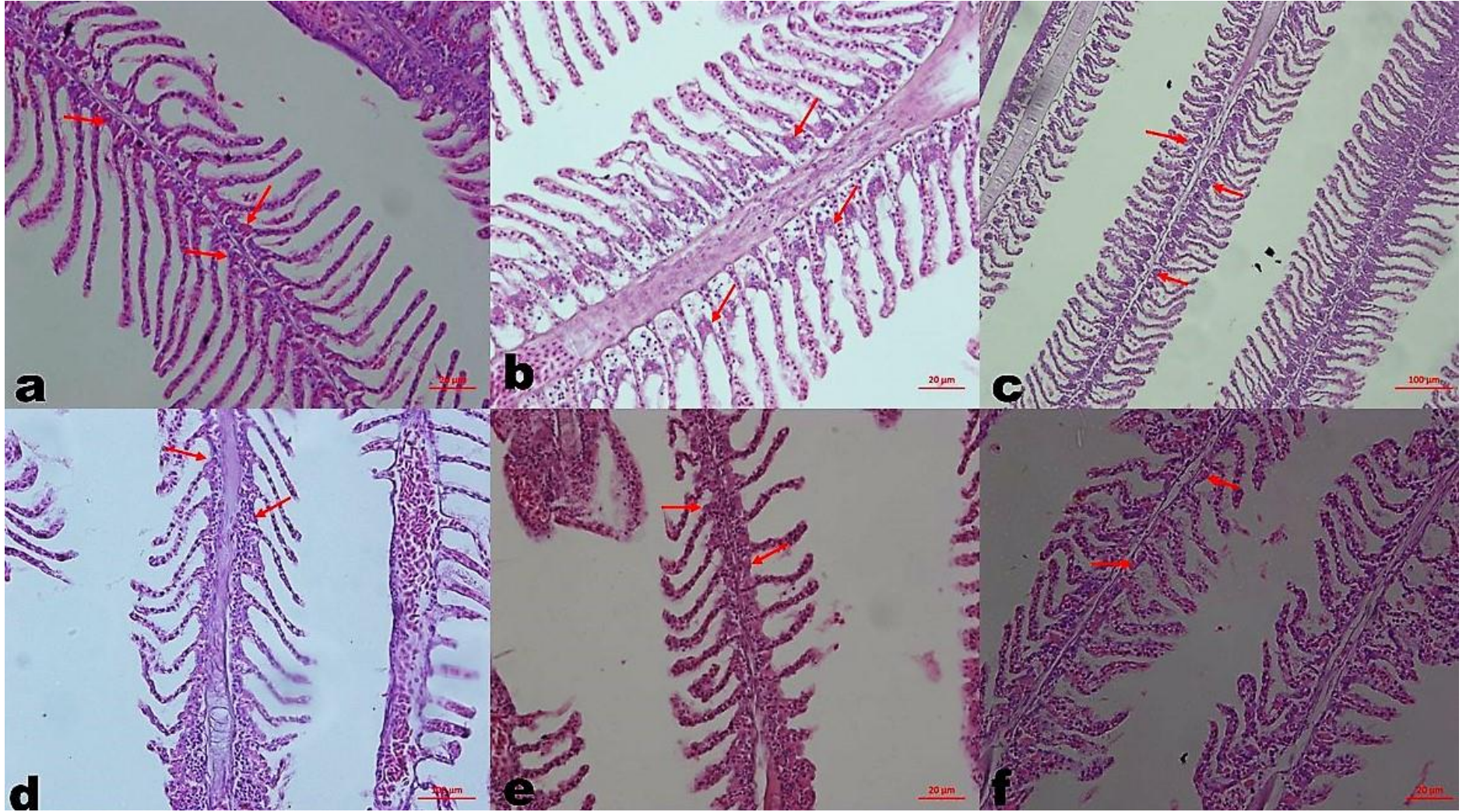
Solungaçlardaki birim alanda bulunan klorür hücre sayıları incelendiğinde; deniz örneklerinde 18-57 hücre arasında değişmektedir. Denizel örneklerde; en az sayıda klorür hücrelerine ortalama 25 hücre ile Yumurtalık Sahili (Akdeniz), en yüksek sayıya ortalama 39 hücre ile İztuzu Sahili (Ege Denizi) örneklerinde rastlanmıştır. Klorür hücre boyutu değerleri deniz örneklerinde 4,84 μm^2 -74,42 μm^2 arasında değişmekte olup; en küçük boyutlu hücrelere ortalama hücre alanı 10,41 μm^2 olan Yumurtalık Sahili (Akdeniz) örneklerinde rastlanmıştır. Denizel örneklerde en büyük boyutlu hücreler ise ortalama hücre alanı 21,33 μm^2 ile Giresun (Karadeniz) örneklerinde rastlanmıştır. Deniz populasyonları solungaç preparat fotoğrafları Şekil 3.5’de verilmiştir.

İçsu populasyonlarında klorür hücre sayısı 21-57 arasında değişmekte olup, en az sayıda klorür hücresine ortalama 34 hücre ile İznik Gölü, en yüksek sayıya ortalama 41 hücre ile Aslantaş Baraj Gölü örneklerinde rastlanmıştır. Klorür hücresi boyutu değerleri içsu örneklerinde $15,49 \mu\text{m}^2$ - $55,45 \mu\text{m}^2$ arasında değişmekte olup; en küçük boyutlu hücrelere ortalama hücre alanı $27,81 \mu\text{m}^2$ ile Aslantaş Baraj Gölü örneklerinde, en büyük boyutlu hücrelere ise ortalama hücre alanı $36,76 \mu\text{m}^2$ ile Hirfanlı Baraj Gölü örneklerinde rastlanmıştır. İçsu populasyonları solungaç preparat fotoğrafları Şekil 3.6'da verilmiştir.

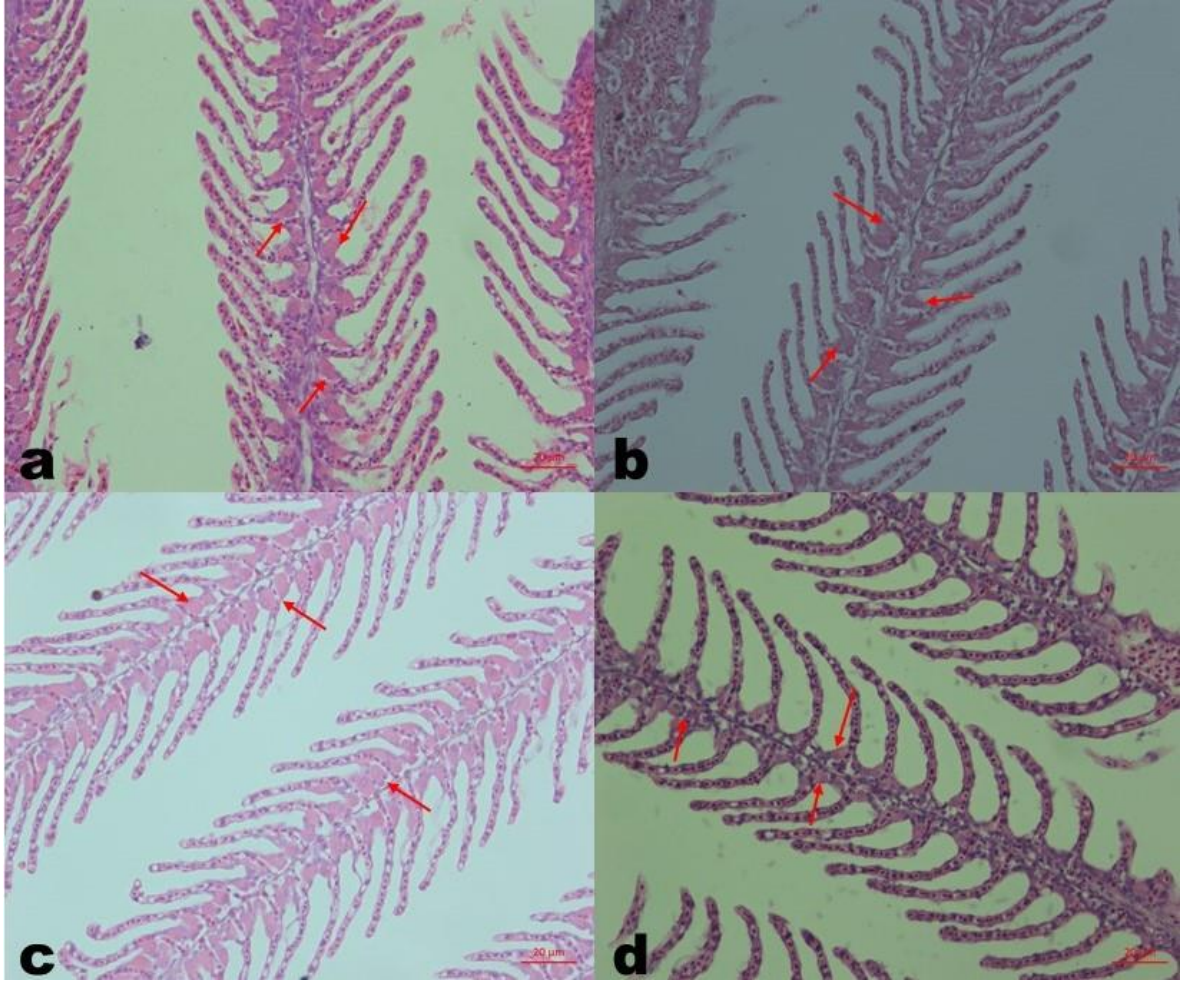
Lagün sistemi (Köyceğiz Gölü) örneklerinde klorür hücre sayıları 30-48 hücre arasında değişmekte olup ortalama klorür hücre sayısı 37'dir. Klorür hücresi boyut değerleri $22,31 \mu\text{m}^2$ - $39,43 \mu\text{m}^2$ arasında değişmekte olup; ortalama hücre alanı $33,01 \mu\text{m}^2$ 'dir. Lagün populasyonu olan Köyceğiz Gölü solungaç preparat fotoğrafları Şekil 3.7'de verilmiştir.

Çizelge 3.19. Gümüş balığının örneklendiği istasyonlardan incelenen solungaç dokularındaki klorür hücre sayıları ve boyutları ile böbrek dokularındaki glomerül sayıları ve boyutları

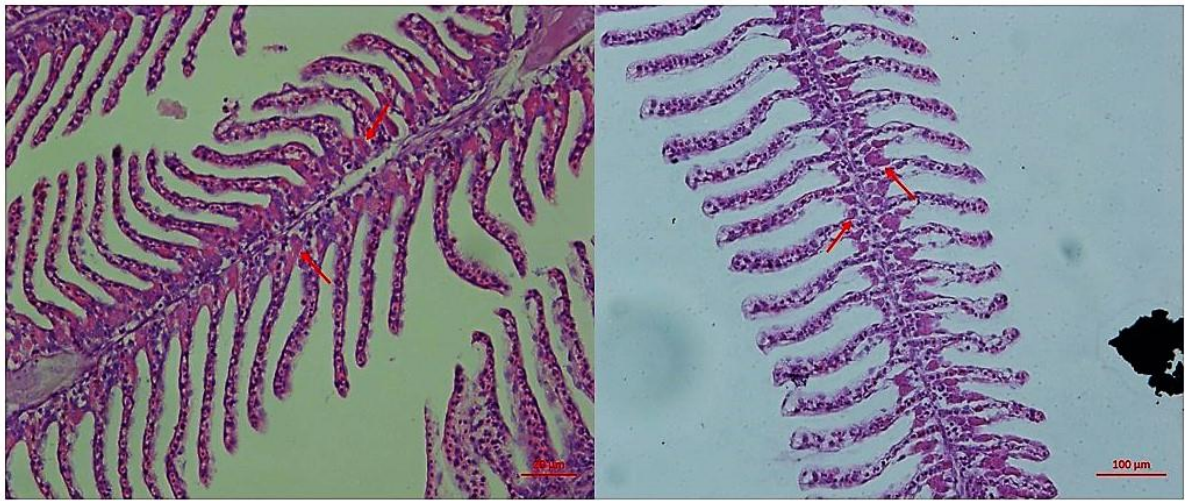
Örnekleme Alanları		EC (25 °C, µS/cm) Ort ± SS (EK-EB)	Klorür Hücre Sayısı Ort±SS (EK-EB)	Klorür Hücre Alanı (µm ²) Ort±SS (EK-EB)	Glomerül Sayısı (EK-EB)	Glomerül Çapı (µm) Ort±SS (EK-EB)							
Deniz	Akçakoca Kıyıları (Düzce) (Karadeniz)	25167 ± 950 (24495-25838)	38 ± 9,21 (28-50)	33 ± 8,22 (18-57)	20,19±5,05 (12,25-27,62)	16,25±6,28 (4,84-38,14)	1-8	2-7	26,11 ± 8,67 (15,40-54,46)	24,17±5,19 (11,61-54,46)			
	Giresun Kıyıları (Karadeniz)	26282 ± 2158 (23245-28176)	34 ± 4,86 (23-40)								21,33±5,48 (11,56-33,64)	5-8	24,23 ± 4,55 (14,93-32,38)
	Bursa Kıyıları (Marmara Denizi)	34725 ± 10981 (22433-43566)	34 ± 7,15 (23-43)								20,99±6,15 (10,08-38,14)	1-8	23,91 ± 4,02 (15,60-35,79)
	Cunda Adası (Ayvalık/Balıkesir) (Ege Denizi)	55415 ± 11431 (44757-67488)	32 ± 6,87 (25-45)								14,97±3,79 (8,21-24,53)	1-3	22,64 ± 5,53 (11,61-31,22)
	İztuzu Sahili (Dalyan/Muğla) (Ege Denizi)	38752 ± 18333 (19199-55556)	39 ± 8,77 (21-52)								13,50±3,43 (9,14-22,41)	1-2	23,94 ± 7,89 (17,21-38,95)
	Yumurtalık Sahili (Adana) (Akdeniz)	50478 ± 4830 (45140-54546)	25 ± 4,27 (18-34)								10,41±3,40 (4,84-16,82)	1-2	17,10 ± 2,79 (15,92-21,17)
Lagün	Köyceğiz Gölü (Muğla)	3096 ± 2089 (1763-6347)	37 ± 6,81 (30-48)	33,01±5,01 (22,31-39,43)	33,01±5,01 (22,31-39,43)	1-5	1-5	24,23 ± 6,65 (16,03-41,26)	24,23 ± 6,65 (16,03-41,26)				
İçsu	İzник Gölü	940 ± 170 (791-1125)	34 ± 8,12 (21-52)	37 ± 8,72 (21-57)	29,68±5,11 (17,96-43,16)	32,42±7,46 (15,49-55,45)	1-6	2-3	30,18 ± 4,46 (22,81-36,90)	29,16±9,38 (12,38-59,25)			
	Eğirdir Gölü	235 ± 26 (218-254)	36 ± 9,05 (23-52)								35,44±8,37 (15,49-51,24)	1-3	24,18 ± 7,73 (12,38-37,28)
	Hirfanlı Baraj Gölü	1551 ± 320 (1156-1861)	39 ± 8,37 (26-53)								36,76±6,45 (25,79-55,45)	1-3	31,47 ± 8,46 (18,74-45,74)
	Aslantaş Baraj Gölü	370 ± 10 (363-377)	41 ± 8,83 (31-57)								27,81±5,55 (20,20-39,52)	2-6	30,56 ± 12,75 (13,74-59,25)



Şekil 3.5. Deniz populasyonlarının solungaç preparatları (a: Giresun, b: Akçakoca, c: Bursa, d: Cunda, e: İztuzu, f: Yumurtalık; Hematoksilen&Eosin boyama, klorür hücreleri ok ile gösterilmiştir.)



Şekil 3.6. İçsu populasyonlarının solungaç preparatları (a: İznik Gölü, b: Eğirdir Gölü, c: Hirfanlı Baraj Gölü, d: Aslantaş Baraj Gölü; Hematoksilen&Eosin boyama, klorür hücreleri ok ile gösterilmiştir.)



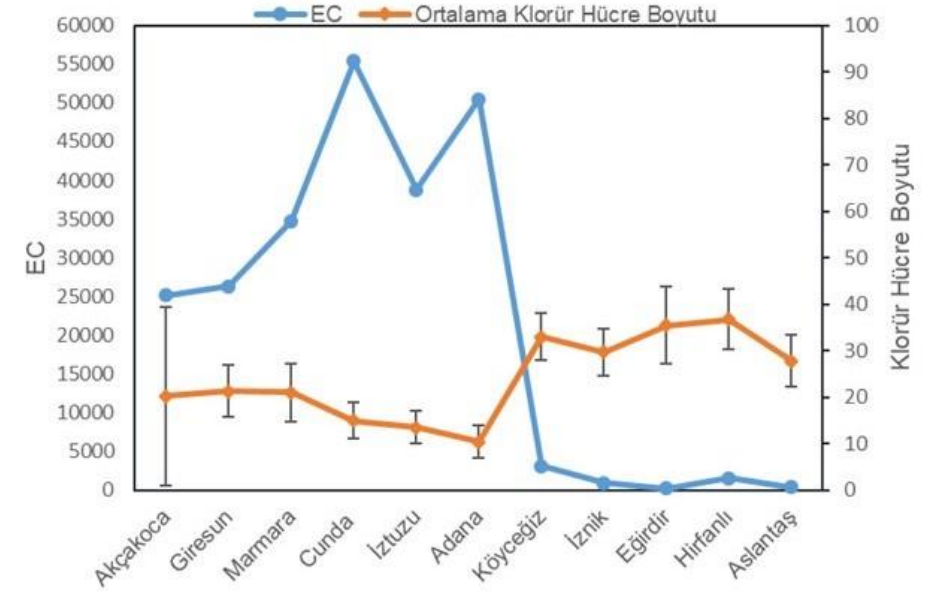
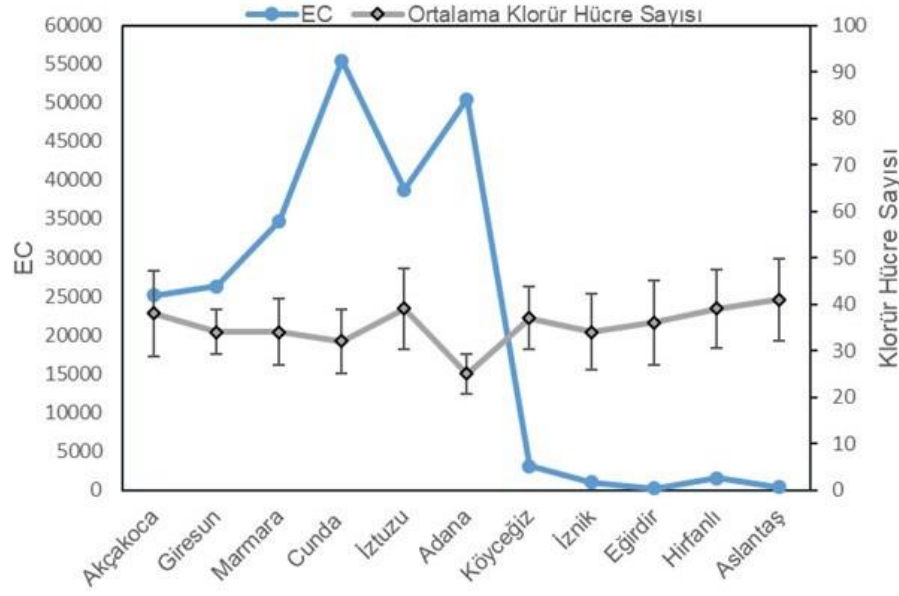
Şekil 3.7. Köyceğiz Gölü solungaç preparatları (Hematoksilen&Eosin boyama, klorür hücreleri ok ile gösterilmiştir.)

Gümüş balığının 11 farklı popülasyonunda tespit edilen klorür hücre sayıları popülasyonlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (ANOVA: $F=3,437$, $df=10$, $p<0,05$). Deniz, lagün ve içsu popülasyonları kendi aralarında gruplandırılarak uygulanan istatistik analizlerde ise bu üç farklı habitat tipinde yaşayan gümüş balığının solungaçlarındaki klorür hücresi sayılarında gözlenen farkların önemli olduğu belirlenmiştir (ANOVA: $F=3,077$, $df=2$, $p<0,05$).

Gümüş balığı popülasyonlarının birbiri arasında ve habitat grupları arasında klorür hücre sayılarına benzer biçimde, klorür hücre boyutlarındaki farkın da önemli olduğu uygulanan istatistik analizlerle tespit edilmiştir (ANOVA: $F=68,94$, $df=10$, $p<0,05$ (popülasyonlar arasında), ANOVA: $F=117,60$, $df=2$, $p<0,05$ (deniz-içsu-lagün habitatları arasında)).

Klorür hücre sayıları ile hücre boyutlarının elektriksel iletkenlik (EC) ile değişimi Şekil 3.8'de verilmiştir. Klorür hücre sayılarının elektriksel iletkenlik (EC) ile doğrusal ilişkili olup korelasyon eşitliği: $EC=-2980,1KHS+126932$ ve korelasyon katsayısı (r) 0,613'tür. Klorür hücre boyutlarının ise elektriksel iletkenlik (EC) ile logaritmik ilişkili olduğu tespit edilmiş olup korelasyon eşitliği: $EC=-47406\ln(KHB)+168705$ ve korelasyon katsayısı 0,930'dur.

Deniz popülasyonlarında klorür hücre sayıları ile balıkların total boyları arasında bir ilişki bulunmazken; klorür hücre boyutu ile balıkların total boylarının logaritmik ilişkili olduğu tespit edilmiş olup, korelasyon eşitliği: $KHB=11,361\ln(TL)-33,57$ ve korelasyon katsayısı (r) 0,832'dir. İçsu popülasyonlarında ise ne klorür hücre sayıları ne de hücre boyutları ile balıkların total boyları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir.

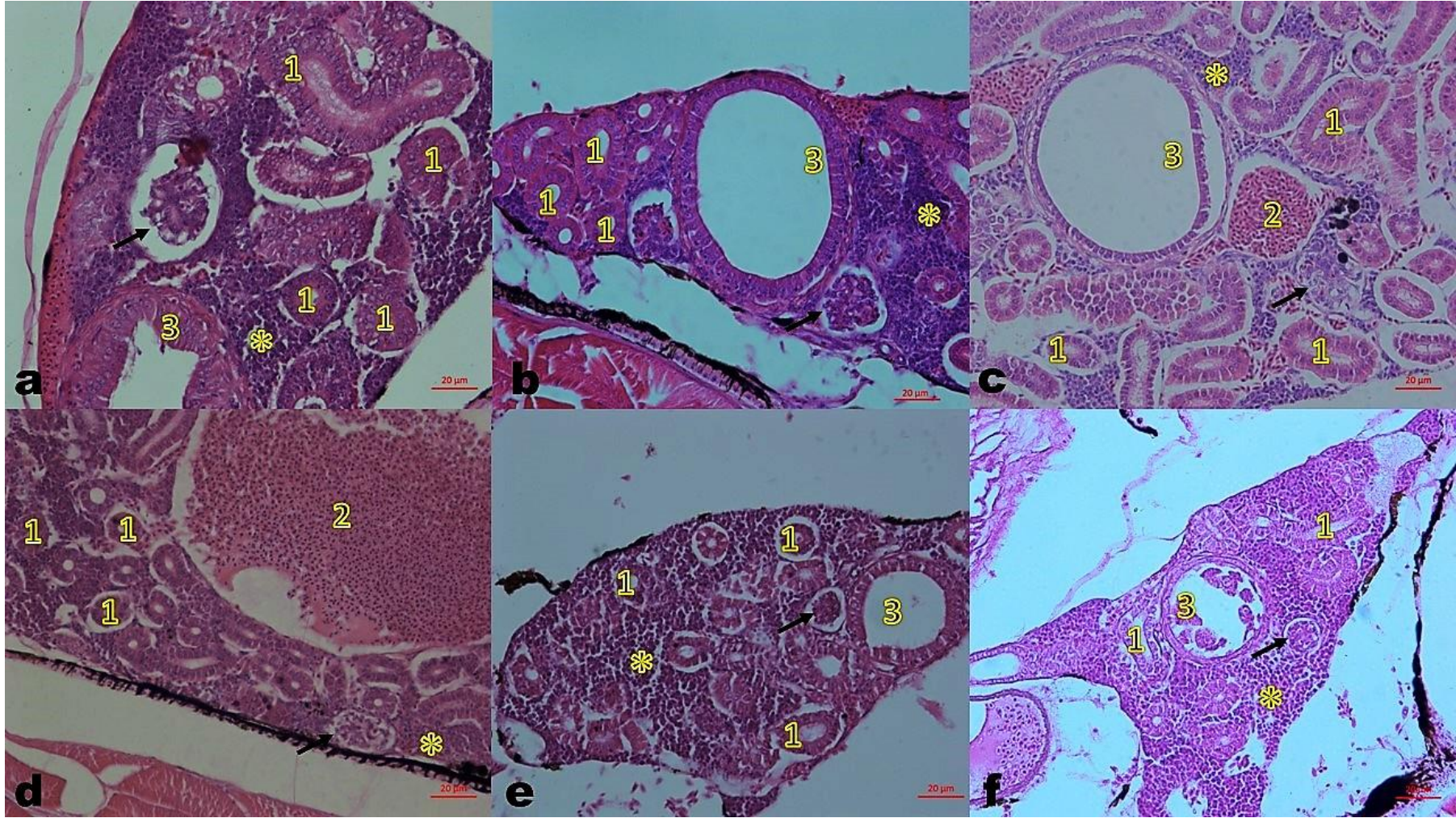


Şekil 3.8. Deniz, içsu ve lagün ortamlarında gümüş balığı solungaçlarında klorür hücre sayıları ve boyutlarının suyun elektriksel iletkenliğine bağlı olarak değişimi

Böbrek dokusunun histolojik preparatları hazırlanan gümüş balığı örneklerinde böbrek dokuları incelenirken kesit alanındaki bütün glomerüller sayılmış ve çapları ölçülmüştür. Glomerül sayıları incelendiğinde; denizlerde 1-8, içsularda 1-6, lagün sisteminde 1-5 adet glomerül bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.18). Denizden avlanan gümüş balıkları arasında, birim alanda en fazla glomerüle Karadeniz örnekleri (Akçakoca ve Giresun kıyıları) ile Marmara Denizi (Bursa) örneklerinde rastlanmış, diğer denizlerden alınan örneklerde birim alanda glomerül sayısının nisbeten daha düşük olduğu belirlenmiştir. İçsu örneklerinde, birim alanda en çok glomerül Aslantaş Baraj Gölü'nde sayılmış olup, diğer alanlarda birim alanda glomerül sayılarının benzer olduğu gözlenmiştir. Köyceğiz Gölü'nden alınan lagün örneklerinde birim alanda 1-5 glomerül sayılmıştır.

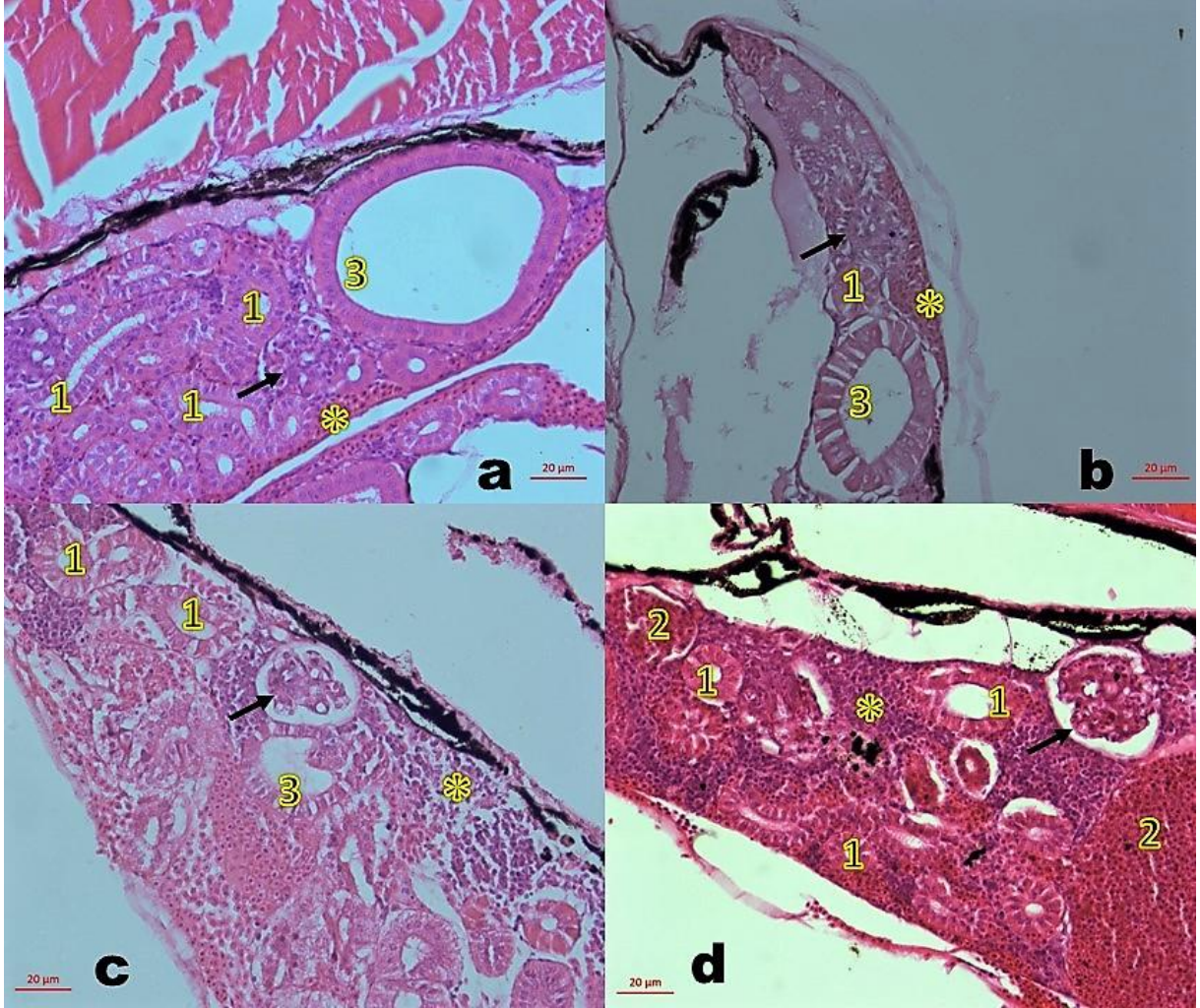
Gümüş balığının 11 farklı popülasyonunda böbrek dokularında tespit edilen glomerül sayıları popülasyonlar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık göstermezken (ANOVA: $F=1,169$, $df=10$, $p>0,05$); deniz, lagün ve içsu popülasyonları kendi aralarında gruplandırılarak uygulanan istatistik analizlerde, bu üç farklı habitat tipinde yaşayan gümüş balığının böbrek dokularındaki glomerül sayılarında gözlenen farkların önemli olduğu belirlenmiştir (ANOVA: $F=13,680$, $df=2$, $p<0,05$).

Balıklarda böbreklerin süzme birimi olan glomerüllerin çaplarının, denizlerden alınan gümüş balığı örneklerinde $11,61 \mu\text{m}$ - $54,46 \mu\text{m}$ arasında değiştiği, en küçük glomerül çaplarının ortalama $17,10 \mu\text{m}$ ile Akdeniz (Yumurtalık Sahili), en büyük glomerül çaplarının ise ortalama $26,11 \mu\text{m}$ ile Karadeniz (Akçakoca) örneklerinde bulunduğu tespit edilmiştir. Deniz popülasyonları böbrek dokularının histolojik preparat fotoğrafları Şekil 3.9'da verilmiştir.



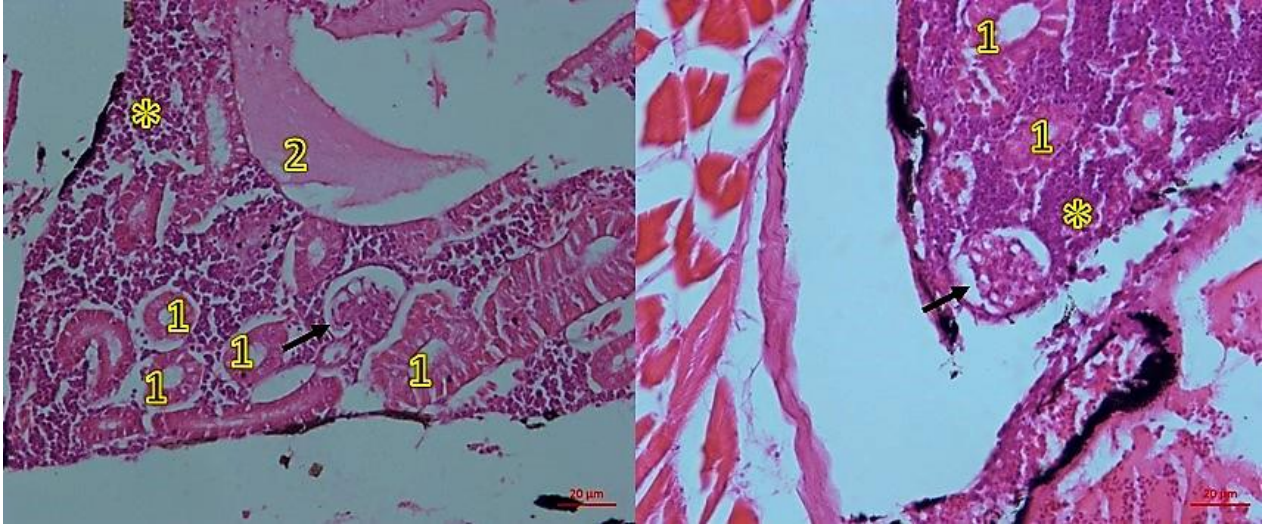
Şekil 3.9. Deniz populasyonlarının böbrek kesiti örnekleri (a: Akçakoca, b: Giresun, c: Bursa, d: Cunda, e: İztuzu, f: Yumurtalık; Hematoksilen & Eosin boyama, glomerüller okla gösterilmiştir. 1: proksimal tübül, 2: kandamarı ve kan doku, 3: toplama kanalı, *: hematopoyetik doku)

İçsulardan alınan gümüş balığı bireylerinde glomerül çapları 12,38 μm -59,25 μm arasında değişmekte olup, en küçük glomerül çapları ortalama 24,18 μm ile Eğirdir Gölü'nde, en büyük glomerül çapları ise ortalama 31,47 μm ile Hirfanlı Baraj Gölü'nde ölçülmüştür. İçsu populasyonları böbrek dokularının histolojik preparat fotoğrafları Şekil 3.10'da verilmiştir.



Şekil 3.10. İçsu populasyonlarının böbrek kesiti örnekleri (a:İznik Gölü, b:Eğirdir Gölü, c:Hirfanlı Baraj Gölü, d:Aslantaş Baraj Gölü; Hematoksilen&Eosin boyama, glomerüller okla gösterilmiştir. 1: proksimal tübül, 2: kandamarı ve kan doku, 3: toplama kanalı, *: hematopietik doku)

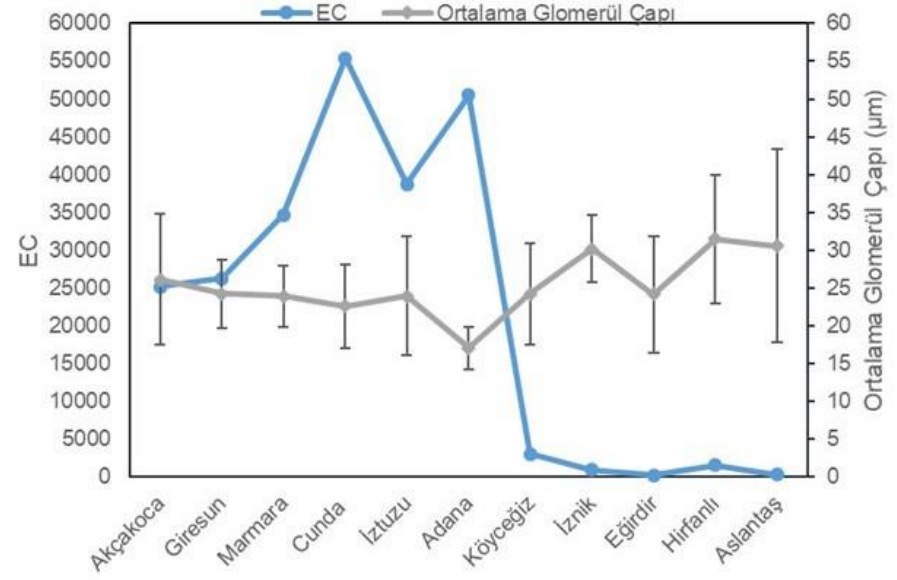
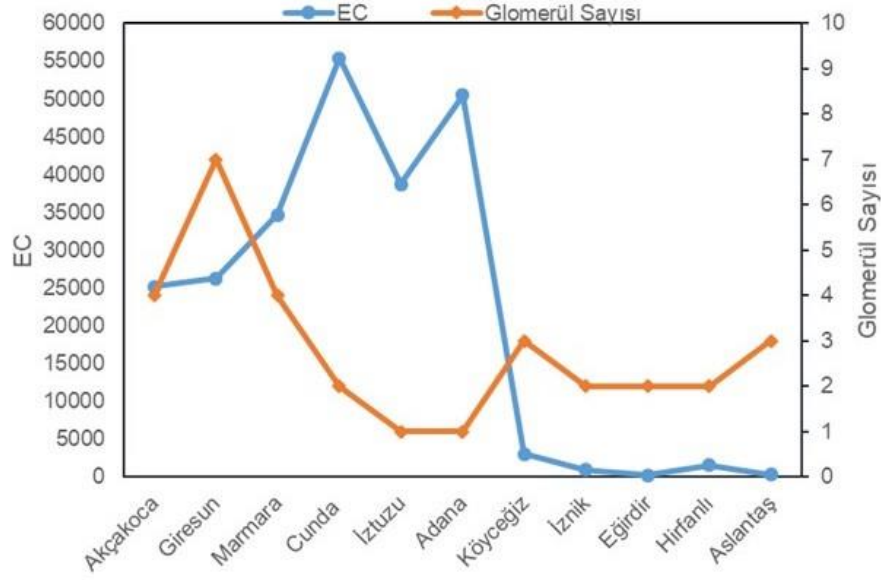
Örnekleme yapılan tek lagün alanı olan Köyceğiz Gölü örneklerinde ise glomerül çapları 16,03 μm -41,26 μm arasında değişmekte olup, ortalama 24,23 μm ölçülmüştür. Köyceğiz Gölü'nden yakalanan gümüş balığı örneklerinin böbrek dokusuna ait histolojik preparat fotoğrafları Şekil 3.11'de verilmiştir.



Şekil 3.11. Köyceğiz Gölü böbrek kesiti örnekleri (Hematoksilen&Eosin boyama, glomerüller okla gösterilmiştir. 1: proksimal tübül, 2: kandamarı ve kan doku, 3: toplama kanalı, *: hematopietik doku)

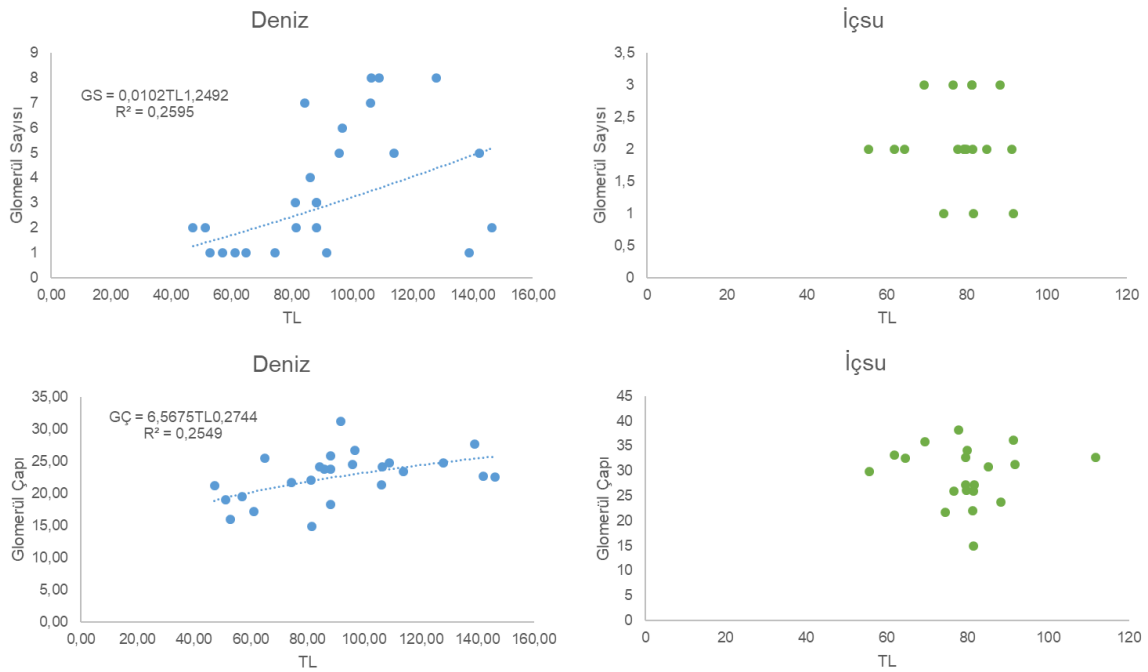
Gümüş balığının 11 farklı popülasyonunda böbrek dokularında tespit edilen glomerül boyutları bakımından popülasyonlar arasında gözlenen fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (ANOVA: $F=1,938$, $df=10$, $p>0,05$). Deniz, lagün ve içsu popülasyonları kendi aralarında gruplandırılarak uygulanan istatistik analizlerde, bu üç farklı habitat tipinde yaşayan gümüş balığının böbrek dokularındaki glomerül boyutlarında gözlenen farkların da önemli olduğu belirlenmiştir (ANOVA: $F=7,737$, $df=2$, $p<0,05$).

Deniz, içsu ve lagün ortamlarında suyun elektriksel iletkenliği ile gümüş balığı örneklerinin böbreklerinde bulunan glomerül sayısı ve boyutu arasındaki ilişki Şekil 3.12'de verilmiştir. Elektriksel iletkenlik arttıkça, glomerül sayısının azaldığı, elektriksel iletkenlik değerlerinin en yüksek ölçüldüğü Akdeniz ve Ege Denizi'nden elde edilen gümüş balığı örneklerinde glomerül sayısının en düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik ile glomerül sayısı arasındaki ilişki istatistiksel olarak değerlendirilmek üzere korelasyon analizi yapılmış, korelasyon katsayısı $r=-0,12$ olarak hesaplanmıştır. Glomerül sayılarının değişimine benzer şekilde, elektriksel iletkenlik arttıkça glomerül çapının küçüldüğü, en büyük çaplı glomerüllerin içsularda yaşayan gümüş balıklarında bulunduğu anlaşılmaktadır. Elektriksel iletkenlik-ortalama glomerül çapı arasındaki korelasyon katsayısı $r=-0,769$ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.12. Deniz, içsu ve lagün ortamlarında gümüş balığı böbreklerinde glomerül sayıları ve boyutlarının suyun elektriksel iletkenliğine bağlı olarak değişimi

Balıkların total boyu ile böbreklerde bulunan glomerül sayısı ve çapı arasında bir ilişki olup olmadığını belirlemek üzere, deniz ve içsu ortamlarından alınarak böbrek dokuları incelenen gümüş balığı örneklerinin total boyu ile glomerül sayısı ve çapı arasında regresyon analizi yapılmıştır. Total boy ile glomerül sayısı ve çapı arasındaki ilişki Şekil 3.13’de verilmiş olup, deniz populasyonlarında glomerül sayısı ve çapı ile balıkların total boyu arasındaki ilişkinin korelasyon katsayıları (r) sırasıyla 0,509 ve 0,505’dir. İçsu populasyonlarında glomerül sayısı ve çapı ile balıkların total boyları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadığı belirlenmiştir.



Şekil 3.13. Deniz ve içsulardan örneklenen gümüş balığı bireylerinde total boy-glomerül sayısı ve total boy-glomerül çapı ilişkisi

4. TARTIŞMA

Doğal yayılış alanı denizler ve denizlerle bağlantılı lagün ve nehir ağız sistemleri olan gümüş balığı (*Atherina boyeri*), son yıllarda Türkiye içsu sistemlerinde yayılış alanını hızla genişletmekte ve sonradan girdiği içsu sistemlerinde başarılı ve yoğun populasyonlar oluşturarak baskın tür olması ile “istilacı” olarak değerlendirilmektedir [3], [5]. İçsu sistemlerinde oluşturduğu yoğun populasyonlar ve dış pazardaki ticari değeri ile birlikte gümüş balığı hem yöre halkı hem de ülke ekonomisi için son yıllarda değerli bir tür haline gelmiştir. Türkiye içsu balıkları üretiminde gümüş balığı; sazan, inci kefali ve gümüşü havuz balığından sonra 4. sırada gelmektedir [245]. Endemik tür çeşitliliği bakımından zengin olan Türkiye içsu sistemlerinde gümüş balığı sadece ekonomik açıdan önemli türler için değil, endemik türler için de ciddi bir ekolojik tehdittir. Beslenme özellikleri ile ilgili çalışmaların çoğunda gümüş balığının fırsatçı beslenme davranışına sahip olduğu [76], [90], [91] ve özellikle içsu sistemlerinde yoğunlukla büyük boyutlu zooplankton üzerinden beslendiği bildirilmiştir [90], [91], [246]. Zooplankton üzerindeki seçici baskısı sebebiyle gümüş balığı sonradan girdiği içsularda alanın zooplankton komünitesini büyük ölçüde etkileyebilmekte ve diğer balık türleri ile besin rekabetine girmektedir. Fırsatçı beslenme davranışı gösteren gümüş balığı, alanda en az enerji harcayarak en kolay yakalabileceği besine yönelmekte olup, yetişkin bireylerin dönemsel olarak diğer balıkların yumurtaları ve larvaları ile beslendiği de rapor edilmiştir [90], [91], [247]. Gümüş balığının içsulardaki beslenme özellikleri diğer türlere tehdit oluşturabilmektedir.

İstilacı türlerin, yerel ihtiyofauna üzerindeki etkilerinin belirlenebilmesi ve populasyonlarının kontrol altına alınabilmesi için, bu türlerin farklı ortamlardaki populasyonlarının biyolojik özelliklerinin ve uyum mekanizmalarının ayrıntılı olarak ortaya çıkarılması önemlidir [248]. Gümüş balığının Türkiye içsu sistemlerindeki biyolojik özellikleri ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmış olup; denizel bir tür olan gümüş balığının içsu sistemlerine uyumu üzerine bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma

ile, Türkiye denizlerinde ve içsularında yayılış gösteren gümüş balığının farklı populasyonlarındaki büyüme özellikleri incelenmiştir. Ozmeregülasyonda rol alan solungaç ve böbrek dokularının histolojik özellikleri belirlenmiş ve farklı habitatlardaki populasyonlar karşılaştırılarak büyüme parametreleri ile uyumu araştırılmıştır. Bu çalışma, gümüş balığının farklı habitatlara uyumunu belirlemeyi amaçlayan ilk çalışma niteliğinde olup bu türün istila başarısının belirlenmesi açısından önem taşımaktadır.

4.1. Suyun bazı fiziko-kimyasal parametreleri

Balık populasyonları üzerine yapılan biyolojik ve ekolojik çalışmalarda populasyonun diğer canlılarla ve çevre koşulları ile etkileşimleri de dikkate alınmalıdır. Bu amaçla yapılacak çalışmalarda suyun sıcaklık, EC, tuzluluk ve pH gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri gibi canlı yaşamını doğrudan ve dolaylı olarak etkileyen abiyotik faktörlerin de ele alınmasında yarar vardır. Bu çalışmanın temel amacı, başlıca sınırlayıcı faktörün tuzluluk olduğu farklı ekolojik koşullarda bulunan gümüş balığının büyüme özellikleri ile solungaç ve böbrek dokularının karşılaştırmalı olarak incelenmesi ve uyum yeteneği hakkında bilgi edinilmesi olduğundan, suyun biyolojik açıdan önemli bazı temel fiziko-kimyasal parametreleri (su sıcaklığı, çözünmüş oksijen miktarı, elektriksel iletkenlik, tuzluluk, pH) örnekleme çalışmaları sırasında arazide ölçülmüştür (Bkz. Çizelge 3.1). Gümüş balığı büyük sürüler oluşturan pelajik bir tür olup, doğal ortamı olan denizlerde avlanabildiği dönemler, sürünün kıyı ve koy alanlarına girdiği, üreme dönemine denk gelen ilkbahar ve yaz ayları ile sonbaharın ilk ayları olduğu için; çalışma kapsamında gümüş balığının örnekleme ve beraberinde su parametrelerinin ölçümü için ilkbahar, yaz ve sonbahar ayları tercih edilmiştir.

Sıcaklık, canlı yaşamına, özellikle sucul yaşama, etki eden en önemli faktörlerden biridir. Su sıcaklığının değişmesi; suyun yoğunluğunun, viskozitesinin ve oksijen başta olmak üzere gazların çözünürlüklerinin değişmesine neden olmaktadır. Balıkların metabolizmalarının da su sıcaklığına bağlı olarak değişim gösterdiği

bilinmektedir [9]. Deniz örneklemelerinde su sıcaklığı değerleri en düşük 14,4 °C ile Mudanya'da Mayıs ayında; en yüksek ise 33,3 °C ile İztuzu Sahili'nde Haziran ayında ölçülmüştür. İçsu örneklemelerinde en düşük su sıcaklığı 11,5 °C ile Mart ayında Eğirdir Gölü'nde, en yüksek su sıcaklığı ise 29,1 °C ile Eylül ayında Aslantaş Baraj Gölü'nde ölçülmüştür. Lagün sistemi olan Köyceğiz Gölü'nde su sıcaklığı 15,5 °C (Mart) ile 31,1 °C (Haziran) arasında ölçülmüştür. Gümüş balığının doğal ortamı olan deniz ve lagün sistemleri ile sonradan girdiği içsu sistemlerinden ölçülen sıcaklık değerleri aynı dönemlerde birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Böylece içsu sistemlerinde su sıcaklığının gümüş balığı için sınırlayıcı bir faktör olmadığı anlaşılmaktadır.

Canlı organizmalar için yaşamsal öneme sahip oksijenin sudaki miktarı, su sıcaklığı, atmosfer basıncı ile sucul bitkiler ve alglerin fotosentez sürecinin yoğunluğu gibi faktörlere bağlıdır [9]. Sudaki çözünmüş oksijen miktarı denizlerde 3,62 mg/l (Eylül ayı-Yumurtalık Sahili) ile 10,49 mg/l (Mayıs ayı-Akçakoca); içsu sistemlerinde 3,19 mg/l (Eylül ayı-Aslantaş Baraj Gölü) ile 15,38 mg/l (Mart ayı-İzmit Gölü) arasında ölçülmüştür. Köyceğiz Gölü'nde ise sudaki çözünmüş oksijen miktarı 6,64 mg/l (Haziran ayı) ile 9,06 mg/l (Mart ayı) arasında değişmektedir. Sudaki çözünmüş oksijen miktarının su sıcaklığı ile ters orantılı olarak değiştiği bilinmekle birlikte, bu çalışma kapsamında ölçülen sudaki çözünmüş oksijen miktarlarında gözlenen farklılık büyük oranda ölçüm yapılan döneme bağlıdır. Balıkların uzun süre yaşamlarını sürdürebileceği en düşük oksijen değeri 1mg/l olup [249], çalışma kapsamında ölçülen çözünmüş oksijen değerlerinin gümüş balığının yaşamı için sınırlayıcı bir etken olmadığı anlaşılmaktadır.

Sucul sistemlerde canlı yaşamını doğrudan etkileyen en önemli faktörlerden biri olan pH, suyun asitliğinin bir göstergesi olup, birçok balık türünün pH değeri 6,5 ile 8,5 arasında olan sularda iyi bir gelişim gösterdiğini bilinmektedir [250]. Çalışma alanlarında su genel olarak alkali özellik göstermekte olup, ölçülen pH değerleri 7,71

(Hirfanlı Baraj Gölü) ile 9,58 (İznik Gölü) arasında değişmektedir. Saptanan pH değerleri balık yaşamı açısından uygun koşullara işaret etmektedir.

Suda toplam çözünmüş madde miktarının bir göstergesi olan elektriksel iletkenlik, bir ölçüde sudaki mineralizasyonu da gösterdiği için canlı yaşamı açısından büyük bir öneme sahiptir [250]. Suda çözünmüş tuzlar, sucul organizmalarda osmotik basıncın değişmesine sebep olabilmektedir. Bu nedenle birçok sucul canlı türü, osmotik basınç değişimlerine karşı duyarlıdır. Ele alınan fizikokimyasal özellikler arasında, çalışma alanlarına göre en dikkat çeken farklılık tuzluluk ve elektriksel iletkenlik (EC) parametrelerinde gözlenmiştir.

Çalışma kapsamında deniz ve içsu sistemlerinin kendi içinde tuzluluk ve EC değerleri birbirinden çok farklıdır. Venice sınıflandırma sistemine göre tuzluluğu ‰0-‰0,5 arasındaki alanlar tatlısu, ‰0,5-‰30 arasındaki alanlar acısu, ‰30-‰50 arasındaki alanlar ise tuzlusu karakterindedir [251]. Bu çalışma için belirlenen örnekleme alanları gümüş balığının Türkiye sularındaki doğal yayılış alanı ve doğal ortamı olmayıp sonradan girdiği alanlar içerisinde; birbirinden coğrafi, iklimsel ve tuzluluk ile EC bakımından farklı olup, gümüş balığının Türkiye’de doğal ve taşınmış popülasyonlarının büyüme ve histolojik özelliklerini temsil edecek şekilde seçilmiştir. Gümüş balığı örneklerinin toplandığı denizel istasyonlardan en düşük EC ve tuzluluk değeri Akçakoca’da (Karadeniz), en yüksek değer ise Cunda Adasında (Ege Denizi) tespit edilmiştir. Bu değerler Karadeniz ve Ege Denizi’nin tuzluluk değerlerini yansıtmakta olup söz konusu alanlardaki örneklerin ozmoregülasyonu hakkında doğru bilgi yansıtabilecek niteliktedir. Örnekleme yapılan içsu alanlarında ise EC ve tuzluluk değerleri küçükten büyüğe sırasıyla Eğirdir Gölü, Aslantaş Baraj Gölü, İznik Gölü ve Hirfanlı Baraj Gölü’nde ölçülmüştür. Kızılırmak’ın jipsli litolojilerden akarken tuzları çözmesi [65] sebebiyle Hirfanlı Baraj Gölü’nde su nispeten tuzlu olup Venice sınıflandırma sistemine göre acısu karakterindedir.

4.2. Gümüş Balığı Örneklerinin Metrik ve Meristik Özellikleri

Çalışma kapsamında, her alandan yakalanan gümüş balığı örneklerinin metrik ve meristik özellikleri belirlenerek örneklenen bireylerin *Atherina boyeri* olup olmadığının ortaya konması amaçlanmıştır. Arazi çalışmalarında avlanan gümüş balığı örneklerinde tespit edilen diagnostik özelliklerin, Kottelat ve Freyhof ile Geldiay ve Balık'ın *A. boyeri* için tespit ettiği sınırlar içerisinde yer aldığı belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 3.2; [58], [61]). Bu bulgular, farklı bir *Atherina* türünün örnekler arasına karışmadığını ortaya koymaktadır.

4.3. Gümüş Balığının Büyüme Özellikleri

Çalışma süresince incelenen gümüş balığının deniz, lagün ve içsu popülasyonlarında yaşların 0-4 arasında değiştiği saptanmıştır. Farklı gümüş balığı popülasyonlarına ilişkin çalışmalarda gümüş balığı bireylerinin yaşam süresi denizel popülasyonlarda 3 [86], [113] ve 4 [73]; lagün popülasyonlarında 2 [82], 3 [84]–[86], [103], [252] ve 4 [74], [76], [77], [79]; içsu popülasyonlarında 3 [4], [86] ve 4 [6], [75], [78], [80], [81] olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma kapsamında gümüş balığının ömür uzunluğunun; İztuzu ve Yumurtalık Sahillerinde 3, diğer denizel alanlarda ve içsu alanlarının tamamında 4 yıl olduğu tespit edilmiş olup, diğer çalışmalarla benzer sonuçlar elde edilmiştir. Gerek sunulan çalışmanın bulguları, gerekse literatürden elde edilen sonuçlar, bu türün ömür uzunluğunun en fazla 4 yıl gibi kısa bir süreyi kapsadığını göstermektedir. Kısa yaşam döngüsü istilacı türlerin genel özelliklerinden biridir [253]. Gümüş balığının istilacıların bir özelliği olan kısa yaşam döngüsüne sahip olmasının sonradan girdiği içsu sistemlerinde kısa sürede başarılı popülasyonlar oluşturmasında bir avantaj olduğu düşünülmektedir.

Çalışma kapsamında incelenen popülasyonlar için belirlenen erkek:dişi eşey oranları genellikle dişiler yönünde baskın olup; Bursa, Cunda ve İznik Gölü popülasyonlarında ise erkek bireylerin nispeten daha fazla sayıda olduğu tespit edilmiştir. Akçakoca, Cunda, Hirfanlı ve Aslantaş popülasyonları dışında tüm

populasyonlarda eşey oranının beklenen 1:1 ideal Mendel oranından sapmasının istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir (Bkz. Çizelge 3.3). Eşey oranlarında görülen farklılıklar, balıkların durgunluk, beslenme ve üreme dönemlerine bağlı olarak ortaya çıkabilmektedir [254]. Gümüş balığının Türkiye deniz, lagün ve içsu sistemlerinde daha önce yapılmış çalışmalarda türün üreme döneminin başlangıç ve bitiş ayları farklı olmakla birlikte, ilkbahar ve yaz aylarını kapsadığı tespit edilmiştir [6], [75], [78], [79], [82], [97], [105], [255]–[260]. Çalışma kapsamında gümüş balığının avlandığı dönemler ilkbahar, yaz ve sonbahar aylarında olup; eşey oranlarında tespit edilen farkların, örneklemelerin üreme dönemleri içerisinde yapılmasıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Farklı gümüş balığı populasyonlarına ilişkin çalışmalarda genellikle oransal olarak dişilerin, erkeklere göre daha fazla olduğu bildirilmiştir [6], [78], [80]–[82], [85], [86]. Dişilerin erkek bireylere göre daha fazla olması, erkek birey başına düşen yumurtlayan dişi sayısının artmasıyla, yavru veriminin artışına sebep olacağından, sonradan girdiği içsu sistemlerinde gümüş balığı populasyonunun büyümesi açısından bir avantaj olarak değerlendirilebilir.

İncelenen örneklerin total boyları denizel populasyonlarda 21,25 mm (İztuzu Sahili) ile 142,96 mm (Giresun), içsu populasyonlarında 23,87 mm ile 115,35 mm (Aslantaş Baraj Gölü), lagün ortamı olan Köyceğiz Gölü'nde ise 27,93 mm ile 97,03 mm arasında değiştiği belirlenmiştir. Karadeniz kıyıları (Akçakoca ve Giresun) ve Marmara Denizi (Bursa) kıyılarından alınan örneklerde 100 mm'nin üzerinde total boya sahip bireylerin bulunduğu dikkat çekerken, diğer denizel populasyonlarda 80 mm'den daha büyük bireylere nadiren rastlanmaktadır. Türkiye denizlerinde gümüş balığı populasyonlarında tespit edilen total boy değerleri 10 mm-117 mm arasında değişmekte olup, örnekleme alanları Marmara ve Ege denizlerindedir [113], [114], [261]–[263]. Bu çalışmada denizel gümüş balığı populasyonlarında tespit edilen en küçük total boy 21,25 mm olup, diğer çalışmalarda daha ufak bireylerin de yakalanabildiği görülmektedir. Bu çalışmada denizel populasyonlarda tespit edilen en büyük boy değerleri, diğer çalışmalarda tespit edilen değerlerden yüksek olup,

Karadeniz ve Marmara Denizi populasyonları bireyleridir. Gümüş balığının Türkiye içsularında daha önce yapılmış çalışmalarda tespit edilen total boy değerleri 5,76 mm-129 mm arasında değişmektedir [4], [6], [78], [80], [81], [86], [115], [264]. Bu çalışmada gümüş balığının içsu populasyonlarında tespit edilen en küçük total boy 23,87 mm ile diğer çalışmalardan daha büyük, tespit edilen en büyük total boy ise 115,35 mm ile daha küçüktür. Gümüş balığının Türkiye lagün populasyonlarına dair daha önce yapılmış tek çalışma Homa Lagünü'nde olup, total boy değerlerinin 24 mm-103 mm arasında değiştiği rapor edilmiştir [85]. Bu çalışmada gümüş balığının lagün sistemi olan Köyceğiz Gölü populasyonunda tespit edilen en küçük total boy 27,93 mm ile Homa Lagünü populasyonundan daha büyük, en büyük total boy ise 97,03 mm ile daha küçüktür. Gümüş balığının bu çalışmada Türkiye deniz, içsu ve lagün sistemlerinde tespit edilen en küçük total boy değerleri daha önce yapılmış çalışmaların tamamında tespit edilen en küçük total boy değerlerinden daha büyüktür. Söz konusu bu farklılık "ağ seçiciliği" ihtimalini düşündürse de, bu çalışmada 4 mm göz açıklığına sahip ıgırıp ağı kullanılmış olması ağ seçiciliği ihtimalini ortadan kaldırmaktadır. Bu çalışmada avlama yapılan tarihler gümüş balığının, daha önce de bahsedildiği üzere, üreme dönemine denk gelmekte olup, avlama yapılan tarihlerde 21 mm'den küçük 0 yaş grubu bireylerin henüz ortamda olmaması söz konusu farklılığın sebebi olarak değerlendirilmektedir.

Çalışma kapsamında incelenen gümüş balığı örneklerinin ağırlıkları denizel ortamlarda 0,04 g – 19,52 g; içsu ortamlarında 0,08 g – 10,94 g; lagün ortamında ise 0,12 g-6,60 g arasında değişmektedir. Gümüş balığının Türkiye denizlerinde daha önce yapılmış çalışmalarda tespit edilen ağırlık değerleri 0,13 g-11,1 g arasında değişmekte olup, İzmir Körfezi populasyonunda tespit edilmiştir [113]. Bu çalışmada gümüş balığının denizel populasyonlarında tespit edilen ağırlık dağılımı daha geniştir. Türkiye içsularında gümüş balığının ağırlık değerleri daha önceki çalışmalarda 0,001 g-10,477 g arasında değiştiği belirlenmiştir [6], [78], [80], [81], [115]. İçsu sistemlerinde gümüş balığı populasyonlarında tespit edilen ağırlık dağılımı daha önceki çalışmalarda daha geniştir. Gümüş balığının Türkiye lagün

populasyonlarına dair daha önce yapılmış tek çalışma Homa Lagünü'nde olup, ağırlık değerlerinin 0,08 g-8,11 g arasında değiştiği tespit edilmiştir [85]. Bu çalışmada gümüş balığının lagün sistemi olan Köyceğiz Gölü populasyonunda tespit edilen en küçük ağırlık 0,12 g ile Homa Lagünü populasyonundan daha büyük, en büyük ağırlık ise 6,60 g ile daha küçüktür. Ağırlık değerlerinde daha önceki çalışmalarla bu çalışma arasında tespit edilen söz konusu farklılıklar daha önce değinildiği üzere, çok küçük boyutlu 0 yaş bireylerinin örnekleme yapılan tarihlerde ortamda olmamasından kaynaklanabilir.

Boy ağırlık ilişkisi, balık populasyonlarında boy ve ağırlıkça büyümenin birlikte değerlendirilmesini sağlayan bir parametre olup, ilişkideki b değeri farklı populasyonlardaki veya aynı populasyonun farklı zaman periyotlarındaki büyümesini karşılaştırma olanağı vermektedir [265]. Bu çalışmada, boy-ağırlık ilişkisindeki b değeri deniz populasyonlarında 2,76-3,35 arasında, içsu populasyonlarında ise 3,01-3,13 arasında değişmektedir, lagün sistemi olan Köyceğiz populasyonunda ise b değeri 3,21 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan determinasyon katsayısı (r^2)'nin 1'e yakın olması, boy ve ağırlık arasında kuvvetli bir ilişki olduğunu göstermektedir. Boy-ağırlık ilişkisindeki b katsayısı genellikle 3'e yakın bir değerdir; 3 değeri izometrik büyümeyi gösterirken, 3'ün dışındaki değerler allometrik büyümenin göstergesidir [266]. Sunulan çalışmada Adana ve Hirfanlı Baraj Gölü populasyonları dışındaki populasyonlarda b katsayısının 3'ten sapması istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Dolayısıyla, Adana ve Hirfanlı Baraj Gölü populasyonunda büyümenin izometrik, Marmara Denizi ve Giresun'da negatif allometrik, diğer populasyonlarda pozitif allometrik olduğu anlaşılmaktadır. Elde edilen bu b değerlerine göre Marmara Denizi ve Giresun populasyonları bireyleri göreceli olarak daha ince, diğer populasyonlardaki bireyler ise daha tıknaz yapılıdır. İncelenen 6 deniz ve 4 içsu gümüş balığı populasyonunun boy ve ağırlık verileri birleştirilerek hesaplanan boy-ağırlık ilişkisi b değerleri arasında önemli bir fark olmadığını göstermiştir. Nitekim, aynı yaş gruplarındaki bireylerin oransal boy ve ağırlık artışı değerleri incelendiğinde (Bkz. Çizelge 3.9 ve Çizelge 3.13), deniz ve

içsu populasyonlarının benzer değişimler gösterdiği, hatta içsu populasyonlarında özellikle erken yaşlarda büyüme performansının deniz populasyonlarına kıyasla daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir.

Farklı bölgelerde deniz, lagün ve içsularda yayılış gösteren gümüş balığı populasyonları üzerine yapılan çalışmalarda elde edilen büyüme parametreleri değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Gümüş balığının deniz populasyonları ile daha önce yapılmış çalışmalarda Ege Denizi populasyonlarında hesaplanan b değerleri 2,97 [113] ve 3,19 [263]; Marmara Denizi populasyonlarında hesaplanan b değerleri ise 3,22 [262] ve 3,49 [114]dur. Lagün sistemlerinde gümüş balığı populasyonları ile daha önce yapılmış çalışmalarda hesaplanan b değerleri 2,98 [74] ile 3,35 [103] arasında değişmektedir. İçsu sistemlerinde ise daha önce yapılmış çalışmalarda gümüş balığı populasyonlarının b değerleri 2,66 [86] ile 3,30 [78] arasında değişmektedir. Çizelge 4.1'den de anlaşılacağı üzere, gümüş balığı populasyonlarında hem daha önce yapılmış çalışmaların sonuçları hem de sunulan çalışmanın sonuçları açısından bakıldığında, hesaplanan b değerlerinin birbirinden tamamen farklı deniz, lagün ve içsu habitatlarında birbirine yakın değerlerde olduğu görülmektedir. Bu durum; doğal ortamı denizel habitatlar olan gümüş balığının sonradan girdiği içsu sistemlerinde boy-ağırlık ilişkisi bakımından, büyüme performansının olumsuz etkilenmediğinin bir göstergesi olarak yorumlanabilir.

Çizelge 4.1. Gümüş balığı populasyonlarında tespit edilen büyüme parametrelerinin karşılaştırılması

Örnekleme Alanı	Eşey	b	L _∞ (cm)	k	t ₀	φ	
İzmir Körfezi[113]	E,D	2,97	-	-	-	-	
Çandarlı Körfezi[263]	E,D	3,19	-	-	-	-	
Erdek Körfezi[262]	E,D	3,22	-	-	-	-	
Marmara Denizi[114]	E,D	3,49	-	-	-	-	
Sunulan Çalışma							
Deniz	Akçakoca	E,D	3,271	13,6	0,55	-0,57	9,23
	Giresun	E,D	2,767	14,3	0,36	-0,20	8,9
	Bursa	E,D	2,776	16,4	0,79	-0,84	9,96
	Cunda Adası	E,D	3,119	12,8	0,16	-0,34	7,87
	İztuzu Sahili	E,D	3,353	9,9	0,42	-0,82	8,33
	Yumurtalık Sahili	E,D	3,075	9,6	0,23	-0,91	7,67
Lagün	Aberthaw Lagünü[82]	E,D	3,27	9,2	-	-	-
	Camargue Sulak Alanı[74]	E,D	2,98	-	-	-	-
	Mesolongi ve Etolikon Lagünleri[84]	E,D	3,15	11,6	0,24	-1,27	8,08
	Mar Menor Lagünü[99]	D	3,25	8,4	0,81	-0,61	8,65
		E	3,22	8,1	0,91	-0,45	8,69
	Mala Neretva Nehri Öztari Sistemi[76]	E,D	3,24	13,5	0,37	-0,97	8,82
	Vistonis Öztari Sistemi[77]	E,D	3,22	16,7	0,16	-1,9	10,4
	Aveiro Nehri[103]	E,D	3,35	11,6	0,10	-3,80	7,19
	Homa Lagünü[85]	E,D	3,08	13,5	0,23	-1,89	-
	Gomishan Sulak Alanı[79]	E,D	3,06	16,3	0,27	-0,73	8,88
	Sunulan Çalışma						
Köyceğiz Gölü	E,D	3,206	10,6	0,29	-0,66	8,1	
İçsu	Küçükçekmece Gölü[4]	E,D	2,97	11,5	-	-	-
	İznik Gölü[78]	E,D	3,30	12,9	0,31	-0,89	-
	Eğirdir Gölü[63]	E,D	2,96	13,7	0,24	-1,59	8,41
	Ömerli Baraj Gölü[86]	D,E	2,66	-	-	-	-
	İznik Gölü[80]	E,D	3,20	14,1	0,27	-0,49	8,59
	İznik Gölü[169]	E,D	3,05	15,6	0,24	-0,20	-
	Eğirdir Gölü [81]	E,D	3,20	11,2	0,27	-0,48	8,13
	Marmara Gölü[115]	E,D	2,91	-	-	-	-
		D	3,29	15,7	0,20	-1,10	-
	Hirfanlı Baraj Gölü[6]	E	3,23	15,1	0,15	-1,80	-
	Sunulan Çalışma						
İznik Gölü	E,D	3,131	12,1	0,49	-0,95	8,89	
Hirfanlı Baraj Gölü	E,D	3,011	14,1	0,23	-0,27	8,43	
Eğirdir Gölü	E,D	3,075	10,9	0,29	-0,62	8,14	
Aslantaş Baraj Gölü	E,D	3,106	16	0,23	-0,37	8,68	

Çalışma kapsamında denizel gümüş balığı populasyonlarında hesaplanan von Bertalanffy parametrelerine göre incelenen denizel populasyonlar arasında en yavaş büyüme performansı Cunda Adası'nda (Ege Denizi), en hızlı büyüme performansı ise Bursa (Marmara Denizi) populasyonunda tespit edilmiştir. Gümüş balığının denizel populasyonları ile daha önce yapılmış çalışmalarda von Bertalanffy parametreleri verilmemiş olup, bir karşılaştırma yapılamamaktadır. Lagün sistemlerindeki gümüş balığı populasyonlarında ise Mar Menor Lagünü [252] örneklerinin k değerleri çok yüksek olmakla birlikte, bu çalışma kapsamında incelenen Köyceğiz Gölü populasyonu da dahil, diğer alanlarda nispeten birbirine yakın bir büyüme hızı görülmektedir. Çalışma kapsamında içsu sistemlerinde gümüş balığı populasyonlarında hesaplanan k göre incelenen içsu populasyonları arasında en yavaş büyüme performansı Hirfanlı ve Aslantaş Baraj Göllerinde tespit edilmiş olmakla birlikte, Hirfanlı Baraj Gölü gümüş balığı populasyonunda daha önceki çalışmalara göre büyüme nispeten daha hızlıdır. Çalışma kapsamında içsu populasyonlarında en hızlı büyüme performansı ise İznik Gölü populasyonunda tespit edilmiş olup, aynı populasyonun incelendiği daha önceki çalışmalara göre büyümenin çok daha hızlı olduğu belirlenmiştir. Hem sunulan çalışma hem de daha önce gümüş balığı populasyonlarında yapılmış çalışmalar kapsamında von Bertalanffy eşitliği parametrelerinden elde edilen sonuçlar da, bu parametrelerin habitat farklılıklarından kayda değer derecede etkilenmediğini göstermektedir. Hem boy-ağırlık ilişkisinde, hem de von Bertalanffy eşitliği parametrelerinde gözlenen bu durum; doğal ortamı denizel habitatlar olan gümüş balığının sonradan girdiği içsu sistemlerinde büyüme performansının olumsuz etkilenmediğinin bir göstergesi olarak yorumlanabilir (Çizelge 4.1).

Gümüş balığı örneklerinin boy-ağırlık ilişkilerinin yanı sıra, Total Boy-Çatal Boy, Total Boy-Standart Boy ve Çatal Boy-Standart Boy arasındaki regresyon ilişkileri de hesaplanmış (Bkz. Çizelge 3.16), Total Boy-Çatal Boy ve Standart Boy arasındaki oldukça kuvvetli bir doğrusal ilişki bulunduğu tespit edilmiştir.

Kondisyon faktörü boy ve ağırlıkça büyümenin birlikte ele alındığı bir parametre olup, balıkların vücut şekli ve beslilik durumunu da ortaya koyar [254], [266]. Çalışma kapsamında kondisyon faktörünün, deniz populasyonlarında 0,25-0,85, içsu populasyonlarında 0,21-0,97, lagün populasyonunda ise 0,31-1,02 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Bkz. Çizelge 3.17). Gümüş balığının farklı populasyonlarında daha önce yapılmış diğer çalışmalarda tespit edilen kondisyon faktörü değerleri bu çalışmada tespit edilen değerlerle oldukça benzerlik göstermektedir [6], [78], [80], [113]. Örihalin kemikli balıklarda, denizel habitatlardan içsuya geçen bireylerin, ozmoregülasyon için gerekli metabolik enerji tüketiminde artış gözlenmekte ve metabolik enerjinin büyük kısmı ozmoregülasyon için kullanılmaktadır. Vücudun enerji bütçesinde meydana gelen bu ciddi değişim sonucunda, içsuya geçen balıkların, kondisyonları denizdeki bireylere göre ciddi oranda düşer. Bu durumun en tipik örneği denizlerden içsulara göç eden alabalık türlerinde görülmektedir [10]. Örihalin bir tür olan gümüş balığı daha önce de değinildiği gibi, Türkiye deniz ve lagün sistemlerinde doğal olarak bulunan bir tür olup, son yıllarda denizlerle bağlantısı olmayan içsu sistemlerinde başarılı ve yoğun populasyonlar oluşturmaktadır. Gümüş balığın denizel, lagün ve içsu populasyonlarının karşılaştırmalı olarak incelendiği bu çalışmada, gümüş balığının diğer örihalin türlerde gözlenen aksine, sonradan girdiği içsu popülasyonlarının kondisyonunun, balığın doğal ortamı olan denizlerdeki populasyonlara çok yakın olması en çarpıcı sonuçlardan biridir. Beslenme özellikleri ile ilgili çalışmalar gümüş balığının fırsatçı beslenme davranışına sahip olduğu bildirilmiştir [76], [90], [91]. Fırsatçı beslenme davranışı gösteren gümüş balığı, en az enerji harcayarak en kolay yakalabileceği, ortamda en bol bulunan besine yönelmektedir. Sonradan girdiği içsu sistemlerinde gümüş balığı populasyonlarının kondisyonunun, denizlerdeki populasyonlara çok yakın olması fırsatçı beslenme davranışının bir sonucu olarak yorumlanabilir. İçsularda homeostazı sağlamak üzere ozmoregülasyon aktivitesinde artış gerekir. Bu nedenle de enerji bütçesinde önemli bir değişimin ortaya çıkması ve buna bağlı olarak üreme kapasitesinde düşüş veya büyümede, konsiyonda yavaşlama gibi diğer metabolik işlemlerde nisbi

bir düşüş beklenebilir. Ancak ortamın düşük iyon konsantrasyonu koşullarına rağmen bu çalışmada saptanan büyüme ve kondisyon değerlerinin gümüş balığının fırsatçı beslenme davranışı nedeniyle etkilenmemiş olduğunu düşündürmektedir. Büyüme performansı açısından değerlendirildiğinde, gümüş balığı, doğal yayılış alanından EC ve tuzluluk değerleri bakımından son derece farklı içsu sistemlerine son derece başarılı bir şekilde uyum sağlamaktadır.

4.4. Gümüş Balığı Solungaç ve Böbrek Dokularının Histolojik Özellikleri

Solunum işlevi gören solungaçlar, balıkların yaşayıp geliştikleri çevre ile birebir ilişkili organlardır. Solungaçlar balıklarda solunumun yanı sıra, balık vücudunda ozmoregülasyonda rol oynayan birimlerin başında gelir. Gümüş balığı (*Atherina boyeri*) gibi örihalin türlerde birincil ozmoregülasyon organı olan solungaçlarda bulunan klorür hücreleri, balığın tuzlu sudan tatlı suya hızlı adaptasyonunda rol oynar [31].

Solungaçlarda epitel doku içerisinde bulunan özelleşmiş klorür hücreleri, tuzların taşınmasından sorumludur. Denizel türlerde klorür hücreleri monovalent iyonların ortama aktif olarak salımını sağlarken, içsu türlerinde ortamdan iyonların aktif olarak alınması sağlanır [31]. Gümüş balığının solungaç histolojisi daha önce çalışılmamış bir konu olmakla birlikte; alabalıklar, yılan balıkları ve mersin balıkları gibi çeşitli örihalin türlerde solungaç dokularını inceleyen çeşitli çalışmalar bulunmaktadır [11]–[14], [16]–[18], [22]–[24], [26], [28], [32]–[37], [48], [50], [51], [53]–[57], [159], [192], [238], [267]–[289]. Bu çalışmalarda yukarıda belirtilen örihalin türlerin özellikle de juvenil bireyleri kullanılarak, farklı tuzluluk değerlerindeki suların bulunduğu laboratuvar koşullarında solungaç dokusundaki değişimleri ele alınmıştır. Sunulan çalışmada ise doğrudan doğal koşulların solungaç histolojisi üzerindeki etkisi ve dolayısıyla ozmoregülasyon ilişkisi araştırılmıştır. Çalışılan türlerin farklı olmasının yanısıra farklı örneklerin doğal ve yapay koşullarda bulunmasına karşın, örihalin türlerde solungaç dokularının farklı tuzluluk koşullarında gözlenen değişimleri benzerdir. Hem bu çalışma ile hem de daha önceki çalışmalarda, örihalin balık

türlerinde, bireylerin denizel ortamlardaki yüksek tuzluluk koşullarından içsulardaki da düşük tuzluluk koşullarına taşınmasını takiben klorür hücre sayısı ve boyutlarında hızlı bir artış gözlemlendiği tespit edilmiştir [13], [14], [22]–[24], [26], [28], [29], [32], [39], [267], [268], [270], [273], [274], [278], [282], [283], [289], [290]. Bu çalışma kapsamında, Türkiye’de gümüş balığının doğal yayılış alanı olan denizler ve lagün sistemleri ile sonradan girdiği içsu sistemlerinden seçilen 11 farklı istasyondan toplanan gümüş balığı örneklerinin solungaç preparatları hazırlanarak incelenmiş ve solungaç dokularında, birim alanda bulunan klorür hücreleri sayılmış ve hücre boyutları belirlenmiştir. Çalışma kapsamında incelenen denizel populasyonlarda birim alandaki klorür hücre sayılarının 18-57 arasında, içsu populasyonlarında 21-57, lagün sistemi olan Köyceğiz Gölü’nde ise 30-48 arasında değiştiği saptanmıştır. Klorür hücre alanı ise denizel populasyonlarda $4,84 \mu\text{m}^2$ - $38,14 \mu\text{m}^2$, içsu populasyonlarında $15,49 \mu\text{m}^2$ - $55,45 \mu\text{m}^2$, lagün populasyonunda ise $22,31 \mu\text{m}^2$ - $39,43 \mu\text{m}^2$ arasında değişmektedir (Bkz. Çizelge 3.19). Örneklem istasyonları habitat tiplerine (deniz-lagün-içsu) göre gruplandırıldığında, klorür hücre sayılarında ve boyutlarında tespit edilen farklılıkların istatistiki yönden önemli olduğu tespit edilmiştir. Klorür hücre sayıları ve boyutları ile bireylerin örneklediği su sistemlerinin elektriksel iletkenliğinin negatif ilişkili olduğu tespit edilmiş olup, klorür hücre boyutlarının EC ile arasındaki ilişki klorür hücre sayılarına göre nispeten daha kuvvetlidir. Suyun elektriksel iletkenliği (iyon konsantrasyonu) arttıkça klorür hücre sayıları azalmakta, klorür hücre boyutları küçülmektedir (Bkz. Şekil 3.8). Sunulan bu tez çalışmasında da literatürde rastlandığı gibi, türün doğal ortamından farklı tuzluluğa sahip, ozmoregülasyonun gerekli olduğu, içsu populasyonlarında klorür hücre sayıları ve boyutlarında artış tespit edilmiştir.

Klorür hücre sayılarında ve boyutlarında görülen artış, Na-K ATPaz enzimi ile iyonların aktif taşınmasında ile bağlantılıdır. İyonların aktif taşınımı ciddi miktarda enerji harcanmasını gerektirdiği için klorür hücreleri, mitokondri bakımından zengin hücrelerdir [11], [32]. Örihalin balık türlerinin solungaç dokularının incelendiği çalışmalarda Na-K ATPaz enzim aktiviteleri de ölçülmüş ve suyun tuzluluk

değerlerinin düşmesiyle enzim aktivitesinin büyük oranda arttığı tespit edilmiştir [13], [16]–[18], [21], [23], [26], [28], [31], [32], [37], [38], [267]–[270], [273], [275], [278], [281], [282], [287], [289], [291]–[296], [10], [297], [290]. Bu çalışma ile solungaç dokularının sadece histolojik özellikleri incelenmiş, Na-K ATPaz enzim aktiviteleri izlenmemiş olmakla birlikte, diğer örihalin türlerde yapılmış çalışmalar klorür hücre sayı ve boyutlarında görülen değişimin Na-K ATPaz enzim aktivitesinin artmasının bir sonucu olduğuna işaret etmektedir. Gümüş balığının içsu populasyonlarında da deniz populasyonlarına kıyasla, klorür hücre sayı ve boyutlarında görülen değişimin, diğer türlerde olduğu gibi Na-K ATPaz enzim aktivitesinin artması ile ilişkilendirilebilir. Denizlerden içsulara geçen bireylerde solungaç dokularında artan Na-K ATPaz enzimi aktivitesinin, balık enerji bütçesinde ciddi bir değişime sebep olması kaçınılmazdır.

Türkiye’de gümüş balığının doğal yayılış alanı olan denizlerden ve sonradan girdiği, doğal yayılış alanı olmayan içsu sistemlerinden seçilen 11 farklı istasyondan toplanan gümüş balığı örneklerinin böbrek preparatları hazırlanarak incelenmiş, böbrek dokularında ozmoregülasyon mekanizmalarında rol alan glomerullerin sayıları belirlenmiş ve çapları ölçülmüştür. Deniz populasyonlarında glomerül sayılarının 1-8 ve çaplarının 11,61 µm-54,46 µm arasında, içsu populasyonlarında glomerül sayılarının 1-6 ve çaplarının 12,38 µm-59,25 µm arasında, lagün populasyonu olan Köyceğiz Gölü’nde ise glomerül sayılarının 1-5 ve çaplarının 16,03 µm-41,26 µm arasında değiştiği tespit edilmiştir (Bkz. Çizelge 3.18). Gümüş balığı böbreklerinde glomerül sayıları, habitat bazında incelendiğinde birbirine yakın olmakla birlikte, istasyon bazında incelendiğinde en çarpıcı sonuçlar tuzluluk ve EC değerlerinin yüksek olduğu (Bkz. Çizelge 3.1) Akdeniz istasyonu olan Yumurtalık sahili populasyonunda tespit edilmiştir. Yumurtalık sahili bireylerinde böbrek dokusu alınan 10 örnekten, sadece 2 bireyde glomerüle rastlanmıştır, diğer bireylerde glomerül gözlenmemiş olup, deniz populasyonlarında glomerül çapı ortalama 17,10 µm ile en küçük değerde bu populasyonda ölçülmüştür. Denizel populasyonlar içinde en büyük glomerüller ise Akçakoca (Karadeniz) populasyonu örneklerinde

tespit edilmiştir. İncelenen gümüş balığı populasyonları arasında ölçülen glomerül boyutları bakımından önemli farklılık olduğu da tespit edilmiştir. Denizel populasyonların glomerül sayı ve boyutları kendi içinde birbirinden oldukça farklıdır (Bkz. Çizelge 3.17). Bu durumun sebebi, Türkiye'yi çevreleyen denizlerin tuzluluk ve EC bakımından birbirinden oldukça farklı olmasıdır. İçsu populasyonu örneklerinde de kendi içinde, glomerül sayı ve çapları bakımından istatistiki açıdan önemli farklılık tespit edilmiştir. Suyun EC ve tuzluluk değerlerinin nispeten daha düşük olduğu Eğirdir Gölü'nde içsu populasyonları içinde en küçük glomerüllere rastlanırken, en büyük glomerüller EC ve tuzluluk değerlerinin içsularda en yüksek ölçüldüğü Hirfanlı Baraj Gölü'nde tespit edilmiştir. Nitekim istasyonlar habitat özelliklerine göre gruplandırıldığında (deniz-lagün-içsu) da suyun EC ve tuzluluk değerleri arttıkça glomerül sayılarının azaldığı ve boyutlarının küçüldüğü gerek tespit edilen değerlerde gerekse korelasyon ilişkilerinde açıkça görülmektedir. Gümüş balığının içsu populasyonlarının böbrek dokuları, nispeten fazla sayıda ve iri boyutlardaki glomerüler yapısı ile, denizel bir türden çok tam anlamıyla tatlısularda yaşayan türlerin böbrek dokularına benzerlik göstermektedir.

Kemikli balıklarda ozmoregülasyonda görev alan önemli bir organ olan böbreklerde; denizel türlerde glomerüller, içsularda yaşayan veya örihalin türlerin aksine, dejenere olmuş veya tamamen yok olmuştur. Örihalin türlerde ise türün yaşadığı habitat ile glomerüler gelişim arasında kuvvetli bir ilişki vardır. Tuzluluğu daha düşük olan ortamlarda yaşayan bireylerin, daha yoğun tuzluluğa sahip ortamlarda yaşayan bireylere göre daha büyük boyutlu ve fazla sayıda glomerüllere sahip olduğu bildirilmiştir [36]. Suyun elektriksel iletkenliği ile böbreklerdeki glomerül sayısı ve büyüklüğü arasındaki korelasyon incelendiğinde; elektriksel iletkenlik ile glomerül sayısı arasında çok zayıf bir ilişki bulunduğu, glomerül çapı ile elektriksel iletkenlik arasında ise nisbeten kuvvetli bir ilişki bulunduğu anlaşılmaktadır. Örihalin bir tür olan gümüş balığında elde edilen sonuçlar, deniz populasyonlarında, içsu populasyonlarına göre, glomerül sayılarının azaldığını ve glomerüllerin küçüldüğünü göstermektedir. Gümüş balığı böbreklerinin histolojik özelliklerine dair literatür

bulunmamakla birlikte, solungaç dokularında olduğu gibi diğer örihalin türlerle yapılmış birtakım çalışmalar bulunmaktadır [12], [14], [15], [19]–[21], [25], [26], [28], [40]–[42], [10], [298], [290]. Solungaçlarda meydana gelen histolojik değişimlere benzer şekilde örihalin türlerde böbrek dokularında da farklı tuzluluk değerlerine sahip sularda glomerül sayı ve çaplarında artış gözlenmiştir. Örihalin türler geniş bir tuzluluk aralığında, farklı tuzluluk değerlerini tolere edebilir ve tuzluluk değişimlerine uyum sağlayabilirler. İçsulardan denizlere göç eden alabalık türleri uyum kabiliyeti yüksek örihalin türlerin en bilinen örnekleri olup, göç hareketini takiben belirgin bir fizyolojik değişim süreci geçirirler. Nitekim, deneysel ortamlarda deniz alabalıkları ile yapılan çalışmalarda, denizden alınarak suyu daha az tuzlu olan akvaryumlara taşınan balıkların glomerül sayı ve çaplarının çok hızlı ve çarpıcı bir şekilde arttığı tespit edilmiştir [10]. Ozmotik uyum kapsamında solungaçlar gibi böbreklerde de çeşitli değişimler söz konusu olup, bu değişimler dokunun morfolojisi, iyon salınımı ile geri emilimi, glomerüler süzülme hızı ve üre üretiminde görülür. Söz konusu değişimler enerji (ATP) gerektirdiğinden, böbrek metabolizmasının dolayısıyla balık vücudunun enerji bütçesinin değişmesine sebep olur. Denizlerden içsulara geçen balıklarda, glomerüler süzülme hızı ve 2 değerlikli iyonların geri emilimi artmakta, dolayısıyla böbrek metabolizmasının da enerji gereksinimi yükselmektedir [290]. Böbreklerin enerji gereksiniminin artmasının da vücudun enerji bütçesini etkilemesi kaçınılmazdır.

Türkiye içsularına sonradan taşınan ve taşındığı alanlarda kısa sürede başarılı popülasyonlar oluşturan gümüş balığının, girdiği farklı tuzluluktaki ortamlara hızlı uyumunu, sunulan çalışma kapsamında ortaya konan solungaç ve böbrek dokularındaki farklılaşma ile açıklamak mümkündür. Doğal yayılış alanı EC ve tuzluluğu nispeten yüksek denizel habitatlar olan bu tür, böbrek ve solungaç dokularında ortaya çıkan bu uyumsal değişiklikler sayesinde, ozmoregülasyon etkinliğini artırarak, çok farklı EC ve tuzluluk değerlerine sahip içsu sistemlerine kolaylıkla ve hızlı bir şekilde uyum sağlayabilmektedir. Daha önce de değinildiği üzere artan ozmoregülasyon etkinliği vücudun metabolik enerji kullanımını da ciddi

oranda değiştirerek, ozmoregölasyon için daha fazla enerji tüketilmesini de beraberinde getirmektedir [290]. Solungaçlarla birlikte böbrek dokusunun da enerji gereksiniminin artmasıyla değişen enerji bütçesinin etkileri bireylerin büyüme özelliklerine, özellikle de kondisyonlarına, etki etmektedir. Denizlerden içsulara göç eden alabalıklarda içsuya geçen bireylerin değişen enerji tüketiminin bir sonucu olarak kondisyonlarının ciddi oranlarda düştüğü bilinmektedir [10]. Ancak, sunulan bu tez çalışmasında deniz ve içsu popülasyonlarının büyüme özellikleri incelendiğinde, gümüş balığının büyümesinin artan enerji sarfiyatından etkilenmediği, gerek doğal olarak bulunduğu ortamlarda gerekse sonradan taşındığı habitatlarda benzer bir gelişim performansına sahip olduğu açıkça görölmektedir (Bkz. Çizelge 3.15 ve 3.17). Doğal ortamı olan denizler ve sonradan girdiği içsu sistemlerindeki karşılaştırmalı büyüme ile solungaç ve böbrek dokularının histolojik özelliklerinden elde edilen sonuçlar, gümüş balığının uyum yeteneğini ortaya koymaktadır. Gümüş balığının uyum başarısı içsulara tehlikeli bir istilacı olmasına yardımcı olacak niteliktedir.

Gümüş balığının sonradan taşındığı içsu habitatlarında oldukça yüksek büyüme performansı gösterdiği, kalabalık popülasyonlar oluşturarak hızla yayılmakta ve yeni ortamları istila etmekte olduğu sunulan tez çalışmasında açıkça ortaya konmuştur. Örihalin bir türün içsulara bu kadar başarılı olmasında, gerek daha önce bu tür üzerindeki çalışmalarımızda gerekse literatürde saptandığı gibi fırsatçı beslenmesinin de büyük rolü vardır. Dolayısıyla, bu türün gösterdiği yüksek istilacılık potansiyelinin dikkate alınarak yeni alanlara yayılmaması konusuna önem verilmelidir. Bu konuda görevli resmi kuruluşların kamuyu bilinçlendirmesi ve gerekli önlemleri yasalar ve yönetmelikler çerçevesinde alması gerekmektedir. Bunun yanısıra ilgili bakanlıkların araştırma birimleri ve akademik kurumlardaki araştırmacılar bu türün mevcut içsu popülasyonlarının izleyerek, ekosistem işlevlerini ve doğal fauna üzerine etkilerini gözlemleyerek, korumaya yönelik tedbirlerin alınması konusunda, balıklandırmadan sorumlu kurumlar ve balıkçı kooperatifleri ile işbirliği yapılması önemle önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] J. L. Lockwood, M. F. Hoopes, M. P. Marchetti, *Invasion ecology*. Wiley-Blackwell, **2013**.
- [2] R. B. Primack, *Essentials of Conservation Biology. Habitat destruction*. Sinauer Associates, **2006**.
- [3] F. G. Ekmekçi, Ş. G. Kırankaya, L. Gençoğlu, B. Yoğurtçuoğlu, "Türkiye İçsularındaki İstilacı Balıkların Güncel Durumu ve İstilanın Etkilerinin Değerlendirilmesi," *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Derg.*, 28,105–140, **2013**.
- [4] Ö. Altun, "Küçükçekmece Gölü'nde yaşayan gümüşbalığı (*Atherina (Hepsetia) boyeri* Risso, 1810) nın biyolojisi ve ontogenik gelişmesi," İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, **1986**.
- [5] A. S. Tarkan, S. M. Marr, F. G. Ekmekçi, "Non-native and translocated freshwater fish species in Turkey," *FISHMED Fishes Mediterr. Environ.*, 3, 28, **2015**.
- [6] L. Gençoğlu, F. G. Ekmekçi, "Growth and reproduction of a marine fish, *Atherina boyeri* (Risso 1810), in a freshwater ecosystem," *Turkish J. Zool.*, 40, 4, 534–542, **2016**.
- [7] "Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Su Ürünleri İstatistikleri." [Online]. Available: http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005. [Erişim: 27-Kasım-2017].
- [8] M. A. Atalay, Ş. G. Kırankaya, F. G. Ekmekçi, "Gümüşi Havuz Balığı ve Gümüş Balığının Türkiye İçsu Balıkçılığındaki Mevcut Durumu," *Yunus Araştırma Bülteni*, 17, 1, 41–57, **2017**.

- [9] G. V. Nikolsky, *The ecology of fishes*. Academic Press, **1963**.
- [10] M. Jobling, *Environmental biology of fishes*. Chapman & Hall, **1996**.
- [11] D. H. Evans, "The Multifunctional Fish Gill: Dominant Site of Gas Exchange, Osmoregulation, Acid-Base Regulation, and Excretion of Nitrogenous Waste," *Physiol. Rev.*, 85, 1, 97–177, **2005**.
- [12] T. J. Martin, "Osmoregulation in three species of Ambassidae (Osteichthyes: Perciformes) from estuaries in Natal," *South African J. Zool.*, 25, 4, 229–234, **1990**.
- [13] K. J. Karnaky, "Structure and Function of the Chloride Cell of *Fundulus heteroclitus* and Other Teleosts," *Am. Zool.*, 26, 1, 209–224, **1986**.
- [14] G. Parry, "Osmotic adaptations in fishes," *Biol. Rev.*, 41, 392–444, **1966**.
- [15] A. R. Oğuz, "A histological study of the kidney structure of Van fish (*Alburnus tarichi*) acclimated to highly alkaline water and freshwater," *Mar. Freshw. Behav. Physiol.*, 48, 2, 135–144, **2015**.
- [16] D. H. Evans, P. M. Piermarini, W. T. W. Potts, "Ionic transport in the fish gill epithelium," *J. Exp. Zool.*, 283, 7, 641–652, **1999**.
- [17] J. K. Foskett, H. A. Bern, T. E. Machen, M. Conner, "Chloride cells and the hormonal control of teleost fish osmoregulation.," *J. Exp. Biol.*, 106, 255–81, **1983**.
- [18] I. Altınok, S. M. Galli, F. A. Chapman, "Ionic and osmotic regulation capabilities of juvenile Gulf of Mexico sturgeon, *Acipenser oxyrinchus desotoi*," *Comp. Biochem. Physiol. - A Mol. Integr. Physiol.*, 120, 4, 609–616, **1998**.
- [19] L. Gui, P. Zhang, X. Liang, M. Su, D. Wu, J. Zhang, "Adaptive responses to

- osmotic stress in kidney-derived cell lines from *Scatophagus argus*, a euryhaline fish,” *Gene*, 583, 2, 134–140, **2016**.
- [20] C.H. Tang, W.Y. Wu, S.C. Tsai, T. Yoshinaga, T.H. Lee, “Elevated Na⁺/K⁺-ATPase responses and its potential role in triggering ion reabsorption in kidneys for homeostasis of marine euryhaline milkfish (*Chanos chanos*) when acclimated to hypotonic fresh water,” *J. Comp. Physiol. B*, 180, 6, 813–824, **2010**.
- [21] D. Kultz, “Physiological mechanisms used by fish to cope with salinity stress,” *J. Exp. Biol.*, 218, 12, 1907–1914, **2015**.
- [22] T. Kaneko, K. Shiraishi, F. Katoh, S. Hasegawa, J. Hiroi, “Chloride cells during early life stages of fish and their functional differentiation,” *Fish. Sci.*, 68, 1–9, **2002**.
- [23] Y. U. Jumah, R. F. M. Traifalgar, H. M. Monteclaro, R. C. Sanares, D. S. U. Jumah, F. F. C. Mero, “Influence of hyperosmotic culture conditions on osmoregulatory ions, gill chloride cells and Na⁺/K⁺-ATPase activity of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*,” *AACL Bioflux*, 9, 3, 498–506, **2016**.
- [24] A. R. Oğuz, “Histological changes in the gill epithelium of endemic Lake Van Fish (*Chalcalburnus tarichi*) during migration from alkaline water to freshwater,” *North. West. J. Zool.*, 11, 1, 51–57, **2015**.
- [25] F. Chenari, H. Morovvati, A. Ghazilou, A. Savari, M. T. Ronagh, “Rapid variation in kidney histology in spotted scat *Scatophagus argus* on exposed to abrupt salinity changes,” *Iran. J. Vet. Res.*, 12, 3, 256–261, **2011**.
- [26] M. G. Greenwell, J. Sherrill, L. A. Clayton, “Osmoregulation in fish,” *Vet. Clin. North Am. Exot. Anim. Pract.*, 6, 1, 169–189, **2003**.
- [27] N. Hammerschlag, “Osmoregulation in elasmobranchs: a review for fish

- biologists, behaviourists and ecologists," *Mar. Freshw. Behav. Physiol.*, 39, 3, 209–228, **2006**.
- [28] S. Varsamos, C. Nebel, G. Charmantier, "Ontogeny of osmoregulation in postembryonic fish: A review," in *Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology*, 141, 4, 401–429, **2005**.
- [29] B. Erkmen, "Kızılırmak'ın kolları Acıçay ve Terme Çayı'nda yaşayan *Capoeta tinca*'nın su kalitesine bağlı olarak solungaç morfolojileri üzerine çalışmalar", Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, **1997**.
- [30] P. B. Moyle, J. J. Cech, *Fishes: an introduction to ichthyology*. Pearson Prentice Hall, **2004**.
- [31] W. S. Hoar, D. J. Randall, *Fish physiology. Volume X, Gills. Part B, Ion and water transfer*. Academic Press, **1984**.
- [32] S. F. Perry, "The Chloride Cell: Structure and Function in the Gills of Freshwater Fishes," *Annu. Rev. Physiol.*, 59, 325–47, **1997**.
- [33] A. A. Hadi, S. F. Alwan, "Histopathological changes in gills, liver and kidney of fresh water fish, *Tilapia zillii*, exposed to aluminum," *Int. J. Pharm. Life Sci.*, 3, 11, 2071–2081, **2012**.
- [34] M. M. P. Camargo, C. B. R. Martinez, "Histopathology of gills, kidney and liver of a Neotropical fish caged in an urban stream," *Neotrop. Ichthyol.*, 5, 3, 327–336, **2007**.
- [35] R. Salazar-Lugo, C. Mata, A. Oliveros, L. M. Rojas, M. Lemus, E. Rojas-Villarreal, "Histopathological changes in gill, liver and kidney of neotropical fish *Colossoma macropomum* exposed to paraquat at different temperatures," *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, 31, 3, 490–495, **2011**.

- [36] W. S. Hoar, D. J. Randall, F. P. Conte, *Fish physiology*,. New York: Academic Press, **1969**.
- [37] H. Hsu, L. Lin, Y. Tseng, J.-L. Horng, P.-P. Hwang, "A new model for fish ion regulation: identification of ionocytes in freshwater- and seawater-acclimated medaka (*Oryzias latipes*)," *Cell Tissue Res.*, 357, 1, 225–243, **2014**.
- [38] P. J. Schwarzbaum, H. Niederstatter, W. Wieser, "Effects of temperature on the (Na⁺ + K⁺) ATPase and oxygen consumption in hepatocytes of two species of freshwater fish", 65, 4, 699–711, **1992**.
- [39] B. Y. R. Febry, P. Lutz, "Activity partitioning in fish: the activity -related cost of osmoregulation in a euryhaline cichlid," *J. Exp. Biol.*, 85, 63–85, **1987**.
- [40] M. K. S. Wong, N. Y. S. Woo, "Rapid changes in renal morphometrics in silver sea bream *Sparus sarba* on exposure to different salinities," *J. Fish Biol.*, 69, 3, 770–782, **2006**.
- [41] S. F. Perry, "Role of the kidneys | The Kidney," in *Encyclopedia of Fish Physiology*, 2, 1411–1418, **2011**.
- [42] B. Physiology, M. Olivereau, J. Olivereau, "Comparative Effect of Transfer to Sea Water and Back to Fresh Water on the Histological Structure of the Eel Kidney," 239, 223–239, **1977**.
- [43] C. M, A. G, "The relationships between heavy metals (Cd,Cr, Cu,Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species.," *Environ. Pollut.*, 121, 129–136, **2003**.
- [44] M. Kalay, Ö. Ay, M. Canli, "Heavy Metal Concentrations in Fish Tissues from the Northeast Mediterranean Sea," *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 63, 5, 673–681, **1999**.

- [45] T. O. Genç, "Köyceğiz Lagün Sisteminde Yaşayan Mavi Yengeç'de Ağır Metal Birikimi," Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksekisans Tezi, Muğla, **2011**.
- [46] H. Kaptan, "Eğirdir Gölü (Isparta)'nın Suyunda, Sedimentinde ve Gölde Yaşayan Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758)'In Bazı Doku ve Organlarındaki Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi," Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksekisans Tezi, Isparta, **2014**.
- [47] F. Gurbuz, O. Y. Uzunmehmetoğlu, Ö. Diler, J. S. Metcalf, G. A. Codd, "Occurrence of microcystins in water, bloom, sediment and fish from a public water supply," *Sci. Total Environ.*, 562, 860–868, **2016**.
- [48] F. Yılmaz, "The comparison of heavy metal concentrations (Cd, Cu, Mn, Pb, and Zn) in tissues of three economically important fish (*Anguilla anguilla*, *Mugil cephalus* and *Oreochromis niloticus*) inhabiting Köyceğiz Lake-Mugla (Turkey)," *Turkish J. Sci. Technol.*, 4, 1, 7–15, **2009**.
- [49] S. Liebel, M. E. M. Tomotake, C. A. Oliveira-ribeiro, "Fish histopathology as biomarker to evaluate water quality," *Ecotoxicol. Environ. Contam.*, 8, 2, 9–15, **2013**.
- [50] N. Ayed, E. Faure, J.-P. Quignard, M. Trabelsi, "Determination of P, Ca, Zn, Cd and Pb concentrations in muscle, gills, liver, gonads and skeletons of two natural populations of *Atherina lagunae* in North Tunis Lake, Tunisia," *J. Water Resour. Prot.*, 3, 6, 421–428, **2011**.
- [51] M. M. P. Camargo, C. B. R. Martinez, "Histopathology of gills, kidney and liver of a Neotropical fish caged in an urban stream," *Neotrop. Ichthyol.*, 5, 3, 327–336, **2007**.
- [52] M. Mela, M. A. F. Randi, D. F. Ventura, C. E. V. Carvalho, E. Pelletier, C. A. Oliveira Ribeiro, "Effects of dietary methylmercury on liver and kidney

- histology in the neotropical fish *Hoplias malabaricus*,” *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 68, 3, 426–435, **2007**.
- [53] A. Ç. K. Benli, G. Köksal, A. Özkul, “Sublethal ammonia exposure of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.): Effects on gill, liver and kidney histology,” *Chemosphere*, 72, 9, 1355–1358, **2008**.
- [54] E. I. Cengiz, “Gill and kidney histopathology in the freshwater fish *Cyprinus carpio* after acute exposure to deltamethrin,” *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, 22, 2, 200–204, **2006**.
- [55] F. Bucher, R. Hofer, “The effects of treated domestic sewage on three organs (gills, kidney, liver) of brown trout (*Salmo trutta*),” *Water Res.*, 27, 2, 255–261, **1993**.
- [56] H. Tabassum, M. Ashafaq, J. Khan, M. Z. Shah, S. Raisuddin, S. Parvez, “Short term exposure of pendimethalin induces biochemical and histological perturbations in liver, kidney and gill of freshwater fish,” *Ecol. Indic.*, 63, 29–36, **2016**.
- [57] A. K. Mishra, B. Mohanty, “Acute toxicity impacts of hexavalent chromium on behavior and histopathology of gill, kidney and liver of the freshwater fish, *Channa punctatus* (Bloch),” *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, 26, 2, 136–141, **2008**.
- [58] R. Geldiay, S. Balık, *Türkiye Tatlısu Balıkları*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 46, Ege Üniversitesi Basımevi, **2007**.
- [59] International Union for Conservation of Nature and Natural Resources., *The IUCN red list of threatened species*. IUCN Global Species Programme Red List Unit, **2000**.
- [60] Ö. Altun, “Gümüşbalığı (*Atherina boyeri* Risso, 1810) Populasyonlarında

- Gözlemlenen Morfolojik Varyasyonlar,” *Turkish J. Zool.*, 23, 3, 911–918, **1999**.
- [61] M. Kottelat and J. Freyhof, *Handbook of European freshwater fishes*, vol. 2008, no. 3. Publications Kottelat, **2007**.
- [62] S. Balık, M. R. Ustaoglu, H. M. Sarı, A. İlhan, E. T. Topkara, “Yuvarlakçay (Köyceğiz, Muğla)’ın Balık Faunası,” *E.U. J. Fish. Aquat. Sci.*, 22, 1–2, 221–223, **2005**.
- [63] F. Küçük, İ. Gülle, S. S. Güçlü, E. Gümüş, O. Demir, “Eğirdir Gölü’ne Sonradan Giren Gümüşbalığı (*Atherina boyeri* Risso, 1810)’nın Göl Ekosistemine ve Balıkçılığa Etkisi.” 1. Ulusal Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu, 7-9 Şubat 2006, Antalya, **2006**.
- [64] M. Özuluğ, Ö. Altun, N. Meriç, “On the Fish Fauna of Lake İznik (Turkey),” *Turk J Zool*, 29, 371–375, **2005**.
- [65] Anonim, “Devlet Su İşleri (DSİ), Hirfanlı ve Kesikköprü Baraj Gölleri ve Havzalarında Kirlilik Araştırması,” Ankara, **2005**.
- [66] Ş. G. Kırankaya, F. G. Ekmekçi, “Gelingüllü Baraj Gölü’nün Kuruluş Aşamasından Kararlı Hale Geçişine Kadar İhtiyofaunada Gözlenen Değişimler,” in II. Ulusal Limnoloji Çalıştayı Özet Kitapçığı, 6-8 Eylül 2006, Sinop, **2006**.
- [67] F. G. Ekmekçi, Ş. G. Kırankaya, D. Turan, “Türkiye İç Sularında Yayılış Alanı Genişleyen Bir Balık Türü: *Atherina boyeri*, Risso 1810,” in II. Ulusal Limnoloji Çalıştayı, 6-8 Eylül 2006, Sinop, **2006**.
- [68] Z. A. Becer Özvarol, S. Yılmaz, M. Gözaçan, “Karacaören Baraj Gölü Balıkçılık Sorunları,” in 15. *Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, Rize, 2009.

- [69] M. Özuluğ, "The fish fauna of the Durusu Lake Basin (İstanbul -Turkey)," 67, 1, 73–79, **2008**.
- [70] D. Gökçe Oğuzkurt, M. Beklioğlu Yerli, "Ülkemiz Sığ Göllerinin Ekolojik Yapısı, İklim ve İnsan Kullanımı Etkileşiminin Bütünsel ve Hassas Yöntemlerle Belirlenerek Koruma ve İyileştirme Stratejisinin Geliştirilmesi," TÜBİTAK Proje Raporu, Proje No: 105Y332, Ankara, **2009**.
- [71] Ş. G. Kırankaya, B. Yoğurtçuoğlu, L. Gençoğlu, F. G. Ekmekçi, "Türkiye İçsularında Deniz Balığı *Atherina boyeri* Risso, 1810 İçin Yeni Kayıtlar," *Uluslararası Katılımlı Sucul Türlerde Risk Belirleme Araçları Çalıştayı*, 28-29 Nisan 2016, Düzce, **2016**.
- [72] E. Ünlü, Ö. Gaygusuz, T. Çiçek, S. Bilici, B. W. Coad, "New record and range extension of the big-scale sand smelt *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Atherinidae) in the Devegeçidi Dam Lake, Tigris River basin, Turkey," *J. Appl. Ichthyol.*, 33, 1, 63–68, **2017**.
- [73] P. A. Henderson, R. N. Bamber, "On the reproductive biology of the sand smelt *Atherina boyeri* Risso (Pisces: Atherinidae) and its evolutionary potential," *Biol. J. Linn. Soc.*, 32, 4, 395–415, **1987**.
- [74] E. Rosecchi, A. J. Crivelli, "Study of a sand smelt (*Atherina boyeri* Risso 1810) population reproducing in fresh water," *Ecol. Freshw. Fish*, 1, 2, 77–85, **1992**.
- [75] I. D. Leonardos, "Ecology and exploitation pattern of a landlocked population of sand smelt, *Atherina boyeri* (Risso 1810), in Trichonis Lake (western Greece)," *J. Appl. Ichthyol.*, 17, 6, 262–266, **2001**.
- [76] Bartulovic, V., Glamuzina B., Conides A., Dulcic J., Lucic D., Njire J., Kozul V. "Age, growth, mortality and sex ratio of sand smelt, *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Pisces: Atherinidae) in the estuary of the Mala Neretva River (middle-eastern Adriatic, Croatia)," *J. Appl. Ichthyol.*, 20, 5, 427–430, **2004**.

- [77] E. T. Koutrakis, N. I. Kamidis, I. D. Leonardos, “Age, growth and mortality of a semi-isolated lagoon population of sand smelt, *Atherina boyeri* (Risso, 1810) (Pisces: Atherinidae) in an estuarine system of northern Greece,” *J. Appl. Ichthyol.*, 20, 5, 382–388, **2004**.
- [78] Ö. Gaygusuz, “İzник Gölü’nde Yaşayan Gümüş Balığı (*Atherina boyeri* Risso, 1810)’nın Üreme ve Büyüme Biyolojisi,” İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, İstanbul, **2006**.
- [79] R. Patimar, M. Yousefi, S. M. Hosieni, “Age, growth and reproduction of the sand smelt *Atherina boyeri* Risso, 1810 in the Gomishan wetland – southeast Caspian Sea,” *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 81, 4, 457–462, **2009**.
- [80] S. C. Özeren, “Age growth and reproductive biology of the sand smelt *Atherina boyeri* Risso 1810 (Pisces: Atherinidae) in lake Iznik, Turkey,” *Journal of Fisheries International*, 4, 2, 34–39, **2009**.
- [81] M. A. Yağcı, A. Alp, A. Yağcı, and M. Cesur, “Growth and reproduction of sand smelt *Atherina boyeri* Risso , 1810 in Lake Eğirdir , Isparta , Turkey,” *Indian J. Fish.*, 62, 1, 1–5, **2015**.
- [82] S. Creech, “A study of the population biology of *Atherina boyeri* Risso, 1810 in Aberthaw Lagoon, on the Bristol Channel, in South Wales,” *J. Fish Biol.*, 41, 2, 277–286, **1992**.
- [83] J. A. Tomasini, D. Collart, J. P. Quignard, “Female reproductive biology of the sand smelt in brackish lagoons of southern France,” *J. Fish Biol.*, 49, 4, 594–612, **1996**.
- [84] I. Leonardos, A. Sinis, “Age, growth and mortality of *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Pisces: Atherinidae) in the Mesolongi and Etolikon lagoons (W. Greece),” *Fish. Res.*, 45, 1, 81–91, **2000**.

- [85] B. Sezen, "İzmir Homa Lagünü gümüş balığı (*Atherina boyeri* Risso, 1810) populasyonunun biyolojik özelliklerinin incelenmesi," Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, İzmir, **2005**.
- [86] Tarkan S., Bilge G., Sezen B., Tarkan A., Gaygusuz O., Gürsoy C., Filiz H., Acıpinar H., "Variations in growth and life history traits of sand-smelt, *Atherina boyeri*, populations from different water bodies of Turkey: influence of environmental factors." Rapp. Comm. int. Mer. Médit. 38, 611, **2007**.
- [87] G. Sara, S. Vizzini, A. Mazzola, "The Effect of Temporal Changes and Environmental Trophic Condition on the Isotopic Composition ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) of *Atherina boyeri* (Risso, 1810) and *Gobius niger* (L., 1758) in a Mediterranean Coastal Lagoon (Lake of Sabaudia): Implications," *Mar. Biol.*, 1, 352–360, **2002**.
- [88] Bartulovic V., Lucic D., Conides A., Glamuzina B., Dulcic J., Hafner D., Batistic M., "Food of sand smelt, *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Pisces: Atherinidae) in the estuary of the Mala Neretva River (middle-eastern Adriatic, Croatia)," *Sci. Mar.*, 68, 4, 597–603, **2004**.
- [89] S. Vizzini, A. Mazzola, "Feeding ecology of the sand smelt *Atherina boyeri* (Risso 1810) (Osteichthyes, Atherinidae) in the western Mediterranean: Evidence for spatial variability based on stable carbon and nitrogen isotopes," *Environ. Biol. Fishes*, 72, 3, 259–266, **2005**.
- [90] L. Gençoğlu, Ş. G. Kirankaya, B. Yoğurtçuoğlu, F. G. Ekmekçi, "Feeding Properties of the Translocated Marine Fish Sand Smelt *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Atherinidae) in a Freshwater Reservoir," *Acta Zool. Bulg.*, Suppl. 9, 131–138, **2017**.
- [91] E. Chrisafi, P. Kaspiris, G. Katselis, "Feeding habits of sand smelt (*Atherina boyeri*, Risso 1810) in Trichonis Lake (Western Greece)," *J. Appl. Ichthyol.*,

23, 3, 209–214, **2007**.

- [92] E. Doulka, G. Kehayias, E. Chalkia, I. D. Leonardos, “Feeding strategies of *Atherina boyeri* (Risso 1810) in a freshwater ecosystem,” *J. Appl. Ichthyol.*, 29, 1, 200–207, **2013**.
- [93] C. Daoulas, A. Economou, M. T. Stoumboudi, T. Psarras, R. Barbieri-Tseliki, “Larvae development in a landlocked population of *Atherina boyeri* in lake Trichonis, Greece,” *Isr. J. Zool.*, 43, 159–166, **1997**.
- [94] B. Focant, E. Rosecchi, A. J. Crivelli, “Attempt at biochemical characterization of sand smelt *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Pisces, Atherinidae) populations from the Camargue (Rhône delta, France),” *Comp. Biochem. Physiol. - B Biochem. Mol. Biol.*, 122, 2, 261–267, **1999**.
- [95] O. Bardin, D. Pont, “Environmental factors controlling the spring immigration of two estuarine fishes *Atherina boyeri* and *Pomatoschistus* spp. into a Mediterranean lagoon,” *J. Fish Biol.*, 61, 3, 560–578, **2002**.
- [96] L. Congiu, R. Rossi, G. Colombo, “Population analysis of the sand smelt *Atherina boyeri* (Teleostei Atherinidae), from Italian coastal lagoons by random amplified polymorphic DNA,” *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 229, 279–289, **2002**.
- [97] J. Tomasini, T. Laugier, “Male reproductive strategy and reserve allocation in sand smelt from brackish lagoons of southern France,” *J. Fish Biol.*, 60, 3, 521–531, **2002**.
- [98] S. Vizzini, A. Mazzola, “Stable carbon and nitrogen ratios in the sand smelt from a Mediterranean coastal area: feeding habits and effect of season and size,” *J. Fish Biol.*, 60, 1498–1510, **2002**.
- [99] A. Andreu-Soler, F. J. Oliva-Paterna, C. Fernandez-Delgado, M. Torralva,

- “Age and growth of the sand smelt, *Atherina boyeri* (Risso 1810), in the Mar Menor coastal lagoon (SE Iberian Peninsula),” *J. Appl. Ichthyol.*, 19, 4, 202–208, **2003**.
- [100] I. Leonardos, J. Trilles, “Host-parasite relationships: occurrence and effect of the parasitic isopod *Mothocya epimerica* on sand smelt *Atherina boyeri* in the Mesolongi and Etolikon Lagoons (W. Greece),” *Dis. Aquat. Organ.*, 54, 3, 243–251, **2003**.
- [101] V. Bartulovic, Glamuzina B., Conides A., Dulcic J., Lucic D., Njire J., Kozul V. “Age, growth, mortality and sex ratio of sand smelt, *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Pisces: Atherinidae) in the estuary of the Mala Neretva River (middle-eastern Adriatic, Croatia),” *J. Appl. Ichthyol.*, 20, 5, 427–430, **2004**.
- [102] M. Clavero, F. Blanco-Garrido, L. Zamora, J. Prenda, “Size-related and diel variations in microhabitat use of three endangered small fishes in a Mediterranean coastal stream,” *J. Fish Biol.*, 67, Suppl. B, 72–85, **2005**.
- [103] L. Pombo, M. Elliot, J. Rebelo, “Ecology , age and growth of *Atherina boyeri* and *Atherina presbyter* in the Ria de Aveiro , Portugal,” *Vagos*, 29, 1, 47–55, **2005**.
- [104] A. Andreu-soler, M. Torralva-Forero, “A review of length – weight relationships of fish from the Segura River basin (SE Iberian Peninsula),” *J. Appl. Ichthyol.*, 22, 295–296, **2006**.
- [105] A. Andreu-Soler, F. J. Oliva-Paterna, M. Torralva, “Seasonal variations in somatic condition, hepatic and gonad activity of sand smelt *Atherina boyeri* (Teleostei, Atherinidae) in the Mar Menor coastal lagoon (SE Iberian Peninsula),” *Folia Zool.* , 55, 2, 151–161, **2006**.
- [106] S. M. Francisco, H. Cabral, M. N. Vieira, V. C. Almada, “Contrasts in genetic structure and historical demography of marine and riverine populations of

- Atherina at similar geographical scales,” *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 69, 3–4, 655–661, **2006**.
- [107] E. Klossa-Kilia, V. Papatotiropoulos, G. Tryfonopoulos, S. Alahiotis, G. Kiliias, “Phylogenetic relationships of *Atherina hepsetus* and *Atherina boyeri* (Pisces: Atherinidae) populations from Greece, based on mtDNA sequences,” *Biol. J. Linn. Soc.*, 92, 1, 151–161, **2007**.
- [108] A. Mauro, M. Arculeo, A. Mazzola, N. Parrinello, “Are there any distinct genetic sub-populations of sand smelt, *Atherina boyeri* (Teleostei: Atherinidae) along Italian coasts? Evidence from allozyme analysis,” *Folia Zool.*, 56, 2, 194–200, **2007**.
- [109] S. M. Francisco, Congiu L., Stefanni S., Castilho R., Brito A., Ivanova P. P., Levy A., Cabral H., Kiliias G., Doadrio I., Almada V. C. “Phylogenetic relationships of the North-eastern Atlantic and Mediterranean forms of *Atherina* (Pisces, Atherinidae),” *Mol. Phylogenet. Evol.*, 48, 2, 782–788, **2008**.
- [110] S. Kraitsek, E. Klossa-Kilia, V. Papatotiropoulos, S. N. Alahiotis, G. Kiliias, “Genetic divergence among marine and lagoon *Atherina boyeri* populations in Greece using mtDNA analysis,” *Biochem. Genet.*, 46, 11–12, 781–798, **2008**.
- [111] F. Trabelsi, M., Quignard, J. P., Tomasini, J. A., Boussaid, M., Focant, B., Maamouri, “Discriminative Value of the Meristic Characters of *Atherina boyeri*, Lagoon Populations.” *Vie et Milieu*, 52, 77-84, **2002**.
- [112] V. Milana, L. Sola, L. Congiu, A. R. Rossi, “Mitochondrial DNA in *Atherina* (Teleostei, Atheriniformes): differential distribution of an intergenic spacer in lagoon and marine forms of *Atherina boyeri*,” *J. Fish Biol.*, 73, 5, 1216–1227, **2008**.
- [113] G. Bozdağ, “İzmir Körfezi ’nde dağılım gösteren gümüş balığının (*Atherina boyeri* Risso, 1810) biyolojisi üzerine araştırmalar,” Ege Üniversitesi, Fen

Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, İzmir, **1999**.

- [114] T. D. Bök, D. Göktürk, A. E. Kahraman, T. Z. Alicli, "Length-weight relationships of 34 fish species from the sea of Marmara, Turkey," *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10, 23, 3037–3042, **2011**.
- [115] A. İlhan, H. M. Sari, "Length-Weight Relationships of Fish Species in Marmara Lake, West Anatolia, Turkey," *Croat. J. Fish.*, 73, 1, 30–32, **2015**.
- [116] Anonim, "Giresun İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü 2015 Yılı Faaliyet Raporu," **2015**.
- [117] N. Sipahi, C. Mutlu, and T. Akkan, "Giresun İlinde Tüketime Sunulan Bazı Balıklardan İzole Edilen Enterobacteriaceae Üyelerinin Antibiyotik ve Ağır Metal Dirençlilik Düzeyleri," *The Journal of food*, 38, 6, 343–349, **2013**.
- [118] A. Aydın Uncumusaoğlu, Ş. Gürkan, E. Y. Özkan, H. B. Büyük, "A Preliminary Research on Heavy Metals Accumulated in Liver and Muscle Tissue of Seahorse (*Hippocampus hippocampus*) Caught From Tirebolu Coasts (Giresun, Eastern Black Sea)," *Fresenius Environ. Bull.*, 21, 11, 3418–3420, **2012**.
- [119] A. Çevik, "Giresun kıyılarından yakalanan istavrit (*Trachurus mediterraneus* Steindachner, 1868, *Trachurus trachurus* Linnaeus, 1758) ve hamsi (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus, 1758) balıklarında bulunan nematodlar," Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, **2015**.
- [120] Ö. Emirbuyuran, "Samsun-Ordu-Giresun Bölgesinde Kullanılan Av Araçlarının Teknik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma," Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Ordu, **2012**.
- [121] C. M. Uncumusaoğlu, "Giresun'da deniz balıkçılığı ve balıkçıların sosyo-ekonomik yapısı," Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans

tezi, Giresun, **2015**.

- [122] A. E. Siyanuş, "Akçakoca'nın İklimi ve Çevresel Etkileri," Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, İstanbul, **2013**.
- [123] Anonim, "T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Düzce İl Müdürlüğü, 2016 yılı Faaliyet Raporu," **2016**.
- [124] D. Yağlıoğlu, "Akçakoca (Batı Karadeniz) Balıkçılığı ve Balıkçıların Sosyo - Ekonomik Analizi", *Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Ormancılık Dergisi*, 9, 1, 35–42, **2013**.
- [125] M. C. Oğuz, R. A. Bray, "Digenetic trematodes of some teleost fish off the Mudanya Coast (Sea of Marmara, Turkey)," *Helminthologia*, 43, 161–167, **2006**.
- [126] M. Oguz, R. Bray, "Cestoda and monogenea of some teleost fishes off the Mudanya Coast (Sea of Marmara, Turkey)," *Helminthologia*, 45, 4, 192–195, **2008**.
- [127] C. Sağlam, Akyol O., Sağlam Y. D., "Ayvalık (Ege Denizi) Kıyı Balıkçılığı Üzerine Bir Ön Çalışma," *J. Sci.*, 26, 261, 15–2015, **2014**.
- [128] K. Kuran, "Ege Deniz'i, Ayvalık kıyılarından yakalanan kupes (*Boops boops* Linnaeus, 1758) ile sardalya (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792) balıklarının nematodaları üzerine araştırmalar," Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, **2015**.
- [129] E. Taşkın, "Çanakkale Boğazı - Ayvalık arası Ectocarpales (phaeophyceae = kahverengi algler) türleri," Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, **2004**.
- [130] D. Parlak, "Akdeniz (Antalya körfezi) ve Ege Denizi (Ayvalık ve Kuşadası)

Ostrakod dağılımı ve taksonomisi,” Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, **2015**.

- [131] K. Uçal, “Çamaltı ve Ayvalık Artemia bireylerinin büyüme ve gelişmelerinin karşılaştırmalı olarak araştırılması,” Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, **1990**.
- [132] E. Buhan, “Köyceğiz Lagün Sistemindeki Mevcut Durumun ve Kefal Populasyonlarının Araştırılarak Lagün İşletmeciliğinin Geliştirilmesi,” Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, İzmir, **1998**.
- [133] İ. E. Gönenç, “Köyceğiz Dalyan Lagünü ve Havza’sının Modellenmesi ve Arazi Planlaması,” İTÜ Araştırma Fonu Projesi, İstanbul, **2002**.
- [134] M. Türedi, “Köyceğiz Gölü (Limnolojik Etüt),” Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, **2006**.
- [135] M. Dügel, “Köyceğiz Gölü’ne Dökülen Akarsuların Su Kalitesinin Fiziko-Kimyasal ve Biyolojik Parametrelerle Belirlenmesi,” Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Ankara, **1994**.
- [136] E. Hepsağ, “Köyceğiz-Dalyan Lagün Havzası Su Kaynaklarının Su Kalitesi,” İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, İstanbul, **2003**.
- [137] M.Gürel, A.Ertürk, D. Şeker, A. Ekdal, K. Yüceil, A. Tanık, İ.E. Gönenç “Köyceğiz-Dalyan Havzası Ekosistemini Oluşturan Çevresel Özellikler-2,” IGEMPortal:http://www.igemportal.org/Resim/KOYCEGIZ_Havzasi_Yonetimi_2.pdf, Erişim tarihi: 27 Kasım **2017**.
- [138] S. Büyükalan, “Dalyan İztuzu Plajı’nın Bakteriyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi,” Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Muğla, **2015**.

- [139] G. Badur Özden, “Köyceğiz Gölü’nün su kalitesinin belirlenmesi ve Vollenweider modeline göre trofik seviyesinin irdelenmesi,” Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Ankara, **2002**.
- [140] N. İ. Adalı, “Modeling of nutrient emissions in Köyceğiz Lake-Dalyan Lagoon watershed-application of the MONERIS model,” İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, **2004**.
- [141] Z. Türkey, “Köyceğiz-Dalyan havzasının yer altı suyu kirlenme potansiyelinin DRASTIC yöntemi kullanılarak belirlenmesi,” İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, **2015**.
- [142] İ. N. Güner, “Köyceğiz Gölü Havzasının hidrojeoloji incelemesi,” Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Ankara, **1997**.
- [143] A. Ertürk, “Köyceğiz-Dalyan Lagün sistemi’nin hidrolik modellenmesi,” İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, İstanbul, **2002**.
- [144] E. Bozkurt, “Köyceğiz Lagünü’ndeki su seviyesi değişiminin zaman serisi analizi,” İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, İstanbul, **2003**.
- [145] F. Keskin, “Köyceğiz Gölü sedimentinde ağır metal fraksiyonlarının incelenmesi,” Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Muğla, **2012**.
- [146] Y. Şahin, “Köyceğiz Gölü Sedimentinde Fosfor Fraksiyonları ve Fosforun Göle Salınım Potansiyelinin Araştırılması,” Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Muğla, **2012**.
- [147] M. Akman, “Köyceğiz Gölü’nün Makro-Bentik Omurgasızlarının ve Su Kalitesinin Belirlenmesi,” Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,

Yükseklisans tezi, Muğla, **2011**.

- [148] H. Göğçer Erdem, "Köyceğiz Gölü diyatomeleleri üzerine bir çalışma," Muğla Sıtkı Koçma Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksekisans tezi, Muğla, **2013**.
- [149] N. Özgül, "Köyceğiz gölü (Muğla)'nün zooplankton faunasının belirlenmesi ve fiziko-kimyasal parametreler ile ilişkisi," Muğla Sıtkı Koçma Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Muğla, **2014**.
- [150] E. Ağbaş, "Köyceğiz Dalyan'ındaki Mavi Yengeç (*Callinectes sapidus* Rathbun, 1896)' in Bazı Biyolojik Özellikleri," Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksekisans tezi, İstanbul, **2006**.
- [151] A. Gülşahin, "Köyceğiz Gölü Dalyan Kanalları'nda Bulunan Mavi Yengeç (*Callinectes sapidus* Rathbun, 1896)'in Bazı Biyolojik Özellikleri," Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksekisans tezi, Muğla, **2007**.
- [152] O. Türkozan, C. Yılmaz, "Loggerhead Turtles, *Caretta caretta*, at Dalyan Beach, Turkey: Nesting Activity (2004–2005) and 19-year Abundance Trend (1987–2005)," *Chelonian Conserv. Biol.*, 7, 2, 178–187, **2008**.
- [153] Ç. İlğaz, A. Özdemir, Y. Kumlutaş, S. H. Durmuş, "The effect of nest relocation on embryonic mortality and sex ratio of Loggerhead Turtles, *Caretta caretta* (Reptilia: Cheloniidae), at Dalyan Beach, Turkey," *Ital. J. Zool.*, 78, 3, 354–363, **2011**.
- [154] H. Durmuş, O. Güçlü, K. Candan, E. Tınaz, "Reproductive Biology of the Loggerhead Sea Turtle, *Caretta caretta*, in Dalyan Beach, Turkey," *Eur. J. Environ.*, 1, 11–15, **2013**.
- [155] S. H. Durmuş, Ç. İlğaz, A. Özdemir, S. V. Yerli, "Nesting Activity of Loggerhead Turtles (*Caretta caretta*) at Göksu Delta, Turkey during 2004 and

2008 nesting seasons,” *Ecol. Balk.*, 3, 1, 95–106, **2011**.

- [156] E. Karabıçak, “Köyceğiz Dalyanı’nda kefallerin (*Liza aurata* Risso, 1810 ve *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758) büyüme oran ve ilişkileri,” İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, İstanbul, **1999**.
- [157] S. Akın, E. Buhan, K. O. Winemiller, H. Yılmaz, “Fish assemblage structure of Koycegiz Lagoon–Estuary, Turkey: Spatial and temporal distribution patterns in relation to environmental variation,” *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 64, 4, 671–684, **2005**.
- [158] T. I. Balkas, S. Tuğrul, İ. Salihoğlu, “Trace metal levels in fish and crustacea from Northeastern Mediterranean coastal waters,” *Mar. Environ. Res.*, 6, 4, 281–289, **1982**.
- [159] H. Y. Çoğun, T. A. Yüzereroğlu, Ö. Fırat, G. Gök, F. Kargın, “Metal concentrations in fish species from the Northeast Mediterranean Sea,” *Environ. Monit. Assess.*, 121, 1–3, 429–436, **2006**.
- [160] H. Çoğun, T. A. Yüzereroğlu, F. Kargın, Ö. Fırat, “Seasonal variation and tissue distribution of heavy metals in shrimp and fish species from the Yumurtalık coast of Iskenderun gulf, Mediterranean,” *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 75, 4, 707–715, **2005**.
- [161] H. Yeldan, D. Avşar, S. Mavruk, M. Manaşırılı, “Temporal changes in some Rajiformes species of cartilaginous fish (Chondrichthyes) from the west coast of İskenderun Bay (northeastern Mediterranean),” *TURKISH J. Zool.*, 37, 693–698, **2013**.
- [162] Y. Aktan, “İznic Gölü’nün Kıyı Bölgesi Sedimanları Üzerinde Yaşayan Alg Toplulukları,” İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, İstanbul, **1996**.

- [163] W. Numann, "Anadolunun Muhtelif Göllerinde Limnolojik ve Balıkçılık İlimi Bakımından Araştırmalar ve Bu Bölgelerde yaşayan Sazanlar Hakkında Bir Etüd," Fakülteler Matbaası, İstanbul, **1958**.
- [164] R. Rahe, H. Worthmann, "Marmara Bölgesi İç Su Ürünlerini Geliştirme Projesi. Sonuç Raporu, PN 78.2032.7.," Eschborn, **1986**.
- [165] H. Türkmen, "İznic Gölü'ndeki Sazan (*Cyprinus carpio* Linneaus, 1758) ve Akbalıkların (*Rutilus frisii* Nordmann, 1840) Sindirim Kanalı Helmintleri," İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, İstanbul, **1990**.
- [166] A. Aydoğdu, "İznic Gölü sazan balıkları (*Cyprinus carpio* L.) plathelminth parazitlerinin tespitine yönelik çalışmalar," Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Bursa, **1996**.
- [167] M. Albay, G. Aykulu, "Invertebrate Grazer - Epiphytic Algae Interactions on Submerged Macrophytes in a Mesotrophic Turkish Lake," *Aquat. Sci.*, 19, 247–258, **2002**.
- [168] M. Albay, "İznic Gölü Kirlenme Düzeyinin Biyolojik Yönden İncelenmesi," İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, İstanbul, **1996**.
- [169] N. Sevinç, "İznic Gölü (Bursa-Türkiye) Gümüş Balığı (*Atherina boyeri* Risso, 1810)'nın Bazı Biyolojik Özellikleri," Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, İstanbul, **2014**.
- [170] M. Apaydın Yağcı, "İznic Gölü'nün (Bursa) Zooplanktonu Üzerine Araştırmalar," Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, İzmir, **2008**.
- [171] N. M. Gözaçan, "Gümüşü Havuz Balığı (*Carassius gibelio* Bloch, 1782)'nın Eğirdir Gölü'ndeki Yaşam Alanlarına Ait Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri ile

Uzaktan Algılamaya Dayalı Spektral Özelliklerinin İlişkilendirilmesi,” Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksekisans tezi, Antalya, **2011**.

- [172] H. Didinen, Y. Ö. Boyacı, “Eğirdir Gölü Hoyran Bölgesi Rotifer Faunasının (Rotifera) Sistematik ve Ekolojik Yönden İncelenmesi,” *E.Ü. Su Ürünleri Derg.*, 24, 1–2, 31–37, **2007**.
- [173] F. Küçük, H. M. Sari, O. Demir, İ. Güllü, “Review of the ichthyofaunal changes in Lake Eğirdir between 1915 and 2007,” *Turkish J. Zool.*, 33, 277–286, **2009**.
- [174] S. V.Yerli, A. Alp, V. Yeğen, R. Uysal, M. Apaydın Yağcı, İ. Balık “Evaluation of the Ecological and Economical Results of the Introduced Alien Fish Species in Lake Eğirdir , Turkey,” *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13, 795-809, **2013**.
- [175] A. Sarmaşık, “Eğirdir Gölü’ndeki erişkin Sudak (*Stizostedion lucioperca*) balıklarında mevsimsel gonad gelişimi ve seksüel olgunluğa ulaşma yaşının tesbiti,” Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksekisans tezi, Antalya, **1992**.
- [176] M. Çelik, A. Diler, A. Küçükgülmez, “A comparison of the proximate compositions and fatty acid profiles of zander from two different regions and climatic conditions,” *Food Chem.*, 92, 4, 637–641, **2005**.
- [177] S. Balık, “Eğirdir Gölü Sudak balığı (*Lucioperca lucioperca* L., 1758) avcılığı,” Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksekisans tezi, İzmir, **1992**.
- [178] Y. Bolat, “Eğirdir Gölündeki kerevit popülasyonunun (*Astacus leptodactylus salinus* Nordman 1842) bazı özellikleri ve hastalığının morfolojik incelenmesi,” Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksekisans tezi, Isparta, **1996**.
- [179] Y. Bolat, “Eğirdir Gölü Hoyran Bölgesi Tatlısu İstakozlarının (*Astacus*

leptodactylus salinus, Nordman 1842) Populasyon Büyüklüğünün Tahmini,” Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Isparta, **2001**.

[180] Ş. Uysal, “Eğirdir Gölü Kerevit (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) Populasyonunun Beslenme Özellikleri,” Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Isparta, **2011**.

[181] M. A. Kaya, “Eğirdir Gölü Kerevitlerinde (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823) Büyüme ve Üreme Özelliklerinin Belirlenmesi,” Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Isparta, **2015**.

[182] M. Apaydin Yağcı, A. Yağcı, and F. Bilgin, “Study on composition and abundance of zooplankton assemblages in Eğirdir Lake (Isparta, Turkey),” *Iran. J. Fish. Sci.*, 13, 4, 834–855, **2014**.

[183] C. Bulut, R. Atay, K. Uysal, “Eğirdir Gölü’nde Fiziko-Kimyasal Parametrelerin Mevsimsel Değişimi ve Limnolojik Açıdan Değerlendirilmesi,” *J. Sci. Technol.*, 2, 10–447, **2009**.

[184] İ. Kir, M. Erdoğan, Engin M. S., “Determination of Nitrite, Nitrate, Phosphate and Fluoride Quantities in Water and Sediment of Eğirdir Lake, Turkey.” *Suleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Science*, 19, 2, 129-132, **2015**.

[185] F. Gülle, İ., Yıldırım, M. Z., Küçük, “Limnological History of Lake Eğirdir (Turkey) From 1950’s to the present,” *Nat. Montenegrina, Pod.*, 7, 2, 115–128, **2008**.

[186] M. Kuşat, “Eğirdir Gölü’ndeki Sudak Balığı *Stizostedion lucioperca* (L. 1758) Avcılığında Kullanılan Multifilament ve Monofilament Sade Uzatma Ağlarının Av Verimliliği Etkileri Üzerine Araştırmalar,” Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, İzmir, **1996**.

- [187] L. İzci, "Eğirdir Gölü'nde Mevsime Bağlı Sudak Balığı (*Stizostedion lucioperca* (L., 1758)) Avcılığında Kullanılan Monofilament Sade Uzatma Ağlarının Av Verimliliğine Etkisinin Araştırılması," Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Isparta, **1999**.
- [188] Ş. Çınar, "Eğirdir Gölü'nde Monofilament (Tek Kat) ve Multifilament (Çok Kat) Fanyalı Ağların Av Verimliliklerinin Karşılaştırılması," Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Isparta, **2010**.
- [189] M. İ. Sürer, "Eğirdir Gölü'nde Monofilament ve Multifilament Sade Uzatma Ağlarının Av Verimliliklerinin Karşılaştırılması," Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Isparta, **2011**.
- [190] B. Korkmaz, "Eğirdir Gölü, Gümüşi Havuz Balığı, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) Avcılığında Kullanılan Farklı Göz Büyüklüğündeki Monofilament ve Multifilament Fanyalı Ağların Seçiciliği," Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Isparta, **2013**.
- [191] M. Cılbız, Ş. Çınar, N. Cılbız, K. Çapkın, M. Ceylan, "Monofilament gill net and trammel net selectivity for the silver crucian carp (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) in the Eğirdir Lake, Isparta-Turkey," *Iran. J. Fish. Sci.*, 13, 4, 967–978, **2014**.
- [192] M. Cılbız, M. A. Yağcı, R. Uysal, A. Yağcı, M. Cesur, "Investigation on monofilament gill net selectivity for vimba (*Vimba vimba* Linnaeus, 1758) in Eğirdir Lake, Turkey," *Pak. J. Zool.*, 47, 3, 882–886, **2015**.
- [193] Anonim, "Hirfanlı Baraj Gölü Devlet Su İşleri (DSİ) Limnolojik Etüt Raporu," Ankara, **1975**.
- [194] F. Erk'akan, M. Akgül, "Kızılırmak havzası ekonomik balık stoklarının incelenmesi." TÜBİTAK, Veteriner ve Hayvancılık Araştırma Grubu, VHAG-584 no'lu proje raporu, Ankara, **1985**.

- [195] F. G. Ekmekçi, Ş. Yalçın-Özdilek, Ş. G. Kırankaya, "İstilacı Bir Balık Türü Olan *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846)'nın Hirfanlı Baraj Gölü'ndeki Populasyonunun Üreme, Beslenme ve Büyüme Özelliklerinin Belirlenmesi." TÜBİTAK-TOVAG Proje Raporu (Proje No: 107O718), Ankara, **2010**.
- [196] M. Karabatak, "Hirfanlı Barajındaki sudak, *Stizostedion lucioperca* (Linnaeus), ve sazan, *Cyprinus carpio* (Linnaeus), populasyonlarında en küçük av büyüklüğü," Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Doktora tezi, Ankara, **1977**.
- [197] H. H. Atar, "Hirfanlı Baraj Gölü sudak (*Stizostedion lucioperca*, L. 1758) populasyonunun bazı biyolojik özellikleri üzerine bir araştırma," Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Ankara, **1990**.
- [198] İ. Karaca, "Hirfanlı Baraj Gölü (Kırşehir)'nde yaşayan sazan (*Cyprinus carpio*, L. 1758)'in büyüme ve beslenme özellikleri," Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Ankara, **1995**.
- [199] Ö. Ablak, "Hirfanlı Baraj Gölü'nde yaşayan sudak (*Stizostedion lucioperca*, L. 1758)'in büyüme ve beslenme biyolojisi," Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Ankara, **1998**.
- [200] Ü. Binboğa, "Hirfanlı Baraj Gölü (Kırşehir)'nde yaşayan *Stizostedion lucioperca* (L. 1758) (sudak)'nın biyolojisi," Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Ankara, **1998**.
- [201] N. Bora, "Hirfanlı Baraj Gölü'nde yaşayan yayın balığı (*Silurus glanis* L. 1758)'nın beslenme biyolojisi," Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Ankara, **1998**.
- [202] A. Kuşçu Elmas, "Hirfanlı Baraj Gölü'nde yaşayan *Cyprinus carpio*'nun (L. 1758) büyüme özellikleri ve sindirim kanalı muhteviyatının araştırılması," Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Ankara, **1999**.

- [203] M. Yılmaz, A. Gül, "Hirfanlı Baraj Gölü (Kırşehir)'nde Yaşayan *Sander lucioperca* (L.,1758)'nin Üreme Özellikleri," *Gazi Eğitim Fakültesi Derg.*, 21, 3, 19–32, **2001**.
- [204] M. Yılmaz, A. Gül, "Hirfanlı Baraj Gölü (Kırşehir)'nde Yaşayan *Cyprinus carpio* L.,1758'nun Üreme Özellikleri," *Gazi Eğitim Fakültesi Derg.*, 22, 1, 25–39, **2002**.
- [205] Y. Aydın, "Hirfanlı Baraj Gölü'nde yaşayan yayın balığı (*Silurus glanis*, L. 1758)'nin sindirim kanalı helmintlerinin tespiti," Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Niğde, **2003**.
- [206] M. Yılmaz, Ö. Ablak, "The Feeding Behavior of Pikeperch (*Sander lucioperca* (L., 1758)) Living in Hirfanli Dam Lake," *Turkish J. Vet. Anim. Sci.*, 27, 5, 1159–1165, **2003**.
- [207] D. O. Nihal, A. G. Anbora, "Feeding biology of *Silurus glanis* (L., 1758) Living in Hirfanlı Dam Lake," *Turkish J. Vet. Anim. Sci.*, 28, 471–479, **2004**.
- [208] L. Taşdemir, "Hirfanlı Baraj Gölü'nde yaşayan *Sander lucioperca* (L. 1758)'nin dokularındaki Zn, Cu, Pb ve Cd birikimlerinin incelenmesi," Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Ankara, **2007**.
- [209] M. Yılmaz, A. Gül, Ö. Saylar, "Hirfanlı Baraj Gölü nde Yaşayan *Cyprinus carpio* L. 1758 nun Büyüme Özellikleri," *Gazi Univ. Gazi Egit. Fak. Derg.*, 27, 1, 37–57, **2007**.
- [210] O. Yazıcıoğlu, "Hirfanlı Baraj Gölü'nde yaşayan siraz balığının (*Capoeta capoeta sieboldi* Steindachner, 1864)'nin beslenme rejimi," Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Ankara, **2005**.
- [211] S. Şanlı, "Hirfanlı Baraj Gölü'nde yaşayan *Tinca tinca*'da (L. 1758) büyüme özellikleri ve sindirim kanalı muhteviyatının araştırılması," Gazi Üniversitesi,

Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Ankara, **1998**.

- [212] Ö. Ablak Gürbüz, "Hirfanlı Baraj Gölü'nde yaşayan sazan (*Cyprinus carpio*, L. 1758) ve kadife (*Tinca tinca*, L. 1758)'nin beslenme biyolojisi," Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Ankara, **2004**.
- [213] S. Şanlı Benzer, A. Gül, M. Yılmaz, "The Feeding Biology of *Tinca tinca* L., 1758 Living in Hirfanlı Dam Lake." *C.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 28, 1, 40-50, **2007**.
- [214] B. Yoğurtçuoğlu, F. G. Ekmekçi, "Life-history traits of *Aphanius danfordii* (Boulenger, 1890) (Pisces: Cyprinodontidae), endemic to Kızılırmak Basin (Turkey)," *J. Appl. Ichthyol.*, 29, 4, 866–871, **2013**.
- [215] B. Yoğurtçuoğlu, F. G. Ekmekçi, Ş. G. Kırankaya, L. Gençoğlu, "New Record of an Endangered Cyprinid *Garra kemali* (Hankó 1925) From Hirfanlı Dam Lake," *FABA 2016*, s. 234, **2016**.
- [216] A. Akbulut, "Tuz Gölü havzasındaki bazı göllerin (Tuz Gölü, Uyuz Gölü, Çöl Gölü, Tersakan Gölü, Hirfanlı Baraj Gölü) planktonik Bacillariophyceae (diatom) üyelerinin sistematik olarak incelenmesi," Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Ankara, **2001**.
- [217] T. Baykal, İ. Açıkgöz, "Hirfanlı baraj gölü algleri," *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Derg.*, 5, 2, 115–136, **2004**.
- [218] S. Yiğit, A. Altındağ, "A Taxonomical Study on The Zooplankton Fauna of Hirfanlı Dam Lake (Kırşehir), Turkey," *G. Ü. Fen Bilim. Derg.*, 18, 4, 563–567, **2005**.
- [219] T. Baykal, S. Salman, İ. Açıkgöz, "The relationship between seasonal variation in phytoplankton and zooplankton densities in Hirfanlı Dam Lake (Kırşehir, Turkey)," *Turkish J. Biol.*, 30, 217–226, **2006**.

- [220] M. M. Harlıoğlu, A. G. Harlıoğlu, "Eğirdir, İznik Gölleri ve Hirfanlı Baraj Glnden Avlanan Tatlı Su İstakozu *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)'un Morfometrik Analizleri ile Et Verimlerinin Karşılaştırılması," *F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilim. Derg.*, 17, 2, 412–423, **2005**.
- [221] O. Yıldız, "Assessing temporal and spatial characteristics of droughts in the Hirfanlı dam basin , Turkey," *Sci. Res. Essay*, 4, 4, 249–255, **2009**.
- [222] Anonim, "DSİ Su rnleri Faaliyetleri Raporu," Ankara, **1988**.
- [223] A. Bozkurt, "Aslantaş Baraj Gölü (Osmaniye) Zooplanktonu," Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, **2002**.
- [224] . Erdem, E. Sarıhan, İ. Cengizler, Y. Sagat, "Aslantas Baraj Gölü'nde Yaşayan Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758)'nın Büyüme ve Bazı Biyolojik zelliklerinin incelenmesi," in *XI. Ulusal Biyoloji Kongresi, Hidrobiyoloji Sek. Teb., Fırat nv. Elazığ*, 77–87, **1992**.
- [225] N. Başısta, . Erdem, "Aslantas ve Mehmetli (Adana) Baraj Göllerinde Yaşayan *Barbus rajanorum* Heckel, 1843'n Bazı Biyolojik zelliklerinin İncelenmesi," in *XII. Ulusal Biyoloji Kongresi 6-8 Temmuz, Edirne*, 43–52, **1994**.
- [226] N. Başısta, . Erdem, "Aslantas ve Mehmetli (Adana) Baraj Göllerinde Yaşayan *Capoeta barroisi* Lartet, 1894 Türünün Büyüme Performanslarının İncelenmesi," in *Doğu Anadolu Bölgesi 1. (1993) ve II. (1995) Su rnleri Sempozyumu, Erzurum*, 672–680, **1995**.
- [227] . Fındık, "Aslantaş Baraj Gölü (Osmaniye) Bentik Faunası," Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, **2006**.
- [228] A. Bozkurt, "Cladocera and Copepoda Fauna of Aslantaş Dam Lake (Osmaniye-Turkey)," *J. Fish.*, 3, 4, 285–297, **2009**.

- [229] A. Bozkurt, M. Z. L. Göksu, “Composition and vertical distribution of rotifera in Aslantas Dam Lake,” *J. Fish.*, 4, 1, 38–49, **2010**.
- [230] K. F. Lagler, *Freshwater fishery biology*. W.C. Brown Co, **1956**.
- [231] J. H. Baglinière Le Louarn, “Caractéristiques Scalimétriques Des Principales* Espèces De Poissons D’eau Douce De France,” *Bull. Fr. Pêche Piscic*, 306, 1–39, **1987**.
- [232] B. Steinmetz, R. Müller, *An atlas of fish scales, and other bony structures used for age determination : non-salmonid species found in European fresh waters*. Samara Pub, **1991**.
- [233] P. K. Bhattacharya, “Efficient Estimation of a Shift Parameter From Grouped Data,” *Ann. Math. Stat.*, 38, 6, 1770–1787, **1967**.
- [234] F. C. Gayanilo, P. Sparre, D. Pauly, *FAO-ICLARM stock assessment tools II User’s guide*. (<http://www.fao.org/3/a-y5997e/>), **2006**.
- [235] R. Froese, “Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations,” *J. Appl. Ichthyol.*, 22, 4, 241–253, **2006**.
- [236] J. H. Zar, *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, **1996**.
- [237] N. I. Chugunova, *Age and Growth Studies in Fish (Translated from Russian)*, Washington Israel Program for Scientific Ltd. Washington. **1963**.
- [238] D. Pauly, “Gill size and Temperature as Governing Factors in Fish Growth: A Generalization of von Bertalanffy’s Growth Formula,” *Berichte der Dtsch. Wissenschaftlichen Kommission für Meeresforsch.*, 28, 4, 251–282, **1981**.
- [239] FAO, “Fishery management: Length frequency distribution analysis (LFDA) and catch effort data analysis (CEDA) software | TECA.” [Online]. Available:

<http://teca.fao.org/read/4480>. [Erişim: 28-Kasım-2017].

- [240] J. Moreau, D. Pauly, “A Comparative Analysis of Growth Performance in Aquaculture of Tilapia Hybrids and Their Parent Species,” *Asian Fish. Sci.*, 12, 1, 91–103, **1999**.
- [241] K. Smbloğlu, V. Smbloğlu, *Biyoistatistik, Hatiboğlu Yayınevi, Ankara*. **1990**.
- [242] C. B. Schreck, P. B. Moyle, *Methods for fish biology*. American Fisheries Society, Education Section, **1990**.
- [243] F. Genten, E. Terwinghe, A. Danguy, *Atlas of fish histology*. Science Publishers, **2009**.
- [244] F. Takashima, T. Hibiya, *An atlas of fish histology : normal and pathological features*, 2nd ed. Kodansha Ltd., **1994**.
- [245] M. A. Atalay, ř. G. Kırankaya, F. G. Ekmekęi, “Gmşi Havuz Balığı ve Gmş Balığının Trkiye İçsu Balıkęılıęındaki Mevcut Durumu,” *Yunus Araştırma Blteni*, 17, 1, 41–57, **2017**.
- [246] E. Doulka, G. Kehayias, E. Chalkia, I. D. Leonardos, “Feeding strategies of *Atherina boyeri* (Risso 1810) in a freshwater ecosystem,” *J. Appl. Ichthyol.*, 29, 1, 200–207, **2013**.
- [247] M. Apaydın Yağcı *et al.*, “Eğirdir Glne Atılan Gmş Balığının (*Atherina boyeri* Risso, 1810) Besin Zincirindeki Etkileri,” Isparta, **2013**.
- [248] E. Garcıa-Berthou, “The characteristics of invasive fishes: what has been learned so far?,” *J. Fish Biol.*, 71, 33–55, **2007**.
- [249] C. E. Boyd, *Water Quality in warmwater fish ponds*. Auburn University Agricultural Experiment Station, **1988**.

- [250] F. G. Ekmekçi, "Sarıyar Baraj Gölü'ndeki Ekonomik Öneme Sahip Balık Türlerinin İncelenmesi," Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Ankara, **1989**.
- [251] A. J. Bulger, B. P. Hayden, M. E. Monaco, D. M. Nelson, M. G. McCormick-Ray, "Biologically-Based Estuarine Salinity Zones Derived from a Multivariate Analysis," *Estuaries*, 16, 2, 311, **1993**.
- [252] A. Andreu-Soler, F. J. Oliva-Paterna, C. Fernandez-Delgado, M. Torralva, "Age and growth of the sand smelt, *Atherina boyeri* (Risso 1810), in the Mar Menor coastal lagoon (SE Iberian Peninsula)," *J. Appl. Ichthyol.*, 19, 4, 202–208, **2003**.
- [253] N. G. Bogutskaya, A. M. Naseka, "An overview of nonindigenous fishes in inland waters of Russia," *Proc.Zool.Inst.Russ.Acad.Sci.*, 296, 21–30, **2002**.
- [254] G. V. Nikolsky, *Theory of fish population dynamics*. Koenigstein: Otto Koeltz Science Publishers, **1980**.
- [255] N. Ayed, E. Faure, J.-P. Quignard, M. Trabelsi, "Reproduction of *Atherina lagunae* from the Tunis North Lake," *J. Water Resour. Prot.*, 4, 9, 779–782, **2012**.
- [256] N. Bouriga Cherif, M., Hajjej, G., Selmi, S., Quignard, J. P., Faure, E., Trabelsi, M. "Growth, Reproduction and Seasonal Variation in the Fatty Acid Composition of the Sand Smelt *Atherina sp.* from Kerkennah Islands, Tunisia," *J. Fish. Aquat. Sci.*, 6, 3, 322–333, **2011**.
- [257] A. S. Boudinar, L. Chaoui, M. H. Kara, "Age, growth and reproduction of the sand smelt *Atherina boyeri* Risso, 1810 in Mellah Lagoon (Eastern Algeria)," *J. Appl. Ichthyol.*, 32, 2, 302–309, **2016**.
- [258] A. C. Tsikliras, E. Antonopoulou, K. I. Stergiou, "Spawning period of

- Mediterranean marine fishes,” *Rev. Fish Biol. Fish.*, 20, 4, 499–538, **2010**.
- [259] M. Lorenzoni, D. Giannetto, A. Carosi, R. Dolciami, L. Ghetti, L. Pompei, “Age, growth and body condition of big-scale sand smelt *Atherina boyeri* Risso, 1810 inhabiting a freshwater environment: Lake Trasimeno (Italy),” *Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst.*, 416, 416, 9, **2015**.
- [260] O. Gon, A. Ben-Tuvia, “The biology of Boyer’s sand smelt, *Atherina boyeri* Risso in the Bardawil Lagoon on the Mediterranean coast of Sinai,” *J. Fish Biol.*, 22, 5, 537–547, **1983**.
- [261] A. S. Tarkan, O. Gaygusuz, H. Acipinar, C. Gursoy, M. Ozulug, “Length-weight relationship of fishes from the Marmara region (NW-Turkey),” *J. Appl. Ichthyol.*, 22, 4, 271–273, **2006**.
- [262] C. Keskin, O. Gaygusuz, “Length-Weight Relationships of Fishes in Shallow Waters of Erdek Bay (Sea of Marmara, Turkey),” *IUFS J. Biol. IUFS J Bio*, 69, 2, 87–94, **2010**.
- [263] E. Gürkan, Ş. Bayhan, B., Akçınar, S. C., Taşkavak, “Length-Weight Relationship of Fish from Shallow Waters of Candarli Bay (North Aegean Sea, Turkey),” *Pakistan J. Zool.*, 42, 4, 495–498, **2014**.
- [264] Ş. G. Kırankaya, F. G. Ekmekçi, Ş. Yalçın-Özdilek, B. Yoğurtçuoğlu, L. Gençoğlu “Condition, Length-Weight And Length-Length Relationships For Five Fish Species From Hirfanli Reservoir, Turkey,” *J. Fish.*, 8, 3, 208–213, **2014**.
- [265] E. D. Le Cren, “The Length-Weight Relationship and Seasonal Cycle in Gonad Weight and Condition in the Perch (*Perca fluviatilis*),” *J. Anim. Ecol.*, 20, 2, 201, **1951**.
- [266] R. J. Wootton, *Ecology of teleost fishes*. Chapman and Hall, **1990**.

- [267] J. M. Wilson, P. Laurent, "Fish gill morphology: inside out," *J. Exp. Zool.*, 293, 3, 192–213, **2002**.
- [268] W. S. Marshall, D. Bellamy, "The 50year evolution of in vitro systems to reveal salt transport functions of teleost fish gills," *Comp. Biochem. Physiol. Part A Mol. Integr. Physiol.*, 155, 3, 275–280, **2010**.
- [269] K. J. Karnaky, S. A. Ernst, C. W. Philpott, "Teleost chloride cell. I. Response of pupfish *Cyprinodon variegatus* gill Na,K-ATPase and chloride cell fine structure to various high salinity environments," *J. Cell Biol.*, 70, 1, 144–156, **1976**.
- [270] H. Bartels, M. F. Docker, M. Krappe, M. M. White, C. Wrede, "Variations in the presence of chloride cells in the gills of lampreys (*Petromyzontiformes*) and their evolutionary implications," *Journal of Fish Biology*, 86, 1421–1428, **2015**.
- [271] C. Sardet, M. Pisam, J. Maetz, "The surface epithelium of teleostean fish gills. Cellular and junctional adaptations of the chloride cell in relation to salt adaptation," *J. Cell Biol.*, 80, 1, 96–117, **1979**.
- [272] S. İşısağ, H. Karakişi, "Fine structure of the chloride cell in the gill epithelium of *Brachydanio rerio* (Cyprinidae, Teleostei)," *Turkish J. Vet. Anim. Sci.*, 22, 5, 431–436, **1998**.
- [273] R. Carmona, M. García-Gallego, A. Sanz, A. Domezaín, M. V. Ostos-Garrido, "Chloride cells and pavement cells in gill epithelia of *Acipenser naccarii*: Ultrastructural modifications in seawater-acclimated specimens," *J. Fish Biol.*, 64, 2, 553–566, **2004**.
- [274] M. R. Pourkhadje, R. Abdi, H. Zolgharnein, H. Hoseinzade Sahaf, H. Morovvati, "Effects of different salinity on number and area of chloride cells in gill of juvenile grouper (*Epinephelus coioides*)," *ISFJ*, 23, 2, 1–10, **2015**.

- [275] N. A. Salman, F. B. Eddy, "Response of chloride cell numbers and gill ATPase activity of freshwater rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson) to salt feeding," *Aquaculture*, 61, 1, 41–48, **1987**.
- [276] J. Munshi, "Chloride Cells' in the Gills of Fresh-Water Teleosts," *Q. J. Microsc. Sci.*, 105, 79–89, **1964**.
- [277] S. A. Shirangi, M. R. Kalbassi, S. Khodabandeh, H. Jafarian, C. Lorin-Nebel, E. Farcy, J. H. Lignot, "Salinity effects on osmoregulation and gill morphology in juvenile Persian sturgeon (*Acipenser persicus*)," *Fish Physiol. Biochem.*, 42, 6, 1741–1754, **2016**.
- [278] R. Vieira de Azevedo, K. dos Santos-Costa, K. Figueiredo de Oliveira, F. Flores-Lopes, E. Arruda Teixeira-Lanna, L. Gustavo Tavares-Braga, "Nile tilapia in saline water 1 Responses of Nile tilapia to different levels of water salinity," *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 43, 5, 828–835, **2015**.
- [279] B. F. Pereira, F. H. Caetano, "Histochemical technique for the detection of chloride cells in fish," *Micron*, 40, 8, 783–786, **2009**.
- [280] S. Shirai, N., Utida, "Development and Degeneration of the Chloride Cell during Seawater and Freshwater Adaptation of the Japanese Eel , *Anguilla japonica* *," *Z. Zellforsch.*, 103, 247–264, **1970**.
- [281] Martínez-Álvarez, R. M., Sanz, A. García-Gallego, M., Domezain, A., Domezain, J., Carmona, R., Del Valle Ostos-Garrido, M. Morales, A. E., "Adaptive branchial mechanisms in the sturgeon *Acipenser naccarii* during acclimation to saltwater," *Comp. Biochem. Physiol. - A Mol. Integr. Physiol.*, 141, 2, 183–190, **2005**.
- [282] J. Zydlewski, S. D. McCormick, "Developmental and environmental regulation of chloride cells in young American shad, *Alosa sapidissima*," *J. Exp. Zool.*, 290, 2, 73–87, **2001**.

- [283] C. Bodinier, E. Sucré, L. Lecurieux-Belfond, E. Blondeau-Bidet, G. Charmantier, "Ontogeny of osmoregulation and salinity tolerance in the gilthead sea bream *Sparus aurata*," *Comp. Biochem. Physiol. Part A Mol. Integr. Physiol.*, 157, 3, 220–228, **2010**.
- [284] Tsakoumis E., Tsoulia T., Feidantsis K., Apostologamvrou C., Bobori D.C., Berillis P., Antonopoulou E., "Environmental Response Of The Gills in The Freshwater Endemic Fish *Alburnus vistonicus*," in *2nd International Congress on Applied Ichthyology and Aquatic Environment*, 10 - 12 November 2016, Messolonghi, Greece, 206–210, **2016**.
- [285] I. S. Abou Anni, A. Bianchini, I. F. Barcarolli, A. S. Varela Junior, R. B. Robaldo, M. B. Tesser, L. A. Sampaio "Salinity influence on growth, osmoregulation and energy turnover in juvenile pompano *Trachinotus marginatus* Cuvier 1832," *Aquaculture*, 455, 63–72, **2016**.
- [286] T. Göksan, I. Ak, C. Kılıç, "Growth characteristics of the alga *Haematococcus pluvialis* flotow as affected by nitrogen source, vitamin, light and aeration," *Turkish J. Fish. Aquat. Sci.*, 11, 377–383, **2011**.
- [287] D. S. Fielder, G. L. Allan, D. Pepperall, P. M. Pankhurst, "The effects of changes in salinity on osmoregulation and chloride cell morphology of juvenile Australian snapper, *Pagrus auratus*," *Aquaculture*, 272, 1–4, 656–666, **2007**.
- [288] F. Korkmaz Görür, R. Keser, N. Akçay, S. Dizman, "Radioactivity and heavy metal concentrations of some commercial fish species consumed in the Black Sea Region of Turkey," *Chemosphere*, 87, 4, 356–361, **2012**.
- [289] B. Y. J. K. Foskett, C. D. Logsdon, T. E. Machen, H. A. Bern, "Differentiation of The Chloride Extrusion Mechanism During Seawater Adaptation of a Teleost Fish, The Cichlid *Sarotherodon mossambicus*," *J. exp. Biol.*, 93, 1, 209-224, **1981**.

- [290] B. Baldisserotto, J. M. Mancera, B. G. Kapoor, *Fish Osmoregulation*. Science Publishers, **2007**.
- [291] Y. M. Lin, C. N. Chen, T. H. Lee, "The expression of gill Na, K-ATPase in milkfish, *Chanos chanos*, acclimated to seawater, brackish water and fresh water," *Comp. Biochem. Physiol. Part A Mol. Integr. Physiol.*, 135, 3, 489–497, **2003**.
- [292] A. K. Imsland, S. Gunnarsson, A. Foss, S. O. Stefansson, "Gill Na⁺, K⁺-ATPase activity, plasma chloride and osmolality in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*) reared at different temperatures and salinities." *Aquaculture*, 218, 671–683, **2003**.
- [293] I. Giffard-Mena, C. Lorin-Nebel, G. Charmantier, R. Castille, V. Boulo, "Adaptation of the sea-bass (*Dicentrarchus labrax*) to fresh water: Role of aquaporins and Na⁺/K⁺-ATPases," *Comp. Biochem. Physiol. Part A Mol. Integr. Physiol.*, 150, 3, 332–338, **2008**.
- [294] M. Iwata, K. Kinoshita, S. Moriyama, T. Kurosawa, K. Iguma, H. Chiba, D. Ojima, T. Yoshinaga, T. Arai, "Chum salmon fry grow faster in seawater, exhibit greater activity of the GH/IGF axis, higher Na⁺, K⁺-ATPase activity, and greater gill chloride cell development," *Aquaculture*, 362–363, 101–108, **2012**.
- [295] P. M. Piermarini, D. H. Evans, "Effects of environmental salinity on Na⁽⁺⁾/K⁽⁺⁾-ATPase in the gills and rectal gland of a euryhaline elasmobranch (*Dasyatis sabina*)," *J. Exp. Biol.*, 203, Pt 19, 2957–66, **2000**.
- [296] B. D. Kammerer, T. C. Hung, R. D. Baxter, S. J. Teh, "Physiological effects of salinity on Delta Smelt, *Hypomesus transpacificus*," *Fish Physiol. Biochem.*, 42, 1, 219–232, **2016**.
- [297] W. Chavin, *Responses of fish to environmental changes*. Thomas, **1973**.

[298] S. D. McCormick, A. P. Farrell, C. J. Brauner, *Euryhaline fishes*. Academic Press, **2013**.

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı : Lale GENÇOĞLU
Doğum Yeri : Giresun
Medeni Hali : Bekar
E-posta : lalegencoglu@gmail.com
Adresi : Demetevler Mah., 4095. Sokak, 3B/9, Merkez/DÜZCE

Eğitim

Lise : (1995-2002) Giresun Hamdi Bozbağ Anadolu Lisesi
Lisans : (2002-2006) Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü
Yüksek Lisans : (2007-2010) Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı (Hidrobiyoloji)
Doktora : (2010-2017) Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı (Hidrobiyoloji)

Yabancı Dil

İngilizce

İş Deneyimi

2010- : Düzce Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Hidrobiyoloji Anabilim Dalı, Araştırma Görevlisi

Deneyim Alanları

İstilacı içsu balıklarının biyolojisi ve ekolojisi

Tezden Üretilmiş Projeler

- 2015-2016 : Gümüş balığı (*Atherina boyeri*, Risso 1810)'nın Karadeniz ve Marmara Populasyonlarının Genetik, Morfometrik ve Büyüme Özelliklerinin Karşılıklı Olarak İncelenmesi (Düzce Üniversitesi BAP, Proje No: 2015.05.01.324, Yardımcı Araştırmacı)
- 2015-2017 : Gümüş Balığı, *Atherina boyeri* (Risso, 1810)'nın Deniz ve Tatlısu Populasyonlarının Bazı Biyolojik, Histolojik ve Genetik Özelliklerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi (TÜBİTAK-TOVAG, Proje No: 114-O-809, Bursiyer Doktora Öğrencisi)

Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar

Uluslararası Kongrelerde Sunulan Poster Bildiriler

Gençoğlu L., Kırankaya Ş.G, Karaçor, K., Çam, M., Ekmekçi F.G., 2017: Differentiations in kidney histology of invasive freshwater populations of marine fish sand smelt. 7th ESENIAS Workshop with Scientific Conference Networking and Regional Cooperation Towards Invasive Alien Species Prevention and Management in Europe 28–30 March 2017, Sofia/Bulgaria.

Gençoğlu L., Kırankaya Ş.G, Karaçor, K., Çam, M., Ekmekçi F.G., 2017: Differentiations in Gill Histology of Marine Fish *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Atherinidae) Introduced into Freshwater Environments. 10th Symposium for European Freshwater Sciences, 02- 07 July 2017, Olomouc/CZ.

Gençoğlu L., Kırankaya Ş.G, Ekmekçi F.G., 2017: Some growth properties of native and translocated populations of the sand smelt (*Atherina boyeri*, Risso 1810) in Turkey, a comparative study. I. Workshop on Invasive Species: Global meeting on invasion ecology, 27-29 September 2017, Bodrum/Muğla

Ulusal Kongrelerde Sunulan Poster Bildiriler

Gençoğlu L., Kırankaya Ő.G, Yođurtđuođlu, B., Ekmekçi F.G., 2016: Gümüş Balığının Deniz ve Tatlısu Populasyonlarında Boy-Ağırlık İlişkisi ve Kondisyonun Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. 7. Ulusal Limnoloji Sempozyumu, 31 Ağustos-2 Eylöl 2016, Mersin.



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 27/12/2017

Tez Başlığı / Konusu: GÜMÜŞ BALIĞI (*Atherina boyeri*, RISSO 1810)'NİN DENİZ VE İÇSU POPULASYONLARININ BÜYÜME ÖZELLİKLERİ İLE SOLUNGAÇ VE BÖBREK HİSTOLOJİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 110 sayfalık kısmına ilişkin, 27/12/2017 tarihinde tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezin benzerlik oranı % 5'tür.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esaslarını inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.


27.12.2017
Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Lale GENÇOĞLU

Öğrenci No: N09240854

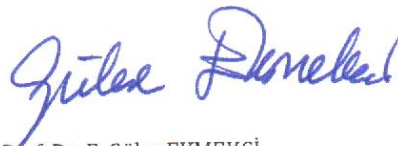
Anabilim Dalı: Biyoloji (Hidrobiyoloji)

Programı: Doktora

Statüsü: Y.Lisans Doktora Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.



Prof. Dr. F. Güler EKMEKÇİ

(Unvan, Ad Soyad, İmza)