

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



İSTİLACI BİR BALIK TÜRÜ OLAN *CARASSIUS GIBELIO* (BLOCH, 1782)'NUN
LAGENAR OTOLİT MORFOLOJİSİ VE MORFOMETRİSİ: SAMSUN
(TÜRKİYE)'DAKİ DÖRT POPULASYON ARASINDA KARŞILAŞTIRMALAR

Refik AKBAY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSTİLACI BİR BALIK TÜRÜ OLAN *CARASSIUS GIBELIO* (BLOCH, 1782)'NUN
LAGENAR OTOLİT MORFOLOJİSİ VE MORFOMETRİSİ: SAMSUN
(TÜRKİYE)'DAKİ DÖRT POPULASYON ARASINDA KARŞILAŞTIRMALAR

REFİK AKBAY

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

SAMSUN
2019

Her hakkı saklıdır.

TEZ ONAYI

Refik Akbay tarafından hazırlanan 'İstilacı Bir Tür Olan *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)'nin Lagenar Otolit Morfolojisi ve Morfometrisi: Samsun (Türkiye)'daki Dört Populasyon Arasında Karşılaştırmalar' adlı tez çalışması/...../2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman Prof. Dr. Savaş YILMAZ
Biyoloji Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri

Başkan Prof. Dr. Nazmi POLAT
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Biyoloji Anabilim Dalı

Üye Prof. Dr. Savaş YILMAZ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Biyoloji Anabilim Dalı

Üye Dr. Öğr. Üyesi Okan YAZICIOĞLU
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Biyoloji Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım./...../2019

Prof. Dr. Bahtiyar Öztürk
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarında uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.



21/06/2019

Refik AKBAY

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

İSTİLACI BİR BALIK TÜRÜ OLAN *CARASSIUS GIBELIO* (BLOCH, 1782)'NUN
LAGENAR OTOLİT MORFOLOJİSİ VE MORFOMETRİSİ: SAMSUN
(TÜRKİYE)'DAKİ DÖRT POPULASYON ARASINDA KARŞILAŞTIRMALAR

Refik Akbay

Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Savaş Yılmaz

Bu tez çalışmasında, istilacı bir balık türü olan *C. gibelio*'nun lagenar otolit (asteriskus) morfometrisi ve morfolojisi Samsun'daki Altinkaya Baraj Gölü (ABG), Bafra Balık Gölleri (BBG), Ladik Gölü (LG) ve Simenit Gölü (SG) populasyonu arasında karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Ayrıca her bir populasyondan elde edilen bireylerin eşey oranı, boy ve ağırlık kompozisyonu, boy-ağırlık ve boy-boy ilişkileri gibi bazı temel biyolojik verileri analiz edilmiştir. Balık örnekleri Şubat 2017 ve Mayıs 2018 tarihleri arasında ticari balıkçılardan temin edilmiştir. Her bir örneğin boy ve ağırlığı ölçülmüş, eşeyi belirlenmiş ve lagenar otolitleri (asteriskus) çıkarılmıştır. Her bir otolitin ağırlığı tartılmış ve distal yüzeyden fotoğrafı çekilmiştir. Otolit boyu, yüksekliği, çevresi ve alanı ölçülmüştür. Otolit ölçümleri kullanılarak beş farklı şekil indeksi hesaplanmıştır. Otolit değişkenleri ile balık boyu arasındaki ilişkiler üssel model kullanılarak tanımlanmıştır. Otolit ölçümleri ve şekil indekslerinin birlikte kullanımıyla populasyon ayrımı yapılmıştır. Dört lokaliteden toplam 348 birey elde edilmiştir. Boy ve ağırlık dağılımları lokaliteler arasında farklılık göstermiştir. Tüm lokalitelerde dişi bireylerin baskın olduğu gözlenmiştir. Boy-ağırlık ilişkisinin b değerine göre ABG, BBG ve LG populasyonlarında pozitif alometrik büyüme, SG populasyonunda ise negatif alometrik büyüme tespit edilmiştir. Her bir populasyonda boy-boy ilişkileri oldukça önemli ve kuvvetli bulunmuştur. Otolit ölçümlerinin balık boyunun geri hesaplanmasında iyi bir indikatör olduğu belirlenmiştir. Ana Bileşen Analizi, otolit morfometrik ve morfolojik değişkenlerinin tümünün populasyon ayrımında dikkate alınması gerektiğini ortaya koymuştur. Kanonik Ayrım Analizi'nin dört populasyonu sınıflandırmadaki başarısı %62.2 olarak gerçekleşmiştir. En yüksek sınıflandırma başarısı %95.5 ile LG populasyonu için elde edilmiştir. *C. gibelio* gibi istilacı balık türlerinin biyolojik özelliklerinin bilinmesi ve populasyon farklılıklarının ortaya konulması, bu türlerle yapılacak mücadeleler açısından oldukça önemlidir. Özellikle stok ya da populasyon farklılaşmasına katkıda bulunan değişkenlerin tespit edilmesi, söz konusu türlerin istila başarısında etkili olan yönlerinin daha iyi anlaşılmasına imkân sağlayacaktır. Türün otolit morfometrisi ve morfolojisi ile ilgili verilerin balık taksonomistlerine, balık predatörlerinin beslenme biyolojisini çalışan bilim insanlarına ve fosil balıkların otolitleri ile uğraşan paleobiyologlara yararlı olacağı umulmaktadır.

Mayıs 2019, 82 sayfa

Anahtar Kelimeler: İstilacı tür, *Carassius gibelio*, Asteriskus, Otolit morfolojisi, Otolit morfometrisi, Samsun

ABSTRACT

Master's Thesis

LAGENAR OTOLITH MORPHOLOGY AND MORPHOMETRY OF AN INVASIVE SPECIES, *CARASSIUS GIBELIO* (BLOCH, 1782): COMPARISONS AMONG FOUR POPULATIONS IN SAMSUN (TURKEY)

Refik Akbay

Ondokuz Mayıs University
Graduate School of Sciences
Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Savaş YILMAZ

In this thesis study, lagenar (*asteriscus*) otolith morphometrics and morphology of an invasive species, *Carassius gibelio*, were investigated comparatively among four populations, Altinkaya Dam Lake (ABG), Bafra Fish Lakes (BBG), Lake Ladik (LG), and Simenit Lake (SG), in Samsun. Also, some fundamental biological characteristics such as sex ratios, length and weight distributions, length-weight and length-length relationships of the samples collected from each population were analyzed. Fish samples were obtained from commercial fishermen between February, 2017 and May, 2018. Length and weight of each fish were measured, their sex was determined, and lagenar otoliths (*asteriscii*) were taken out from fish skull. Each otolith was weighed and then photographed from distal side. Otolith length, height, perimeter and area were measured. Five different shape indices were calculated by using otolith measurements. Relationships between otolith variables and fish length were identified by utilizing power model. Population discrimination was carried out by using the otolith variables and shape indices together. In total, 348 samples were obtained from these four localities. The length and weight distributions showed difference between localities. In all localities, females were dominant in number. According to b values of length-weight relationships, there was positive allometric growth in ABG, BBG, and LG populations, but negative allometric growth in SG population. Length-length relations were found to be significant and powerful for each population. Otolith measurements were determined to be a good indicator in the back-calculation of fish total length. Principle Component Analysis (PCA) has shown that all otolith morphometric and morphologic variables are to be considered in population discrimination. Canonical Discrimination Analysis' success in the separation of these four populations was found to be 62.2%. The highest classification success was achieved in LG with 95.5%. Knowing the biological characteristics of invasive fish species such as *C. gibelio* and revealing population differences are very important to control these species. Especially, the identification of variables that contribute to stock or population differentiation will allow for a better understanding of the aspects that are effective in the success of the invasion of these species. It is hoped that the data on the otolith morphometrics and morphology of the species will be useful for fish taxonomists, scientists working on feeding biology of fish predators, and paleobiologists studying with otoliths of fossil fish.

May 2019, 82 Pages

Key Words: Invasive species, *Carassius gibelio*, *Asteriscus*, Otolith morphology, Otolith morphometrics, Samsun.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Öncelikle yüksek lisans yapmam için beni teşvik eden ve tüm çalışmalarım boyunca hem bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen hem de sabırlı yaklaşımları ile gecesini gündüzüne katarak bana katkı sağlayan çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Savaş YILMAZ'a teşekkürü ve minneti ifade etmeyi bir borç bilirim.

Hem lisans hem de yüksek lisans eğitimim boyunca bana yol gösteren, destekleyici yaklaşımları sayesinde bilgileriyle her zaman bir güneş gibi aydınlatıcı olan, her daim örnek aldığım ve alacağım saygıdeğer hocam Prof. Dr. Nazmi POLAT'a sonsuz teşekkürler ederim.

Yüksek lisans eğitimim süresince deneyimlerinden faydalandığım ve her aşamada katkılarını gösteren Sayın Arş. Gör. Dr. Melek ÖZPİÇAK ve Arş. Gör. Semra SAYGIN'a teşekkür ederim.

Yüksek lisans çalışmam sırasında, arazi çalışmalarından laboratuvar çalışmalarına kadar her süreçte desteklerini esirgemeyen ve bilgileri ile bana yardımcı olan değerli dostlarım Enes HANÇER, Aykut AYDIN ve Oğuz ÇÖL'e teşekkür eder minnetlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimimin belirli dönemlerinde katkı sağlayan değerli arkadaşlarım Yağız Alp HOŞ, Kaan CİĞER, Aybars GİDEN ve Batuhan ERGÜN'e teşekkür ederim.

Bu günlere gelmemi sağlayan ve her daim maddi ve manevi desteğini esirgemeyen anneme, babama ve ablalarıma sonsuz teşekkür ederim.

Başladığım dönemden itibaren sabırla beni destekleyen ve inancını hiç kaybetmeyen sevgili eşim Victoria Roşca AKBAY'a sonsuz teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, PYO.FEN.1901.17.003 nolu Bilimsel Araştırma Projesi olarak Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından desteklenmiştir.

Mayıs 2019, Samsun

Refik Akbay

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
2.1. <i>C. gibelio</i> Üzerine Yapılan Çalışmalar	4
2.2. Otolit Morfolojisi ve Morfometrisi Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
3.1. Tez Materyali Hakkında Genel Bilgiler.....	11
3.1.1. <i>Carassius gibelio</i> 'nun taksonomik yeri	11
3.1.2. <i>Carassius gibelio</i> 'nun morfolojisi	11
3.1.3. <i>Carassius gibelio</i> 'nun ekolojisi ve biyolojisi	13
3.1.4. <i>Carassius gibelio</i> 'nun dağılım alanları.....	14
3.2. Çalışma Alanları Hakkında Genel Bilgiler	15
3.2.1. Altınkaya Baraj Gölü	15
3.2.1. Bafra Balık Gölleri	16
3.2.1. Ladik Gölü.....	18
3.2.1. Simenit Gölü	19
3.3. Tez Materyalinin Elde Edilmesi ve Laboratuvar Süreçleri	20
3.3.1. Balık biyometrisi ve diseksiyonu.....	21
3.3.2. Otolit ölçümlerinin alınması	22
3.4. Örneklem Yapısının Belirlenmesi.....	23
3.4.1. Eşey dağılımı	23
3.4.2. Boy ve ağırlık dağılımları.....	24
3.4.3. Boy-ağırlık ilişkisi	24
3.4.4. Boy-boy ilişkisi	24
3.5. Otolit Morfometrisi	24
3.5.1. Otolit ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri	24
3.5.2. Otolit ölçümleri-balık boyu ilişkileri	25
3.6. Otolit Morfolojisi.....	26
3.6.1. Şekil indeksleri.....	26
3.7. Otolit Morfometrisi ve Morfolojisi ile Populasyon Ayrımı.....	27
3.8. İstatistiksel Analizler	27

4. BULGULAR	28
4.1. Örneklem Yapısı.....	28
4.1.1. Eşey kompozisyonu	28
4.1.2. Boy kompozisyonu.....	28
4.1.3. Ağırlık kompozisyonu	30
4.1.4. Boy-ağırlık ilişkisi	33
4.1.5. Boy-boy ilişkisi	37
4.2. Otolit Morfometrisi	38
4.2.1. Otolit ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri	38
4.2.2. Otolit ölçümleri-balık boyu ilişkileri	40
4.3. Otolit Morfolojisi.....	45
4.3.1. Şekil indekslerinin tanımlayıcı istatistikleri.....	45
4.3.2. Şekil indekslerinin lokalite-içi karşılaştırması.....	49
4.4. Otolit Morfometrisi ve Morfolojisi ile Populasyon Ayrımı.....	50
5. TARTIŞMA	57
5.1. Eşey Dağılımı	57
5.2. Boy ve Ağırlık Dağılımları	57
5.3. Boy-Ağırlık İlişkisi	59
5.4. Boy-Boy İlişkisi	61
5.5. Otolit Morfometrisi	61
5.6. Otolit Morfolojisi.....	63
5.7. Populasyon Ayrımı	63
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	65
KAYNAKLAR	67
ÖZGEÇMİŞ	83

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

a	Regresyon denkleminin kesişim noktası
b	Boy-ağırlık ilişkisi denkleminin regresyon katsayısı
cm	Santimetre
D	Dişi
d.f.	Serbestlik derecesi
E	Erkek
g	gram
kg	kilogram
km	Kilometre
km ²	Kilometre kare
m	Metre
mi	Mil
mm	Milimetre
mm ²	Milimetre kare
mg	Miligram
m ³	Metreküp
<i>M_s</i>	Standardize edilmiş otolit ölçümü
<i>M_o</i>	Orijinal otolit ölçümü
N	Birey Sayısı
R ²	Regresyon kuvvetliliği göstergesi
P	Değişkenler arası önemlilik düzeyi
W	Ağırlık (g)
x ²	Ki-kare
°	Derece
'	Dakika
"	Saniye
%	Yüzde
%TH	Yüzde tahmin hatası
°C	Santigrat derece
π	Pi

KISALTMALAR

A	Anteriyor
ABG	Altinkaya Baraj Gölü
BBG	Bafra Balık Gölleri
BT	Büyüme tipi
BYO	Otolit boy-yükseklik oranı
ÇB	Çatal boy
D	Dorsal
DAİ	Otolitin daireselliği
DİK	Otolitin dikdörtgenselliği
L	Balık total boyu
L.	Düzlem
Lat	Enlem
LG	Ladik Gölü
Lng	Boylam
Mak	Maksimum
Min	Minumum
OA	Otolit Alanı (mm ²)
OH	Otolit yüksekliği (mm)
OL	Otolit boyu (mm)
OP	Otolit çevresi (mm)
Ort	Ortalama
OW	Otolit ağırlığı
P	Posteriyor
PC	Ana bileşen
SB	Standart boy
Sh	Standart hata
SG	Simenit Gölü
Ss	Standart sapma
ŞF	Otolit şekil faktörü
TB	Total boy
V	Ventral
vd	ve diğerleri
ver	versiyon
W	Ağırlık
YUV	Otolitin yuvarlaklığı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. <i>C. gibelio</i> türüne ait bir bireyin görünümü (TB = 29.1 cm)	13
Şekil 3.2. Örnekleme alanlarının haritası (1: Altinkaya Baraj Gölü; 2: Bafra Balık Gölleri; 3: Ladik Gölü; 4: Simenit Gölü)	15
Şekil 3.3. Altinkaya Baraj Gölü haritası	16
Şekil 3.4. Bafra Balık Gölleri haritası	17
Şekil 3.5. Ladik Gölü haritası	18
Şekil 3.6. Simenit Gölü haritası	20
Şekil 3.7. Görüntü analiz sistemi (Leica S8APO mikroskop ve DFC295 kamera)...	22
Şekil 3.8. <i>C. gibelio</i> otolitinin distal yönden görünümü ve alınan ölçümler (D: dorsal, V: ventral, A: anterior, P: posterior)	23
Şekil 4.1. Altinkaya Baraj Gölü <i>C. gibelio</i> örnekleminde total boy dağılımı	29
Şekil 4.2. Bafra Balık Gölleri <i>C. gibelio</i> örnekleminde total boy dağılımı	29
Şekil 4.3. Ladik Gölü <i>C. gibelio</i> örnekleminde total boy dağılımı	30
Şekil 4.4. Simenit Gölü <i>C. gibelio</i> örnekleminde total boy dağılımı	30
Şekil 4.5. Altinkaya Baraj Gölü <i>C. gibelio</i> örnekleminde ağırlık dağılımı	31
Şekil 4.6. Bafra Balık Gölleri <i>C. gibelio</i> örnekleminde ağırlık dağılımı	32
Şekil 4.7. Ladik Gölü <i>C. gibelio</i> örnekleminde ağırlık dağılımı	32
Şekil 4.8. Simenit Gölü <i>C. gibelio</i> örnekleminde ağırlık dağılımı	33
Şekil 4.9. <i>C. gibelio</i> türünün ABG örnekleminde boy-ağırlık ilişkisi	34
Şekil 4.10. <i>C. gibelio</i> türünün BBG örnekleminde dişi bireylerin boy-ağırlık ilişkisi .	34
Şekil 4.11. <i>C. gibelio</i> türünün BBG örnekleminde erkek bireylerin boy-ağırlık ilişkisi	35
Şekil 4.12. <i>C. gibelio</i> türünün BBG örnekleminde tüm bireylerin boy-ağırlık ilişkisi .	35
Şekil 4.13. <i>C. gibelio</i> türünün LG örnekleminde boy-ağırlık ilişkisi	36
Şekil 4.14. <i>C. gibelio</i> türünün SG örnekleminde dişi bireylerin boy-ağırlık ilişkisi	36
Şekil 4.15. <i>C. gibelio</i> türünün SG örnekleminde erkek bireylerin boy-ağırlık ilişkisi	37
Şekil 4.16. <i>C. gibelio</i> türünün SG örnekleminde tüm bireylerin boy-ağırlık ilişkisi ...	37

Şekil 4.17. ABG (mavi daire), BBG (bordo kare), LG (yeşil eşkenardörtgen) ve SG (mor üçgen) populasyonlarında orijinal (a-i) ve standartlaştırılmış (j-s) otolit değişkenleri ile balık total boyu arasındaki ilişkilerin grafikleri 51

Şekil 4.18. *C. gibelio*'nun dört populasyonunda otolit değişkenlerinin PCA grafiği.. 54

Şekil 4.19. Otolit değişkenleri ile *C. gibelio* populasyonlarının ayırımında CDA grafiği 55



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. <i>C. gibelio</i> bireylerinin örnekleme tarihleri ve lokalitelere göre dağılımı	21
Çizelge 4.1. <i>C. gibelio</i> örneklemelerinde boy ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri ...	28
Çizelge 4.2. <i>C. gibelio</i> örneklemelerinde ağırlık ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri	31
Çizelge 4.3. <i>C. gibelio</i> örneklemelerinde boy-ağırlık ilişkisi parametreleri.....	33
Çizelge 4.4. Farklı lokalitelerdeki <i>C. gibelio</i> örneklemelerinde boy-boy ilişkisi	38
Çizelge 4.5. ABG <i>C. gibelio</i> örnekleminde sağ ve sol otolit ölçümleri	38
Çizelge 4.6. BBG <i>C. gibelio</i> örnekleminde eşeylere göre sağ ve sol otolit ölçümleri	39
Çizelge 4.7. LG <i>C. gibelio</i> örnekleminde sağ ve sol otolit ölçümleri	39
Çizelge 4.8. SG <i>C. gibelio</i> örnekleminde eşeylere göre sağ ve sol otolit ölçümleri .	40
Çizelge 4.9. <i>C. gibelio</i> 'nun dört populasyonunda otolit ölçümlerinin sağ-sol bölge ve dişi-erkek arasında istatistiksel karşılaştırması	41
Çizelge 4.10. <i>C. gibelio</i> 'nun ABG örnekleminde otolit ölçümleri-total boy ilişkilerinin regresyon parametreleri ve her bir ilişkinin ortalama yüzde tahmin hatası değeri	43
Çizelge 4.11. <i>C. gibelio</i> 'nun BBG örnekleminde otolit ölçümleri-total boy ilişkilerinin regresyon parametreleri ve her bir ilişkinin ortalama yüzde tahmin hatası değeri	43
Çizelge 4.12. <i>C. gibelio</i> 'nun LG örnekleminde otolit ölçümleri-total boy ilişkilerinin regresyon parametreleri ve her bir ilişkinin ortalama yüzde tahmin hatası değeri	44
Çizelge 4.13. <i>C. gibelio</i> 'nun SG örnekleminde otolit ölçümleri-total boy ilişkilerinin regresyon parametreleri ve her bir ilişkinin ortalama yüzde tahmin hatası değeri	44
Çizelge 4.14. ABG <i>C. gibelio</i> örnekleminde sağ ve sol otolit şekil indeksleri	45
Çizelge 4.15. BBG <i>C. gibelio</i> örnekleminde dişi, erkek ve tüm bireylerin sağ ve sol otolit şekil indeksleri	46
Çizelge 4.16. LG <i>C. gibelio</i> örnekleminde sağ ve sol otolit şekil indeksleri	47
Çizelge 4.17. SG <i>C. gibelio</i> örnekleminde dişi, erkek ve tüm bireylerin sağ ve sol otolit şekil indeksleri	48
Çizelge 4.18. <i>C. gibelio</i> 'nun dört populasyonunda otolit şekil indekslerinin sağ-sol bölge ve dişi-erkek arasında istatistiksel karşılaştırması	49
Çizelge 4.19. Otolit değişkenlerinin lokaliteler arası karşılaştırılması	50

Çizelge 4.20. Otolit değişkenleri ve PC'ler arasındaki bileşen matrisi.....	53
Çizelge 4.21. Otolit değişkenleri ile <i>C. gibelio</i> populasyonlarının sınıflandırılması ..	55
Çizelge 5.1. <i>C. gibelio</i> türünün farklı populasyonlarında eşey kompozisyonu.....	57
Çizelge 5.2. <i>C. gibelio</i> 'nun farklı habitatlardaki populasyonlarında boy ve ağırlık dağılımları (TB: total boy, ÇB: çatal boy, SB: standart boy).....	58
Çizelge 5.3. <i>C. gibelio</i> populasyonlarında boy-ağırlık ilişkisi parametreleri (TB: total boy, ÇB: çatal boy, SB: standart boy).....	60



1. GİRİŞ

İnsan faaliyetleri ve/veya diğer faktörlerin sonucu olarak doğal ya da yarı doğal habitatlara geçiş yapan, girdiği ekosistemin kompozisyonu, yapısı ve işleyişi üzerinde önemli değişimlere neden olan ve ciddi ekonomik kayıplara yol açan yerli ya da yabancı balık türleri “istilacı balıklar” olarak tanımlanmaktadır (Copp vd, 2005). İstilacı balıkların doğal bariyerlerin ortadan kalkması, gemilerin sentine sularında ya da karinasına yapışık olarak yer değiştirmesi, balıklandırma amaçlı aşılama çalışmaları, süs balıkçılığı için ithal edilme veya balık çiftliklerinden kaçışlar gibi nedenlerle başka bölgelere taşındıkları ve sayılarını artırarak istilacı özellik kazanabildikleri ifade edilmektedir (Polat vd, 2011). Bu türlerin biyolojik özelliklerinde görülen esneklik, biyotik etmenlere karşı gösterdikleri yüksek tolerans, geniş coğrafik bölgelere yayılabilme becerileri ve girdikleri ekosistemlerde diğer türler ile olan ilişkileri, söz konusu türlerin yeni habitatlarında hâkim tür olmalarını sağlayarak istilacı hale gelmelerine yardımcı olmaktadır. İstilacı balık türlerinin buldukları ekosistemlerde biyoçeşitliliğin azalması veya bazı türlerin ortamdan yok olması biyolojik kaynakları kullanılamaz duruma getirmektedir (Polat vd, 2011). İstila kabiliyeti yüksek olan tek bir türün bile içinde bulunduğu ekosistemin biyoçeşitliliği üzerinde aşırı olumsuz etkilere sahip olarak ekonomiye de büyük zararlar verebileceği belirtilmektedir (Tarkan, 2013). Bu türler yerli türlerin sayılarını azaltarak besin ağını bozabildikleri gibi rekabet, hızlı çoğalabilme yeteneği ve hastalık taşıma özellikleri ile de ortamdaki diğer türlere zarar verdikleri rapor edilmektedir (Tarkan, 2013).

Güncel verilere göre, Türkiye'nin tatlı su ekosistemlerinde 409 balık türünün yaşadığı ve bu türlerden 29'unun egzotik olduğu bildirilmiştir (Çiçek vd, 2018). Mevcut egzotik balıklardan bazıları oldukça geniş dağılım alanlarına sahip türler haline gelmişlerdir. Söz gelişi, *C. gibelio* türünün Türkiye'deki 194 tatlı su kaynağından kaydı bildirilirken (Yerli vd, 2014), *Pseudorasbora parva* türünün 66 tatlı su kaynağında varlığı rapor edilmiştir (Özcan ve Tarkan, 2019). Diğer taraftan egzotik ve taşınan türlerin yerel balıklara etkisi endişe verici boyutlara ulaşmıştır. Örneğin Hirfanlı Baraj Gölü'ne *Sander lucioperca* ve *P. parva* türlerinin girişinden sonra *Alburnus sp.*'ye rastlanmamış (Ekmekçi vd, 2013), Eğirdir ve Beyşehir göllerine *S. lucioperca* türünün aşılması neticesinde Eğirdir Gölü'ne endemik olan *Pseudophoxinus handlirschi* ve Beyşehir Gölü'ne endemik olan *Alburnus akili* türleri ortamdan yok olmuştur (Küçük, 2012). Bununla birlikte son yıllarda yapılan çalışmalar ülkemizde var olan ve/veya var olması muhtemel olan egzotik ve taşınan balık türlerinin istilacılık risklerinin yüksek

olduğunu işaret etmektedir (Tarkan vd, 2014; Tarkan vd, 2017a; Tarkan vd, 2017b; Tozludaş, 2018).

Ülkemizdeki yabancı ve taşınan balık türleri için yapılan istilacılık risk değerlendirme çalışmaları, istilacılık riskinin en yüksek olduğu türlerin başında *C. gibelio*'nun geldiğini göstermiştir (Tarkan vd, 2014; Tarkan vd, 2017a; Tarkan vd, 2017b; Tozludaş, 2018). Söz konusu türün Türkiye genelinde geniş bir dağılıma sahip olması (Yerli vd, 2014; Tarkan vd, 2015), gelişmiş üreme özellikleri ve yüksek ekolojik toleransı ile yerel balık türleri üzerinde çok ciddi olumsuz etkiler göstermesi istilacılık riskinin en önemli unsurlarını oluşturmaktadır. Özellikle yavru döneminde *Cyprinus carpio* (sazan)'ya olan benzerliği, sazan yavrusu olarak değerlendirilmesine ve bu nedenle bilinçli veya kazara yeni ortamlara taşınmasına yol açmaktadır (Ekmekçi vd, 2013). Ülkemizde *C. gibelio*'nun yayılış alanları dikkate alındığında, sazan gibi baraj ve göletlerde başarılı popülasyonlar oluşturduğu göze çarpmaktadır. Mevcut başarıda eşeyssel olgunluğa erken yaşta erişmesi, üreme periyodunun uzun olması, yumurta veriminin yüksek olması ve ginogenetik üreme kabiliyetine bağlı olarak kısa zamanda çok sayıda yavru üretmesi ve böylece hızla çoğalması oldukça etkilidir. Ayrıca büyümenin hızlı ve farklı çevre koşullarına adaptasyonunun kolay olması yayılışını da hızlandırmaktadır (Ekmekçi vd, 2013). *C. gibelio* girdiği tatlı su ekosistemlerinde yaşayan doğal balık türleri için oldukça zararlı olup, durgun veya yavaş akıntılı sularda kolaylıkla baskın tür haline gelerek ekosistemdeki besin döngüsünü değiştirebilmektedir. Ayrıca ortamdaki *Scardinius erythrophthalmus* ve *Vimba vimba* vb. doğal balık türleri ile besin rekabetine girebilmektedir (Özuluğ vd, 2005). Neticede üreme ve besin rekabeti nedeniyle yerel balık türlerinin yoğunluğunda azalmalar meydana geldiğinden, *C. gibelio* en istilacı balık türü olarak değerlendirilmektedir (Tarkan vd, 2012).

Stok tanımlanması, modern balıkçılık yönetiminin önemli bir ögesi (Begg vd, 1999) olmakla birlikte ekolojik yönden bir türün popülasyon dinamiğinin anlaşılması açısından da oldukça gereklidir (Tracey vd, 2006). Balık stoklarının tanımlanmasında birçok farklı yöntem kullanılmaktadır (Begg ve Waldman, 1999; Cadrin vd, 2005). Bu yöntemleri:

- (1) balıkların büyüme, üreme vb. gibi yaşam döngüsü özellikleri,
- (2) balık ve otolit morfolometrik ölçümleri, meristik ve genetik karakterler, parazitler, otolit elemental kompozisyonu ve yağ asidi içerikleri gibi doğal belirteçler,
- (3) iç ve dış etiketler, elektronik etiketler ve otolit termal markalama gibi uygulamalı belirteçler şeklinde sayabiliriz.

Mevcut yöntemler arasında otolit şekil analizi, dijital fotoğraf teknolojisi ve istatistiksel araçların hızlı bir şekilde gelişmesi ve bunların şekil analizine uygulanmasından dolayı balık stoklarının tanımlanmasında potansiyel bir teknik olarak ön plana çıkmaktadır (Begg ve Brown, 2000). Ayrıca şekil analizi diğer tekniklerle karşılaştırıldığında nispeten ucuz ve zaman açısından verimli bir yöntemdir (Tracey vd, 2006).

Otolitler, balıkların kafasında yer alan kalkerli yapılardır ve hem işitme hem de denge fonksiyonunda görev alırlar (Quist vd, 2012). Kemikli balıklarda “sagitta”, “lapillus” ve “asteriskus” adı verilen 3 çift otolit bulunmaktadır (Secor vd, 1992). Otolitlerin büyüklükleri tür içinde ve türler arasında farklılık göstermektedir (Wright vd, 2002). Genellikle çoğu kemikli balık türünde en büyük otolit sagittadır. Buna karşılık Ostariofizyan balıklarda (Cypriniformes ve Siluriformes takımı üyeleri) asteriskus ve/veya lapillus sagittadan daha büyüktür (Schulz-Mirbach ve Plath, 2012).

Otolit morfolojisi türe özgü (Campana ve Casselman, 1993) olduğundan otolitler, balık türlerinin, stoklarının ya da populasyonlarının tanımlaması (Bani vd, 2013; Bostancı vd, 2015; Santos vd, 2017; Avigliano vd, 2018; Bostancı ve Yedier, 2018; Özpiçak vd, 2018; Deepa vd, 2019; Song vd, 2019), trofik ekoloji (Yazıcıoğlu vd, 2016, 2018) taksonomik (Campana, 2004; Tuset vd, 2008; Yılmaz vd, 2015) ve paleontolojik (Nolf, 1995; Schulz-Mirbach ve Reichenbacher, 2006) çalışmalar için oldukça önemlidir.

Morfometrik ölçümler (alan, çevre, uzunluk, genişlik ve şekil indeksleri) ve şekil analizleri (Fourier dönüşümü, dalgacık dönüşümü, işaretleme), otolit morfolojisi çalışmalarının iki önemli bileşenidir (Avigliano vd, 2015; Zhang vd, 2017). Morfometri, otolit gelişimi hakkında bilgi sağlar ve gruplar arasında biyolojik olarak anlamlı farklılıkları ortaya koyar. Şekil analizi ise otolitin şekli konusunda daha fazla bilgi sunar. Bu iki yöntemin birlikte kullanımı, otolit morfolojisinin daha doğru bir şekilde tanımlanmasına ve çoğu zaman stok ayırımında yöntemlerin tek başlarına verdikleri sonuçlardan daha iyi sonuçların elde edilmesine imkân verir (Tracey vd, 2006; Aguera ve Brophy, 2011; Ferguson vd, 2011).

Bu tez çalışmasında, istilacı bir balık olarak kabul edilen *C. gibelio* türünün Samsun'daki 4 populasyonunda lagenar otolit (asteriskus) morfolojisi ve morfometrisi karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Ayrıca elde edilen örneklemelerin eşey oranı, boy-ağırlık ve boy-boy ilişkileri ortaya konulmuştur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. *C. gibelio* Üzerine Yapılan Çalışmalar

Balık vd (2004), Eğirdir Gölü'ndeki *C. gibelio* popülasyonunun cinsiyet, yaş ve boy kompozisyonları, büyüme, kondüsyon faktörü, üreme, ölüm ve sömürülme oranları gibi bazı biyolojik özelliklerini belirlemişlerdir.

Tsoumani vd (2006), Yunanistan'daki 12 gölden elde ettikleri *C. gibelio* popülasyonlarının boy-ağırlık ve boy-boy ilişkilerini araştırmış ve farklı biyotoplar arasında karşılaştırmalar yapmışlardır. Türün farklı ekosistemlerdeki bireylerine ait bazı biyolojik parametrelerin tür gelişiminde çevrenin etkisi hakkındaki görüşleri desteklediğini rapor etmişlerdir.

Bostancı vd (2007a), Bafra Balık Gölleri'ndeki *C. gibelio* popülasyonunda kondüsyon faktörü ve boy-ağırlık ilişkisini analiz etmişlerdir.

Bostancı vd (2007b), Eğirdir Gölü'nde yaşayan *C. gibelio*'nun bazı biyolojik özelliklerini tespit etmişlerdir.

Özcan (2007), *C. gibelio*'nun ülkemiz iç sularındaki mevcut dağılımını vererek, türün hızlı bir şekilde yayılmaya devam ettiğini bildirmiştir.

Leonardos vd (2008), Chimaditis Gölü (Kuzey Yunanistan)'ndeki *C. gibelio* popülasyonunun yaşam döngüsü özelliklerini incelemiştir. Araştırmacı popülasyonda ginogenetik üreyebilen dişilerin sayıca baskın olduğunu bildirmiştir.

Sarı vd (2008), Gediz Nehir havzasındaki Buldan Baraj Gölü'nde yaşayan *C. gibelio* türünün popülasyon yapısı, büyüme ve ölüm oranları üzerine çalışmışlardır.

Şaşı (2008), Aydın İli'ndeki Topçam Baraj Gölü'nden örneklenen *C. gibelio* bireylerinin üreme biyolojisi ve boy-ağırlık ilişkisini araştırmıştır.

Bobori vd (2010), Yunanistan'da bulunan ötrofik karakterli 3 doğal gölde aralarında *C. gibelio*'nunda bulunduğu 1'i hibrit olmak üzere 17 balık türüne ait boy-ağırlık ilişkisi parametrelerini vermişlerdir.

Rogozin vd (2011), Güney Sibirya'daki Şira Gölü'nde yaşayan *C. gibelio* türünün büyüme ve popülasyon özelliklerini, yaşlara göre besin tercihlerini ve yağ asidi miktarlarını belirlemeyi amaçlamışlardır.

Tatlı (2011), Gölcük Gölü'nden yakalanan *C. gibelio* türüne ait 245 adet bireyin yaş kompozisyonu, eşey dağılımı, yaş-boy, yaş-ağırlık, boy-ağırlık ilişkileri, kondüsyon faktörü ve gonadosomatik indeks gibi biyolojik özelliklerini saptamıştır.

Verreycken vd (2011), Belçika'da 1992-2009 yılları arasında 2839 balık stokunu değerlendirdikleri çalışmalarında içlerinde *C. gibelio* bireylerinin de olduğu 40 tatlı su balık türüne ait yaklaşık 263.000 bireyin boy-ağırlık ilişkilerini ortaya koymuşlardır.

İnnal (2012), Aksu Nehri (Antalya)'ndeki *C. gibelio* türünün yaş ve büyüme özellikleri üzerinde çalışmıştır.

Moradinasap vd (2012), Hazar Denizi'nin güneybatısında yer alan Anzali sulak alanındaki 5 cyprinid balık türünün (*Scardinius erythrophthalmus*, *Carassius auratus gibelio*, *Cyprinus carpio*, *Tinca tinca* and *Hemiculter leucisculus*) boy-ağırlık ve boy-boy ilişkileri ile nispi kondisyon ve Fulton'un kondisyon faktörlerini incelemiştir.

Tarkan vd (2012), Türkiye'de doğal ve yapay su kitlelerine aşılınmış 16 *C. gibelio* popülasyonunun büyüme ve yaşam döngüsü özelliklerini karşılaştırmalı olarak analiz etmişlerdir.

Bulut vd (2013), Seyitler rezervuarından elde edilen *C. gibelio* örneklerinin yaş dağılımı, boy-ağırlık ilişkileri, büyüme ve kondüsyon faktörlerini belirlemiştir.

Kırankaya ve Ekmekçi (2013), Orta Anadolu'da bulunan Gelingüllü Baraj Gölü'ndeki *C. gibelio* türünün yaş, büyüme ve üremesi özelliklerini araştırmışlardır.

Yazıcıoğlu vd (2013), Ladik Gölü'nde yaşayan *C. gibelio*'nun kondisyon faktörü, boy-ağırlık ve boy-boy ilişkilerini ortaya koymuşlardır.

Dinçtürk (2014), Beyşehir Gölü'nde yürüttüğü çalışmasında *C. gibelio* türünün bazı popülasyon özellikleri ve biyo-ekolojik durumunu tespit etmiştir.

Erdoğan vd (2014), İkizcetepeler Baraj Gölü'nde baskın bir tür olan *C. gibelio*'nun yaş, büyüme ve üreme özelliklerini analiz etmişlerdir.

Yerli vd (2014), *C. gibelio* türünün Türkiye'deki dağılım alanlarını literatür kayıtlarına dayalı olarak ortaya koymuşlardır. Çalışma neticesinde ilgili türün ülkemiz iç sularında geniş bir dağılıma (39 akarsu, 33 göl, 67 baraj gölü ve 55 gölet) ulaştığı sonucunu rapor etmişlerdir.

Ergüden (2015), Seyhan Nehri'nden yakalanan 317 adet *C. gibelio* örneğinin yaş ve büyüme parametrelerini araştırmıştır.

Şaşlı (2015), Topçam Baraj Gölü (Büyük Menderes Nehri havzası)'nden yakalanan 172 *C. gibelio* bireyinin büyüme, ölüm oranları, yaş-boy, yaş-ağırlık ve kondüsyon faktörleri gibi bazı biyolojik özelliklerini belirlemiştir.

Zhelev vd (2015), Güney Bulgaristan'daki Sazliyka Nehri ve Rozov Kladenets rezervuarında yaşayan *C. gibelio* örneklerinin popülasyon yapısını belirlemeye

çalışmışlardır.

Parmaksız vd (2017), Atatürk Baraj Gölü'ndeki *C. gibelio* populasyonunun üreme özelliklerini incelemişlerdir.

Fazlı vd (2018), İran'ın batısında yer alan Azad Baraj Gölü'nde yaşayan *C. gibelio* türünün bazı biyolojik özelliklerini araştırmışlardır.

2.2. Otolit Morfolojisi ve Morfometrisi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Smith (1992), *Etelis carbunculus* türünde sagittal otolitlerin kuru ağırlığı, lineer oranları, şekil indeksleri ve Fourier tanımlayıcılarını kullanarak 4 populasyonunu karşılaştırılmıştır.

Paxton (2000), 147 familyaya ait balıkların sagittal otolitlerinin çaplarını standart uzunluklarına kıyaslayarak, bunları taksonomik gruplara (genellikle takım), habitatlara ve luminesans varlığına veya yokluğuna göre ayırmaya çalışmıştır.

DeVries vd (2002), *Scomberomorus cavalla*'nın Meksika Körfezi ile Atlantik'teki stoklarını ayırmada otolit şekil verilerinin etkinliğini araştırmışlardır.

Tuset vd (2003), Kanarya Adaları'ndaki *Serranus* cinsine ait üç simpatrik türün (*S. atricauda*, *S. cabrilla* ve *S. scribea*) sakkular otolitlerinin (sagitta) morfolojilerindeki farklılıkları araştırmışlardır.

Waessle vd (2003), Sciaenid balıkların genç bireylerinde otolit morfolojisi ile balık büyüklüğü arasındaki ilişkileri incelemişlerdir.

Stransky ve MacLellan (2005), *Sebastes* cinsine ait türleri ayırmada otolit şekil değişimlerinin etkinliğini analiz etmişlerdir.

Megalofonou (2006), *Thunnus thynnus* türünde otolit gelişimi ile vücut gelişimi ve yaş arasındaki ilişkileri ortaya koymuştur.

Samsun ve Samsun (2006), *Scophthalmus maeoticus* türünde sagittal otolit yapısı, yaş tayini, balık boyu-otolit boyu ve otolit ağırlığı-balık yaşı ilişkileri üzerine çalışmışlardır.

Bostancı ve Polat (2007), Sinop kıyılarından yakalanan *Solea lascaris* türünde otolit yapısını analiz etmişler, balık boyu-otolit ölçümleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymuşlar ve yaş tayini yapmışlardır.

Burke vd (2008), *Clupea harengus* türüne ait iki farklı stoku ayırmada otolit şekil analizlerinin alternatif bir yöntem olarak kullanılabilirliğini araştırmışlardır.

Criquet vd (2008), *Sparisoma aurofrenatum* populasyonları arasındaki coğrafik ve zamansal farklılıkları belirlemede sagittal otolit şekil indeksleri ve kontur analizlerinin önemli bir gösterge olduğunu rapor etmişlerdir.

Longenecker (2008), 41 yaygın Hawaii resif balığının sagittal otolit uzunluğundan balıkların boy ya da ağırlıklarını tahmin etmede kullanılabilecek regresyon denklemlerini sunmuştur.

Bostancı (2009), Marmara Denizi'nden yakalanan 158 *Trachurus mediterraneus* bireyinde otolit boyutları-balık boyu ilişkilerini ve bazı populasyon parametrelerini incelemiştir.

Reichenbacher vd (2009), Arap yarımadasının güneydoğu kısmında yaşayan *Aphanius dispar* türüne ait 8 populasyonun genetik farklılığını tespit etmede sagittal otolit morfolojisini ve otolit değişkenlerinin istatistiksel analizlerini kullanmışlardır.

Battaglia vd (2010), Orta Akdeniz'de mezopelajik ve batipelajik zonlarda yaşayan 6 familyaya ait 16 türün boy-ağırlık ilişkilerini ve otolit ölçümleri (OL ve OH) ile balık boyu arasındaki regresyonları hesaplamışlardır.

Longmore vd (2010), Kuzey Atlantik'in farklı bölgelerinden yakalanan *Coryphaenoides rupestris* populasyonlarını ayırt etmede otolit mikrokimyası ve otolit şekil analizlerinin etkinliğini araştırmışlardır.

Ramírez-Pérez vd (2010), *Scomberomorus sierra*'nın stok ayırımında bütün ve kırık otolit şeklini geometrik morfometri ile analiz ederek uygunluğu hakkında değerlendirmeler yapmışlardır.

Zorica vd (2010), Adriyatik Denizi'nin Hırvatistan kısmında yaşayan 5 pelajik türde (*Engraulis encrasicolus*, *Sardina pilchardus*, *Scomber scombrus*, *Scomber japonicus* and *Belone belone*) sagittal otolit şekil analizleri gerçekleştirmişlerdir.

Agüera ve Brophy (2011), *Scomberesox saurus* türünün Akdeniz ve kuzeydoğu Atlantik'teki farklı stoklarını ayırmada sagittal otolit şekil analizinin etkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

Lord vd (2012), Sicyopterus cinsine ait 3 türün ayırımında sagittal otolit şekil analizlerini kullanmışlardır.

Sadighzadeh vd (2012), Basra Körfezi'ndeki 11 *Lutjanus spp.*'nin sagittal otolitlerinin anatomik ve morfometrik (şekil indisleri, kenar tanımlayıcıları ve otolit ağırlığı) özelliklerini araştırmışlardır.

Bani vd (2013), Hazar Denizi'nin güneyinde yaşayan 3 simpatrik kayabalığı

(*Neogobius caspius*, *Ponticola bathybius* ve *Ponticola gorlap*) türünü tanımlamak için sagittal otolit şekil analizinden yararlanmışlardır.

Başusta vd (2013), Elazığ'daki Hazar Gölü'nden yakalanan *Alburnus heckeli* türünde otolit biyometrisi-balık total boyu arasındaki ilişkileri sunmuşlardır.

Leguá vd (2013), otolit morfometrisini kullanarak *M. australis*'in stok yapısını belirlemeye çalışmışlardır.

Vieira vd (2014), otolit şekil analizlerini kullanarak Kuzeydoğu Atlantik'teki *Phycis phycis* türünün stok yapısını ortaya koymuşlardır.

Yılmaz vd (2014), *Perca fluviatilis* türünde sagittal otolit ölçümleri ile balık somatik gelişimi arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır.

Zhuang vd (2015), Kuzeybatı Pasifik'te Bohai ve Sarı Deniz'de yaşayan *Sebastes* cinsine ait 4 simpatrik türün tanımlanması ve ayrımında sagittal otolit şekil analizlerini kullanmışlardır.

Dörtbudak ve Özcan (2015), İkizce Çayı (Şırnak)'ndan yakalanan Siraz balığının (*Capoeta umbla*) otolit boyu-toplam boy, otolit genişliği-toplam boy ve otolit boyu-otolit genişliği arasındaki ilişkileri incelemişlerdir.

Jemaa vd (2015), pelajik türlerin populasyon yapısını belirlemede otolit şekil analizlerinin genetik belirteçlere göre daha etkili olup olmadığını araştırmışlardır.

Kontaş ve Bostancı (2015), *Barbus tauricus* türünde otolit morfolojisi, biyometrisi ve otolit ölçümleri (OW, OL, OH, OA, OP) ile balık boyu arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Ayrıca çalışmada otolit şekil indeksleri (Form Faktör, yuvarlaklık, boy-yükseklik oranı, dairesellik, dikdörtgensellik ve ovallık) hesaplanmış ve balık boyu ile olan ilişkileri ortaya konulmuştur.

Yılmaz vd (2015), Ladik Gölü'nden yakalanan Cyprinidae familyasına ait 5 türün (*Abramis brama*, *Blicca bjoerkna*, *Carassius gibelio*, *Chondrostoma regium* ve *Scardinius erythrophthalmus*) lagenar (asteriskus) ve utrikular (lapilla) otolitleri ile balık boyları arasındaki ilişkileri hesaplamışlardır.

Zengin vd. (2015), Karadeniz ve Marmara'dan yakalanan *Engraulis encrasicolus*'un otolit şekil analizlerini yapmışlar ve balık büyüklüğünü tespit etmek için otolit biyometrik karakterlerini belirlemişlerdir.

Bose vd (2016), *Porichthys notatus* türünde populasyonlar, cinsiyet ve erkek alternatifli üreme fenotipleri arasında karşılaştırmalar yapmada sagittal otolit morfolojisini kullanmışlardır.

Dehghani vd (2016), Basra Körfezi'ndeki *Sardinella sindensis* türünün balık boyu ile OL, OH, OW arasındaki ilişkileri çalışmışlardır. Sonuçlarına göre balık boyu ile otolit gelişimi arasında pozitif bir ilişki bulmuşlardır.

Omar vd (2016), bazı deniz ve tatlı su balıklarının (*Scomberomorus commerson*, *Caranx crysos*, *Sardinella aurita* ve *Cyprinus carpio*) morfolojilerini, balıkların otolitlerini kullanarak karşılaştırmışlardır. Bu otolitlerin morfolojik özellikleri bakımından türler arasında önemli farklılıklar gözlemlenmiştir.

Aguilar-Perera ve Puerto (2016), Meksika'nın Kuzey Yukatan yarımadasındaki doğal koruma alanından (Parque Nacional Arrecife Alacranes) yakalanan *Pterois volitans* türünün balık boyu ile ağırlığı, OL ve OW arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Balık boyu ile OL arasında yüksek uyum bulunmuştur.

Rebaya vd (2016), çalışmalarında Tunus'taki Bizerte ve Gahr El Melh lagünlerinden yakalanan *Liza ramada* türüne ait 120 örneğin stok ayırımı için sagittal otolit morfolojilerine göre araştırmışlardır.

See vd (2016), Malezya'da bulunan Mugilidae türlerinin sagittal otolit morfometrilerini inceleyerek tür ayırımında ve yaş tayininde kullanılabilirliğini araştırmışlardır.

Duque-Velez vd (2016), *Micropogonias altipinnis* ve *Micropogonias manni* türlerini ayırt etmede sagittal otolitlere geometrik morfometrik teknik uygulamışlardır. Ayrıca *Micropogonias* bireylerinin uzunluğunu ve ağırlığını bulmak için sagittal otolit şeklini kullanmışlardır.

Bostancı vd (2017), *Atherina boyeri*'nin Türkiye'deki üç popülasyonundan (Eğirdir Gölü, İznik Gölü ve Hirfanlı Baraj Gölü) elde edilen bireylerinde total boy-otolit ölçümleri; total boy-otolit indeksleri ve otolit ölçümlerinin kendi aralarındaki ilişkilerini tespit ederek popülasyonlar arasındaki farklılıkları belirlemeye odaklanmışlardır.

Saygın vd (2017), Van Gölü Havzası'nda farklı lokalitelerden örneklenen *Alburnus tarichi* örneklerinde lagenar otolit morfolojisi karşılaştırmışlardır.

Sayın ve Çalta (2017), Elâzığ Keban Baraj Gölü'nden yakalanan aynalı sazan (*C. carpio*)'da asteriskus otolit biyometrisini ve otolit biyometrisi-balık boyu ilişkisini incelemişlerdir.

Fashandi vd (2018), Bafra Körfezi'nin kuzeyinde yaşayan Carangidae familyasına ait 4 türün sağ ve sol ve dişi-erkek bireyleri arasında otolit morfometrilerini karşılaştırmışlardır. Sonuçlarına göre sagittal otolitlerin uzunluğu ve ağırlığının bu balıkların çatal boyunu tahmin etmede kullanılabilecek uygun göstergeler olduğunu

ifade etmişlerdir.

He vd (2018), *Scomber* cinsine ait üç türü ayırt etmede sagittal otolit şekil analizlerini kullanmışlardır.

Kanjuh vd (2018), *Anguilla anguilla*'nın vücut gelişimi ile sagittal otolit morfometrik değişkenleri (OL, OH, OW) arasındaki ilişkileri araştırmışlardır.

Kurucu ve Bostancı (2018), Melet Irmağı ve Çamlıdere Baraj Gölü'ndeki *Capoeta banarescui* ve *Squalius cephalus*'un asteriskus otolitlerinin morfolojilerini ve otolit ölçümleri-balık boyu arasındaki ilişkileri belirlemişlerdir ve otolit şekil indekslerini hesaplamışlardır.

Özpiçak vd (2018), *Squalius cephalus* türünün dört popülasyonunu ayırt etmede otolit şekil indekslerini kullanmışlardır.

Deepa vd (2019), Hint Okyanusu'nun iki farklı ekosisteminden örneklenen batı-demersal *Bembrops caudimacula* türünün tür içi farklılığını otolit morfometrisini inceleyerek ortaya koymaya çalışmışlardır.

Doustdar vd (2019), *Acanthopagrus arabicus*'un alansal ve zamansal stok farklılıklarını belirlemek için sagittal otolit ölçümleri ve şekil indekslerini kullanmışlardır.

Moreiraa vd (2019), *Trachurus picturatus* türünün popülasyon yapısını belirlemedeki sagittal otolit şeklinin etkisini ve zamana göre değişimini incelemişlerdir.

Song vd (2019), *Nibea albiflora* türünün farklı stoklarını ayırmada sagittal otolit ve sulkus morfolojisinin başarı oranlarını karşılaştırmalı olarak değerlendirmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Tez Materyali Hakkında Genel Bilgiler

3.1.1. *Carassius gibelio*'nun taksonomik yeri

Carassius gibelio'nun taksonomik yeri, Kuru (2011)'da belirtilen taksonomik kategoriler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde verilmiştir.

Âlem	: Animalia
Şube	: Chordata
Grup II	: Craniata
Alt Şube	: Gnathostomata
Üst Sınıf	: Pisces
Sınıf	: Osteichthyes
Takım	: Cypriniformes
Familya	: Cyprinidae
Cins	: <i>Carassius</i> Nilsson, 1832
Tür	: <i>Carassius gibelio</i> Bloch, 1783
Türkçe	: Gümüşü Havuz Balığı / İsrail Sazanı

3.1.2. *Carassius gibelio*'nun morfolojisi

Uğurlu (2006)'ya göre *C. gibelio* türünün diagnostik özellikleri aşağıdaki gibidir.

D	III-V / 14-21
A	II-III / 5-6
P	I / 13-19
V	I-II / 7-9
L. lateral	28-34
L. transversal	6-8 / 6-7
Farinks dişleri	4-4
Solungaç diken sayısı	44-50

C. gibelio'nun genel vücut yapısı Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Kısa, yanlardan yassılaştırmış ve yüksek yapılı bir vücuda sahiptirler. Başın arkasından itibaren vücut kavisli bir şekilde yükselme gösterir. Gözleri ağıza yakın bulunur ve iridir. At nalı görünümüne sahip ağızları terminal konumlu ve küçüktür. Üst dudakları ince ve gelişmemiş, alt dudakları etli ve gelişmiştir. Ağızlarında bıyık yoktur. Birbirine bitişik çift delikten oluşan burunlarının ucu yuvarlaktır. Kısa, ince ve sivri uçlu olan solungaç dikenleri çok sıralıdır ve iç tarafa bakan yüzeyleri tırtıklıdır (Uğurlu, 2006).

Gövdelerini kaplayan sikloid pulları iri olup siyah pigment tanelerine sahiptirler. Tam ve kavis yapmayan yan çizgileri vardır. Ventral yüzgeçlerinin taban bölgelerinde ise üçgenimsi pullar bulunur. Dorsal ve anal yüzgecin serbest kenarları düz olup bu yüzgeçlerin sonuncu basit ışını iyi geliştirmiştir. Bu ışının posterior kenarının 3/4'ünde dişçikler mevcuttur. Dorsal yüzgeç, anal yüzgece göre daha büyüktür. Dorsal yüzgeç ventral yüzgecin biraz arkasından başlar. Anal yüzgeç, dorsal yüzgecin sonundan indirilen çizginin önünden başlar. Anal açıklıkları anal yüzgecin hemen önündedir. Girintisi az olan kuyruk yüzgecinin loplalarının ucu yuvarlaktır. Ayrıca, süslü akvaryum balıkları gibi uzun yüzgeçlere sahip olan örneklerde bulunmaktadır (Uğurlu, 2006).

Renk bakımından değerlendirildiğinde, bu türün bireyleri oldukça çeşitlilik gösterirler. Beyaz, kırmızı, sarı, turuncu, siyahımsı kurşuni renklerine sahip bireylerin yanı sıra, karışık renkli, siyah lekeli, empirme desenli olanları da bulunmaktadır. Hem genetik hem de çevresel faktörler renk çeşitliliğinde etkili olabilmektedir. Baş bölgesi, yüzgeçler, solungaç kapaklarının üstü ve göz bebeklerinin çevresinde siyah küçük pigmentler yer alır. Periton, koyu gri renge sahip olan bireylerde siyah, turuncu ve kırmızı rengin hâkim olduğu bireylerde açık renklidir (Uğurlu, 2006).

C. gibelio türünde total boylar ortalama 15-20 cm arasındadır ancak 45 cm ye ulaşan bireylerine de rastlanılmıştır. Ağırlıkları 3 kg'a erişebilir. İnsan besini olarak çok kılıçlıklı olmalarından dolayı az tercih edilen bir türdür (Geldiay ve Balık, 2009).



Şekil 3.1. *C. gibelio* türüne ait bir bireyin görünümü (TB = 29.1 cm)

3.1.3. *Carassius gibelio*'nun ekolojisi ve biyolojisi

C. gibelio, kış mevsiminde göletlerin, göllerin ve akarsuların tabanındaki yumuşak çamura gömülerek hayatta kalırlar. Ekolojik toleransları yüksek olan bu balıklar çok düşük oksijen seviyelerinde bile yaşarlar (Balık vd, 2005). Ayrıca hem tatlı sularda hem de acı sularda yaşamlarını sürdürebilirler (Uğurlu, 2006). Durgun ve yavaş akan suları tercih etseler de hem lentik hem de lotik ortamlarda yaşayabilirler (Yerli vd, 2014).

Omnivor beslenme özelliği gösteren tür bulunduğu ortamlarda besinlerin büyük bir bölümünden faydalanmaktadır (Yılmaz vd, 2008). Bentik ve planktonik omurgasızlar, böcek larvaları, mollusklar, detritus, bitkiler ve balık yumurta ve larvaları besinlerini oluşturmaktadır (Balık vd, 2003; Banarescu ve Paepke, 2001). Ancak bazı durumlarda zorunlu kannibalizm gösterebilmektedir (Banarescu ve Paepke, 2001).

Her türlü ortam faktörlerinin değişimlerine karşı büyük bir dayanıklılık gösterebilen bu balıkların diğer türlerle rekabet etme şansları oldukça yüksektir (Kırankaya ve Ekmekçi, 2013). Bu yetenekleri nedeniyle son yüzyılın en başarılı istilacı türü olarak da ifade edilmektedirler (Japoshvili vd, 2013).

C. gibelio'nun istilacı özelliğindeki en temel biyolojik tehdit üreme şeklidir. Bu türe ait bireyler eşeyssel olgunluğa 3–4 yaşında ulaşırlar ve yumurtlama zamanları Mayıs-Haziran ayları arasındadır. Yeşilimsi-gri renkli yumurtalarını çoğunlukla bitki gövdelerine yapıştırırlar (Balık vd, 2005). Üreme döneminde bir dişi balık 160.000-380.000 arasında yumurta oluşturabilir. Yumurtadan çıkan yavruların hayatta kalma

şansları çok yüksek olup cinsel olgunlaşma yaşına kadar oldukça hızlı büyürler (Geldiay ve Balık, 2009). Bazı bölgelerde popülasyondaki dişi/erkek oranı eşit gibi görünse de çoğu ekosistemde bireylerin büyük çoğunluğunu dişiler oluşturur. Bunun nedeni, bu balıkların bazı diğer hayvanlarda da görülen nadir bir üreme şekli olan ginogenesis ile çoğalmalarıdır (Geldiay ve Balık, 2009). Yani, bu dişilerin yumurtaları genetik bakımdan yakınlık arz eden bazı Cyprinid türlerinin (*Carassius carassius*, *Cyprinus carpio* vb.) erkeklerinin spermeleriyle döllenerek yeni bireyler oluşturabilirler ve bu şekilde bir üreyle meydana gelen bireylerin hepsinin triploid dişi fertler olduğu bildirilmiştir (Geldiay ve Balık, 2009). Bunun nedeni, erkeğin sperminin sadece yumurta gelişimini başlatmak için kullanılması ve dolayısıyla genetik bir katkıda bulunmamasıdır (Saat, 1990). *Cyprinus carpio* erkeklerinin spermeleriyle uyarılan yumurtaların %98'nin dişi, %2'sinin erkek olduğu, erkek ve dişi bireylerin çaprazlanmasıyla oluşan biseksüel nesilde ise erkeklerin oranının yaklaşık %15 olduğu gözlemlenmiştir (Fan ve Shen, 1990; Bostancı vd, 2007a). Bu bulgulara göre türün ginogenetik ve biseksüel olmak üzere iki farklı üreme özelliğine sahip olduğu gösterilmiştir (Bostancı vd, 2007a).

3.1.4. *Carassius gibelio*'nun dağılım alanları

Dünyada ve ülkemizde geniş bir dağılıma sahip olan *C. gibelio*'nun, Doğu Asya (Slastenenko, 1955–1956), Doğu ve Orta Avrupa (Estonya, Letonya, Belarus, Polonya, Almanya, Hollanda, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Slovak Cumhuriyeti, Macaristan, Yunanistan, Romanya, Ukrayna, Moldova, Rusya Federasyonu, Gürcistan), Hazar Denizi (Ahnelt ve Holčík, 1996), Ermenistan (Gabrielyan, 2001), Litvanya (Repečka, 2003), ve Bulgaristan (Stefanov, 2005)'da bulunduğu rapor edilmiştir (Uğurlu, 2006). Son yıllarda, Alberta, Kanada'da ve Kuzey Amerika'da doğal yaşam alanı olmayan tatlı sularda yaşadıkları genetik olarak kanıtlanmıştır (Docherty vd, 2017).

Türkiye'de ilk olarak 1986'da Trakya Bölgesindeki Gala Gölü'nde rastlanılan bu türün bireyleri (Baran ve Ongan, 1988), son 30 yılda hızlı bir şekilde Marmara Bölgesi ve Anadolu'ya yayılmıştır. Ülkemizde de bütün bölgelerimizin belirli göl ve akarsularında yakalanmışlardır (Uğurlu, 2006).

3.2. Çalışma Alanları Hakkında Genel Bilgiler

Çalışmada kullanılan *C. gibelio* örnekleri Samsun İl sınırları içerisinde bulunan Altinkaya Baraj Gölü, Bafra Balık Gölleri, Ladik Gölü ve Simenit Gölü'nden elde edilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Örnekleme alanlarının haritası (1: Altinkaya Baraj Gölü; 2: Bafra Balık Gölleri; 3: Ladik Gölü; 4: Simenit Gölü)

3.2.1. Altinkaya Baraj Gölü

Altinkaya Baraj Gölü (ABG), Samsun ilinin Bafra ilçesinin 35 km güney batısında Kızılırmak Nehri üzerinde yer almaktadır (Şekil 3.3). Bu nehir, aktığı bölgelerden getirdiği alüvyonlarla, delta ovasının oluşmasında da başlıca role sahiptir. Kaynağını İç Anadolu'nun Yukarı Kızılırmak kısmında Kızıldağ'ın (3.025 m) eteklerinden alan akarsu, akıntı yolu boyunca bazı bölgelerde tuzlu ve jipsli arazilerden geçtiği için sularının bileşimi tuzlu bir karakter kazanmıştır ve bu nedenle de antik dönemde Halys (Tuzlu Irmak) adını almıştır (Yılmaz, 2007).

Enerji üretimi, sulama, taşkın kontrolü amacıyla inşa edilen Altinkaya Barajı'nın yapımı Devlet Su İşleri tarafından 1988 yılında tamamlanmıştır. ABG, 118,31 km²lik alana ve 70 km'lik uzunluğa sahip olup toplam 5763.106 m³'lük hacme sahiptir. En yüksek su kotu ise 190 m'dir (Işık, 1992). Baraj gölünün içinde bulunduğu bölge, her mevsim yağışlı, yazların sıcak, kışların ise ılık geçtiği Karadeniz Bölgesi iklim özelliklerini yansıtır.

Ticari balık avcılığında önemli yere sahip olan ABG, *C. gibelio*'ya ilaveten *Alburnus chalcoides*, *Barbus tauricus*, *Capoeta sieboldii*, *Capoeta tinca*, *Chondrostoma angorense*, *Cyprinus carpio*, *Squalius cephalus*, *Silurus glanis*, *Atherina boyeri*, *Sander lucioperca* türlerine de sahiptir (Uğurlu vd, 2008).



Şekil 3.3. Altınkaya Baraj Gölü haritası

3.2.1. Bafra Balık Gölleri

Kızılırmak Nehri'nin denize döküldüğü yerde oluşan Kızılırmak Deltası'nın doğusunda yer alan sulak alanlara "Bafra Balık Gölleri" (BBG) adı verilmektedir (Yılmaz ve Polat, 2011). İrili ufaklı birçok gölden meydana gelen bu göllerin çevrelerini sazlık ve bataklıklar kaplamaktadır. Lagün karaktere sahip olan bu göller yüzey büyüklüklerine göre sıralandıklarında, Balık (1390 hektar), Çernek (590 hektar), Uzun (290 hektar), Liman (270 hektar), Gıcı (125 hektar) ve Tatlı (50 hektar) gölleri bunlar içindeki en büyük altı gölü oluştururlar (Şekil 3.4). Bunların arasında bulunan ve yaz aylarında kuruyan çok sayıda küçük ve geçici su havzaları vardır (TKB, 1997). Göllerdeki su yükseklikleri mevsimlere göre büyük değişiklikler gösterir. Benzer şekilde, toplam kapladıkları alan da yağışlı kış mevsimlerinde yaklaşık olarak 15.000 hektara ulaşırken, kurak yaz mevsimlerinde yaklaşık 2.500 hektara kadar gerileyebilir (Yılmaz, 2002). Deltada en yüksek su seviyesi 3 m. geçmez ve ortalama derinlik 1.5 m. olarak bildirilmiştir (TKB 1997). Balık, Uzun, Gıcı ve Tatlı Gölleri arasında doğal ve suni kanallar vasıtasıyla sürekli bağlantı mevcuttur. Çernek ve Balık lagünleri arasında da bir bağlantı vardır fakat bu bağlantı yaz aylarında kurumaktadır. BBG'nin denizle olan bağlantısı sürekli değildir. Uzun Göl'ün güneydoğu köşesinde yer alan tek doğal bağlantı ve Uzun ve Balık Gölleri'nin kuzey köşelerinde yer alan iki suni kanal denizle olan bağlantıyı sağlamaktadır (TKB, 1997).



Şekil 3.4. Bafra Balık Gölleri haritası

Kızılırmak Deltası, göl aynası, tuzcul bataklıklar, deniz, akarsu, sazlık alanlar, ıslak çayırlar- mera, karışık geniş yapraklı subasar orman, karışık geniş yapraklı orman, kıyı kumulları, kumul çalı toplulukları, tarımsal alanlar ve yerleşim alanları gibi değişik ekolojik özellikteki habitatları bir arada bulundurduğundan dünyada eşine nadir rastlanan derecede biyolojik çeşitliliğe sahip olup besin maddelerince zenginlik ve uygun iklim koşulları gösterdiğinden dolayı da en verimli doğal alanlardan birisidir. Yöre ekonomisine su ürünleri üretimi, saz kesimi ve otlatma imkanlarıyla önemli katkılar sağlayan delta, karasal ve sucul birçok canlı türüne barınma ve üreme olanağı sağladığı için de biyoçeşitlilik bakımından uluslararası öneme sahiptir. Karadeniz üzerinden göç eden kuşların uçuş öncesi ve sonrası dinlenebildikleri, beslenebildikleri ve korunabildikleri tek alandır. 2019 yılı itibariyle Kızılırmak Deltası'nda 355 kuş türü belirlenmiştir ve bu sayı, Türkiye kuşlarının %76'sıdır (ÇŞB, 2019). Kuşların yanı sıra omurgasızlar, çeşitli kurbağa türleri, su kaplumbağaları ve su yılanları deltanın sürekli sakinlerindedir. Ayrıca, delta ve yakın çevresi memeliler bakımından da oldukça zengindir (Çam, 2012).

Bafra Balık Gölleri'nde 9 familyaya ait (Cyprinidae, Mugilidae, Atherinidae, Gasterosteidae, Syngnathidae, Percidae, Gobiidae, Pleuronectidae, Soleidae) 12 balık türünün (*Cyprinus carpio*, *Sander lucioperca*, *Mugil cephalus*, *Carassius carassius*, *Leuciscus cephalus*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Proterorhinus marmoratus*, *Neogobius fluviatilis*, *Liza ramada*, *Mugil soiu*, *Vimba vimba* ve *Chalcalburnus chalcoides*) varlığı bildirilmiştir (Demirkalp, 2007; Uğurlu vd, 2008). Ayrıca bol miktarda kerevit de bulunmaktadır (Çam, 2012). Geçmiş yıllarda avlanan

balık miktarlarının 350-400 ton civarında olduğu tahmin edilse de düzenli istatistik veriler olmadığı için avlanılan gerçek balık miktarları bilinmemektedir. Fakat bölgedeki balıkçılar kontrolsüz avcılık ve kirlenme gibi nedenlerle balık miktarında azalma olduğunu belirtmişlerdir (Anonim, 2018a).

3.2.1. Ladik Gölü

Ladik Gölü (LG), 40°50'-41°00' kuzey enlemleri ile 35°40'-36°05' doğu boylamları arasında, Orta Karadeniz Bölgesi'nin Samsun İli'nin Ladik ilçesi sınırları içinde, Akdağ Dağı'nın kuzeyinde yer almaktadır (Şekil 3.5). Gölün, Türkiye'nin en önemli deprem etkeni olan Kuzey Anadolu fay hattı üzerinde bulunduğu ve bu hattın faaliyetleri sonucunda oluştuğu bilinmektedir (Maraşlıoğlu, 2001). Birkaç ufak akarsu gölü beslemektedir. Yeşilirmak'a akan Tersakan Irmağı gölün çıkış akarsuyudur. 1933 yılında ıslah çalışmalarına Devlet Su İşlerince başlanılan Ladik Gölü, Tersakan Irmağının başlangıç yerine 1951 yılında yapıлып 1986 da yenilenen regülatör sayesinde sulama amaçlı bir baraj gölü haline getirilmiştir (Saygın, 2013). Uzunluğu 5 km, genişliği 2 km ve yüzey alanı yaklaşık 10 km² olan gölün derinliği 2.5 ile 6 m (Yılmaz vd, 2012) arasında olup rakımı ise 867 m'dir. Sıcaklığı 7-28 °C arasında değişen göl ötrof özelliğe sahiptir (Maraşlıoğlu, 2001).



Şekil 3.5. Ladik Gölü haritası

Doğal bir göl olan Ladik Gölü, barındırdığı canlılar ve ot ve sazlıklardan oluşan 'yüzer torf' adacıkları ile son derece ilgi çekici doğal bir sit alanıdır. Oluşumları yılları alan bu torf adacıkları eşsiz bir habitata sahip olup üzerlerinde kuşlara altlarında balıklara yaşam, beslenme ve üreme alanları sunarak gölün ekolojik dengesini sağlarlar (Anonim, 2018b).

Gölde balık faunasını belirlemek amacıyla yapılan ilk çalışma Kuru (1972) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmanın sonucunda *Abramis brama*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Esox lucius* ve *Perca fluviatilis* olmak üzere dört tür tespit edilmiştir. Aradan yaklaşık 40 sene sonra ekolojik şartlar ve insan etkisiyle göl faunasında değişim olma ihtimalini değerlendiren Uğurlu vd (2009), Ladik Gölü'nün balık faunasını tekrar belirlemişlerdir. Bu araştırmanın sonucuna göre, 1972 yılında tespit edilen dört türe ilave olarak *Blicca bjoerkna*, *Capoeta tinca*, *Chondrostoma regium*, *Squalius cephalus* ve *Barbatula kosswigi* türlerinin de dâhil olduğu rapor edilmiştir. 2012 yılında yapılan bir başka çalışmada *C. gibelio* türünün bireylerinin de bulunduğunu bildirilmiştir (Yılmaz vd, 2012).

3.2.1. Simenit Gölü

Samsun'un Terme ilçesi sınırları içinde bulunan Simenit Gölü (SG) (Şekil 3.6), Simenlik, Karasu veya Arapsazı Gölü gibi diğer isimlerle de adlandırılmaktadır. 80 hektar alana sahip olan gölün derinliği 0.5-1.5 metre arasındadır. Bu derinlik kış aylarında 2 m'ye kadar çıkabilmektedir. Simenit Gölü, kızılâğaç, karaağaç ve çınar ağaçlarıyla kaplı bir yalı kordonu ile denizden ayrılrsa da batı ucunda bulunan Karaboğa açıklığı adındaki çok dar bir boğazla denizle olan bağlantısını sürdürmektedir. Güneyden gelen dereler, yer altı suyu ve yağışlar gölü besleyen kaynaklardır. Bu kaynaklar yaz aylarında tamamen kururlar ve bu nedenle yaz aylarında plankton sayısı aşırı miktarda artmaktadır. Bu durum balık ölümlerine yol açar. Kış mevsiminde kaynakların tekrar getirdiği sularla birlikte gölün su seviyesi yükselir ve çevresindeki bataklık alanlara yayılır. Gölün bulunduğu bölgede çeltik ve fındık tarımı yapılmaktadır ve bundan dolayı gölde zirai mücadele ilaçlarına bağlı kirlilik söz konusudur (Ersanlı ve Gönüloğlu, 2003).

Simenit Gölü ornitolojik yönden büyük öneme sahiptir. Başta sülün olmak üzere çok sayıda kuşun kuluçkaya yattığı, kışladığı ve konakladığı bir göldür (Ersanlı ve Gönüloğlu, 2003).

Gölün balık faunasının belirlenmesi amacıyla Uğurlu ve Polat (2003) tarafından yapılan araştırmada, *C. gibelio*, *Esox lucius*, *Mugil cephalus*, *Chelon saliens*, *Abramis*

brama ve *Tinca tinca* olmak üzere altı türün varlığı belirlenmiştir. Polat ve Uğurlu (2011)'nin Samsun ilinin tatlısu balık faunasının belirlenmesi için yapmış oldukları başka bir çalışmada ise yukarıda belirtilen türlere ilave olarak *Syngnathus abaster*, *Platichthys flesus*, *Atherina boyeri*, *Gasterosteus aculeatus*, *Neogobius melanostomus* ve *Proterorhinus marmoratus* türleri de tespit edilmiştir.



Şekil 3.6. Simentit Gölü haritası

3.3. Tez Materyalinin Elde Edilmesi ve Laboratuvar Süreçleri

Tez materyali olan *C. gibelio* örnekleri Şubat 2017 ile Mart 2018 tarihleri arasında ilgili lokalitelerde ticari amaçla avcılık yapan yerel balıkçılardan temin edilmiştir. Her bir lokalitede gerçekleştirilen örneklemenin detayları Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. *C. gibelio* bireylerinin örnekleme tarihleri ve lokalitelere göre dağılımı

Örnekleme Tarihi	ABG		BBG		LG		SG	
	Dişi	Erkek	Dişi	Erkek	Dişi	Erkek	Dişi	Erkek
Şubat 2017	-	-	-	-	-	-	31	24
Mart 2017	7	-	-	-	21	-	8	4
Nisan 2017	-	-	-	-	13	-	-	-
Ağustos 2017	9	1	-	-	22	6	6	3
Eylül 2017	-	-	23	1	4	-	-	-
Ekim 2017	1	-	-	-	14	-	6	-
Kasım 2017	26	-	52	19	8	-	15	1
Aralık 2017	12	-	5	-	-	-	-	-
Mart 2018	6	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	61	1	80	20	82	6	66	32
GENEL TOPLAM		62		100		88		98

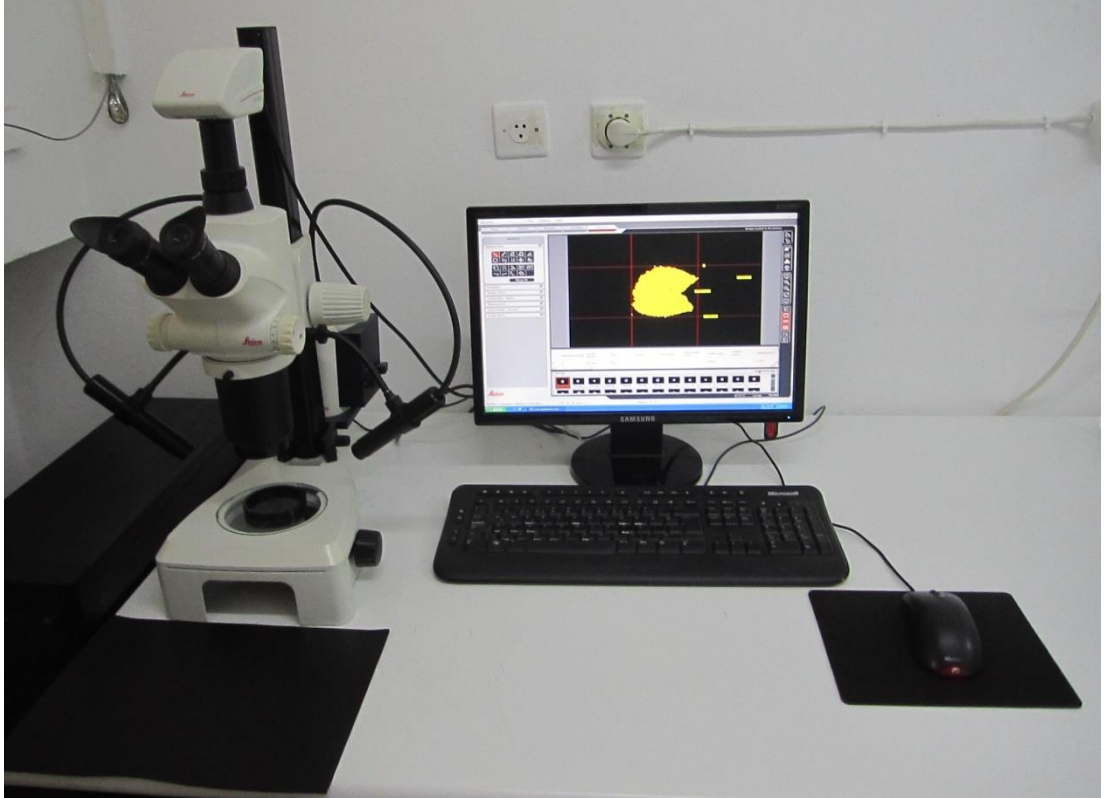
3.3.1. Balık biyometrisi ve diseksiyonu

Yerel balıkçılardan satın alınarak Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Hidrobiyoloji Araştırma Laboratuvarı'na getirilen *C. gibelio* örnekleri gerekli çalışmalar için hazırlanmıştır. İlk olarak örnekler ağırlığa etki edebilecek mucus ve diğer yabancı maddelerden arındırılmak amacıyla su ile yıkanmış ve sonrasında kurulanmıştır. Her bir örneğin total (TB), çatal (ÇB) ve standart boyları (SB) ölçüm tahtası üzerinde ± 0.1 cm hassasiyetle, ağırlıkları (W) Pressicia marka terazi ile ± 0.01 g hassasiyetle ölçülmüş ve bütün bu ölçümler standart kataloğlara yazılarak kayıt altına alınmıştır. Kataloğlara ayrıca balıkların yakalanma tarihleri, lokaliteleri ve örnek numaraları da yazılmıştır. Ölçüm işlemlerinin ardından eşey tayini amacıyla örneklerin karın kısmı anüsten başa kadar kesilmiş ve gonadlarının makroskopik incelenmesiyle balıkların cinsiyeti belirlenmiştir. Eşey durumu da kataloğlara işlenmiştir.

Her bir örneğin boy, ağırlık ve eşey bilgisi alındıktan sonra baş kısmı keskin bir makasla ortadan ikiye kesilmiş ve pens yardımıyla lagenar otolitler (asteriskus) çıkarılmıştır. Sağ ve sol bölgeden alınan otolitler öncelikle saf suyla yıkanmış ve sonrasında %96'lık etil alkolde bekletilerek temizlenmiştir. Temizleme işleminin ardından otolitler, kurutma ve mikrobiyal faaliyetlerin engellenmesi amacıyla 103°C 'lik etüvde 15 dakika bekletilmiştir (Chugunova, 1963). Etüvden çıkarılan otolitler, üzerinde örnek numarası yazılı eppendorf tüplerine çiftler halinde yerleştirilerek saklanmıştır.

3.3.2. Otolit ölçümlerinin alınması

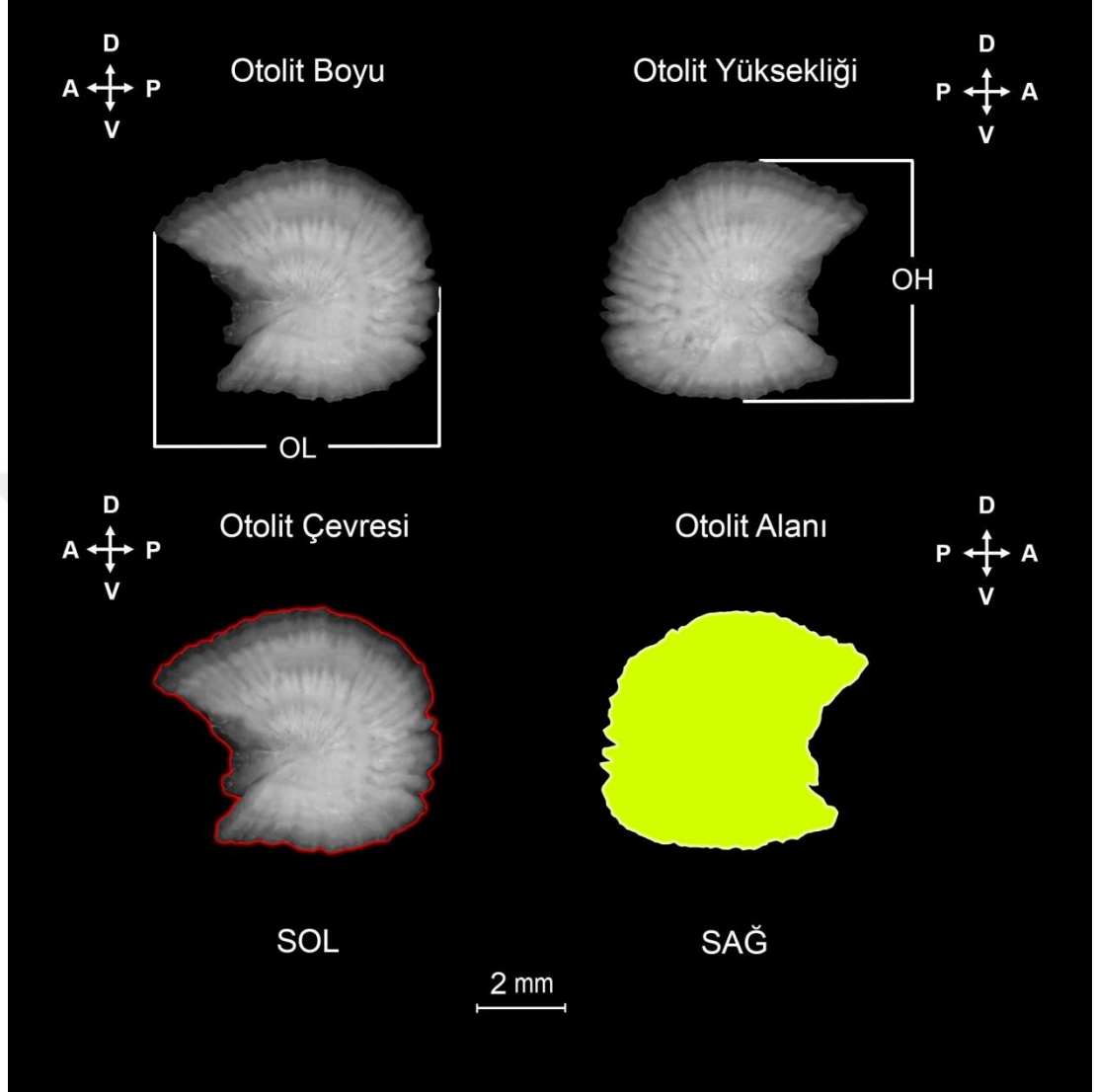
Lokalitelere göre ayrı ayrı muhafaza edilen otolitler, içinde buldukları eppendorf tüplerinden çıkarılarak sağ ve sol ayrımları yapılmıştır. Sonrasında her bir otolitin ağırlığı (OW), Pressicia marka elektronik terazide ± 0.00001 g hassasiyetle ölçülmüştür. Ancak ileride yapılacak olan analizlerde işlem kolaylığı için OW ölçümleri miligrama (mg) dönüştürülmüştür. Daha sonra Leica S8APO marka binoküler mikroskoba bağlı Leica DFC295 dijital kamera (Şekil 3.7) ile her bir otolit çiftinin distal yüzeyinden fotoğrafları çekilmiştir. Otolit boyu (OL), otolit yüksekliği (OH), otolit çevresi (OP) ve otolit alanı (OA) Leica Application Suit ver. 3.8 Görüntü Analiz Programı kullanılarak ölçülmüştür. OL, OH ve OP'nin ölçümünde ± 0.001 mm, OA'nın ölçümünde ise ± 0.001 mm² hassasiyet kullanılmıştır. OL, otolitin anterior ve posterior kenarları arasındaki en uzun mesafe, OH ise dorsal ve ventral kenarları arasındaki en uzun mesafeyi göstermektedir (Battaglia vd, 2010). OP, otolitin tüm kenarlarının toplam uzunluğunu, OA ise otolitin yüzey alanını ifade etmektedir (Şekil 3.8).



Şekil 3.7. Görüntü analiz sistemi (Leica S8APO mikroskop ve DFC295 kamera)

Her bir lokalitedeki balık ve otolitlerine ait veriler (TB, ÇB, SB, W, eşey, OW,

OL, OH, OP, OA) daha sonra gerçekleştirilecek olan analizler için Microsoft Excell 2010 programına aktarılmıştır.



Şekil 3.8. *C. gibelio* otolithinin distal yönden görünümü ve alınan ölçümler (D: dorsal, V: ventral, A: anterior, P: posterior)

3.4. Örneklem Yapısının Belirlenmesi

3.4.1. Eşey dağılımı

Her bir lokaliteden elde edilen *C. gibelio* örneğinde dişi, erkek ve tüm bireylerin örnek sayıları ve yüzdelik dilimleri hesaplanmıştır. Ayrıca her bir lokalitedeki dişi/erkek oranı tespit edilerek bu oranın beklenen 1/1 oranından farklı olup olmadığı Ki-kare (χ^2) testi kullanılarak kontrol edilmiştir (Zar, 1999).

3.4.2. Boy ve ağırlık dağılımları

Altinkaya Baraj Gölü ve Ladik Gölü'ndeki *C. gibelio* örneklerinde erkek birey sayısının azlığı nedeniyle tüm bireyler için; buna karşılık Bafra Balık Gölleri ve Simentit Gölü örneklerinde ise dişi, erkek ve tüm bireyler için total boy ve ağırlık ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler (ortalama, minimum ve maksimum değerler, standart hata ve standart sapma) verilmiştir. Ayrıca her bir lokaliteden elde edilen örneklerin dağılım grafikleri çizilmiştir.

Ortalama total boy ve ağırlık değerlerinin lokaliteler arası karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. Bafra Balık Gölleri ve Simentit Gölü'nden elde edilen örneklerde dişi ve erkeklerin ortalama total boy ve ağırlık değerleri Mann-Whitney U testi ile kıyaslanmıştır (Zar, 1999).

3.4.3. Boy-ağırlık ilişkisi

C. gibelio'nun total boyu ile ağırlığı arasındaki ilişki $W = aL^b$ (Ricker, 1975) denklemi kullanılarak hesaplanmıştır. Denklemden W, balık ağırlığını, L, balığın total boyunu, a ve b ise ilişki parametrelerini ifade etmektedir. Boy-ağırlık ilişkisinin a ve b parametreleri söz konusu denklemin $\text{Log } W = \text{Log } a + b \text{Log } L$ şeklindeki dönüşümünün doğrusal regresyonu ile tahmin edilmiştir. Elde edilen ilişkinin R^2 değeri doğrusal regresyonun kuvvetliliğinin bir indikatörü olarak dikkate alınmıştır. Boy-ağırlık ilişkisi lokalite ve eşeylere göre ayrı ayrı tespit edilmiştir. Dişi ve erkek bireylerin boy-ağırlık ilişkisinin b değeri arasındaki fark ANCOVA testi ile karşılaştırılmıştır. Boy-ağırlık ilişkisinin b değerinin 3'ten farklı olup olmadığı t testi ile kontrol edilerek lokalitelere ve eşeylere göre balığın büyüme tipi ($b=3$ izometrik büyüme, $b>3$ pozitif allometrik büyüme ve $b<3$ negatif allometrik büyüme) belirlenmiştir (Zar, 1999). Ayrıca her bir boy-ağırlık ilişkisinin grafiği çizilmiştir.

3.4.4. Boy-boy ilişkisi

Her bir lokalitedeki *C. gibelio* örneğindeki tüm bireyler için TB-ÇB, ÇB-SB ve SB-TB arasındaki ilişki $y=a+bx$ şeklindeki doğrusal regresyonla tespit edilmiştir.

3.5. Otolit Morfometrisi

3.5.1. Otolit ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri

C. gibelio'nun Altinkaya Baraj Gölü ve Ladik Gölü örneklerinde tüm bireyler için, Bafra Balık Gölleri ve Simentit Gölü örneklerinde ise dişi, erkek ve tüm bireyler için

sağ ve sol otolit ölçümlerine (OL, OH, OW, OP, OA) ait ortalama, standart hata, standart sapma, minimum ve maksimum değerler gibi tanımlayıcı istatistikler sunulmuştur.

3.5.2. Otolit ölçümleri-balık boyu ilişkileri

C. gibelio bireylerinin otolit ölçümleri ile total boyları arasındaki ilişkiler (TB-OL, TB-OH, TB-OW, TB-OP, TB-OA) üssel model ($y = ax^b$) kullanılarak ortaya konulmuştur (Leonart vd, 2000). Söz konusu ilişkiler belirlenmeden önce, her bir lokalitede otolit değişkenlerinin sağ-sol bölge arasında farklı olup olmadığı kontrol edilmiştir (Zar, 1999). Fark gözlenmemesi durumunda ilişkiler için sağ otolit verileri seçilmiştir. Farklılık tespit edildiğinde ise ilişkiler sağ ve sol bölgeye göre ayrı ayrı üretilmiştir. Eşey ayrımının dikkate alındığı lokalitelerde öncelikle dişi ve erkek bireylerin boy ölçümleri karşılaştırılmıştır. Dişi ve erkek bireyler arasında boy farklılığının olması durumunda, iki eşeyin ortalama boyu kullanılarak otolit değişkenleri standartlaştırılmış ve sonrasında kıyaslanmıştır (Zar, 1999). Eşeyler arası boy farklılığının bulunmaması durumunda ise otolit ölçümleri orijinal veriler üzerinden karşılaştırılmıştır (Zar, 1999). Her bir otolit değişkeni için eşeysel ayırım söz konusu olduğunda ilişkiler ayrı ayrı, olmadığı durumlarda ise dişi-erkek verileri birleştirilerek regresyonlar elde edilmiştir.

Otolit verilerinin standart hale getirilmesi aşamasında aşağıdaki denklem kullanılmıştır (Elliott vd, 1995; Leonart vd, 2000).

$$M_s = M_o \left(\frac{\bar{x}}{x} \right)^b \quad (3.1)$$

Denklemdaki M_s standardize edilmiş otolit ölçümünü, M_o orijinal otolit ölçümünü, \bar{x} dişi ve erkek bireylerin ortalama total boyunu, x her bir örneğin total boyunu, b orijinal otolit ölçümü ile balık total boyu arasındaki ilişkinin b parametresini ifade etmektedir.

Her bir lokaliteden elde edilen *C. gibelio* örnekleminde otolit ölçümleri ile total boy arasındaki ilişkileri ortaya koyan regresyonların kuvvetliliği R^2 ve ortalama yüzde tahmin hatası ile değerlendirilmiştir. Her hangi bir regresyon için ortalama yüzde tahmin hatası değeri, ilgili örneklemden her bir birey için ayrı ayrı elde edilen yüzde tahmin hatası değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Yüzde tahmin hatası (%TH) hesabında $\%TH = (|x_{\bar{o}} - x_t|/x_t) \times 100$ formülü kullanılmıştır (Smith, 1980). Formülde $x_{\bar{o}}$ ölçülen total boy ve x_t ise tahmin edilen total boydur. Ölçülen ve hesaplanan balık boyları arasındaki fark uygun istatistiksel testler yardımıyla analiz edilmiştir (Zar, 1999). Her bir populasyonda farklı ilişkiler için hesaplanan ortalama %TH değerleri

Kruskal-Wallis testi ile kıyaslanmıştır (Zar, 1999).

3.6. Otolit Morfolojisi

3.6.1. Şekil indeksleri

C. gibelio türünün otolit morfolojik yapısını tanımlamak amacıyla 5 farklı şekil indeksi (Çizelge 3.2) hesaplanmıştır (Russ, 1990). İndeksler, belirli bir biyolojik anlamı olan boyutsuz özelliklerdir. Şekil faktörü, bir yüzey alanının düzensizliğini 1 (mükemmel bir daire) ile <1 (düzensiz bir şekil) arasında tahmin etmede kullanılan bir indekstir. Boy-yükseklik oranı, otolit uzamasının derecesini ifade eder. Dairesellik ve yuvarlaklık, minimum 1 ile maksimum 12.57 (4π) arasında değişen mükemmel bir daireye olan benzerlik hakkında bilgi sağlar. Dikdörtgensellik, 1 değeri ile mükemmel bir kare ve <1 değer ile kare olmayan bir alana göre uzunluk ve genişlik değişimlerini tarif eder (Russ, 1990).

Şekil indekslerinin hesabında Altınkaya Baraj Gölü ve Ladik Gölü örneklemelerinde tüm bireyler, Bafra Balık Gölleri ve Simenit Gölü örneklemelerinde ise dişi, erkek ve tüm bireyler için sağ-sol ayrımı dikkate alınmıştır. Her bir popülasyonda şekil indekslerinin ortalama, standart hata, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri gibi tanımlayıcı istatistikleri verilmiştir.

Her bir lokalitede şekil indekslerinin sağ ve sol bölge arasında farklı olup olmadığı uygun istatistiksel testler yardımıyla gözden geçirilmiştir (Zar, 1999). Eşey ayrımının olduğu lokalitelerde (BBG ve SG) ise ayrıca dişi-erkek karşılaştırması yapılmıştır (Zar, 1999). Şekil indekslerinin eşeyler arası kıyaslanması yapılmadan önce, her bir indeksin balık boyu ile olan korelasyonuna bakılmıştır. Kuvvetli korelasyon gözlenen şekil indeksleri eşeylerin total boy ortalaması kullanılarak denklem 3.1 yardımıyla standartlaştırılmış (Elliott vd, 1995; Leonart vd, 2000) ve devamında karşılaştırılmıştır (Zar, 1999). Zayıf korelasyon gösteren şekil indeksleri orijinal veri seti ile dişi-erkek arasında kıyaslanmıştır (Zar, 1999).

Çizelge 3.2. Hesaplanan otolit şekil indeksleri ve formülleri

Değişken	Şekil İndeksi	Formül
OL (Otolit Boyu)	Şekil Faktörü (ŞF)	$(4\pi OA) / OP^2$
OH (Otolit Yüksekliği)	Boy-Yükseklik Oranı (BYO)	OL / OH
OP (Otolit Çevresi)	Dairesellik (DAI)	OP^2 / OA
OA (Otolit Alanı)	Yuvarlaklık (YUV)	$(4 OA) / (\pi OL^2)$
	Dikdörtgensellik (DİK)	$OA / (OL \times OH)$

3.7. Otolit Morfometrisi ve Morfolojisi ile Populasyon Ayrımı

Farklı otolit ölçümleri ve bu ölçümler kullanılarak hesaplanan şekil indekslerinin lokaliteler arası farklılıklarını ortaya koymak amacıyla her bir populasyondaki tüm örneklerin sağ otolit verileri seçilmiştir. Otolit değişkenlerinin lokaliteler arası karşılaştırılmasından önce, populasyonların boy dağılımına ve her bir değişkenin balık total boyu ile olan ilişkisine bakılmıştır (Zischke vd, 2016). Önemli ilişkilerinin tespit edildiği otolit değişkenleri dört populasyonun ortalama total boy değeri (23.24 cm) dikkate alınarak denklem 3.1 yardımıyla standart hale getirilmiştir (Elliott vd, 1995; Leonart vd, 2000). Balık boyu ile zayıf ilişki gösteren otolit değişkenleri orijinal halleri ile sonraki analizlerde kullanılmıştır. Standart hale getirilen otolit değişkenlerinin TB ile olan ilişkileri yeniden incelenerek balık boyu etkisinin bertaraf edilip edilmediğine karar verilmiştir. Balık boyu etkisinin giderilemediği değişkenler sonraki süreçlerde yer almamıştır. Standartlaştırılmış ve standartlaştırılmamış tüm otolit değişkenleri uygun istatistiksel testler aracılığıyla lokaliteler arasında karşılaştırılmıştır (Zar, 1999). Standardize ve standardize olmayan otolit değişkenleri arasında önemli derecede çoklu doğrusallık durumu belirlendiğinden, gruplar-arası korelasyon matrisi temel alınarak Ana Bileşen Analizi (Principle Component Analysis, PCA) yapılmış ve bu sayede populasyonları ayırt etmek amacıyla daha sonra gerçekleştirilecek olan Kanonik Ayrım Analizi (Canonical Discriminant Analysis, CDA) için yeni bir değişken serisi (ana bileşen skorları, PC) elde edilmiştir (Song vd, 2019). Yamaç eğimi grafiği (scree plot) ile varyansın büyük bir kısmını açıklayan PC sayısı tespit edilmiştir. PC'ler kullanılarak CDA yapılmış ve populasyon ayrımının doğruluğu test edilmiştir. CDA'da aşamalı ayırma yöntemi (stepwise method) tercih edilmiştir. Grup kovaryans matrisleri farklı olduğu için (Box's M testi, $P < 0.001$) CDA'da karesel (quadratic) model uygulanmıştır.

3.8. İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizlerden önce tüm verilere normalite (Kolmogorov-Smirnov testi ya da Shapiro-Wilk testi) ve varyans homojenite testleri (F-testi ya da Levene's testi) uygulanmıştır. Normal dağılımın sağlandığı durumlarda parametrik, sağlanmadığı durumlarda ise non-parametrik testler ile analizler gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel değerlendirmelerin yapılması ve grafiklerin oluşturulmasında SPSS 21.0, Minitab 17.0, PAST 3.0 (Hammer vd, 2001) ve Microsoft Excel paket programları kullanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Örneklem Yapısı

4.1.1. Eşey kompozisyonu

ABG'den 61'i (%98.39) dişi, 1'i (%1.61) erkek toplam 62 örnek; BBG'den 80'i (%80) dişi, 20'si (%20) erkek toplam 100 örnek; LG'den 82'si (%93.18) dişi, 6'sı (%6.82) erkek toplam 88 örnek ve SG'den 66'sı (%67.35) dişi, 32'si (%32.65) erkek toplam 98 örnek yakalanmıştır. Dişi:Erkek (D:E) oranı ABG'de 1:0.016, BBG'de 1:0.250, LG'de 1:0.073 ve SG'de 1:0.485 olarak hesaplanmıştır. Tüm lokalitelerde D:E oranı beklenen 1:1 oranından farklı çıkmıştır (ABG için $\chi^2=58.065$, $P<0.001$, BBG için $\chi^2=36.000$, $P<0.001$, LG için $\chi^2=65.636$, $P<0.001$, SG için $\chi^2=11.796$, $P<0.010$).

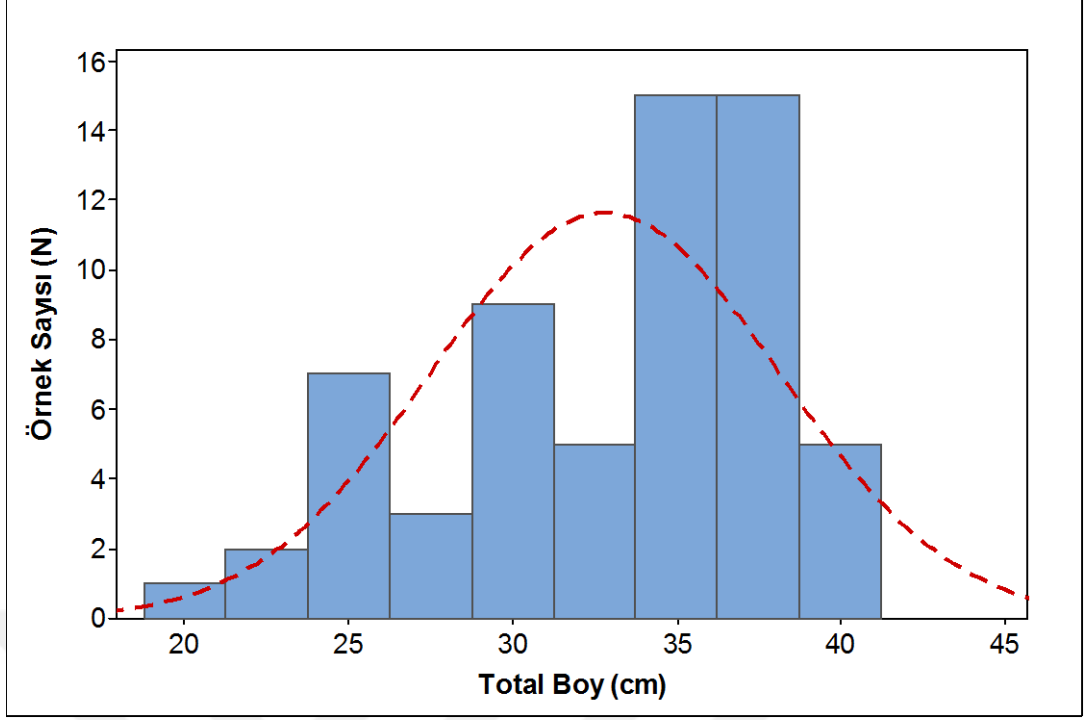
4.1.2. Boy kompozisyonu

Dört farklı lokaliteden elde edilen *C. gibelio* örneklerinin total boy ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

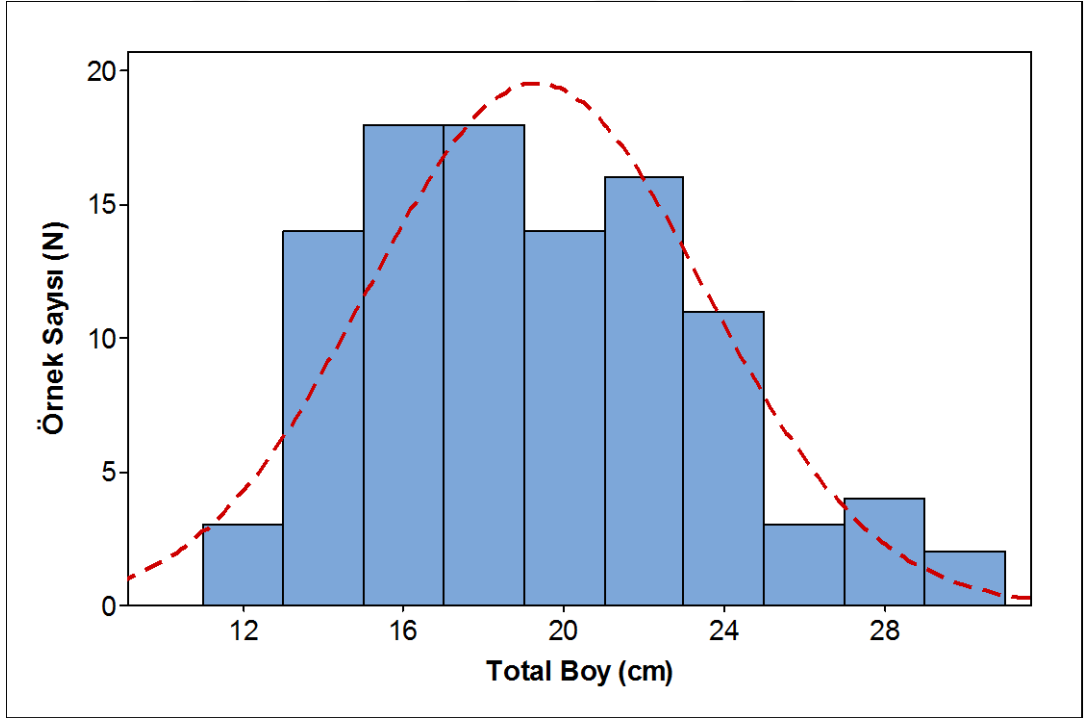
Çizelge 4.1. *C. gibelio* örneklerinde boy ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri

Lokalite	Eşey	N	Total Boy (cm)				
			Ort	Sh	Ss	Min	Mak
ABG	D+E	62	32.81	0.68	5.32	19.2	40.3
	D	80	20.28	0.46	4.11	11.7	30.7
BBG	E	20	15.93	0.58	2.58	12.3	22.5
	D+E	100	19.41	0.42	4.22	11.7	30.7
LG	D+E	88	25.97	0.28	2.65	19.1	35.1
	D	66	18.75	0.32	2.61	14.8	27.4
SG	E	32	18.27	0.51	2.88	14.9	26.2
	D+E	98	18.60	0.27	2.70	14.8	27.4

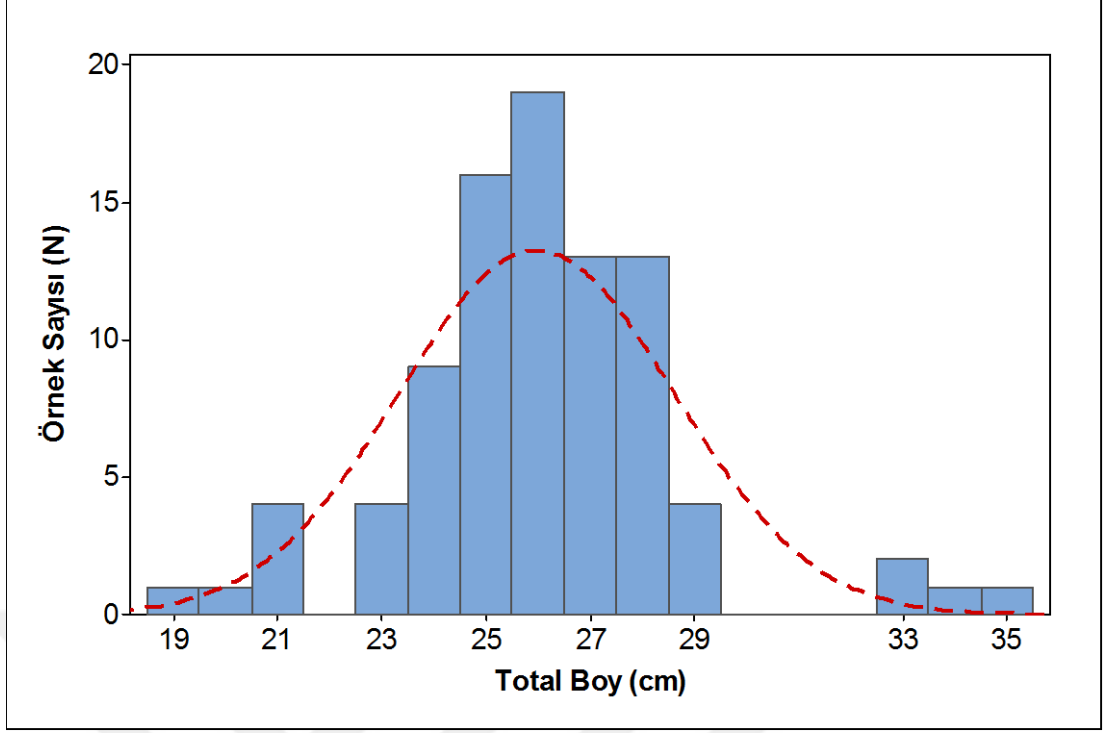
Total boy değerleri bakımından lokaliteler birbirinden önemli derecede farklılık göstermiştir (Kruskal-Wallis testi, $H=222.64$, d.f.=3, $P<0.001$). Dişi ve erkeklerin ortalama total boyları arasındaki fark BBG örneğinde önemli (t-testi, $P<0.05$) iken, SG örneğinde önemli olmadığı (Mann-Whitney U testi, $P>0.05$) tespit edilmiştir. Her bir lokalitede tüm bireylerin total boy dağılım grafikleri Şekil 4.1-Şekil 4.4'de sunulmuştur.



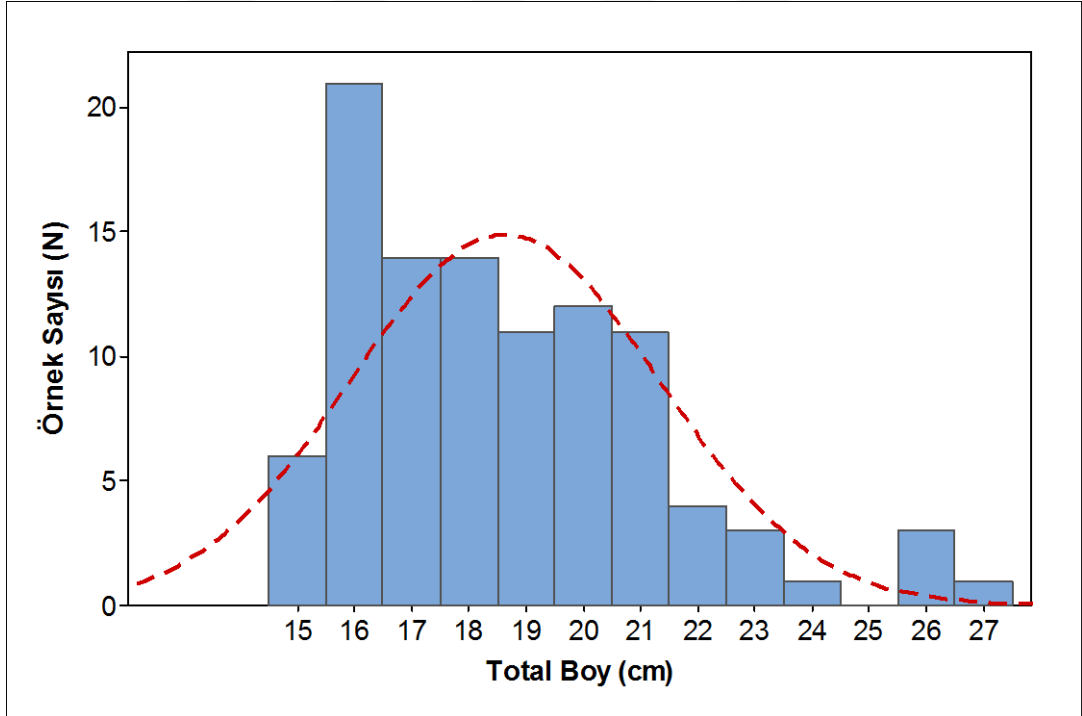
Şekil 4.1. Altinkaya Baraj Gölü *C. gibelio* örnekleminde total boy dağılımı



Şekil 4.2. Bafra Balık Gölleri *C. gibelio* örnekleminde total boy dağılımı



Şekil 4.3. Ladik Gölü *C. gibelio* örneklerinde total boy dağılımı



Şekil 4.4. Simenit Gölü *C. gibelio* örneklerinde total boy dağılımı

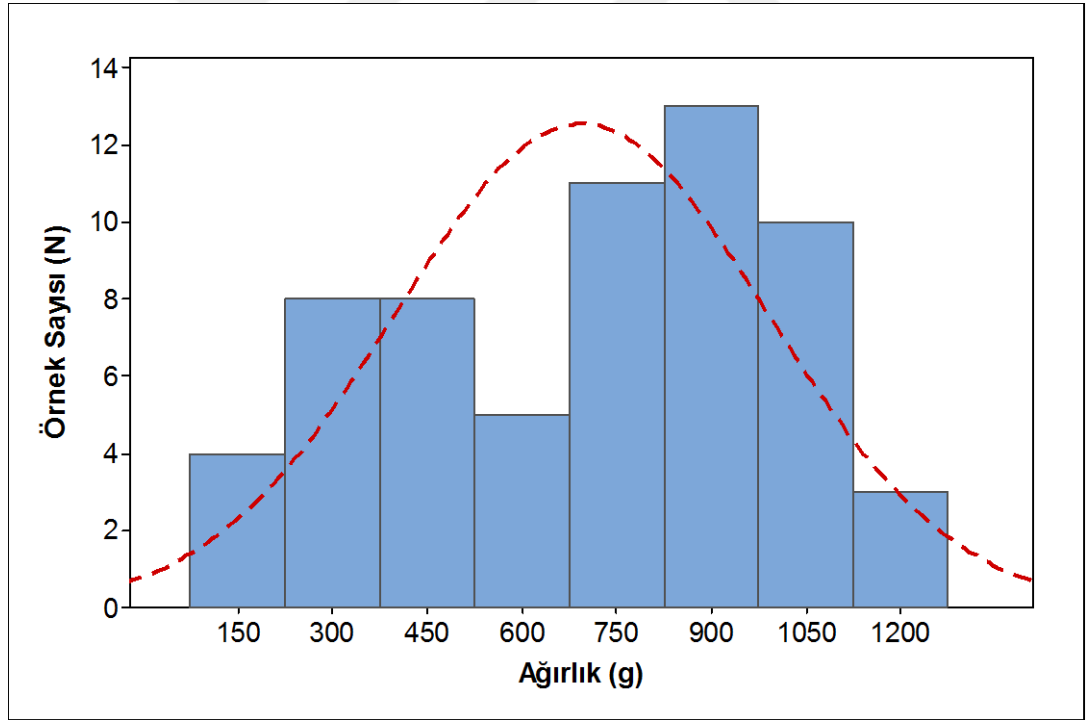
4.1.3. Ağırlık kompozisyonu

Dört farklı lokaliteden elde edilen *C. gibelio* örneklerinin ağırlık ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 4.2'de verilmiştir.

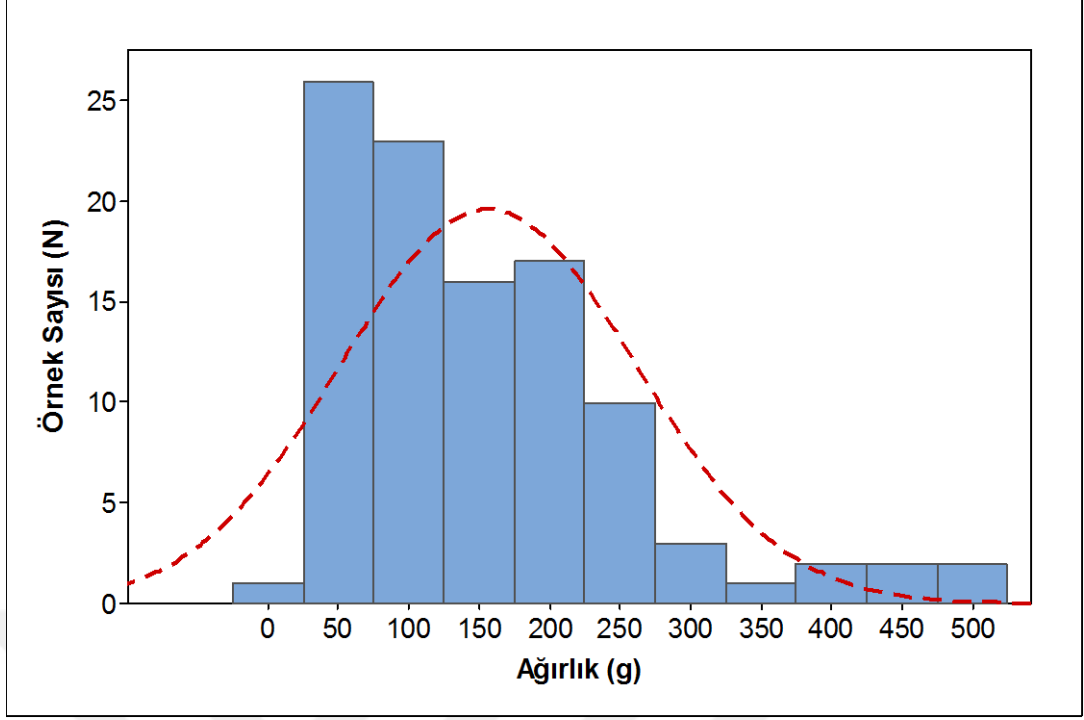
Çizelge 4.2. *C. gibelio* örneklerinde ağırlık ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri

Lokalite	Eşey	N	Ağırlık (g)				
			Ort	Sh	Ss	Min	Mak
ABG	D+E	62	694.37	37.60	295.80	127.66	1191.30
	D	80	178.80	11.90	106.70	16.69	520.51
BBG	E	20	77.80	9.62	43.02	38.10	192.75
	D+E	100	158.60	10.50	105.30	16.69	520.51
LG	D+E	88	374.44	14.00	131.80	136.77	859.77
	D	66	131.19	7.15	58.10	67.01	342.24
SG	E	32	114.20	10.10	57.30	62.54	313.68
	D+E	98	125.64	5.87	58.09	62.54	342.24

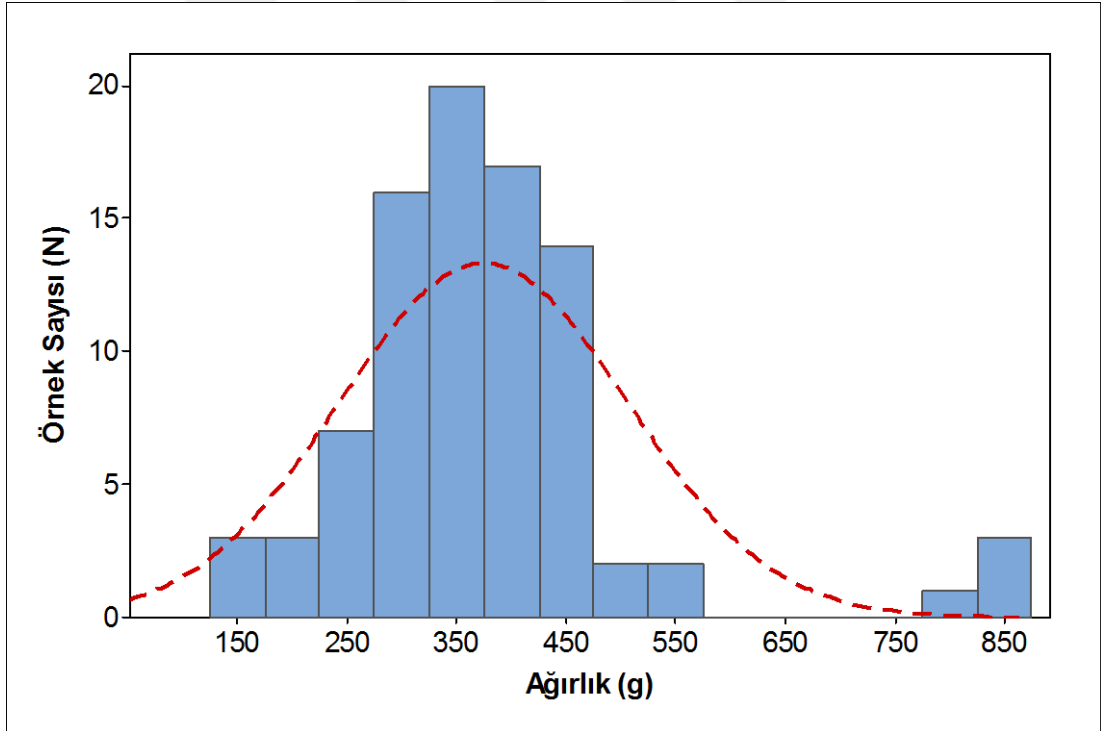
Ağırlık değerleri açısından lokaliteler birbirinden önemli farklılık göstermiştir (Kruskal-Wallis testi, $H=222.75$, d.f.=3, $P<0.001$). BBG'de dişi ve erkeklerin ortalama ağırlıkları (Mann-Whitney U testi, $P<0.05$) arasındaki fark önemli bulunmuştur. Buna karşılık SG'de ise dişi ve erkeklerin ortalama ağırlıkları farklı çıkmamıştır (Mann-Whitney U testi, $P>0.05$). Her bir lokalite için tüm bireylerin ağırlık dağılım grafikleri Şekil 4.5-Şekil 4.8'de sunulmuştur.



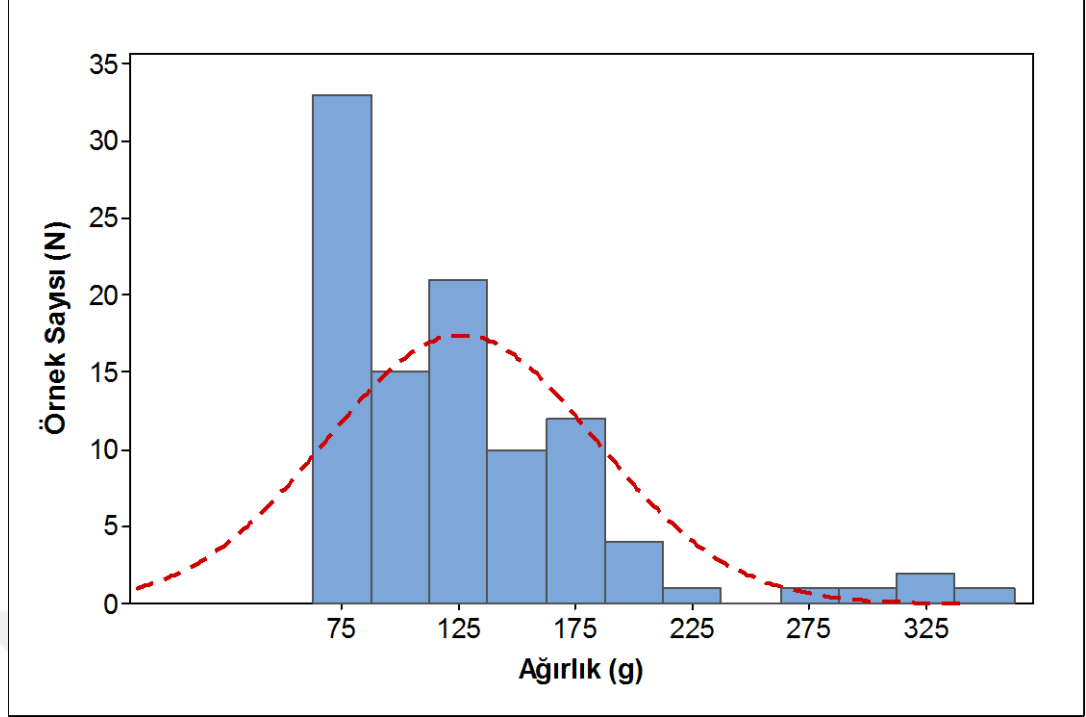
Şekil 4.5. Altınkaya Baraj Gölü *C. gibelio* örneğinde ağırlık dağılımı



Şekil 4.6. Bafra Balık Gölleri *C. gibelio* örnekleminde ağırlık dağılımı



Şekil 4.7. Ladik Gölü *C. gibelio* örnekleminde ağırlık dağılımı



Şekil 4.8. Simenit Gölü *C. gibelio* örnekleminde ağırlık dağılımı

4.1.4. Boy-ağırlık ilişkisi

C. gibelio türünün total boy-ağırlık ilişkisi ABG ve LG örneklemlerinde tüm bireyler, BBG ve SG örneklemlerinde ise dişi, erkek ve tüm bireyler için hesaplanmıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. *C. gibelio* örneklemlerinde boy-ağırlık ilişkisi parametreleri

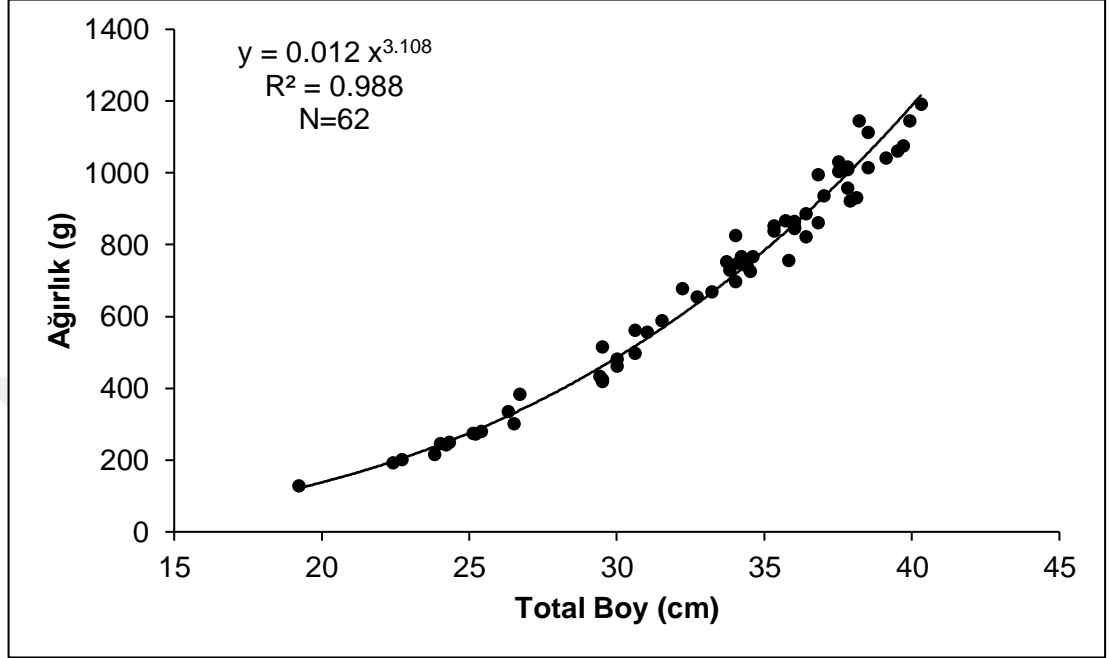
Lokalite	Eşey	N	Boy-Ağırlık İlişkisi Parametreleri					
			a	b	Sh (b)	%95 Güven Aralığı (b)	R ²	BT*
ABG	D+E	62	0.012	3.108	0.044	3.020-3.196	0.988	+A
	D	80	0.015	3.083	0.059	2.966-3.200	0.972	I
BBG	E	20	0.023	2.914	0.108	2.688-3.140	0.976	I
	D+E	100	0.014	3.098	0.048	3.003-3.193	0.977	+A
LG	D+E	88	0.011	3.206	0.075	3.057-3.355	0.955	+A
	D	66	0.027	2.876	0.065	2.546-2.806	0.969	-A
SG	E	32	0.044	2.689	0.063	2.561-2.818	0.984	-A
	D+E	98	0.030	2.830	0.053	2.725-2.935	0.967	-A

*BT: Büyüme tipi

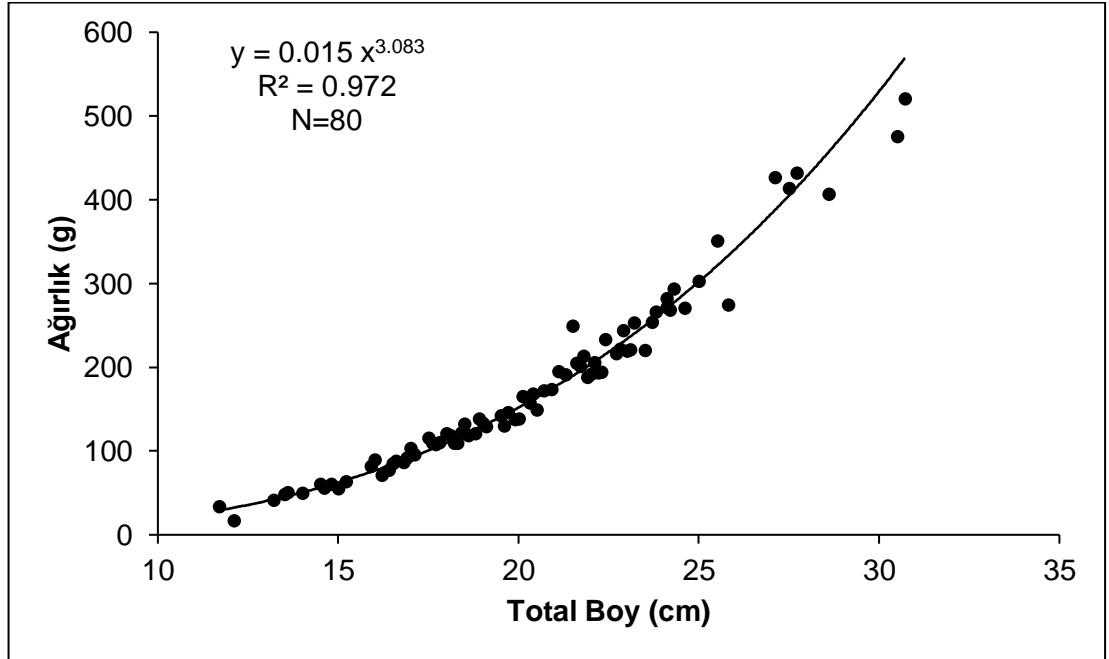
ABG ve LG populasyonlarında pozitif allometrik büyüme ($b > 3$, t-testi, $P < 0.05$) tespit edilmiştir. BBG populasyonunda dişi ve erkek bireylerde izometrik büyüme ($b = 3$, t-testi, $P > 0.05$) ve tüm bireylerde pozitif allometrik büyüme ($b > 3$, t-testi, $P < 0.05$) gözlenmiştir. Ayrıca dişi ve erkeklerin b değerlerinin birbirinden farklı olmadığı (ANCOVA, $P > 0.05$) belirlenmiştir. SG populasyonunda ise dişi, erkek ve tüm bireyler

negatif allometrik büyüme ($b < 3$, t-testi, $P < 0.05$) göstermiştir. Ayrıca dişi ve erkeklerin b değerlerinin birbirinden farklı olmadığı (ANCOVA, $P > 0.05$) bulunmuştur.

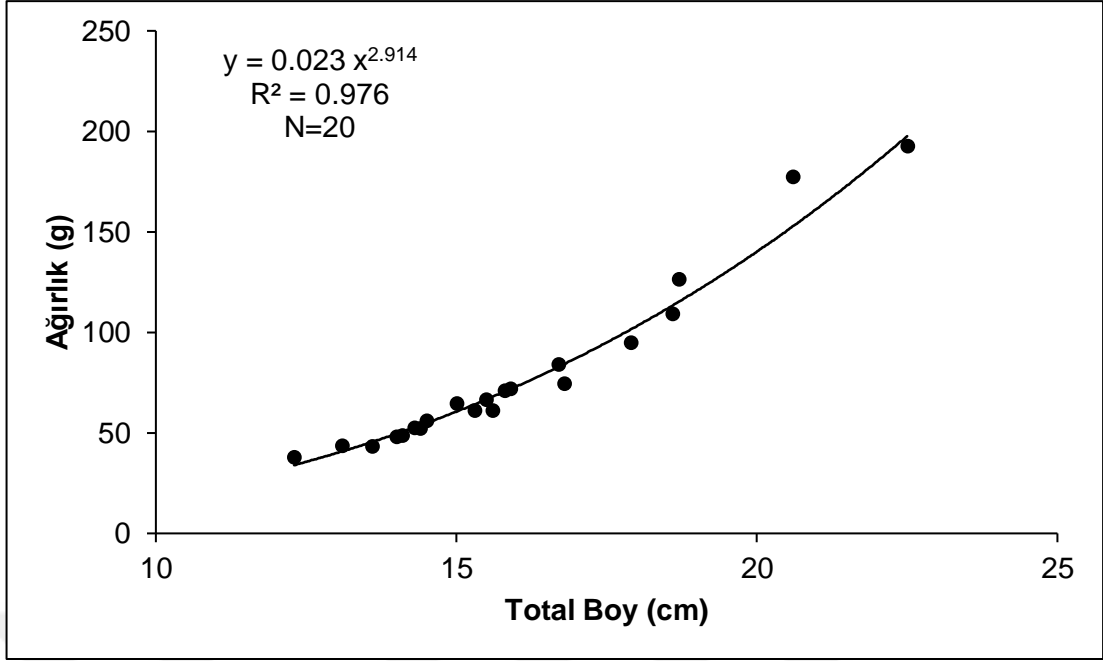
Farklı lokalitelerden elde edilen *C. gibelio* örneklerinin boy-ağırlık ilişkisi grafikleri Şekil 4.9-Şekil 4.16'da verilmiştir.



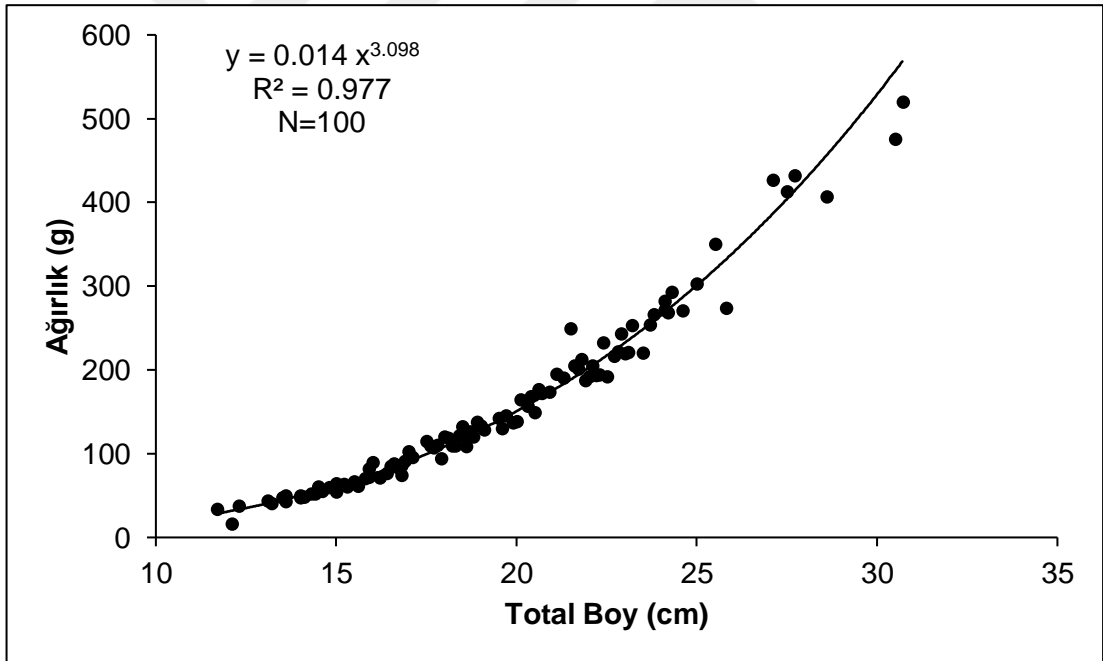
Şekil 4.9. *C. gibelio* türünün ABG örneğinde boy-ağırlık ilişkisi



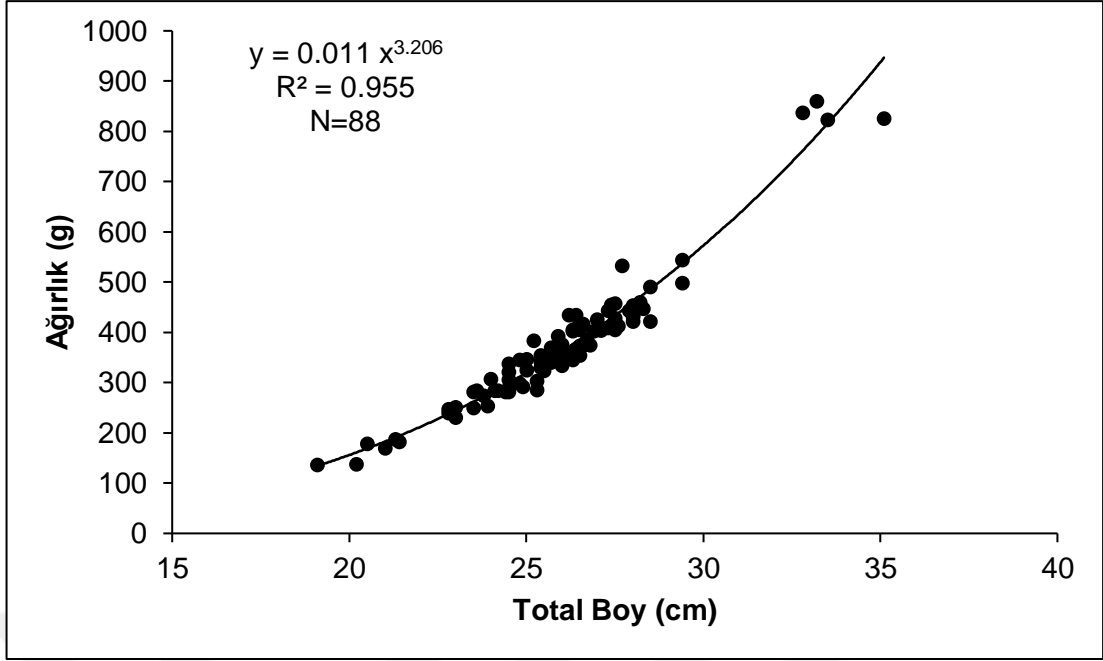
Şekil 4.10. *C. gibelio* türünün BBG örneğinde dişi bireylerin boy-ağırlık ilişkisi



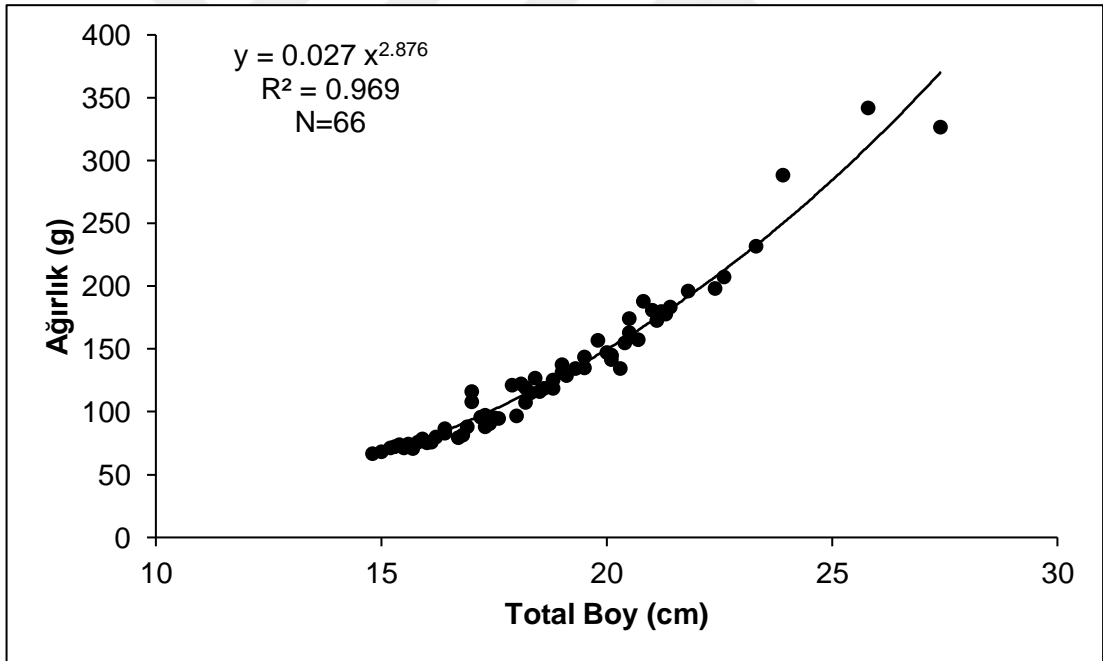
Şekil 4.11. *C. gibelio* türünün BBG örnekleminde erkek bireylerin boy-ağırlık ilişkisi



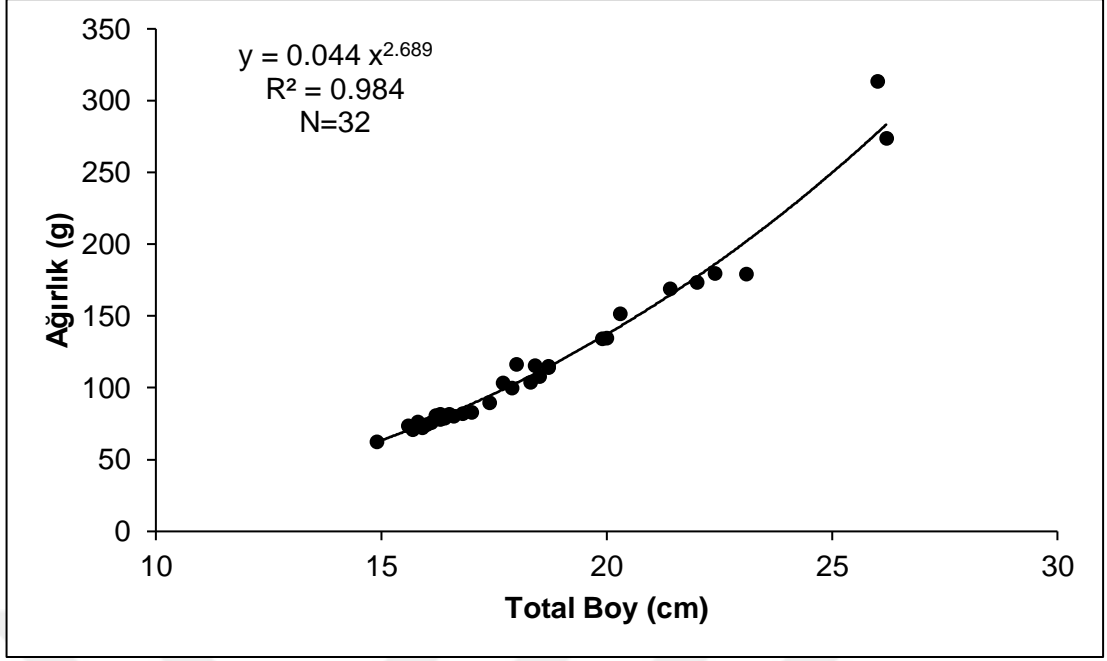
Şekil 4.12. *C. gibelio* türünün BBG örnekleminde tüm bireylerin boy-ağırlık ilişkisi



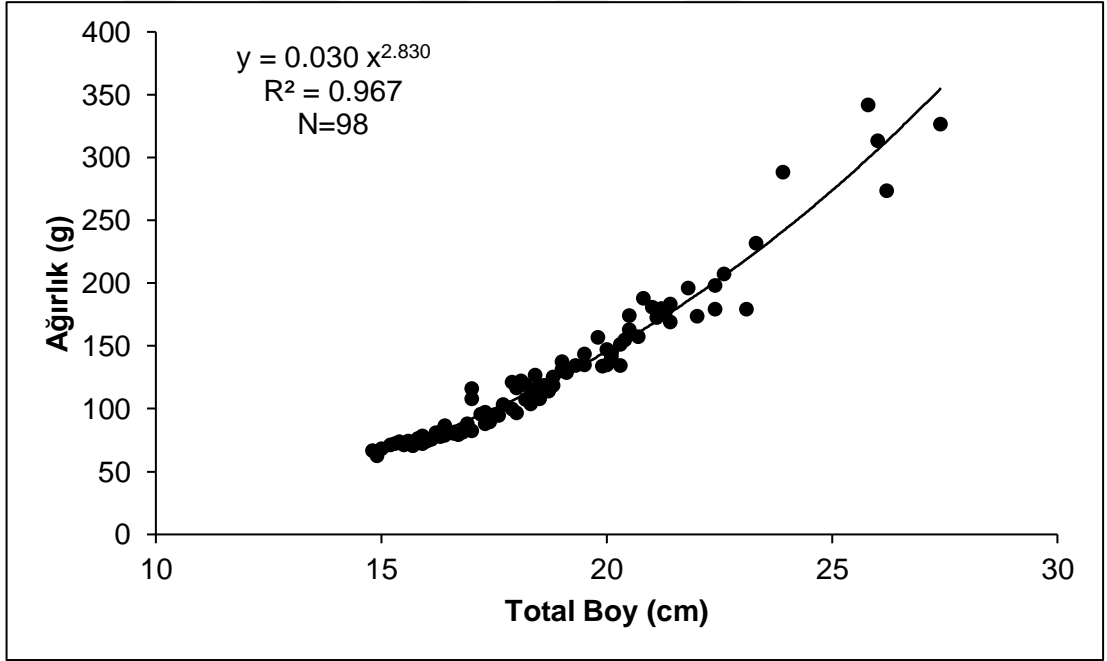
Şekil 4.13. *C. gibelio* türünün LG örnekleminde boy-ağırlık ilişkisi



Şekil 4.14. *C. gibelio* türünün SG örnekleminde dişi bireylerin boy-ağırlık ilişkisi



Şekil 4.15. *C. gibelio* türünün SG örnekleminde erkek bireylerin boy-ağırlık ilişkisi



Şekil 4.16. *C. gibelio* türünün SG örnekleminde tüm bireylerin boy-ağırlık ilişkisi

4.1.5. Boy-boy ilişkisi

C. gibelio türünün dört popülasyonunda total, çatal ve standart boy ölçümleri arasındaki doğrusal ilişki parametreleri Çizelge 4.4'de sunulmuştur.

Çizelge 4.4. Farklı lokalitelerdeki *C. gibelio* örneklerinde boy-boy ilişkisi

Lokalite	N	Denklem	a	b	R ²
ABG	62	TB = a + b ÇB	-1.003	1.119	0.993
		ÇB = a + b SB	2.660	1.089	0.897
		SB= a + b TB	1.240	0.734	0.893
BBG	100	TB = a + b ÇB	0.168	1.070	0.997
		ÇB = a + b SB	0.102	1.183	0.994
		SB= a + b TB	-0.089	0.783	0.992
LG	88	TB = a + b ÇB	0.455	1.066	0.984
		ÇB = a + b SB	0.893	1.147	0.972
		SB= a + b TB	-0.366	0.788	0.970
SG	98	TB = a + b ÇB	-0.203	1.086	0.989
		ÇB = a + b SB	-0.030	1.187	0.983
		SB= a + b TB	0.539	0.757	0.979

Tüm lokalitelerde farklı boy tipleri arasında önemli ilişkiler tespit edilmiştir (R²>0.892, P<0.001).

4.2. Otolit Morfometrisi

4.2.1. Otolit ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri

C. gibelio örneklerinde beş farklı otolit ölçümünün tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 4.5-Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. ABG *C. gibelio* örneğinde sağ ve sol otolit ölçümleri

Değişken	Yön	Ort	Sh	SS	Min	Mak	N
OL	Sağ	5.781	0.094	0.742	4.160	7.054	62
	Sol	5.796	0.093	0.739	4.042	6.972	62
OH	Sağ	5.228	0.093	0.711	3.692	6.362	62
	Sol	5.203	0.087	0.688	3.708	6.356	62
OW	Sağ	35.66	1.59	12.54	12.19	58.08	62
	Sol	35.38	1.54	12.18	12.11	56.49	62
OP	Sağ	21.649	0.419	3.301	15.374	27.300	62
	Sol	21.514	0.395	3.115	14.776	27.244	62
OA	Sağ	21.712	0.673	5.299	10.536	30.412	62
	Sol	21.545	0.649	5.113	10.504	30.336	62

Çizelge 4.6. BBG *C. gibelio* örnekleminde eşeylere göre sağ ve sol otolit ölçümleri

Eşey	Değişken	Yön	Ort	Sh	SS	Min	Mak	N	
Dişi	OL	Sağ	4.196	0.072	0.646	2.564	5.464	80	
		Sol	4.195	0.071	0.636	2.428	5.658	80	
	OH	Sağ	3.835	0.067	0.606	2.350	5.108	80	
		Sol	3.832	0.068	0.610	2.364	5.186	80	
	OW	Sağ	14.36	0.66	5.87	3.61	31.07	80	
		Sol	14.34	0.66	5.88	3.42	31.08	80	
	OP	Sağ	15.094	0.302	2.700	8.784	21.720	80	
		Sol	14.870	0.287	2.571	8.506	21.332	80	
	OA	Sağ	11.534	0.381	3.405	4.388	19.676	80	
		Sol	11.479	0.379	3.387	4.292	20.088	80	
	Erkek	OL	Sağ	3.589	0.102	0.458	2.976	4.390	20
			Sol	3.565	0.093	0.415	2.946	4.520	20
OH		Sağ	3.302	0.094	0.420	2.716	4.314	20	
		Sol	3.889	0.094	0.420	2.754	4.188	20	
OW		Sağ	9.47	0.74	3.31	5.60	15.85	20	
		Sol	9.42	0.73	3.25	5.49	16.01	20	
OP		Sağ	12.287	0.389	1.741	9.714	15.170	20	
		Sol	11.990	0.352	1.575	10.000	15.044	20	
OA		Sağ	8.413	0.472	2.111	5.656	12.644	20	
		Sol	8.388	0.461	2.061	5.652	13.088	20	
Tüm Bireyler		OL	Sağ	4.075	0.066	0.658	2.564	5.464	100
			Sol	4.069	0.065	0.648	2.428	5.658	100
	OH	Sağ	3.728	0.061	0.610	2.350	5.108	100	
		Sol	3.723	0.062	0.615	2.364	5.186	100	
	OW	Sağ	13.38	0.58	5.79	3.61	31.07	100	
		Sol	13.35	0.58	5.80	3.42	31.08	100	
	OP	Sağ	14.533	0.277	2.768	8.784	21.720	100	
		Sol	14.294	0.266	2.663	8.506	21.332	100	
	OA	Sağ	10.909	0.342	3.418	4.388	19.676	100	
		Sol	10.861	0.339	3.393	4.292	20.088	100	

Çizelge 4.7. LG *C. gibelio* örnekleminde sağ ve sol otolit ölçümleri

Değişken	Yön	Ort	Sh	SS	Min	Mak	N
OL	Sağ	4.652	0.035	0.331	3.780	5.892	88
	Sol	4.740	0.036	0.345	3.820	5.878	88
OH	Sağ	3.912	0.031	0.292	3.124	5.170	88
	Sol	3.904	0.032	0.301	3.159	5.216	88
OW	Sağ	15.98	0.35	3.34	8.18	33.24	88
	Sol	15.96	0.35	3.35	8.35	33.11	88
OP	Sağ	16.797	0.150	1.411	13.116	21.082	88
	Sol	16.867	0.159	1.488	13.304	21.280	88
OA	Sağ	12.780	0.195	1.831	8.440	21.412	88
	Sol	12.794	0.202	1.893	8.540	21.888	88

Çizelge 4.8. SG *C. gibelio* örnekleminde eşeylere göre sağ ve sol otolit ölçümleri

Eşey	Değişken	Yön	Ort	Sh	SS	Min	Mak	N	
Dişi	OL	Sağ	4.156	0.052	0.419	3.456	5.218	66	
		Sol	4.169	0.051	0.411	3.464	5.342	66	
	OH	Sağ	3.691	0.047	0.383	3.044	4.616	66	
		Sol	3.684	0.049	0.400	2.990	4.608	66	
	OW	Sağ	13.73	0.45	3.65	7.62	22.84	66	
		Sol	13.57	0.44	3.53	7.56	21.97	66	
	OP	Sağ	14.391	0.229	1.860	11.118	19.154	66	
		Sol	14.382	0.231	1.878	11.214	18.736	66	
	OA	Sağ	10.836	0.270	2.193	7.448	16.548	66	
		Sol	10.769	0.262	2.130	7.320	16.252	66	
	Erkek	OL	Sağ	4.135	0.092	0.521	3.292	5.624	32
			Sol	4.143	0.093	0.524	3.494	5.920	32
OH		Sağ	3.718	0.078	0.443	3.058	5.094	32	
		Sol	3.711	0.083	0.469	2.964	5.190	32	
OW		Sağ	14.43	0.86	4.88	7.98	31.72	32	
		Sol	14.30	0.87	4.92	7.78	31.42	32	
OP		Sağ	14.171	0.359	2.034	10.848	19.886	32	
		Sol	14.216	0.383	2.167	11.132	21.192	32	
OA		Sağ	10.869	0.446	2.521	7.288	19.124	32	
		Sol	10.827	0.460	2.602	7.212	19.588	32	
Tüm Bireyler		OL	Sağ	4.149	0.046	0.453	3.292	5.624	98
			Sol	4.161	0.045	0.448	3.464	5.920	98
	OH	Sağ	3.700	0.041	0.402	3.044	5.094	98	
		Sol	3.693	0.043	0.421	2.964	5.190	98	
	OW	Sağ	13.96	0.41	4.08	7.62	31.72	98	
		Sol	13.81	0.41	4.03	7.56	31.42	98	
	OP	Sağ	14.319	0.193	1.911	10.848	19.886	98	
		Sol	14.328	0.199	1.967	11.132	21.192	98	
	OA	Sağ	10.847	0.232	2.292	7.288	19.124	98	
		Sol	10.788	0.230	2.281	7.212	19.588	98	

4.2.2. Otolit ölçümleri-balık boyu ilişkileri

C. gibelio için eşey ayrımının olmadığı örneklemlerden ABG'de otolit ölçümleri sağ ve sol bölge arasında istatistiksel farklılık göstermemiştir. LG örnekleminde ise sadece OL ölçümü sağ-sol bölge arasında farklılık göstermiştir. Eşey ayrımının bulunduğu lokalitelerden BBG'de bir değişken (OP) sağ-sol arasında farklılık sergilerken, 3 değişken (OH, OW ve OA) eşeyler arasında farklılık sergilemiştir. SG örnekleminde ise OW ve OA ölçümlerinin sağ ve sol otolitler arasında farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Buna karşılık tüm ölçümlerin eşeyler arasında farklı olmadığı gözlenmiştir (Çizelge 4.9).

Otolit ölçümleri-balık boyu ilişkilerinin belirlenmesinde mevcut istatistiksel karşılaştırmalar dikkate alınmıştır. ABG örnekleminde söz konusu ilişkiler için sağ otolit değişkenleri seçilmiştir. LG örnekleminde OL hariç diğer ölçümlerin ilişkileri için

sağ otolit verileri kullanılmıştır. BBG örnekleminde TB-OL ilişkisi tüm bireylerin sağ otolit verileri kullanılarak ortaya konulmuştur. TB-OH ve TB-OW ilişkilerinin elde edilmesinde sağ bölge otolit ölçümleri seçilmiş ve eşey ayrımı dikkate alınmıştır. TB-OP ilişkisinde tüm örnekler sağ-sol ayrımı yapılarak değerlendirilmiştir. TB-OA ilişkisinde ise eşey ayrımına göre sağ otolitler göz önünde bulundurulmuştur. SG örnekleminde ilişkiler tüm bireyler için üretilmiştir. TB-OL, TB-OH ve TB-OP ilişkilerinin üretilmesinde sağ otolitler tercih edilmiştir. Buna karşılık TB-OW ve TB-OA ilişkileri için sağ ve sol bölge ayrımı yapılmıştır.

Çizelge 4.9. C. gibelio'nun dört populasyonunda otolit ölçümlerinin sağ-sol bölge ve dişi-erkek arasında istatistiksel karşılaştırması

Lokalite	Karşılaştırma	Ölçüm	Test	P
ABG	Sağ-Sol	OL	Wilcoxon T Testi	>0.05
		OH	Bağımlı İki Örnek T Testi	>0.05
		OW	Bağımlı İki Örnek T Testi	>0.05
		OP	Wilcoxon T Testi	>0.05
		OA	Bağımlı İki Örnek T Testi	>0.05
BBG	Sağ-Sol	OL	Bağımlı İki Örnek T Testi	>0.05
		OH	Wilcoxon T Testi	>0.05
		OW	Wilcoxon T Testi	>0.05
		OP	Bağımlı İki Örnek T Testi	<0.001
		OA	Wilcoxon T Testi	>0.05
	Dişi-Erkek	OL	Bağımsız İki Örneklem T Testi	>0.05
		OH	Bağımsız İki Örneklem T Testi	<0.05
		OW	Bağımsız İki Örneklem T Testi	<0.05
		OP	Bağımsız İki Örneklem T Testi	>0.05
		OA	Bağımsız İki Örneklem T Testi	<0.05
LG	Sağ-Sol	OL	Wilcoxon T Testi	<0.001
		OH	Wilcoxon T Testi	>0.05
		OW	Wilcoxon T Testi	>0.05
		OP	Bağımlı İki Örnek T Testi	>0.05
		OA	Wilcoxon T Testi	>0.05
SG	Sağ-Sol	OL	Wilcoxon T Testi	>0.05
		OH	Wilcoxon T Testi	>0.05
		OW	Wilcoxon T Testi	<0.001
		OP	Wilcoxon T Testi	>0.05
		OA	Wilcoxon T Testi	<0.001
	Dişi-Erkek	OL	Bağımsız İki Örneklem T Testi	>0.05
		OH	Mann-Whitney U Testi	>0.05
		OW	Mann-Whitney U Testi	>0.05
		OP	Mann-Whitney U Testi	>0.05
		OA	Mann-Whitney U Testi	>0.05

ABG örnekleminde otolit değişkenleri ile balık total boyu arasında önemli ilişkiler tespit edilmiştir ($P < 0.001$). Regresyonların R^2 değerleri 0.930-0.968 arasında değişmiştir (Çizelge 4.10). Söz konusu ilişkiler varyansın %92'nden daha fazlasını

açıklamıştır. Ölçülen ve ilişkiler kullanılarak geri hesaplanan balık boyları arasında fark gözlenmemiştir (Wilcoxon testi, $P>0.05$). Regresyonların ortalama yüzde tahmin hatası değerleri 2.55-4.03 arasında değişim göstermiştir. %TH değerleri ilişkiler arasında farklılık göstermiştir (Kruskal-Wallis testi, $P=0.029$).

BBG örnekleminde, tüm ilişkiler önemli çıkmıştır ($P<0.001$). İlişkilerin R^2 değerleri 0.828-0.959 arasında değişim göstermiştir. Elde edilen regresyonlar varyansın %82'sinden daha fazlasını açıklamıştır (Çizelge 4.11). Ölçülen ve geri hesaplanan total boylar arasındaki fark, erkeklerin TB-OP ilişkisi (Bağımlı iki örneklem t testi, $P<0.05$) hariç önemsiz bulunmuştur (Bağımlı iki örneklem t testi ve Wilcoxon testi, $P>0.05$). İlişkilerin ortalama yüzde tahmin hatası değerleri 3.28-5.38 arasında değişmiştir. %TH değerlerinin regresyonlar arasında farklılık göstermediği tespit edilmiştir (Kruskal-Wallis testi, $P=0.440$).

Çizelge 4.10. *C. gibelio*'nun ABG örnekleminde otolit ölçümleri-total boy ilişkilerinin regresyon parametreleri ve her bir ilişkinin ortalama yüzde tahmin hatası değeri

İlişki	Yön	N	a	b	Sh (b)	R ²	P	Ölçülen TB (Ort±Ss)	Hesaplanan TB (Ort±Ss)	%TH (±Ss)
TB-OL	Sağ	62	0.437	0.741	0.026	0.930	<0.001	32.81±5.32	32.75±5.57	4.03±2.60
TB-OH	Sağ	62	0.339	0.784	0.024	0.948	<0.001	32.81±5.32	32.88±5.64	3.35±2.40
TB-OW	Sağ	62	0.018	2.168	0.066	0.948	<0.001	32.81±5.32	32.62±5.60	3.34±2.61
TB-OP	Sağ	62	1.010	0.878	0.030	0.936	<0.001	32.81±5.32	32.87±5.67	3.51±2.78
TB-OA	Sağ	62	0.116	1.496	0.035	0.968	<0.001	32.81±5.32	32.80±5.51	2.55±1.92

Çizelge 4.11. *C. gibelio*'nun BBG örnekleminde otolit ölçümleri-total boy ilişkilerinin regresyon parametreleri ve her bir ilişkinin ortalama yüzde tahmin hatası değeri

İlişki	Eşey	Yön	N	a	b	Sh (b)	R ²	P	Ölçülen TB (Ort±Ss)	Hesaplanan TB (Ort±Ss)	%TH (±Ss)
TB-OL	Genel	Sağ	100	0.473	0.727	0.021	0.924	<0.001	19.41±4.22	19.47±4.29	4.80±3.99
TB-OH	Dişi	Sağ	80	0.402	0.750	0.025	0.923	<0.001	20.28±4.11	20.34±4.26	4.64±3.71
		Erkek	Sağ	20	0.390	0.773	0.053	0.923	<0.001	15.93±2.58	15.90±2.64
TB-OW	Dişi	Sağ	80	0.033	2.008	0.057	0.940	<0.001	20.28±4.11	20.19±4.17	4.36±2.95
		Erkek	Sağ	20	0.045	1.920	0.207	0.828	<0.001	15.93±2.58	16.00±2.82
TB-OP	Genel	Sağ	100	1.132	0.861	0.021	0.945	<0.001	19.41±4.22	19.83±4.38	4.34±3.32
		Sol	100	1.181	0.841	0.021	0.943	<0.001	19.41±4.22	19.47±4.30	4.13±3.35
TB-OA	Dişi	Sağ	80	0.138	1.466	0.034	0.959	<0.001	20.28±4.11	20.28±4.14	3.46±2.52
		Erkek	Sağ	20	0.135	1.489	0.105	0.918	<0.001	15.93±2.58	15.94±2.65

Çizelge 4.12. *C. gibelio*'nun LG örnekleminde otolit ölçümleri-total boy ilişkilerinin regresyon parametreleri ve her bir ilişkinin ortalama yüzde tahmin hatası değeri

İlişki	Yön	N	a	b	Sh (b)	R ²	P	Ölçülen TB (Ort±Ss)	Hesaplanan TB (Ort±Ss)	%TH (±Ss)
TB-OL	Sağ	88	0.618	0.620	0.035	0.781	<0.001	25.97±2.65	26.00±3.00	4.27±3.22
	Sol	88	0.633	0.618	0.039	0.746	<0.001	25.97±2.65	26.06±3.09	4.90±3.19
TB-OH	Sağ	88	0.568	0.593	0.047	0.651	<0.001	25.97±2.65	25.97±3.31	6.31±3.98
TB-OW	Sağ	88	0.053	1.752	0.106	0.761	<0.001	25.97±2.65	25.88±3.01	4.77±3.23
TB-OP	Sağ	88	2.021	0.650	0.057	0.604	<0.001	25.97±2.65	26.07±3.35	6.79±4.40
TB-OA	Sağ	88	0.226	1.238	0.066	0.802	<0.001	25.97±2.65	25.99±2.98	4.24±2.68

Çizelge 4.13. *C. gibelio*'nun SG örnekleminde otolit ölçümleri-total boy ilişkilerinin regresyon parametreleri ve her bir ilişkinin ortalama yüzde tahmin hatası değeri

İlişki	Yön	N	a	b	Sh (b)	R ²	P	Ölçülen TB (Ort±Ss)	Hesaplanan TB (Ort±Ss)	%TH (±Ss)
TB-OL	Sağ	98	0.591	0.667	0.040	0.748	<0.001	18.60±2.69	18.66±3.09	6.42±4.78
TB-OH	Sağ	98	0.601	0.622	0.045	0.669	<0.001	18.60±2.69	18.68±3.33	7.83±6.10
TB-OW	Sağ	98	0.146	1.553	0.120	0.636	<0.001	18.60±2.69	18.68±3.40	8.07±7.12
	Sol	98	0.136	1.573	0.114	0.664	<0.001	18.60±2.69	18.70±3.34	7.56±6.63
TB-OP	Sağ	98	1.242	0.836	0.044	0.792	<0.001	18.60±2.69	18.66±3.00	5.80±4.16
TB-OA	Sağ	98	0.275	1.255	0.073	0.757	<0.001	18.60±2.69	18.63±3.10	6.23±4.94
	Sol	98	0.253	1.282	0.067	0.792	<0.001	18.60±2.69	18.61±3.03	5.59±4.42

LG örnekleminde farklı otolit ölçümleri ile balık boyu arasında önemli ve kuvvetli ilişkiler elde edilmiştir ($P < 0.001$, $R^2 > 0.60$). Ölçülen ve regresyonlardan geri hesaplanan ortalama total boy değerleri arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir (Wilcoxon testi, $P > 0.05$). Mevcut ilişkilerin ortalama yüzde hata oranları 4.24-6.79 arasında dağılım sergilemiştir (Çizelge 4.12). İlişkilerin %TH değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (Kruskal-Wallis testi, $P = 0.000$).

SG örnekleminde beş farklı otolit değişkeninin balık total boyu ile olan ilişkilerinin önemli ($P < 0.001$) ve kuvvetli ($R^2 > 0.635$) olduğu görülmüştür (Çizelge 4.13). Ortalama total boyun ölçülen ve hesaplanan değerleri arasında farklılık tespit edilmemiştir (Wilcoxon testi, $P > 0.05$). Söz konusu ilişkilerin ortalama yüzde tahmin hatası değerleri 5.59-8.07 arasında değişim göstermiştir. Regresyonların %TH değerleri birbirlerinden farklı çıkmamıştır (Kruskal-Wallis testi, $P = 0.086$).

Otolit ölçümleri-total boy ilişkileri açısından dört lokalite birlikte değerlendirildiğinde, TB-OA regresyonları en yüksek korelasyon katsayısı ve en düşük ortalama %TH değerini verdiği göze çarpmaktadır.

4.3. Otolit Morfolojisi

4.3.1. Şekil indekslerinin tanımlayıcı istatistikleri

C. gibelio örneklemlerinde beş farklı otolit şekil indeksinin tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 4.14-Çizelge 4.17’de sunulmuştur.

Çizelge 4.14. ABG *C. gibelio* örnekleminde sağ ve sol otolit şekil indeksleri

Şekil İndeksi	Yön	Ort	Sh	Ss	Min	Mak	N
Şekil Faktörü	Sağ	0.578	0.005	0.045	0.475	0.675	62
	Sol	0.580	0.004	0.036	0.508	0.659	62
Boy-Yükseklik Oranı	Sağ	1.107	0.005	0.046	0.991	1.211	62
	Sol	1.115	0.006	0.052	0.976	1.252	62
Dairesellik	Sağ	21.841	0.221	1.743	18.607	26.603	62
	Sol	21.721	0.174	1.371	19.042	24.697	62
Yuvarlaklık	Sağ	0.816	0.006	0.053	0.698	0.946	62
	Sol	0.807	0.006	0.054	0.686	0.933	62
Dikdörtgensellik	Sağ	0.708	0.002	0.020	0.654	0.749	62
	Sol	0.704	0.002	0.018	0.668	0.740	62

Çizelge 4.15. BBG *C. gibelio* örnekleminde dişi, erkek ve tüm bireylerin sağ ve sol otolit şekil indeksleri

Eşey	Şekil İndeksi	Yön	Ort	Sh	Ss	Min	Mak	N	
Dişi	Şekil Faktörü	Sağ	0.630	0.006	0.056	0.496	0.768	80	
		Sol	0.645	0.005	0.053	0.508	0.777	80	
	Boy-Yükseklik Oranı	Sağ	1.096	0.006	0.055	0.950	1.307	80	
		Sol	1.097	0.007	0.062	0.907	1.244	80	
	Dairesellik	Sağ	20.083	0.202	1.806	16.340	25.314	80	
		Sol	19.604	0.183	1.635	16.145	24.715	80	
	Yuvarlaklık	Sağ	0.819	0.005	0.052	0.669	0.945	80	
		Sol	0.816	0.006	0.068	0.671	1.044	80	
	Dikdörtgensellik	Sağ	0.703	0.002	0.020	0.659	0.749	80	
		Sol	0.700	0.003	0.025	0.644	0.759	80	
	Erkek	Şekil Faktörü	Sağ	0.695	0.011	0.047	0.591	0.779	20
			Sol	0.726	0.009	0.041	0.580	0.776	20
		Boy-Yükseklik Oranı	Sağ	1.089	0.014	0.063	0.963	1.200	20
			Sol	1.087	0.013	0.058	0.986	1.197	20
Dairesellik		Sağ	18.157	0.284	1.271	16.119	21.240	20	
		Sol	17.356	0.252	1.126	16.181	21.636	20	
Yuvarlaklık		Sağ	0.823	0.013	0.059	0.739	0.960	20	
		Sol	0.831	0.012	0.052	0.748	0.920	20	
Dikdörtgensellik		Sağ	0.700	0.003	0.015	0.674	0.732	20	
		Sol	0.706	0.003	0.017	0.675	0.741	20	
Tüm Bireyler		Şekil Faktörü	Sağ	0.643	0.006	0.060	0.496	0.779	100
			Sol	0.661	0.006	0.060	0.508	0.777	100
		Boy-Yükseklik Oranı	Sağ	1.095	0.006	0.057	0.950	1.308	100
			Sol	1.095	0.006	0.061	0.907	1.245	100
	Dairesellik	Sağ	19.698	0.187	1.874	16.119	25.314	100	
		Sol	19.155	0.179	1.787	16.145	24.715	100	
	Yuvarlaklık	Sağ	0.819	0.005	0.054	0.669	0.959	100	
		Sol	0.819	0.006	0.065	0.672	1.044	100	
	Dikdörtgensellik	Sağ	0.702	0.001	0.019	0.659	0.749	100	
		Sol	0.702	0.002	0.024	0.644	0.759	100	

Çizelge 4.16. LG *C. gibelio* örnekleminde sağ ve sol otolit şekil indeksleri

Şekil İndeksi	Yön	Ort	Sh	Ss	Min	Mak	N
Şekil Faktörü	Sağ	0.568	0.004	0.038	0.464	0.653	88
	Sol	0.565	0.004	0.043	0.424	0.643	88
Boy-Yükseklik Oranı	Sağ	1.190	0.004	0.046	1.086	1.341	88
	Sol	1.215	0.005	0.049	1.103	1.325	88
Dairesellik	Sağ	22.191	0.166	1.562	19.217	27.067	88
	Sol	22.366	0.196	1.841	19.525	29.564	88
Yuvarlaklık	Sağ	0.479	0.004	0.040	0.627	0.831	88
	Sol	0.722	0.003	0.036	0.629	0.807	88
Dikdörtgensellik	Sağ	0.699	0.002	0.016	0.660	0.744	88
	Sol	0.688	0.001	0.015	0.643	0.714	88

Çizelge 4.17. SG *C. gibelio* örnekleminde dişi, erkek ve tüm bireylerin sağ ve sol otolit şekil indeksleri

Eşey	Şekil İndeksi	Yön	Ort	Sh	Ss	Min	Mak	N	
Dişi	Şekil Faktörü	Sağ	0.658	0.008	0.061	0.525	0.849	66	
		Sol	0.655	0.008	0.061	0.524	0.828	66	
	Boy-Yükseklik Oranı	Sağ	1.128	0.007	0.059	1.002	1.268	66	
		Sol	1.135	0.009	0.071	0.966	1.287	66	
	Dairesellik	Sağ	19.255	0.219	1.781	14.793	23.892	66	
		Sol	19.329	0.221	1.797	15.166	23.980	66	
	Yuvarlaklık	Sağ	0.794	0.007	0.057	0.630	0.928	66	
		Sol	0.784	0.007	0.064	0.659	0.945	66	
	Dikdörtgensellik	Sağ	0.701	0.003	0.026	0.558	0.752	66	
		Sol	0.696	0.002	0.022	0.632	0.736	66	
	Erkek	Şekil Faktörü	Sağ	0.680	0.011	0.061	0.498	0.821	32
			Sol	0.674	0.011	0.063	0.500	0.782	32
Boy-Yükseklik Oranı		Sağ	1.114	0.014	0.079	1.005	1.403	32	
		Sol	1.120	0.015	0.086	0.971	1.366	32	
Dairesellik		Sağ	18.623	0.317	1.794	15.307	25.208	32	
		Sol	18.820	0.348	1.966	16.053	25.124	32	
Yuvarlaklık		Sağ	0.804	0.014	0.077	0.608	0.941	32	
		Sol	0.799	0.013	0.071	0.629	0.938	32	
Dikdörtgensellik		Sağ	0.700	0.004	0.020	0.667	0.745	32	
		Sol	0.697	0.003	0.020	0.637	0.739	32	
Tüm Bireyler		Şekil Faktörü	Sağ	0.665	0.006	0.061	0.498	0.849	98
			Sol	0.661	0.006	0.062	0.500	0.828	98
	Boy-Yükseklik Oranı	Sağ	1.123	0.007	0.066	1.002	1.403	98	
		Sol	1.130	0.008	0.076	0.967	1.366	98	
	Dairesellik	Sağ	19.049	0.182	1.801	14.973	25.208	98	
		Sol	19.163	0.188	1.859	15.166	25.124	98	
	Yuvarlaklık	Sağ	0.797	0.007	0.064	0.608	0.941	98	
		Sol	0.789	0.007	0.066	0.629	0.945	98	
	Dikdörtgensellik	Sağ	0.700	0.003	0.025	0.558	0.752	98	
		Sol	0.696	0.002	0.021	0.632	0.739	98	

4.3.2. Şekil indekslerinin lokalite-içi karşılaştırması

C. gibelio'nun ABG populasyonunda şekil indekslerinin tümü sağ ve sol bölge arasında farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.18). LG örnekleminde ise ŞF ve DAİ indeksleri hariç diğer indekslerde önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge 4.18). BBG populasyonunda BYO, YUV ve DİK indekslerinde hem sağ-sol bölge hem de dişi-erkek farklılığı gözlenmemiştir (Çizelge 4.18). SG örnekleminde ise tüm indeksler bölgesel ve eşeyssel ayırım sergilememiştir (Çizelge 4. 18).

Çizelge 4.18. *C. gibelio*'nun dört populasyonunda otolit şekil indekslerinin sağ-sol bölge ve dişi-erkek arasında istatistiksel karşılaştırması

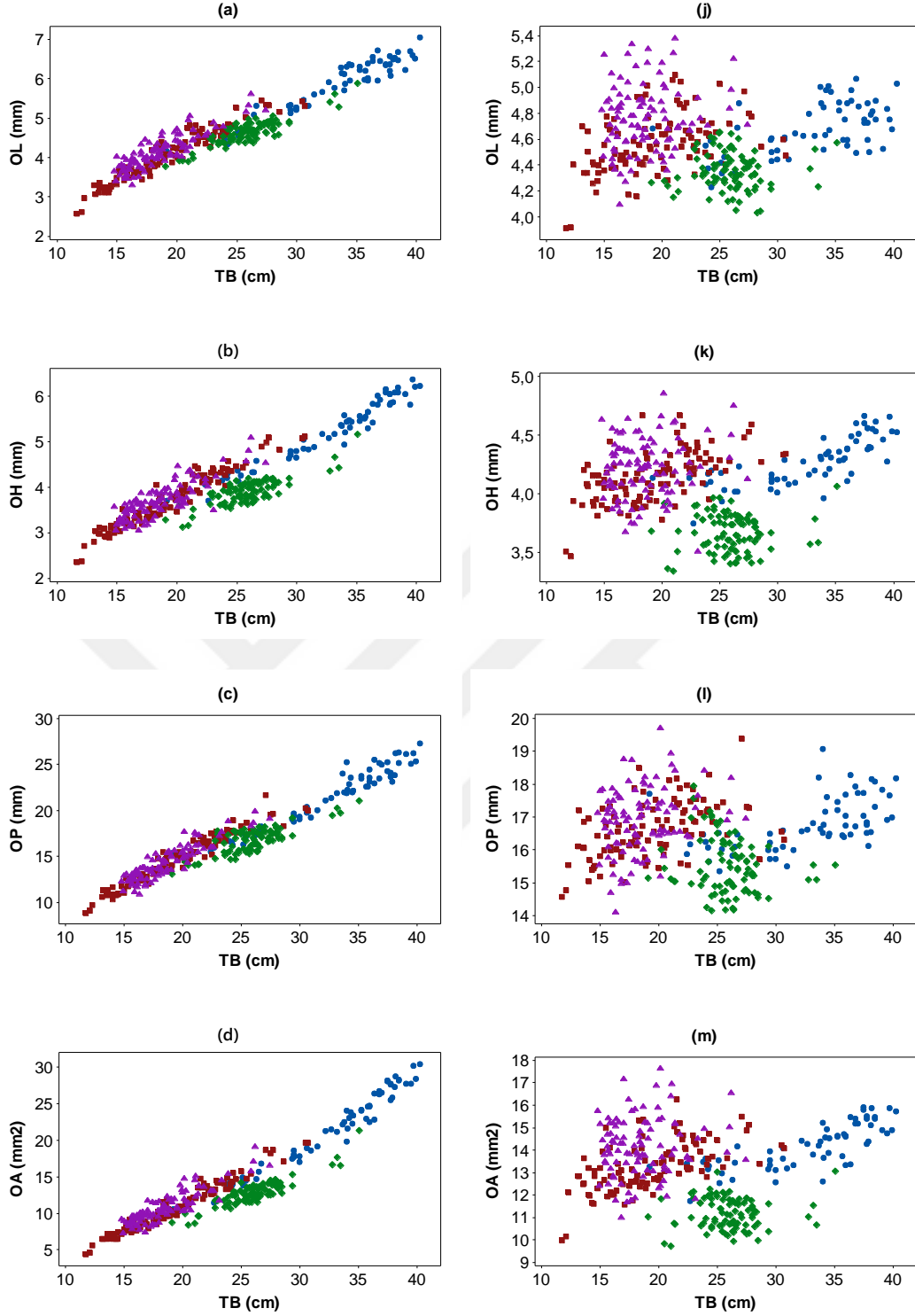
Lokalite	Karşılaştırma	Değişken	Test	P
ABG	Sağ-Sol	ŞF	Bağımlı İki Örnek T Testi	>0.05
		BYO	Bağımlı İki Örnek T Testi	>0.05
		DAİ	Wilcoxon T Testi	>0.05
		YUV	Bağımlı İki Örnek T Testi	>0.05
		DİK	Bağımlı İki Örnek T Testi	>0.05
BBG	Sağ-Sol	ŞF	Wilcoxon T Testi	<0.001
		BYO	Bağımlı İki Örnek T Testi	>0.05
		DAİ	Bağımlı İki Örnek T Testi	<0.001
		YUV	Bağımlı İki Örnek T Testi	>0.05
		DİK	Bağımlı İki Örnek T Testi	>0.05
BBG	Dişi-Erkek	ŞF	Bağımsız İki Örneklem T Testi	>0.05
		BYO	Bağımsız İki Örneklem T Testi	>0.05
		DAİ	Bağımsız İki Örneklem T Testi Mann-Whitney U Testi	<0.001
		YUV	Bağımsız İki Örneklem T Testi	>0.05
		DİK	Bağımsız İki Örneklem T Testi	>0.05
LG	Sağ-Sol	ŞF	Bağımlı İki Örnek T Testi	>0.05
		BYO	Bağımlı İki Örnek T Testi	<0.001
		DAİ	Bağımlı İki Örnek T Testi	>0.05
		YUV	Bağımlı İki Örnek T Testi	<0.001
		DİK	Wilcoxon T Testi	<0.001
SG	Sağ-Sol	ŞF	Bağımlı İki Örnek T Testi	>0.05
		BYO	Bağımlı İki Örnek T Testi	>0.05
		DAİ	Wilcoxon T Testi	>0.05
		YUV	Bağımlı İki Örnek T Testi	>0.05
		DİK	Wilcoxon T Testi	>0.05
	Dişi-Erkek	ŞF	Bağımsız İki Örneklem T Testi	>0.05
		BYO	Mann-Whitney U Testi	>0.05
		DAİ	Mann-Whitney U Testi	>0.05
		YUV	Bağımsız İki Örneklem T Testi	>0.05
		DİK	Mann-Whitney U Testi	>0.05

4.4. Otolit Morfometrisi ve Morfolojisi ile Populasyon Ayırımı

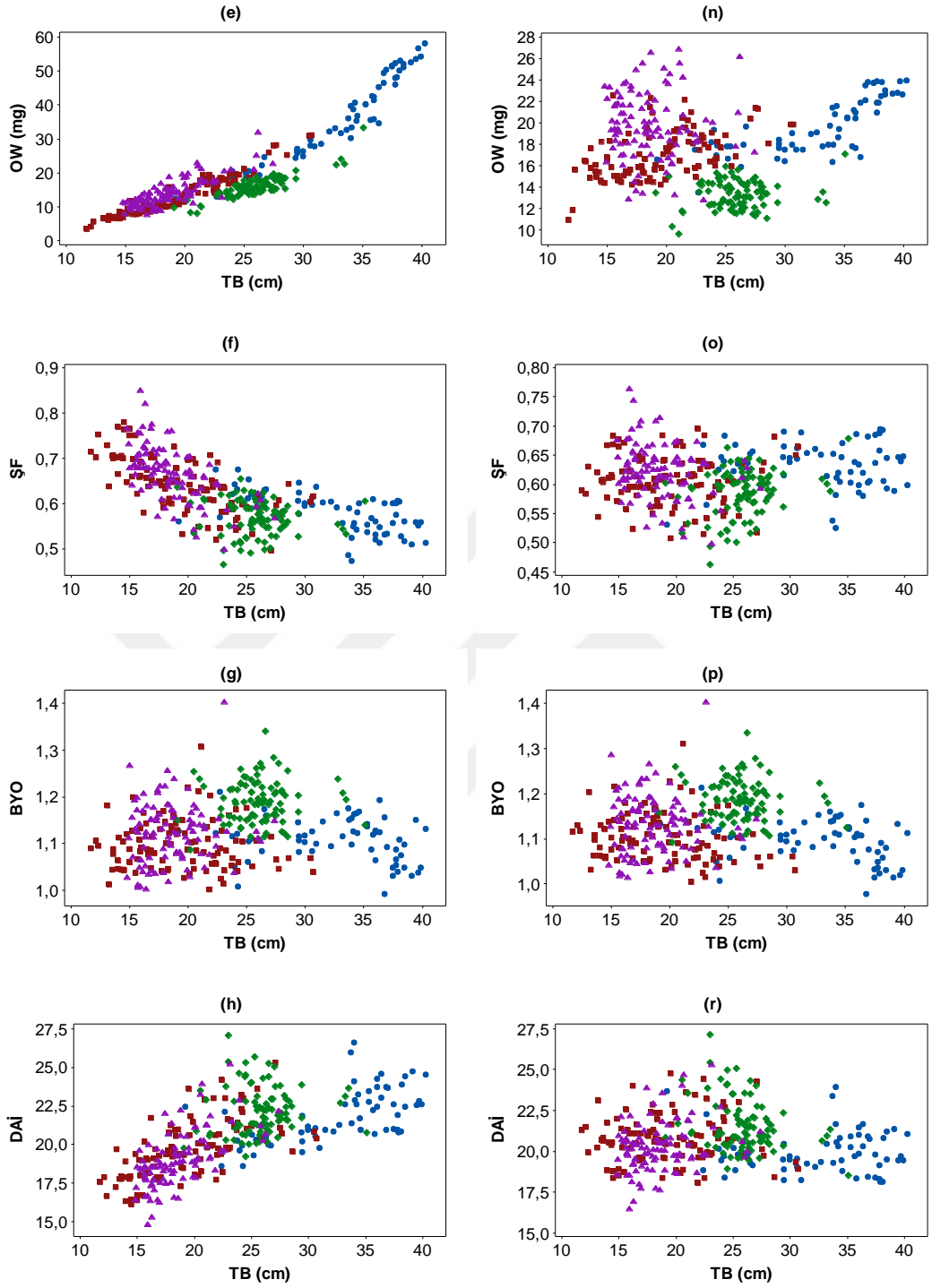
C. gibelio'nun dört populasyonundan elde edilen örneklerinin total boy dağılımları birbirinden farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Kruskal-Wallis testi, $H=222.64$, $d.f.=3$, $P<0.001$). Otolit morfometrik (5 ölçüm) değişkenlerinin tümü ve morfolojik (5 şekil indeksi) değişkenlerinden ise dördünün (DİK hariç) balık boyu ile önemli ilişkiler ($P<0.05$, $R^2>0.01$) sergilediği belirlenmiştir (Şekil 4.17a-i) Söz konusu 9 değişken TB ile standartlaştırılmıştır. Standart hale getirilen otolit değişkenlerinin TB ile olan ilişkileri tekrar incelendiğinde balık boy etkisinin başarıyla çıkarıldığı görülmüştür (Şekil 4.17j-s). Standart hale getirilen ve getirilmeyen otolit değişkenleri lokaliteler arasında önemli farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Otolit değişkenlerinin lokaliteler arası karşılaştırılması

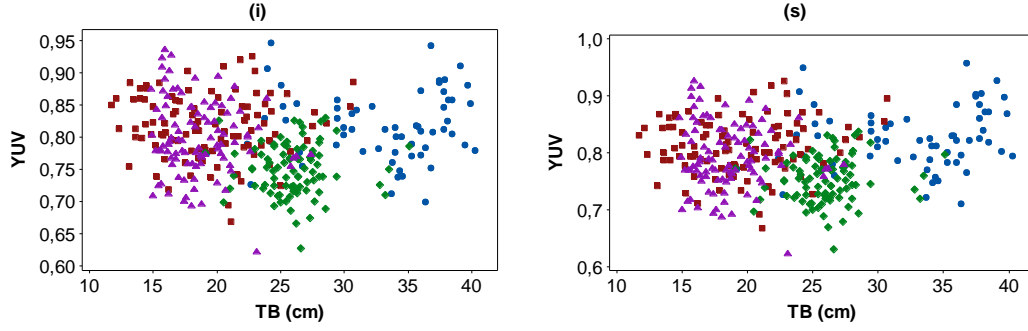
Değişken	Kruskal-Wallis Testi			ANOVA		
	H	d.f.	P	F	d.f.	P
OL	-	-	-	62.737	3	0.000
OH	182.093	3	0.000	-	-	-
OP	95.730	3	0.000	-	-	-
OA	-	-	-	147.212	3	0.000
OW	200.881	3	0.000	-	-	-
ŞF	53.280	3	0.000	-	-	-
BYO	-	-	-	46.296	3	0.000
DAİ	53.192	3	0.000	-	-	-
YUV	-	-	-	31.928	3	0.000
DİK	9.765	3	0.021	-	-	-



Şekil 4.17. ABG (mavi daire), BBG (bordo kare), LG (yeşil eşkenardörtgen) ve SG (mor üçgen) populasyonlarında orijinal (a-i) ve standartlaştırılmış (j-s) otolit değişkenleri ile balık total boyu arasındaki ilişkilerin grafikleri



Şekil 4.17. ABG (mavi daire), BBG (bordo kare), LG (yeşil eşkenardörtgen) ve SG (mor üçgen) populasyonlarında orijinal (a-i) ve standartlaştırılmış (j-s) otolit değişkenleri ile balık total boyu arasındaki ilişkilerin grafikleri (devamı)

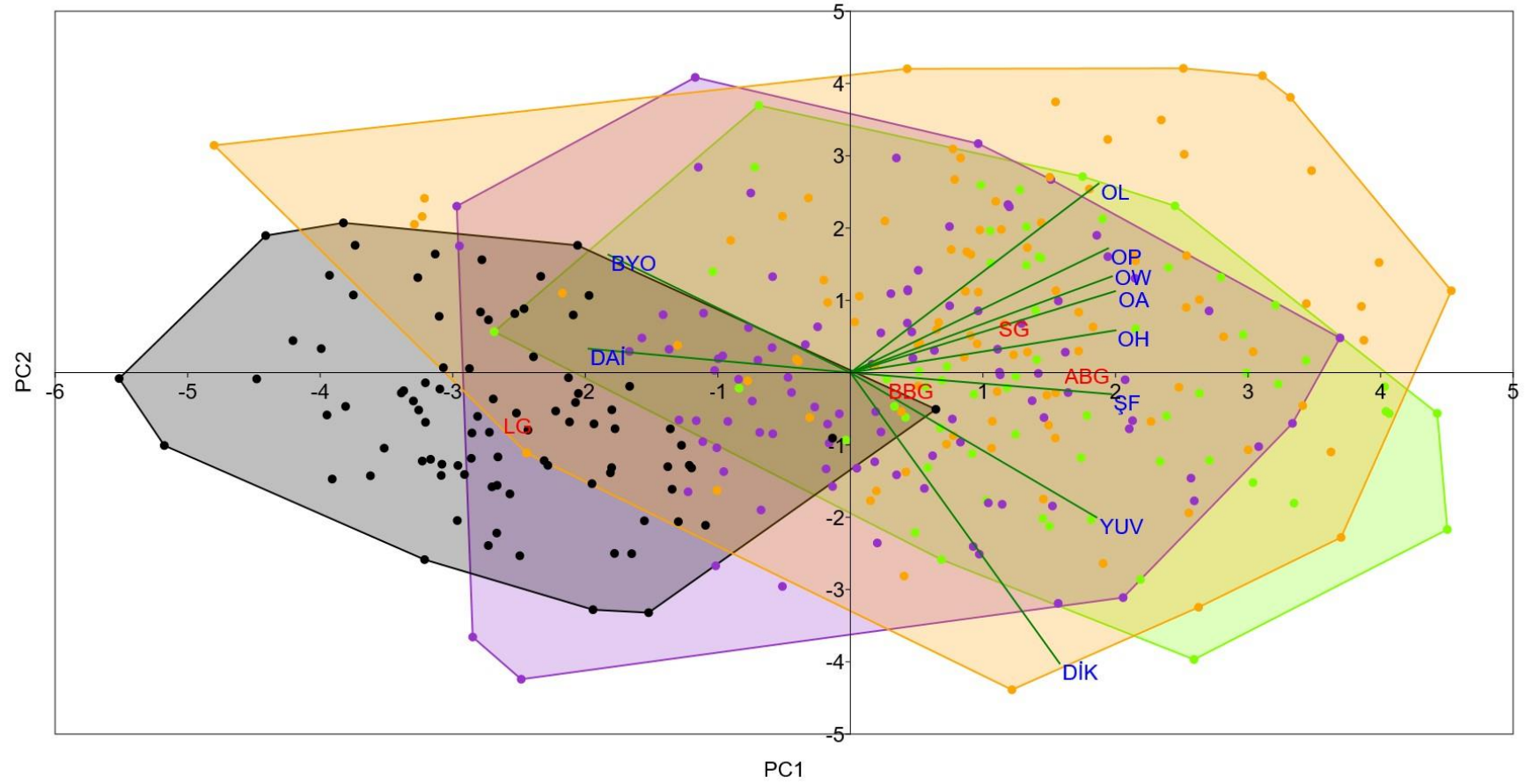


Şekil 4.17. ABG (mavi daire), BBG (bordo kare), LG (yeşil eşkenardörtgen) ve SG (mor üçgen) populasyonlarında orijinal (a-i) ve standartlaştırılmış (j-s) otolit değişkenleri ile balık total boyu arasındaki ilişkilerin grafikleri (devamı)

PCA, tüm otolit değişkenlerinin önemli olduğunu göstermiştir (Şekil 4.18). PCA sonucunda 3 PC elde edilmiştir ve tüm PC'ler CDA'da kullanılmıştır. Her bir PC'nin açıkladığı varyans ve otolit değişkenlerinin PC'lere olan katkı düzeyleri Çizelge 4.20'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.20. Otolit değişkenleri ve PC'ler arasındaki bileşen matrisi

Değişken	Açıklanan Varyans		Temel Parametreler
Otolit ölçümleri + Şekil indeksleri	PC1	% 88.63	OL (0.311), OH (0.332), OP (0.323), OA (0.332), OW (0.328), ŞF (0.327), BYO (-0.303), DAİ (-0.328), YUV (0.309)
	PC2	% 6.96	OL (0.434), YUV (-0.332), DİK (-0.668),
	PC3	% 4.41	ŞF (0.338), BYO (0.549), DAİ (-0.309), YUV (-0.423), DİK (0.424)



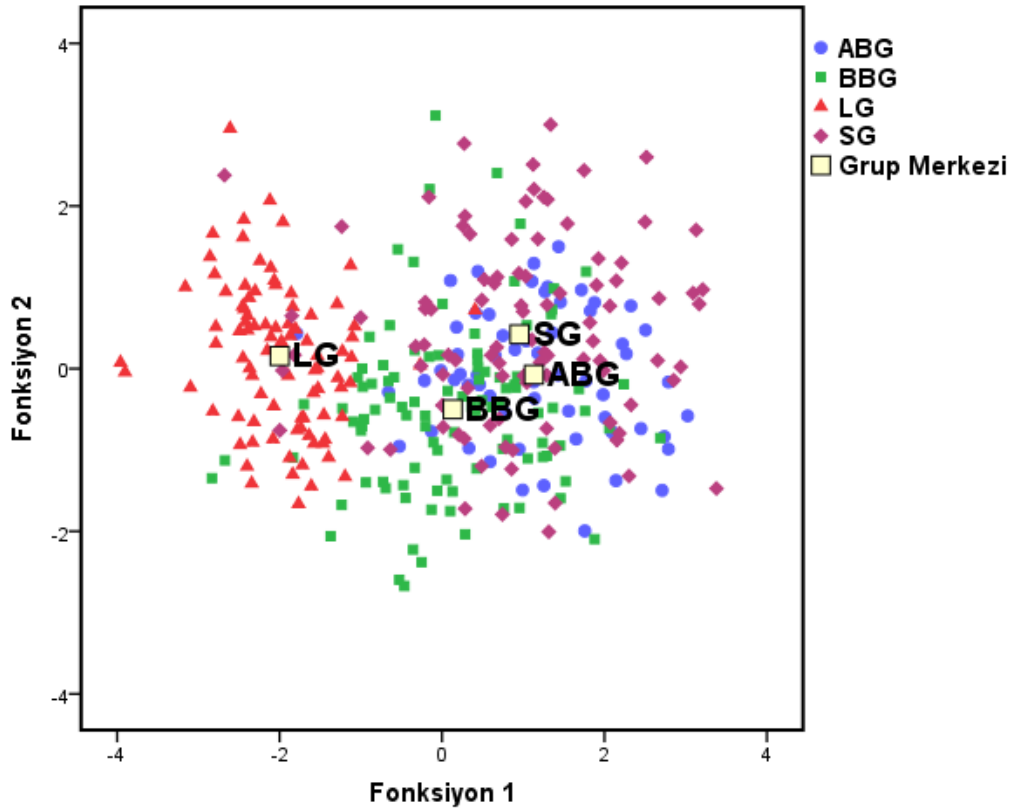
Şekil 4.18. *C. gibelio*'nun dört popülasyonunda otolit değişkenlerinin PCA grafiği

C. gibelio türünün dört popülasyonunu ayırmak için farklı otolit ölçümleri ve şekil indekslerinin birlikte kullanılmasıyla gerçekleştirilen CDA sonuçları Tablo 4.21’de verilmiş ve Şekil 4.19’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.21. Otolit değişkenleri ile *C. gibelio* popülasyonlarının sınıflandırılması

Lokaliteler ^a	Sınıflandırma Başarısı				Toplam
	ABG	BBG	LG	SG	
N	ABG	20	19	1	22
	BBG	13	64	9	14
	LG	0	3	84	1
	SG	16	27	6	48
%	ABG	32.4	30.6	1.6	35.5
	BBG	13.0	64.0	9.0	14.0
	LG	0.0	3.4	95.5	1.1
	SG	16.5	27.8	6.2	49.5

a. Otolit değişkenleri lokaliteleri % 62.2 oranında doğru sınıflandırmıştır.



Şekil 4.19. Otolit değişkenleri ile *C. gibelio* popülasyonlarının ayırımında CDA grafiği

C. gibelio'nun dört popülasyonu arasındaki tür-içi varyasyonu tanımlamak amacıyla yapılan CDA'da ilk 3 fonksiyon kullanılmıştır (Wilks' Lambda değeri fonksiyon 1-3 için 0.345, $P < 0.001$, fonksiyon 2-3 için 0.868, $P < 0.001$, fonksiyon 3 için 0.981, $P < 0.010$). Fonksiyon 1 (Eigen değeri=1.519) varyansın %91'ini açıklamıştır ve PC1 ($R=0.946$) ile yakından ilişkilidir. Fonksiyon 1, LG'yi diğer lokalitelerden iyi bir şekilde ayırmıştır. Fonksiyon 2 (Eigen değeri=0.130) varyansın %7.8'ini açıklamıştır ve PC3 ($R=0.868$) ile yakından ilişkilidir. Fonksiyon 2, BBG'yi LG ve SG lokalitelerinden ayırmıştır. Fonksiyon 3 (Eigen değeri=0.019) varyansın %1.2'sini açıklamıştır ve PC2 ($R=0.880$) ile yakından ilişkilidir. Fakat fonksiyon 3, lokalitelerin ayırımında başarısız olmuştur. CDA'nın lokaliteleri sınıflandırmadaki toplam başarısı %62.2 olarak gerçekleşmiştir. Dört lokaliteden en yüksek sınıflandırma başarısını %95.5 ile LG'de elde edilmiştir. LG'yi %64 ile BBG, %49.5 ile SG ve %32.4 ile ABG izlemiştir. Hatalı sınıflandırılan ABG, BBG ve SG bireylerinin çoğu bu 3 lokaliteden birine atanmıştır (Çizelge 4.21).

5. TARTIŞMA

5.1. Eşey Dağılımı

C. gibelio'nun eşey dağılımı çalışılan tüm lokalitelerde dişiler lehine baskınlık göstermiştir. BBG ve LG lokalitelerinde daha önceleri yapılan bazı çalışmalarda (Bostancı vd, 2007a; Yazıcıoğlu vd, 2013) bulgularımıza benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu duruma ilaveten türün birçok farklı popülasyonunda da dişiler lehine dominantlık söz konusu olduğu görülmüştür. Ancak önceki bazı çalışmalarda erkek bireylerin dişilere sayısal üstünlük sağladığı bildirilmiştir (Çizelge 5.1). Eşey kompozisyonu açısından mevcut çalışmaları birlikte değerlendirdiğimizde, türün birçok popülasyonunda ginogenetik üremenin varlığından söz edebiliriz.

Çizelge 5.1. *C. gibelio* türünün farklı popülasyonlarında eşey kompozisyonu

Lokalite	%Dişi	%Erkek	Kaynak
Eğirdir Gölü	46.60	53.40	Balık vd, 2004
Bafra Balık Gölleri	97.11	2.89	Bostancı vd, 2007a
Eğirdir Gölü	40.64	59.36	Bostancı vd, 2007b
Buldan Baraj Gölü	99.44	0.56	Sarı vd, 2008
Topçam Baraj Gölü	98.84	1.16	Şaşı, 2008
Gölçük Gölü	44.48	55.51	Tatlı, 2011
Aksu Nehri	63.30	36.70	İnnal, 2012
Ladik Gölü	93.50	6.50	Yazıcıoğlu vd, 2013
Seyitler Rezervuarı	82.55	16.11	Bulut vd, 2013
Gelingüllü Baraj Gölü	40.40	56.10	Kırankaya ve Ekmekçi, 2013
Beyşehir Gölü	52.00	48.00	Dinçtürk, 2014
İkizcetepeler Baraj Gölü	77.92	22.08	Erdoğan vd, 2014
Sazlıyka Nehri	99.64	0.36	Zhelev vd, 2015
Rozov Kladenets Rezervuarı	99.30	0.70	Zhelev vd, 2015
Atatürk Baraj Gölü	55.45	44.55	Parmaksız vd, 2017
Altınkaya Baraj Gölü	98.39	1.61	Bu çalışma
Bafra Balık Gölleri	80.00	20.00	Bu çalışma
Ladik Gölü	93.18	6.82	Bu çalışma
Simenit Gölü	67.35	32.65	Bu çalışma

5.2. Boy ve Ağırlık Dağılımları

Bu çalışmada *C. gibelio* örneklerinde total boy ve ağırlık kompozisyonu lokaliteler arasında farklılık göstermiştir (Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2). Diğer taraftan boy ve ağırlık dağılımındaki eşeysel farklılık BBG için önemli bulunurken, SG için önemsiz çıkmıştır. Türle ilgili daha önceleri gerçekleştirilen çalışmalarda boy ve ağırlık dağılımlarının varyasyon gösterdiği göze çarpmaktadır (Çizelge 5.2). Mevcut farklılıklara örnekleme zamanı ve yönteminin neden olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 5.2. *C. gibelio*'nun farklı habitatlardaki populasyonlarında boy ve ağırlık dağılımları (TB: total boy, ÇB: çatal boy, SB: standart boy)

Lokalite	Boy Tipi	Eşey	Boy (cm)	Ağırlık (g)	Kaynak
Bafra Balık Gölleri	ÇB	Genel	16.9-30.0	125.0-730.0	Bostancı vd, 2007a
Eğirdir Gölü	ÇB	Dişi	9.1-28.1	19.0-732.0	Bostancı vd, 2007b
		Erkek	8.2-26.7	17.0-495.0	
Buldan Baraj Gölü	ÇB	Genel	9.7-25.5	23.6-269.1	Sarı vd, 2008
Topçam Baraj Gölü	ÇB	Genel	23.8-29.5	356.3-702.0	Şaşı, 2008
Gölcük Gölü	ÇB	Genel	6.9-19.6	29.7-205.7	Tatlı, 2011
Shira Gölü, Güney Sibirya	TB	Genel	5.4-46.0	2.47-1358.0	Rogozin vd, 2011
Aksu Nehri	TB	Genel	10.3-30.5	25.0-607.0	İnnal, 2012
Seyitler Rezervuarı	ÇB	Genel	14.8-32.5	43.1-807.3	Bulut vd, 2013
Beyşehir Gölü	TB	Genel	8.5-28.4	22.0-408.0	Dinçtürk, 2014
Seyhan Nehri	TB	Genel	10.7-31.0	26.0-450.0	Ergüden, 2015
Galabovo, Bulgaristan	SB	Genel	8.7-26.6	22.7-318.3	Zhelev vd, 2015
Atatürk Baraj Gölü	ÇB	Genel	8.0-25.2	9.0-328.0	Parmaksız vd, 2017
Altinkaya Baraj Gölü	TB	Dişi	11.7-30.7	16.7-520.5	Bu çalışma
		Erkek	12.3-22.5	38.1-192.8	
Ladik Gölü	TB	Genel	19.1-35.1	136.8-859.7	
Simenit Gölü	TB	Dişi	14.8-27.4	67.0-342.24	
		Erkek	14.9-26.2	62.5-313.7	

5.3. Boy-Ağırlık İlişkisi

Balıklarda boy-ağırlık ilişkisinin b değeri 2.5-3.5 arasında değişir ve bu değer balığın büyüme tipi hakkında bilgi verir (Ricker, 1975). *C. gibelio*'nun boy-ağırlık ilişkisi parametrelerine göre ABG, BBG ve LG lokalitelerinde pozitif allometrik büyüme söz konusu iken, SG lokalitesinde negatif allometrik büyüme gözlenmiştir (Çizelge 4.3). Büyüme tipinin eşeyssel değerlendirilmesi yapıldığında; BBG popülasyonunda izometrik, buna karşılık SG popülasyonunda ise negatif allometrik gelişimin olduğu göze çarpmaktadır (Çizelge 4.3). Türün farklı habitatlardaki popülasyonlarında boy-ağırlık ilişkisi parametreleri Çizelge 5.3'de sunulmuştur. Yapılan çalışmaların tümünde boy ile ağırlık arasında kuvvetli ilişkiler tespit edilmiştir. Bununla birlikte elde edilen a ve b katsayıları çalışmalar arasında benzerlik ve farklılıklar arz etmektedir. Mevcut farklılıklara kullanılan örnek sayısı, örneklerin boy ve ağırlık dağılımları, örnekleme zamanı ve yöntemi, ölçülen boy tipi farklılıkları ve ortamların ekolojik koşullarının etki ettiği düşünülmektedir. Nitekim literatürde boy-ağırlık ilişkisi parametrelerinin sabit olmadığı ve tür, habitat, besin miktarı, beslenme yoğunluğu, gonad gelişimi ve üreme dönemi gibi birtakım faktörlere bağlı olarak değişebileceği ifade edilmiştir (Bagenal ve Tesch, 1978).

Çizelge 5.3. *C. gibelio* populasyonlarında boy-ağırlık ilişkisi parametreleri (TB: total boy, ÇB: çatal boy, SB: standart boy)

Lokalite	Boy Tipi	Eşey	a	b	R ²	Kaynak
Bafra Balık Gölleri	ÇB	Genel	0.0265	2.978	0.970	Bostancı vd, 2007a
Eğirdir Gölü	ÇB	Dişi	0.012	3.266	0.980	Bostancı vd, 2007b
Eğirdir Gölü	ÇB	Erkek	0.0174	3.121	0.980	Bostancı vd, 2007b
Buldan Baraj Gölü	ÇB	Genel	0.031	2.870	0.985	Sarı vd, 2008
Chimaditis Gölü	TB	Genel	0.0336	2.810	0.920	Leonardos vd, 2008
Doirani Gölü, Yunanistan	TB	Genel	0.028	3.059	0.989	Bobori vd, 2010
Volvi Gölü, Yunanistan	TB	Gene	0.058	2.945	0.972	Bobori vd, 2010
Mikri Prespa Gölü, Yunanistan	TB	Gene	0.042	3.187	0.994	Bobori vd, 2010
Gölcük Gölü	ÇB	Genel	0.026	2.970	0.962	Tatlı, 2011
Shira Gölü, Güney Sibirya	TB	Dişi	0.012	3.134	0.995	Rogozin vd, 2011
		Erkek	0.015	3.068	0.978	
Flanders, Belçika	TB	Genel	0.0107	3.183	0.990	Verreycken vd, 2011
Anzali Lagünü, Hazar Denizi Havzası	TB	Genel	0.0224	2.879	0.900	Moradinasab vd, 2012
		Dişi	0.0132	3.129	0.975	
Aksu Nehri	TB	Erkek	0.015	3.087	0.977	İnnal, 2012
		Genel	0.0138	3.114	0.976	
		Dişi	0.0696	2.132	0.838	
Seyitler Rezervuarı	ÇB	Erkek	0.2942	2.642	0.784	Bulut vd, 2013
		Genel	0.0274	2.938	0.813	
		Dişi	0.0603	2.606	0.912	
Seyhan Nehri	TB	Erkek	0.1085	2.400	0.961	Ergüden, 2015
		Genel	0.0673	2.571	0.927	
Topçam Baraj Gölü	ÇB	Genel	0.0362	2.880	0.996	Şaşı, 2015
Azad Baraj Gölü, İran	TB	Genel	0.00003	3.374	0.990	Fazlı vd, 2018
Altınkaya Baraj Gölü	TB	Genel	0.012	3.108	0.988	
		Dişi	0.015	3.080	0.973	
Bafra Balık Gölleri	TB	Erkek	0.023	2.916	0.976	
		Genel	0.014	2.828	0.967	
Ladik Gölü	TB	Genel	0.011	3.206	0.955	Bu çalışma
		Dişi	0.027	2.877	0.969	
Simenit Gölü	TB	Erkek	0.044	2.685	0.985	
		Genel	0.030	2.828	0.967	

5.4. Boy-Boy İlişkisi

C. gibelio türünün Samsun'daki dört populasyonundan elde edilen örneklemelerinde total, çatal ve standart boy ölçümlerinin birbirleriyle olan doğrusal ilişkileri oldukça kuvvetli çıkmıştır ($R^2 > 0.89$, $P < 0.001$). Türle ilgili yapılan bazı çalışmalarda boy ölçümlerinin farklı tipleri arasındaki ilişkiler verilmiştir (Tsoumani vd, 2006; Rogozin vd, 2011; Moradinasap vd, 2012; Kırankaya ve Ekmekçi, 2013; Fazlı vd, 2018). Balıklarda boy-boy ilişkilerinin tespit edilerek sunulması, farklı boy ölçümleri ile çalışmalarını gerçekleştiren araştırmacılara bulgularını daha objektif bir şekilde karşılaştırma fırsatı vermektedir (Moutopoulos ve Stergiou, 2002; Yılmaz vd, 2010).

5.5. Otolit Morfometrisi

C. gibelio'nun ABG örnekleminde tüm otolit ölçümlerinin sağ ve sol bölge arasında farklılık göstermediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.9). Değişik balık türleri kullanılarak yapılan daha önceki bazı çalışmalarda da otolit morfometrik ölçümlerinin sağ-sol arasında farklı olmadığı gözlenmiştir (Megalofonou, 2006; Yılmaz vd, 2014; Zengin vd, 2015; Dehghani vd, 2016; Kurucu ve Bostancı, 2018; Yılmaz vd, 2019). Buna karşılık, türün diğer 3 örnekleminde bazı otolit değişkenlerinin (BBG'de OP, LG'de OL ve SG'de OW ile OA) sağ-sol bölge arasında istatistiksel varyasyon sergilediği belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Yılmaz vd (2015), Lâdik Gölü'ndeki *C. gibelio*'da asteriskus uzunluğunun sağ ve sol bölge arasında farklılık göstermesinden dolayı balık boyu-otolit ölçümleri ilişkilerini ayrı ayrı elde etmişlerdir. Bununla birlikte, birçok çalışmada değişik otolit ölçümlerinin sağ ve sol taraf arasında farklılık arz ettiği rapor edilmiştir (Bostancı vd, 2009; Kondaş ve Bostancı, 2015; Saygın vd, 2017; Fashandi vd, 2018).

Bu çalışmada otolit morfometrik ölçümleri bakımından BBG populasyonu eşeyssel dimorfizm gösterirken, SG populasyonunda eşeyssel farklılık söz konusu olmamıştır (Çizelge 4.9). Mevcut durumu dişi ve erkeklerin somatik büyümlerindeki farklılığa atfedebiliriz. Nitekim Vallisneri vd (2008), otolit ve balık büyümesi örtüştüğünde eşeylerin otolit boyutlarındaki farklılıkların balık büyümesindeki farklılıkları yansıtabileceğini ifade etmişlerdir. Diğer taraftan Campana ve Casselman (1993), otolit ölçümlerinin eşeyler arasında değişkenlik göstermesini eşeylerin somatik büyüme oranları, fizyolojileri ve metabolizmalarının farklı olması ile açıklamıştır. Literatüre katkı yapan birçok çalışmada, otolit değişkenlerinin dişi ve erkek bireyler arasında istatistiksel varyasyon sergilediği bildirilmiştir (Yılmaz vd, 2014; Kondaş ve Bostancı, 2015; Rebaya vd, 2016; Bose vd, 2016; Fashandi vd, 2018).

Otolit ölçümleri-balık boyu ilişkileri genellikle doğrusal ya da üssel regresyon modeli ile tanımlanmaktadır. Bununla birlikte, Leonart vd (2000) bu tip ilişkiler için doğrusal modelin uygun olmadığını rapor etmişlerdir. Ayrıca Campana (2004), söz konusu ilişkilerin sürekli olarak doğrusal olamayacağını bildirmiştir. Bu çalışmada balık boyu ile farklı otolit ölçümleri arasındaki ilişkiler üssel regresyonla açıklanmıştır. Tez konusunu teşkil eden balık türü ve farklı balık türleri ile daha önceleri gerçekleştirilen birçok çalışmada da adı geçen ilişkiler üssel model kullanılarak ortaya konulmuştur (Skeljo ve Ferri, 2012; Bani vd, 2013; Yılmaz vd, 2014; Yılmaz vd, 2015; Gimenez vd, 2016; Sakallı, 2016; Hançer, 2018; Yılmaz vd, 2019; Yıldız, 2019). Buna karşılık hem *C. gibelio* hem de diğer balık türleri için doğrusal modelin tercih edildiği sayısız çalışma bulunmaktadır (Tarkan vd, 2007; Bostancı, 2009; Battaglia vd, 2010; Yılmaz vd, 2015; Dehghani vd, 2016; Bostancı vd, 2017; Assis vd, 2018; Park vd, 2018).

C. gibelio türünün dört popülasyonunda otolit değişkenleri ile balık boyu arasındaki tüm ilişkiler oldukça önemli çıkmıştır ($P < 0.001$). İlişkilerin kuvvetlilik derecesini gösteren ölçütlerden R^2 , 0.60-0.97 arasında değişmiştir. Diğer ölçüt olan %TH değeri ise 2.55-8.07 arasında dağılım göstermiştir. Genellikle yüksek R^2 değerine sahip regresyonlar daha düşük %TH değeri üretmiştir. Türün Ladik Gölü popülasyonu üzerine yapılan bir çalışmada asteriskus uzunluğu ve yüksekliğinin balık total boyu ile kuvvetli ilişkiler sergilediği ($R^2 > 0.94$) ve %TH değerlerinin 2.53-3.87 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Yılmaz vd, 2015). Birçok çalışmada söz konusu ilişkilerin kuvvetli ve hata payının düşük olduğu bildirilmiştir (Yılmaz vd, 2014; Yılmaz vd, 2015; Sakallı, 2016; Yılmaz vd, 2019; Yıldız, 2019).

Piskivor canlıların mideleri ya da dışkılarında rastlanan otolitlerin analiz edilmesi, bu predatörler tarafından tüketilen balıkların çeşit, boyut, kütle ve enerji içeriği gibi bilgilerini sağlamada faydalı olabilir (Morley ve Belchier, 2002). Ancak kullanışlı bilgiler, balık boyu-otolit ölçümleri ilişkileri mevcut olması halinde otolitlerden elde edilebilir (Longenecker, 2008). Bu çalışma *C. gibelio* için söz konusu ilişkileri sunmaktadır. Fakat adı geçen ilişki regresyonları türün farklı popülasyonlarında farklı şekilde ortaya konulmuştur. Bu nedenle ilişkiler popülasyon düzeyinde değerlendirilmelidir. Nitekim Campana (1990), balık-otolit regresyonlarının farklı büyüme oranlarına sahip balık grupları ya da popülasyonları arasında farklılık gösterebileceğini beyan etmiştir. Benzer şekilde Bostancı vd (2017), *Atherina boyeri* türünün 3 popülasyonunda total boy ve otolit ölçümleri arasındaki ilişkinin bölgesel varyasyon gösterdiğini rapor etmişlerdir.

5.6. Otolit Morfolojisi

C. gibelio'nun dört popülasyonundan elde edilen örneklerinde otolit morfolojisi 5 farklı şekil indeksi hesaplanarak ortaya konulmuştur (Çizelge 4.14-4.17). ABG ve SG popülasyonlarında şekil indeksleri sağ-sol bölge arasında varyasyon göstermemiştir (Çizelge 4.18). LG popülasyonunda BYO, YUV ve DİK indeksleri, BBG popülasyonunda ise ŞF ve DAİ indeksleri sağ-sol bölge arasında farklılık sergilemiştir (Çizelge 4.18). Diğer taraftan, BBG örneğinde ŞF ve DAİ indeksleri eşeyssel dimorfizm gösterirken, SG örneğinde indeksler açısından dişi-erkek farklılığı gözlenmemiştir (Çizelge 4.18). *C. gibelio* için otolit şekil indekslerinin hesaplandığı herhangi bir çalışmaya rastlanmadığından karşılaştırma imkânı bulunamamıştır. Literatürde şekil indekslerinin sağ-sol arasında farklı olduğunu rapor eden birçok araştırma mevcuttur (Lord vd, 2012; Konaş ve Bostancı, 2015; Pavlov, 2016; Rebaya vd, 2016; Yıldız, 2019).

Otolit şekil indekslerinin otolit uzunluğundan nispeten bağımsız olduğu belirtilerek, indekslerin balık boyu ile ilişkilendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Pavlov, 2016). Mevcut korelasyonların otolit gelişiminin allometrik olduğuna işaret ettiği ifade edilmiştir (Pavlov, 2016). Bu çalışmada beş şekil indeksinden dördünün balık total boyu ile önemli korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.17a-i). Bu durum balık boyunun şekil indeksleri üzerindeki allometrik etkisini ortaya koymaktadır. Böyle bir durumda şekil indeksleri ile popülasyon karşılaştırması yapılabilmesi verilerin standartlaştırılması (Leonart vd, 2000) ile mümkün olabilmektedir. Birçok çalışmada şekil indekslerinin balık boyu ile ilişkisine bakılmış ve önemli korelasyon gösteren değişkenler balık boy dağılımına göre standart hale getirilmiştir (Mérigot vd, 2007; Radhakrishnan vd, 2012; Pavlov, 2016; Zhao vd, 2018; Deepa vd, 2019; Song vd, 2019).

5.7. Popülasyon Ayrımı

C. gibelio türünün Samsun'daki dört popülasyonu, otolit ölçümleri (5 ölçüm) ve şekil indekslerinin (5 indeks) birlikte değerlendirilmesiyle ayırt edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla gerçekleştirilen ayırım analizi (CDA) neticesinde %62.2 oranında başarı elde edilmiştir. Türle ilgili benzer çalışmaların mevcut olmaması nedeniyle herhangi bir karşılaştırma yapılamamıştır. Bununla birlikte *C. gibelio* gibi Cyprinidae familyasına ait olan *Squalius cephalus* türünün dört popülasyonuna ait bireyler lagenar ve utrikular otolit şekil indekslerinin beraber kullanılmasıyla %66.5 oranında doğru sınıflandırılmıştır (Özpiçak vd, 2018). Diğer taraftan, *C. gibelio* gibi istilacı bir karaktere

sahip olan *Atherina boyeri*'nin Türkiye'deki üç popülasyonu (Eğirdir Gölü, İznik Gölü ve Hirfanlı Baraj Gölü) sagittal otolit ölçümleri ve şekil indekslerinin ortak kullanımı ile %92 oranında ayırt edilmiştir (Bostancı ve Yedier, 2018).

Literatür incelendiğinde farklı balık türlerinin stok ya da popülasyon ayırımında genellikle otolit şekil indeksleri ile Fourier katsayılarının birlikte kullanıldığı göze çarpmaktadır (Mérigot vd, 2007; Agüera ve Brophy, 2011; Leguá vd, 2013; Bacha vd, 2014; Jemaa vd, 2015; Moreira vd, 2019; Soeth vd, 2019). İlgili çalışmalarda otolit morfolojisini tanımlamada dikkate alınan söz konusu değişkenlerin birlikte değerlendirilmesi neticesinde elde edilen popülasyon ya da stok ayırımı başarısının daha yüksek olduğu ifade edilmiştir. Bu durum açısından çalışmamızın kurgusunda Fourier tanımlayıcılarının yer almaması bir eksiklik olarak gözükmektedir. Türle ilgili sonraki çalışmalarda otolit ölçümleri ve şekil indekslerine ilaveten Fourier analizinin de yapılması elde edilecek sonuçlar için önemli olacaktır.

Bu çalışmada LG popülasyonu, diğer popülasyonlardan ileri düzeyde ayrılmıştır. Bu durumun LG'nün diğer lokalitelere göre farklı ekolojik koşullar barındırmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Her ne kadar genetik etkiler bir türün otolit morfolojisini kontrol eden birincil faktör olsa da, çevresel etkilerin (örneğin sıcaklık, tuzluluk ve diyet) de otolit şeklinin düzenlenmesinde önemli bir rol oynadığı rapor edilmiştir (Bolles ve Begg, 2000; Vignon ve Morat, 2010). Bazı araştırmacılar balık büyüdükçe veya büyüme farklılaştıkça otolit şeklinin de değiştiğini ifade etmişlerdir (Campana ve Casselman, 1993; Vignon, 2012). Büyüme hızının, otolit şeklindeki bölgesel farklılıklara stok orijininin daha fazla etki ettiği bildirilmiştir (Campana ve Casselman, 1993). Bu nedenle, farklı habitatları işgal eden bir balık türünün coğrafik olarak ayrılmış stokları, yaşamları boyunca benzersiz otolit morfolojileri geliştirebilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında istilacı bir balık türü olan *C. gibelio*'nun Samsun'daki dört farklı popülasyonundan (ABG, BBG, LG, SG) elde edilen bireylerinin eşey oranları, boy ve ağırlık dağılımları, boy-ağırlık ve boy-boy ilişkileri incelenmiş, lagenar otolit (asteriskus) morfolojisi ve morfometrisi popülasyonlar arasında karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Çalışma bulgularına göre; incelenen *C. gibelio* popülasyonlarında dişilerin erkeklere oranla ileri düzeyde baskın olduğu görülmüştür. Bu durum türün ginogenetik üreme kabiliyetine atfedilmiştir. Boy ve ağırlık dağılımları popülasyon seviyesinde farklı bulunmuştur. Ayrıca somatik gelişim açısından BBG popülasyonunda eşeysel dimorfizm gözlenmiştir. Büyüme, üç popülasyonda (ABG, BBG, LG) pozitif allometrik, bir popülasyonda (SG) ise negatif allometrik olarak tespit edilmiştir. Tüm popülasyonlarda farklı boy ölçümleri arasında oldukça kuvvetli ilişkiler belirlenmiştir.

Türün dört popülasyonunda otolit morfometrik ölçümler ile somatik büyüme arasında oldukça önemli ve kuvvetli üssel ilişkiler üretilmiştir. Ortalama yüzde tahmin hatası değerleri, tüm ilişkilerin somatik büyümeyi tahmin etmede güvenle kullanılabilceğini göstermiştir. Bununla birlikte, elde edilen denklemlerin her bir popülasyon için verilen boy sınırları içerisinde dikkate alınması önerilmektedir.

C. gibelio'nun otolit morfolojisi, değişik morfometrik ölçümler yardımıyla hesaplanan şekil indeksleri ile tanımlanmıştır. Şekil indekslerinin sağ-sol ve dişi-erkek arasında farklılıklar sergilemesinden dolayı, popülasyonlar arasında karşılaştırmada her bir lokalite için tüm örneklerin sağ otolit verileri kullanılmıştır. Ancak şekil indekslerinin balık boyu ile önemli ilişkiler göstermesi, karşılaştırma yapmadan önce verilerin standart hale getirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle otolit morfolojik özelliklerinin tür içi veya türler arasında kıyaslama yapmadan önce uygun yöntemlerle standartlaştırılması tavsiye edilmektedir.

Bu araştırmada *C. gibelio* popülasyonlarının ayrımı, otolit ölçümleri ve şekil indekslerinin birlikte kullanımı ile gerçekleştirilmiştir. Her ne kadar LG popülasyonu yüksek bir oranda (%96) diğer popülasyonlardan farklılık gösterse de dört popülasyonun ayrımında nispeten düşük sayılabilecek bir oran (%62) elde edilmiştir. Böyle bir durumun ortaya çıkmasında lokalitelerin ekolojik özelliklerinin benzerlik ve farklılıkları etkili olsa da yöntemsel olarak ayırmda birbirinden bağımsız değişkenlerin yeterince bulunmamasının sonuçları etkilediği düşünülmektedir. Bu nedenle sonraki benzer çalışmalarda daha kuvvetli ayrımlar için olabildiğince balık boyundan ve

birbirinden bağımsız değişkenlerin (şekil indeksleri, Fourier tanımlayıcıları, genetik veriler vb.) analizlere dâhil edilmesi önerilmektedir.

C. gibelio gibi istilacı balık türlerinin biyolojik özelliklerinin bilinmesi ve populasyon farklılıklarının ortaya konulması, bu türlerle yapılacak mücadeleler açısından oldukça önemlidir. Özellikle stok ya da populasyon farklılaşmasına katkıda bulunan değişkenlerin tespit edilmesi, söz konusu türlerin istila başarısında etkili olan yönlerinin daha iyi anlaşılmasına imkân sağlayacaktır.

Gerçekleştirilen bu tez çalışmasında türün bazı temel biyolojik verilerin sunulması, türle ilgili sonraki çalışmalara kaynak teşkil edeceği düşünülmektedir. Türün otolit morfometrisi ve morfolojisi ile ilgili veriler ise balık taksonomistlerine, balık predatörlerinin beslenme biyolojisini çalışan bilim insanlarına ve fosil balıkların otolitleri ile uğraşan paleobiyologlara yararlı olacağı umulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Aguilar-Perera, A. and Quijano-Puerto, L. 2016. Relations between fish length to weight, and otolith length and weight, of the lionfish *Pterois volitans* in the Parque Nacional Arrecife Alacranes, southern Gulf of Mexico. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 51:2, 469 – 474.
- Agüera, A. and Brophy, D. 2011. Use of saggital otolith shape analysis to discriminate Northeast Atlantic and Western Mediterranean stocks of Atlantic saury, *Scomberesox saurus saurus* (Walbaum). *Fisheries Research*, 110:3, 465-471.
- Ahnelt, H. and Holčík, J., 1996. Distribution of two species of the genus *Neogobius* (Pisces: Gobiidae) in the catchment area of the southern Caspian Sea, *Biologica*, 40, 99–114.
- Anonim, 2018a. Samsun İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. <http://www.samsunkulturturizm.gov.tr/TR-59848/kizilirmak-deltasi.html> (Erişim tarihi: 23.11.2018).
- Anonim, 2018b. Göller.gen.tr. <https://www.goller.gen.tr/ladik-golu.html> (Erişim tarihi: 25.11.2018)
- Assis, D. A. S., Santos, J. A., Moraes, L. E. and Santos, A. C. A. 2018. Biometric relation between body size and otolith size of seven commercial fish species of the south-western Atlantic. *Journal Applied Ichthyology*, 1-4. doi:10.1111/jai.13744
- Avigliano, E., Comte, G., Rosso, J. J., Mabragaña, E., Della Rosa, P., Sanchez, S., Volpedo, A., del Rosso, F. and Schenone, N. F. 2015. Identification of fish stocks of river crocker (*Plagioscion temetzi*) in Paraná and Paraguay rivers by using otolith morphometric analysis. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 43:4, 718-725.
- Avigliano, E., Rolón, M. E., Rosso, J. J., Mabragaña, E. and Volpedo, A. 2018. Using otolith morphometry for the identification of three sympatric and morphologically similar species of *Astyanax* from the Atlantic Rain Forest (Argentina). *Environ Biology Fish*, 101, 1319-1328.
- Bacha, M., Jemaa, S., Hamitouche, A., Rabhi, K. and Amara, R. 2014. Population structure of the European anchovy, *Engraulis encrasicolus*, in the SW Mediterranean Sea, and the Atlantic Ocean: evidence from otolith shape analysis. *ICES Journal of Marine Science*, 71:9, 2429-2435.
- Bagenal, T. B. and Tesch, F. W. 1978. *Age and growth*, Editor; Bagenal, T., Methods for assessment of fish production in freshwaters, Blackwell Science Publications, 101-136, Oxford.
- Balık, İ., Karaşahin, B., Özkök, R., Çubuk, H. and Uysal, R. 2003. Diet of Silver crucian carp *Carassius gibelio* in Lake Eğirdir. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 3:2, 87-91.

- Balık, İ., Özkök, R., Çubuk, H. and Uysal, R. 2004. Investigation of some biological characteristics of the Silver crucian carp, *Carassius gibelio* (Bloch 1782) population in Lake Eğirdir. *Turkish Journal of Zoology*, 28:1, 19-28.
- Balık, S., Yeğen, V., Bostan, H., Uysal, R., Ustaoglu, R. Sarı, H. M. ve İlhan, A. 2005. *Isparta İli Balık Faunası*. T.C. Tarım ve Köyisleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No: 4, 38, Eğirdir.
- Banarescu, P.M. and Paepke, H. (Editörler). 2001. *The Freshwater Fishes of Europe*. Vol. 5/III. Cyprinidae 2/III. Aula-Verlag Publishing, 306, Wiebelsheim.
- Bani, A., Poursaeid, S. and Tuset, V. M. 2013. Comparative morphology of the sagittal otolith in three species of south Caspian gobies. *Journal of Fish Biology*, 82:4, 1321-1332.
- Baran, I. and Ongan, T. 1988. Limnological features of Lake Gala, fisheries problems and suggestions. Gala Lake and Problems Symposium. *Wildlife Conservation Society Publications Series*, 46-54, Istanbul.
- Basusta, A., Bal, H. and Aslan, E. 2013. Otolith biometry-total length relationships in the population of Hazar Bleak, *Alburnus heckeli* (Battalgil, 1943) inhabiting Lake Hazar, Elazig, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 45:4.
- Battaglia, P., Malara, D., Romeo, T. and Andaloro, F. 2010. Relationships between otolith size and fish size in some mesopelagic and bathypelagic species from the Mediterranean Sea (Strait of Messina, Italy). *Scientia Marina*, 74:3, 605-612.
- Begg, G. A. and Waldman, J. R. 1999. An holistic approach to fish stock identification. *Fisheries Research*, 43:1-3, 35-44.
- Begg, G. A., Friedland, K. D. and Pearce, J. B. 1999. Stock identification and its role in stock assessment and fisheries management: an overview. *Fisheries Research*, 43, 1-3, 1-8.
- Begg, G. A. and Brown, R. W. 2000. Stock identification of haddock *Melanogrammus aeglefinus* on Georges Bank based on otolith shape analysis. *Transactions of the American Fisheries Society*, 129:4, 935-945.
- Bobori, D. C., Moutopoulos, D. K., Bekri, M., Salvarina, I. and Munoz, A. I. P. 2010. Length-weight relationships of freshwater fish species caught in three Greek lakes. *Journal of Biological Research*, 14, 219-224.
- Bolles, K. L. and Begg, G. A. 2000. Distinction between silver hake (*Merluccius bilinearis*) stocks in US waters of the northwest Atlantic based on whole otolith morphometrics. *Fishery Bulletin*, 98:3, 451-451.
- Bose, A. P. H., Adragna, J. B. ve Balshine, S. 2016. Otolith morphology varies between populations, sexes and male alternative reproductive tactics in a vocal toadfish *Porichthys notatus*. *Journal of fish biology*, 90:1, 311-325.

- Bostancı, D. ve Polat, N. 2007. Dil balığı, *Solea lascaris* (Risso, 1810)'te otolit yapısı, otolit boyutları-balık boyu ilişkileri ve yaş tayini. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(3), 265-272.
- Bostancı, D., Polat, N., Kandemir, Ş. ve Yılmaz, S. 2007a. Bafra Balık Gölü'nde yaşayan Havuz balığı, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)'nin kondisyon faktörü ve boy-ağırlık ilişkisinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi* (e-dergi), 2:2, 117-125.
- Bostancı, D., Polat, N. and Akyürek, M. 2007b. Some biological aspects of the Crucian Carp, *Carassius gibelio* Bloch, 1782 inhabiting in Eğirdir Lake. *Uluslararası Doğa ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3, 55-58.
- Bostancı, D. 2009. Sarıkuyruk İstavrit, *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868)'un otolit özellikleri ve bazı populasyon parametreleri. *Fırat University Journal of Science*, 21:1.
- Bostancı, D., Yılmaz, S. ve Polat, N. 2009. Otolit biyometrisinin aynı balıkta ve farklı eşeyde değişimine bir örnek: *Uranoscopus scaber* L., 1758. XV. *Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, 1-4.
- Bostancı, D., Polat, N., Kurucu, G., Yedier, S., Konaş, S. and Darçin, M. 2015. Using otolith shape and morphometry to identify four Alburnus species (*A. chalcoides*, *A. escherichii*, *A. mossulensis* and *A. tarichi*) in Turkish inland waters. *Journal of Applied Ichthyology*, 31, 1013-1022.
- Bostancı, D., Yedier, S., Konaş, S., Kurucu, G. and Polat, N. 2017. Regional variation of relationship between total length and otolith sizes in the three *Atherina boyeri* Risso, 1810 populations, Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34:1, 11-16.
- Bostancı, D. and Yedier, S. 2018. Discrimination of invasive fish *Atherina boyeri* (Pisces: Atherinidae) populations by evaluating the performance of otolith morphometrics in several lentic habitats. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27:6, 4493-4501.
- Bulut, S., Mert, R., Algan, B., Özbek, M., Ünal, B. and Konuk, M. 2013. Several growth characteristics of an invasive cyprinid fish (*Carassius gibelio* Bloch, 1782). *Notulae Scientia Biologicae*, 5:2, 133-138.
- Burke, N., Brophy, D. and King, P. A. 2008. Otolith shape analysis: its application for discriminating between stocks of Irish Sea and Celtic Sea herring (*Clupea harengus*) in the Irish Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 65:9, 1670-1675.
- Cadrin, S. X., Friedland, K. D. and Waltman, J. R. 2005. *Stock identification methods: application in fishery science*. Elsevier Academic Press, 719pp, Oxford, UK.
- Campana, S. E. 1990. How reliable are growth back-calculations based on otoliths? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47:11, 2219-2227.

- Campana, S. E. and Casselman, J. M. 1993. Stock discrimination using otolith shape analysis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 50:5, 1062-1083.
- Campana, S. E. 2004. Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic Ocean. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, 133.
- Chugunova, L. P. 1963. *Age and Growth Studies in Fish*. National Science Foundation, 132, Washington.
- Copp, G. H., Garthwaite, R. and Gozlan, R. E. 2005. Risk identification and assessment of non-native freshwater fishes: a summary of concepts and perspectives on protocols for the UK. *Journal of Applied Ichthyology*, 21:4, 371-373.
- Criquet, G, Garcia, J, Lenfant, P, Marechal, J. P. and Reynal, L. 2008. Spatio-temporal variability of otolith shape of the red band parrotfish (*Sparisoma aurofrenatum*) in Martinique. 61st Gulf and Caribbean Fisheries Institute, 156-162.
- Çam, A. 2012. Bafra Balık Gölleri'nde (Kızılırmak deltası, Samsun) yaşayan ve invaziv özellikteki kaya balıklarının parazit faunasının konak ve çevresel faktörlere göre belirlenmesi ve histopatolojisi. Yüksek Lisans Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı, 184, Sinop.
- Çiçek, E., Fricke, R., Sungur, S. and Eagderi, S. 2018. Endemic freshwater fishes of Turkey. *FishTaxa*, 3:4, 1-39.
- ÇŞB, 2019. Samsun Kızılırmak Deltası Sulak Alan ve Kuş Cenneti Doğal Sit Alanları Yönetim Planı 2019 – 2023. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü, 24, Ankara.
- Deepa, K. P., Kumar, K. A., Kottanis, O., Nikki, R., Bineesh, K. K., Hashim, M., Saravanane, N. and Sudhakar, M. 2019. Population variations of Opal fish, *Bembrops caudimacula* Steindachner, 1876 from Arabian Sea and Andaman Sea: Evidence from otolith morphometry. *Regional Studies in Marine Science*, 25, 100466.
- Dehghani, M., Kamrani, E., Salarpouri, A. and Sharifian, S. 2016. Otolith dimensions (length, width), otolith weight and fish length of *Sardinella sindensis* (Day, 1878), as index for environmental studies, Persian Gulf, Iran. *Marine Biodiversity Records*, 9:1, 44.
- Demirkalp, F.Y., 2007. Some of the growth characteristics of Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) in Çernek Lake (Samsun, Turkey). *Hacettepe Journal Biology and Chemistry*, 35, 57-65.
- DeVries, D. A., Grimes, C. B. and Prager, M. H. 2002. Using otolith shape analysis to distinguish eastern Gulf of Mexico and Atlantic Ocean stocks of king mackerel. *Fisheries Research*, 57:1, 51-62.

- Dinçtürk, E. 2014. Beyşehir Gölü'nde Gümüşi havuz balığının (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) bazı populasyon özellikleri ve biyoekolojik durumunun belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, 105, İzmir.
- Docherty, C., Ruppert, J., Rudolfson, T., Hamann, A. and Poesch, M. S. 2017. Assessing the spread and potential impact of Prussian Carp *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) to freshwater fishes in western North America. *BioInvasions Record*, 6:3.
- Doustdar, M., Kaymaram, F., Seifali, M., Jamili, S. and Bani, A. 2019. Stock identification of Arabian Yellow fin sea bream (*Acanthopagrus arabicus*) using shape of otolith in the Northern Persian Gulf and Oman Sea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 18:1, 60-70.
- Dörtbudak, M. ve Özcan, G. 2015. İkizce Çayı'ndaki (Şırnak) Siraz balığının [*Capoeta umbla* (Heckel, 1843)] otolit biyometrisi-balık boyu arasındaki ilişki. *Yunus Araştırma Bülteni*, 15:1, 67-72.
- Duque-Velez, L. M., Bearez, P. and Cornette, R. 2016. Otolith shape differences between *Micropogonias manni* and *M. altipinnis* (Sciaenidae). *Cybiurn*, 40(1), 67-73.
- Ekmekçi, F. G., Kirankaya, Ş. G., Gençoğlu, L. and Yogurtcuoğlu, B. 2013. Present status of invasive fishes in inland waters of Turkey and assessment of the effects of invasion. *Istanbul University Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 28:1, 105-140.
- Elliott, N. G., Haskard, K. and Koslow, J. A. 1995. Morphometric analysis of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) off the continental slope of southern Australia. *Journal of Fish Biology*, 46:2, 202-220.
- Erdoğan, Z., Koç, H. T., Güngör, S. and Ulunehir, G. 2014. Age, growth and reproductive properties of an invasive species *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)(Cyprinidae) in the İkizcetepeler Dam Lake (Balıkesir), Turkey. *Periodicum Biologorum*, 116:3, 285-291.
- Ergüden, S. A. 2015. Age and Growth Properties of Prussian Carp, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) Living in the Middle Basin of Seyhan River in Adana, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 47:5.
- Ersanlı, E. and Gönüloğlu, A. 2003. Study on the phytoplankton and seasonal variation of Lake Simenit (Terme-Samsun, Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 3:1, 29-39.
- Fan, Z. and Shen, J. 1990. Studies on the evolution of bisexual reproduction in Crucian carp (*Carassius auratus gibelio* Bloch). *Aquaculture*, 84, 235-244.
- Fashandi, A., Kaymaram, F. and Fatemi, R. 2018. Morphometric parameters of the sagitta otolith among four Carangids species in the Persian Gulf. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, doi: 10.22092/ijfs.2018.116983.

- Fazlı, H., Daryanabard, G., Janbaz, A., Mirzaei, R., Hosseinpour, H. and Vahedi, N. 2018. Some biological characteristics of *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) (Teleostei: Cyprinidae) in the Azad dam Lake in Western Iran. *Iranian Journal of Ichthyology*, 5:3, 243-249.
- Ferguson, G. J., Ward, T. M. and Gillanders, B. M. 2011. Otolith shape and elemental composition: Complementary tools for stock discrimination of mullet (*Argyrosomus japonicus*) in southern Australia. *Fisheries Research*, 110:1, 75-83.
- Gabrielyan, B. K. 2001. An annotated checklist of freshwater fishes of Armenia, Naga, *The ICLARM Quarterly*, 24, 3–29.
- Geldiay, R. ve Balık S. 2009. *Türkiye Tatlısu Balıkları* (Altıncı Baskı). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, 46, İzmir.
- Gimenez, J., Manjabacas, A., Tuset, V. M. and Lombarte, A. 2016. Relationships between otolith and fish size from Mediterranean and North-Eastern Atlantic species to be used in predator-prey studies. *Journal of Fish Biology*, 89, 21952202. doi:10.1111/jfb.13115
- Hammer, Ø., Harper, D. A. and Ryan, P. D. 2001. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 4:1, 9.
- Hançer, E. 2018. Samsun ili Simenlik ve Ladik göllerinde yaşayan Turna balığı (*Esox lucius* L., 1758)'nın yaş tayini için otolit yöntemlerinin karşılaştırılması ve otolit biyometrisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, 121, Samsun.
- He, T., Cheng, J., Qin, J. G., Li, Y. and Gao, T. X. 2018. Comparative analysis of otolith morphology in three species of Scomber. *Ichthyological research*, 65:2, 192-201.
- Işık, K. 1992. Altinkaya Baraj Gölü'ndeki *Capoeta capoeta* (Guldenstaedt, 1773)'nın yaş belirleme yöntemleri ile boy-ağırlık ilişkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, 36, Samsun.
- Innal, D. 2012. Age and growth properties of *Carassius gibelio* (Cyprinidae) living in Aksu River Estuary (Antalya-Turkey). *Review of Hydrobiology*, 5:2, 97-109.
- Japoshvili, B., Mumladze, L. and Küçük, F. 2013. Invasive *Carassius* Carp in Georgia: Current state of knowledge and future perspectives. *Current Zoology*, 59:6, 732-739.
- Jemaa, S., Bacha, M., Khalaf, G., Dessailly, D., Rabhi, K. and Amara, R. 2015. What can otolith shape analysis tell us about population structure of the European sardine, *Sardina pilchardus*, from Atlantic and Mediterranean waters?. *Journal of sea research*, 96, 11-17.

- Kanjuh, T., Mrdak, D., Piria, M., Tomljanovic, T., Joksimovic, A., Talevski, T. and Milosević, D. 2018. Relationships of otolith dimension with body length of European Eel *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758) from Adriatic catchment of Montenegro. *Acta Adriatica: International journal of Marine Sciences*, 59:1, 91-96.
- Kırankaya, Ş. G. and Ekmekçi, F. G. 2013. Life-history traits of the invasive population of Prussian carp, *Carassius gibelio* (Actinopterygi: cypriniformes: cyprinidae), from Gelingüllü reservoir, Yozgat, Turkey. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 43:1, 31-40.
- Kontaş, S. and Bostancı, D. 2015. Morphological and biometrical characteristics on otolith of *Barbus tauricus* Kessler, 1877 on light and scanning electron microscope. *Int. J. Morphol*, 33:4, 1380-1385.
- Kuru, M. 1972. Terme-Bafra Bölgesinde Yaşayan Tatlısu Balıkları Hakkında, *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası*, Seri: B, 37: 1-2, 109-117.
- Kuru, M. 2011. *Omurgalı Hayvanlar*. Palme Yayıncılık, 208, Ankara.
- Kurucu, G. and Bostancı, D. 2018. Using scanning electron microscopy and length-otolith size relationship for otolith morphological description of *Capoeta banarescui* Turan et al., 2006 and *Squalius cephalus* (L., 1758) (Actinopterygii: Cyprinidae) from Turkey. *Acta Zoologica Bulgarica*, 70:1, 83-88.
- Küçük, F. 2012. Extinct Endemic Fishes of Turkey: *Alburnus akili* (Göyce) and *Pseudophoxinus handlirschi* (Kavinne)(Pisces: Cyprinidae). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12:2, 345-347.
- Leguá, J., Plaza, G., Pérez, D. and Arkhipkin, A. 2013. Otolith shape analysis as a tool for stock identification of the southern blue whiting, *Micromesistius australis*. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41:3.
- Leonardos, I. D., Tsikliras, A. C., Eleftheriou, V., Cladas, Y., Kagalou, I., Chortatou, R. and Papigiotti, O. 2008. Life history characteristics of an invasive cyprinid fish (*Carassius gibelio*) in Chimaditis Lake (northern Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 24:2, 213-217.
- Lleonart, J., Salat, J. and Torres, G. J. 2000. Removing allometric effects of body size in morphological analysis. *Journal of Theoretical Biology*, 205, 85-93. doi:10.1006/jtbi.2000.2043
- Longenecker, K. 2008. Relationships between otolith size and body size for Hawaiian Reef Fishes1. *Pacific Science*, 62:4, 533-540.
- Longmore, C., Fogarty, K., Neat, F., Brophy, D., Trueman, C., Milton, A. and Mariani, S. 2010. A comparison of otolith microchemistry and otolith shape analysis for the study of spatial variation in a deep-sea teleost, *Coryphaenoides rupestris*. *Environmental Biology of Fishes*, 89:3-4, 591-605.

- Lord, C., Morat, F., Lecomte-Finiger, R. and Keith, P. 2012. Otolith shape analysis for three Sicyopterus (Teleostei: Gobioidae: Sicydiinae) species from New Caledonia and Vanuatu. *Environmental Biology of Fishes*, 93:2, 209-222.
- Maraşlıoğlu, F. 2001. Ladik Gölü (Ladik-Samsun-Türkiye) fitoplanktonu ve kıyı bölgesi algleri üzerinde bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Samsun.
- Megalofonou, P. 2006. Comparison of otolith growth and morphology with somatic growth and age in young-of-the-year bluefin tuna. *Journal of Fish Biology*, 68:6, 1867-1878.
- Mérigot, B., Letourneur, Y. and Lecomte-Finiger, R. 2007. Characterization of local populations of the common sole *Solea solea* (Pisces, Soleidae) in the NW Mediterranean through otolith morphometrics and shape analysis. *Marine Biology*, 151, 997-1008.
- Moradinasab, Gh, Daliri, M., Ghorbani, R., Paighambari, S.Y. and Davoodi, R. 2012. Length-weight and length-length relationships, Relative condition factor and Fulton's condition factor of Five Cyprinid species in Anzali wetland, southwest of the Caspian Sea. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 10:1, 25-31.
- Moreira, C., Froufe, E., Vaz-Pires, P. and Correia, A. T. 2019. Otolith shape analysis as a tool to infer the population structure of the blue jack mackerel, *Trachurus picturatus*, in the NE Atlantic. *Fisheries Research*, 209, 40-48.
- Morley, S. and Belchier, M. 2002. Otolith and body size relationships in bigeye grenadier (*Macrourus holotrachys*) in Ccamlr Subarea 48.3. *Ccamlr Science*, 9, 133-143.
- Moutopoulos, D. K. and Stergiou, K. I. 2002. Length-weight and length-length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 18, 200-203.
- Nolf, D. 1995. *Recent developments in fish otolith research*. University of South Carolina Press, 513-544, Columbia, South Carolina.
- Omar, A. M. and AMohamed, S. K. 2016. Comparative morphological studies on the otoliths (ear stones or crystals) in some marine and fresh water fishes. *Int J Fish Aquat Stud*, 4, 512-517.
- Özcan, G. 2007. Distribution of non-indigenous fish species, Prussian carp *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in the Turkish freshwater systems. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10:23, 4241-4245.
- Özcan, G. and Tarkan, A. S. 2019. Distribution revised-fifteen years of changes in the invasion of a freshwater fish, *Pseudorasbora parva* (Temminck and Schlegel, 1846) in Turkey. *Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research*, 21:2, 69-80.

- Özpiçak, M., Saygın, S., Aydın, A., Hançer, E., Yılmaz, S. and Polat, N. 2018. Otolith shape analyses of *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii: Cyprinidae) inhabiting four inland water bodies of the middle Black Sea region, Turkey. *Iranian Journal of Ichthyology*, 5:4, 293-302.
- Özuluğ, M., Acıpinar, H., Gaygusuz, Ö., Gürsoy, Ç. D. and Tarkan, A. S. 2005. Effects of human factor on the fish fauna in a drinking-water resource (Ömerli Dam Lake-Istanbul, Turkey). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 1:1, 50-55.
- Park, J. M., Gaston, T. F., Riedel, R. and Williamson, J. E. 2018. Biometric relationships between body and otolith measurements in nine demersal fishes from north-eastern Tasmanian waters, Australia. *Journal Applied Ichthyology*, 34, 801-805. doi:10.1111/jai.13612
- Parmaksız, A., Oymak, S. A., Dogan, N., Naim, D. M. and Unlu, E. 2017. Reproductive characteristics of an invasive species *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in Ataturk Dam Lake, Turkey. *Indian Journal of Fisheries*, 64:4, 28-33.
- Pavlov, D. A. 2016. Differentiation of three species of the genus *Upeneus* (Mullidae) based on otolith shape analysis. *Journal of Ichthyology*, 56:1, 37-51. doi:10.1134/S0032945216010094
- Paxton, J. R. 2000. Fish otoliths: do sizes correlate with taxonomic group, habitat and/or luminescence? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 355:1401, 1299-1303.
- Polat, N. ve Uğurlu, S. 2011. *Samsun İli Tatlı Su Balık Faunası*. Ceylan Ofset, 272, Samsun.
- Polat, N., Zengin, M. ve Gümüş, A. 2011. İstilacı balık türleri ve hayat stratejileri. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 2:2, 63-86.
- Quist, M. C., Pegg, M. A. and DeVries, D. R. 2012. *Age and growth. Fisheries techniques* (Third edition). American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 677-731.
- Radhakrishnan, K. V.; Yuxuan, L.; Jayalakshmy, K. V.; Liu, M.; Murphy, B. R. and Xie, S. G. 2012. Application of otolith shape analysis in identifying different ecotypes of *Coilia ectenes* in the Yangtze Basin, China. *Fisheries Research*. 125, 156–160.
- Ramírez-Pérez, J.S., Quiñónez-Velázquez, C., García-Rodríguez, F.J., Félix-Uraga, R. and Melo-Barrera, F. N. 2010. Using the shape of sagitta otoliths in the discrimination of phenotypic stocks in *Scomberomorus sierra* (Jordan and Starks, 1895). *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 5:2, 82-93.
- Rebaya, M., Ben Faleh, A., Allaya, H., Khedher, M., Marsaoui, B., Chalh, A., Quignard, J. P. and Trabelsi, M. 2016. Morphological variability of saccular otoliths in two populations of *Liza ramada* (Risso, 1810)(Mugilidae) in Tunisian lagoons (Bizerte and Ghar El Melh). *Cahiers de Biologie Marine*, 57, 227-234.

- Reichenbacher, B., Feulner, G. R. and Schulz-Mirbach, T. 2009. Geographic variation in otolith morphology among freshwater populations of *Aphanius dispar* (Teleostei, Cyprinodontiformes) from the southeastern Arabian Peninsula. *Journal of Morphology*, 270:4, 469-484.
- Repečka, R. 2003. The species composition of the ichthyofauna in the Lithuanian economic zone of the Baltic Sea and the Curonian Lagoon and its changes in recent years. *Acta Zoologica Lituanica*, 13:2, 149-157.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 191, 1-382.
- Rogozin, D. Y., Pulyayevskaya, M. V., Zuev, I. V., Makhutova, O. N. and Degermendzhi, A. G. 2011. Growth, diet and fatty acid composition of Gibel carp *Carassius gibelio* in Lake Shira, a brackish water body in Southern Siberia. *Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология*, 4:1, 86-103.
- Russ, J. C. 1990. *Computer-assisted microscopy: the measurement and analysis of images*. Plenum Press, 453, New York.
- Saat, T. 1990. Morphology and chronology of maturation in oocytes of diploid and triploid forms of Silver crussian carp, *Carassius auratus gibelio* Bloch in vitro. *The Soviet Journal of Developmental Biology*, 20, 267-276.
- Sadighzadeh, Z., Tuset, V. M., Valinassab, T., Dadpour, M. R. and Lombarte, A. 2012. Comparison of different otolith shape descriptors and morphometrics for the identification of closely related species of *Lutjanus* spp. from the Persian Gulf. *Marine Biology Research*, 8:9, 802-814.
- Sakallı, M. M. 2016. Terme Çayı (Samsun, Türkiye)'ndaki Kafkas Kayabalığı, *Ponticola constructor* (Nordmann, 1840)'un otolit özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, 62, Samsun.
- Samsun, N. ve Samsun, S. 2006. Kalkan (*Scophthalmus maeoticus* Pallas, 1811) balığının otolit yapısı, yaş ve balık uzunluğu-otolit uzunluğu ilişkilerinin belirlenmesi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18:2, 181-187.
- Santos, R. S., Costa, M. R. and Araújo, F. G. 2017. Age and growth of the white croaker *Micropogonias furnieri* (Perciformes: Sciaenidae) in a coastal area of Southeastern Brazilian bight. *Neotropical Ichthyology*, 15:1, e160131. doi:10.1590/1982-0224-20160131
- Sarı, H. M., Balık, S., Ustaoglu, M. R. and İlhan, A. 2008. Population structure, growth and mortality of *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in Buldan Dam Lake. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8:1, 25-29.

- Saygın, S. 2013. Ladik Gölü (Samsun, Türkiye)'ndeki Tatlısu Levreği (*Perca fluviatilis* L., 1758)'nde güvenilir yaş tayini ve büyüme özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, 101, Samsun.
- Saygın, S., Özpiçak, M., Elp, M., Polat, N., Atıcı, A. A. and Ödün, N. A. 2017. Comparative analysis of otolith features of Tarek (*Alburnus tarichi* (Güldenstädt, 1814)) from different lakes across Van basin (Van, Erçek, Nazik, Aygır) (Turkey). *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 3:2, 91-99.
- Sayın, B. ve Çalta, M. 2017. Keban Baraj Gölü'nde yaşayan Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758)'nin otolit biyometrisi.
- Schulz-Mirbach, T. and Reichenbacher, B. 2006. Reconstruction of oligocene and neogene freshwater fish faunas-an actualistic study on cypriniform otoliths. *Acta Palaeontologica Polonica*, 51:2, 283-304.
- Schulz-Mirbach, T. and Plath, M. 2012. All good things come in threes—species delimitation through shape analysis of saccular, lagenar and utricular otoliths. *Marine and Freshwater Research*, 63:10, 934-940.
- Secor D. H., Dean, J. M. and Laban, E. H. 1992. Otolith microstructure examination and analysis (First edition). *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, 19-57, Canada.
- See, M., Marsham, S., Chang, C. W., Chong, V. C., Sasekumar, A., Dhillon, S. K. and Loh, K. H. 2016. The use of otolith morphometrics in determining the size and species identification of eight mullets (Mugiliformes: Mugilidae) from Malaysia. *Sains Malaysiana*, 45:5, 735-743.
- Skeljo, F. and Ferri, J. 2012. The use of otolith shape and morphometry for identification and size-estimation of five wrasse species in predator-prey studies. *Journal of Applied Ichthyology*, 28, 524-530. doi:10.1111/j.14390426.2011.01925.x
- Slastenenko, E. 1955-1956. *Karadeniz Havzası Balıkları*, Et ve Balık Kurumu Umum Müdürlüğü Yayınlarından, 711, İstanbul.
- Smith, R. J. 1980. Rethinking allometry. *Journal of Theoretical Biology*, 87, 97-111.
- Smith, M. K. 1992. Regional differences in otolith morphology of the Deep slope red snapper *Etelis carbunculus*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49:4, 795-804.
- Soeth, M., Spach, H. L., Daros, F. A., Adelir-Alves, J., de Almeida, A. C. O. and Correia, A. T. 2019. Stock structure of Atlantic spadefish *Chaetodipterus faber* from Southwest Atlantic Ocean inferred from otolith elemental and shape signatures. *Fisheries Research*, 211, 81-90.
- Song, J., Zhao, B., Liu, J., Cao, L. and Dou, S. 2019. Comparative study of otolith and sulcus morphology for stock discrimination of yellow drum along the Chinese coast. *Journal of Oceanology and Limnology*, 1-10.

- Stefanov, T., 2005. *Ichthyofauna of the Bulgarian Naturel Lakes*. National Museum of Naturel History, Bulgarian Academy of Sciences, 17, Sofia, Bulgaria.
- Stransky, C. and MacLellan, S. E. 2005. Species separation and zoogeography of redfish and rockfish (genus *Sebastes*) by otolith shape analysis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62:10, 2265-2276.
- Şaşı, H. 2008. The length and weight relations of some reproduction characteristics of Prussian carp, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in the South Aegean region (Aydın-Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8:1, 87-92.
- Şaşı, H. 2015. Growth and condition of invasive species prussian carp, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in a dam lakes from Büyük Menderes basin (Turkey). Muğla. *J Sci Tec*, 1:2, 6-10.
- Tarkan, A. N., Bilge, G., Gaygusuz, Ö., Tarkan, A. S., Gürsoy, Ç. and Acıpinar, H. 2007. On the use of a Ponto-Caspian gobiid *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814) from Lake İznik (Turkey) in prey-predator studies. *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 1:3, 29-33.
- Tarkan, A. S., Copp, G. H., Top, N., Özdemir, N., Önsoy, B., Bilge, G., Filiz, H., Yapıcı, S., Kirankaya, S.G., Emiroğlu, Ö., Gaygusuz, Ö., Gaygusuz, Ç.G., Oymak, A. and Özcan, G. 2012. Are introduced Gibel carp *Carassius gibelio* in Turkey more invasive in artificial than in natural waters? *Fisheries Management and Ecology*, 19:2, 178-187.
- Tarkan, A. S. 2013. Yabancı tatlısu balıklarının dünyada ve Türkiye’de giriş yolları, etkileri ve bunlardan korunma yöntemleri. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 28: 63-104.
- Tarkan, A. S., Ekmekçi, F. G., Vilizzi, L. and Copp, G. H. 2014. Risk screening of non-native freshwater fishes at the frontier between Asia and Europe: first application in Turkey of the fish invasiveness screening kit, *J Appl Ichthyol*, 30: 392-398.
- Tarkan, A. S., Marr, S. M. ve Ekmekçi, F. G. 2015. Non-native and translocated freshwater fish. *FiSHMED Fishes in Mediterranean Environments*, 2015, 3:28.
- Tarkan, A. S., Vilizzi, L., Top, N., Ekmekçi, F. G., Stebbing, P. D. and Copp, G. H. 2017a. Identification of potentially invasive freshwater fishes, including translocated species, in Turkey using the Aquatic Species Invasiveness Screening Kit (AS-ISK). *Int Rev Hydrobiol*, 102, 47–56.
- Tarkan, A. S., Sarı, H. M., İlhan, A., Kurtul, I. and Vilizzi, L. 2017b. Risk screening of non-native and translocated freshwater fish species in a Mediterranean-type shallow lake: Lake Marmara (West Anatolia). *Zool Middle East*, 63: 48–57.
- Tatlı, C. 2011. Gölcük Gölü’ne (Ödemiş-İzmir) aşıl原因 Carassius gibelio (Bloch, 1782) türünün bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı, 40, İzmir.

- TKB, 1997. *Türkiye Kıyılarındaki Lagünlerin Yönetim ve Geliştirme Stratejileri ve Islahı*. Cilt 2, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, 1087, Ankara.
- Tozludaş, K. 2018. Türkiye içsuları için mevcut ve yabancı tatlı su balıklarının istilacılık risklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı, 45, Muğla.
- Tracey, S. R., Lyle, J. M. and Duhamel, G. 2006. Application of elliptical Fourier analysis of otolith form as a tool for stock identification. *Fisheries Research*, 77:2, 138-147.
- Tsoumani, M., Liasko, R., Moutsaki, P., Kagalou, I. and Leonardos, I. 2006. Length–weight relationships of an invasive cyprinid fish (*Carassius gibelio*) from 12 Greek lakes in relation to their trophic states. *Journal of Applied Ichthyology*, 22:4, 281-284.
- Tuset, V. M., Lombarte, A., González, J. A., Pertusa, J. F. and Lorente, M. 2003. Comparative morphology of the sagittal otolith in Serranus spp. *Journal of Fish Biology*, 63:6, 1491-1504.
- Tuset, V. M., Lombarte, A. and Assis, A. A. 2008. Otolith atlas for the Western Mediterranean, North and Central Eastern Atlantic. *Scientia Marina*, 72:1, 7198. doi:10.3989/scimar.2008.72s17
- Uğurlu, S. 2006. Samsun ili tatlı su balık faunasının tespiti. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, 81-84, Samsun.
- Uğurlu, S. and Polat, N. 2003. An investigation on fish fauna in Lake Simenit (Terme-Samsun). *Science and Engineering Journal of Fırat University*, 15: 4, 485-494.
- Uğurlu, S., Polat, N. and Kandemir, Ş. 2008. Kızılırmak ve Yeşilirmak deltalarındaki (Samsun) lagün göllerinin balık faunası. *Journal of Fisheries Sciences*. com, 2:3, 475-483.
- Uğurlu, S., Polat, N. and Kandemir, Ş. 2009. Changes in the Lake Ladik fish community (1972-2004) and ichthyofauna of its inlet and outlet streams (Samsun, Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 33: 4, 393-401.
- Vallisneri, M., Trotta, V., Cavicchi, S. and Piccinetti, C. 2008. Sex-specific somatic–otolith growth relationship in two Gadidae. *Journal of Fish Biology*, 72:3, 724-730.
- Verreycken, H., Van Thuyne, G. and Belpaire, C. 2011. Length–weight relationships of 40 freshwater fish species from two decades of monitoring in Flanders (Belgium). *Journal of Applied Ichthyology*, 27:6, 1416-1421.
- Vieira, A. R., Neves, A., Sequeira, V., Paiva, R. B. and Gordo, L. S. 2014. Otolith shape analysis as a tool for stock discrimination of forkbeard (*Phycis phycis*) in the Northeast Atlantic. *Hydrobiologia*, 728:1, 103-110.

- Vignon, M. and Morat, F. 2010. Environmental and genetic determinant of otolith shape revealed by a non-indigenous tropical fish. *Marine Ecology Progress Series*, 411, 231-241.
- Vignon, M. 2012. Ontogenetic trajectories of otolith shape during shift in habitat use: Interaction between otolith growth and environment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 420, 26-32.
- Waessle, J. A., Lasta, C. A. and Favero, M. 2003. Otolith morphology and body size relationships for juvenile Sciaenidae in the Río de la Plata estuary (35-36 S). *Scientia Marina*, 67:2, 233-240.
- Wright, P.J., Panfili, J., Morales-Nin, B. and Geffen, A.J. 2002. Types of calcified structures. A. Otoliths. In: Panfili, J., Pontual, H., Troadec, H., Wright, P.J. (Eds.), *Manual of Fish Sclerochronology*, Ifremer-IRD Coedition. Brest, France, pp. 31–57.
- Yazıcıoğlu, O., Yılmaz, S., Yazıcı, R. and Polat, N. 2013. Ladik Gölü (Samsun, Türkiye)'nde yaşayan havuz balığı, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)'nin kondisyon faktörü, boy-ağırlık ve boy-boy ilişkileri. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3:9, 72-80.
- Yazıcıoğlu, O., Yılmaz, S., Yazıcı, R., Erbaşaran, M. and Polat, N. 2016. Feeding ecology and prey selection of European perch, *Perca fluviatilis* inhabiting a eutrophic lake in northern Turkey. *Journal of Freshwater Ecology*, 31:4, 641-651.
- Yazıcıoğlu, O., Polat, N. and Yılmaz, S. 2018. Feeding biology of pike, *Esox lucius* L., 1758 inhabiting Lake Ladik, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18:10, 1215-1226.
- Yerli, S. V., Mangıt, F., Emiroğlu, Ö., Yeğen, V., Uysal, R., Ünlü, E., Alp, A., Buhan, E., Yıldırım, T. and Zengin, M. 2014. Distribution of Invasive *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)(Teleostei: Cyprinidae) in Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14:2, 581-590.
- Yıldız, R. 2019. Çam Deresi (Artvin, Türkiye)'nde yaşayan Çoruh alabalığı (*Salmo coruhensis* Turan, Kottelat & Engin, 2010)'nin sagittal otolit biyometrisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, 57, Samsun.
- Yılmaz, C. 2002. *Bafra Ovasının Beşeri ve İktisadi Coğrafyası*. Gündüz Eğitim Yayıncılık, 177, Ankara.
- Yılmaz, C. 2007. *Bafra Ovasının Beşeri ve İktisadi Coğrafyası* (İkinci Baskı). Kızılırmak Matbaası, 58, Bafra.
- Yılmaz, M., Bostancı, D., Yılmaz, S. ve Polat, N. 2008. İki farklı habitatta [Eğirdir Gölü (Isparta) ve Bafra Balık Gölleri (Samsun)] yaşayan Havuz balığı (*Carassius gibelio* Bloch, 1782)'nin beslenme rejimlerinin karşılaştırılması. *Journal of Fisheries Sciences. com*, 2:3, 233-240. doi: 10.3153/jfsc.com.mug.200707

- Yılmaz, S., Yazıcıoğlu, O., Yılmaz, M. and Polat, N. 2010. Length-Weight and Length-Length Relationships of *Capoeta sieboldii* from Hirfanli Dam Lake, Turkey. *Journal of Freshwater Ecology*, 25:2, 205-209.
- Yılmaz, S. ve Polat, N. 2011. Bafra Balık Gölleri (Samsun, Türkiye)'nde yaşayan Haskefal (*Mugil cephalus* L., 1758)'in yaş ve büyüme özellikleri. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 2:2, 1-19.
- Yılmaz, S., Yazıcıoğlu, O., Erbaşaran, M., Esen, S., Zengin, M. and Polat, N. 2012. Length-weight relationship and relative condition factor of White Bream, *Blicca bjoerkna* (L., 1758), from Lake Ladik, Turkey. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 18:3, 380-387.
- Yılmaz, S., Yazıcıoğlu, O., Saygın, S. and Polat, N. 2014. Relationships of otolith dimensions with body length of European perch, *Perca fluviatilis* L., 1758 from Lake Ladik, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 46:5, 1231-1238.
- Yılmaz, S., Yazıcıoğlu, O., Yazıcı, R. and Polat, N. 2015. Relationships between fish length and otolith size for five cyprinid species from Lake Ladik, Samsun, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 39:3, 438-446.
- Yılmaz, S., Emiroğlu, Ö., Aksu, S., Başkurt, S. and Polat, N. 2019. Relationships between otolith dimensions and body growth of North African Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) from the upper basin of the Sakarya River, Turkey. *Croatian Journal of Fisheries*, 77:1, 57-62.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*, Prentice-Hall, 663, New Jersey.
- Zengin, M., Saygın, S. and Polat, N. 2015. Otolith shape analyses and dimensions of the anchovy *Engraulis encrasicolus* L. in the Black and Marmara Seas. *Sains Malaysiana*, 44:5, 657-662.
- Zhang, C., Fan, Y., Ye, Z., Li, Z. and Yu, H. 2017. Identification of five Pampus species from the coast of China based on sagittal otolith morphology analysis. *Acta Oceanologica Sinica*, 36:2, 51-56.
- Zhao, B., Liu, J., Song, J., Cao, L. and Dou, S. 2018. Otolith shape analysis for stock discrimination of two *Collichthys* genus croaker (Pisces: Sciaenidae,) from the northern Chinese coast. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 1-9. doi:10.1007/s00343-018-7082-0
- Zhelev, Z., Boyadzhiev, P. and Mehterov, N. 2015. Assessment of ecological conditions in two water basins in the region of Galabovo (South Bulgaria) on the basis of developmental stability of *Carassius gibelio* (Pisces: Cyprinidae). *Bulgarian Journal of Agricultural Sciences*.
- Zhuang, L., Ye, Z. and Zhang, C. 2015. Application of otolith shape analysis to species separation in *Sebastes* spp. from the Bohai Sea and the Yellow Sea, northwest Pacific. *Environmental Biology of Fishes*, 98:2, 547-558.

Zischke, M. T., Litherland, L., Tilyard, B. R., Stratford, N. J., Jones, E. L. and Wang, Y. G. 2016. Otolith morphology of four mackerel species (*Scomberomorus* spp.) in Australia: Species differentiation and prediction for fisheries monitoring and assessment. *Fisheries Research*, 176, 39-47.

Zorica, B., Sinovčić, G. and Keč, V. Č. 2010. Preliminary data on the study of otolith morphology of five pelagic fish species from the Adriatic Sea (Croatia). *Acta Adriatica*, 51:1, 89.



ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Refik AKBAY
Doğum Yeri : Samsun
Doğum Tarihi : 23.10.1980
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Samsun Gazi Lisesi (1994 - 1997)
Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Biyoloji
Öğretmenliği (1997- 2001)
Yüksek Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji
Anabilim Dalı (2014 – 2019)