

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI



**TATLISU LEVREĞİ (*PERCA FLUVIATILIS* L., 1758)'NİN
SAGİTTAL OTOLİT MORFOLOJİSİNDE ONTOGENETİK
DEĞİŞİMLER**

Yüksek Lisans Tezi

Oğuz ÇÖL

Danışman

Prof. Dr. Savaş YILMAZ

SAMSUN
2021

TEZ KABUL VE ONAYI

Oğuz ÇÖL tarafından, Prof. Dr. Savaş YILMAZ danışmanlığında hazırlanan Tathsu Levreği (*Perca fluviatilis* L., 1758)'nin Sagittal Otolit Morfolojisinde Ontogenetik Değişimler başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 11.2.2021 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Nazmi POLAT		<input type="checkbox"/>
	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı		Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye (Danışman)	Prof. Dr. Savaş YILMAZ		<input type="checkbox"/>
	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı		Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Ramazan YAZICI		<input type="checkbox"/>
	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı		Kabul <input type="checkbox"/> Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY

... / ... / ...

Prof. Dr. Ali BOLAT
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım yüksek lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklarda gösterilenlerden oluştuğunu, enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığımı taahhüt ve beyan ederim.

07/01/2021

Oğuz ÇÖL

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: Tatlısu Levreği (*Perca fluviatilis* L., 1758)'nin Sagittal Otolit Morfolojisinde Ontogenetik Değişimler

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 07.01.2021 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 8

Tek kaynak oranı : % 2 çıkmıştır.

07/01/2021

Prof. Dr. Savaş YILMAZ

ÖZET

TATLISU LEVREĞİ (*PERCA FLUVIATILIS* L., 1758)'NİN SAGİTTAL OTOLİT MORFOLOJİSİNDE ONTOGENETİK DEĞİŞİMLER

Oğuz ÇÖL

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Yüksek Lisans, Şubat/2021

Danışman: Prof. Dr. Savaş YILMAZ

Otolit morfolojisi balık taksonomisi, stok ayırımı, trofik ekoloji, eko-morfoloji, ontogeni ve paleoiktoloji çalışmaları için önemli bir araçtır. Bu çalışmada hem geleneksel morfometri (şekil indeksleri) hem de şekil analizi (eliptik Fourier katsayıları) yöntemleri kullanılarak, Tatlısu Levreği (*Perca fluviatilis*)'nin sagittal otolit morfolojisindeki ontogenetik değişimler incelenmiş ve mevcut varyasyonların nedenleri irdelenmiştir. Balık örnekleri (7.5-27.5 cm TB) Nisan 2019-Kasım 2019 tarihleri arasında Ladik Gölü'nden temin edilmiştir. Otolit şekil indeksleri ve eliptik Fourier katsayıları hesaplanarak ontogenetik gruplar (Grup1, Grup2, Grup3) arasında karşılaştırılmıştır.

Sunulan çalışmada ontogenetik safhalar, hem şekil indeksleri hem de eliptik Fourier tanımlayıcıları ile ayırt edilebilmiştir. Fakat ontogenetik grup ayırımında otolit şekil analizi (%72.7), morfometrik analize göre (%48.8) daha etkili olmuştur. Bununla birlikte, her iki yöntemin eşzamanlı uygulanması (%74.4), yöntemlerin tek başlarına verdikleri sınıflandırma başarısını geliştirmiştir. Bu türün ontogenisi boyunca otolit morfolojisinde gözlenen varyasyonlar, balıkların beslenme alışkanlığındaki değişimlere ve eşeyssel olgunluk durumlarına atfedilmiştir.

Anahtar Sözcükler: *Perca fluviatilis*, Otolit morfolojisi, Ontogenetik değişim, Şekil indeksi, Eliptik Fourier analizi, Ladik Gölü

ABSTRACT

ONTOGENETIC CHANGES IN SAGITTAL OTOLITH MORPHOLOGY OF EUROPEAN PERCH (*PERCA FLUVIATILIS* L., 1758)

Oğuz ÇÖL

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Biology

Master, February/2021

Supervisor: Prof. Dr. Savaş YILMAZ

Otolith morphology is an important tool in fish taxonomy, stock separation, trophic ecology, eco-morphology, ontogeny and paleoichthyology studies. In this study, ontogenetic changes in sagittal otolith morphology of European perch (*Perca fluviatilis*) were investigated by using both traditional morphometry study (shape indexes) and otolith shape analysis (elliptical Fourier coefficients), and the causes of these variations were examined. Fish samples (7.5-27.5 cm TL) were collected from Lake Ladik between April 2019 and November 2019. Otolith shape indexes and elliptical Fourier coefficients were calculated and then compared between ontogenetic groups (Group1, Group2, Group3).

The ontogenetic stages in the presented study could be distinguished by both shape indices and elliptical Fourier descriptors. Otolith shape analysis (72.7%) was more effective in ontogenetic group differentiation than morphometric analysis (48.8%). However, the simultaneous use of both methods (74.4%) improved the classification success of each method alone. Variations observed in the otolith morphology throughout the ontogeny of this species have been attributed to changes in the feeding habits and sexual maturity of fish.

Keywords: *Perca fluviatilis*, Otolith morphology, Ontogenetic change, Shape index, Elliptical Fourier analysis, Lake Ladik

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimi süresi boyunca bilgi, birikim ve tecrübesiyle bana ışık tutan, yoğun iş temposu arasında çok değerli vakitlerini ayırarak bana destek ve yardımlarını esirgemeyen, tez danışmanım saygıdeğer hocam Prof. Dr. Savaş YILMAZ' a teşekkür ve minnettarlığımı sunmayı bir borç bilirim.

Çalışmalarım süresi boyunca desteğini aldığım, tecrübesini her alanda bir an olsun esirgemeyen, bilgilerini bana aktarmaya çalışan, her zaman kendilerinden çok şey öğrendiğim saygıdeğer hocam Prof. Dr. Nazmi POLAT' a teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım için gerekli olan örnekleri temin etmede yardımlarını esirgemeyen Aydın DÜZENLİ'ye teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLOLAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
3. MATERYAL VE METOT	10
3.1. Çalışma Alanı.....	10
3.2. Çalışma Materyali.....	11
3.3. Örnekleme ve Laboratuvar Süreçleri	12
3.4. Ontogenetik Grupların Oluşturulması ve Otolitlerin Fotograflanması	13
3.5. Otolit Morfolojisinin Tanımlanması	14
3.5.1. Morfometrik Analiz	14
3.5.2. Şekil Analizi.....	16
3.6. Veri Analizleri	17
3.6.1. Eşey Etkisinin Kontrolü	17
3.6.2. Balık Boyu Etkisinin Kontrolü	18
3.6.3. Çoklu Doğrusallık Durumunun Kontrolü	19
3.6.4. Kanonik Ayrım Analizi.....	19
4. BULGULAR	20
4.1. Ontogenetik Gruplarda Boy Kompozisyonu.....	20
4.2. Morfometrik Analiz	20
4.2.1. Otolit Ölçümlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri.....	20
4.2.2. Şekil İndekslerinin Tanımlayıcı İstatistikleri	21
4.3. Şekil Analizi.....	22
4.3.1. Eliptik Fourier Katsayılarının Tanımlayıcı İstatistikleri	22
4.4. Otolit Morfolojisi ile Ontogenetik Grup Ayrımı.....	27
5. TARTIŞMA	38
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	44
KAYNAKLAR	45
EKLER	56

SİMGELER VE KISALTMALAR

N	Birey sayısı
W	Ağırlık
ANCOVA	Kovaryans Analizi
ANOVA	Tek Yönlü Varyans Analizi
BYO	Boy Yükseklik Oranı
CDA	Kanonik Ayrım Analizi
DAİ	Dairesellik
DİK	Dikdörtgensellik
EF	Eliptik Fourier Kat Sayısı
F	Anova Test İstatistiği
FG	Fourier Gücü
H	Kruskal-Wallis Test İstatistiği
KFG	Kümülatif Fourier Gücü
M ₀	Orijinal Otolit Şekil İndeksi
M _s	Standardize Edilmiş Otolit Şekil İndeksi
OA	Otolit Alanı
OH	Otolit Yüksekliği
OL	Otolit Uzunluğu
OP	Otolit Çevresi
ORT	Ortalama
OVA	Ovallik
P	Önemlilik
PCA	Ana Bileşen Analizi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Ladik Gölü'nün genel görünümü.....	11
Şekil 3.2. Tatlısu Levreği (<i>Perca fluviatilis</i> L., 1758)'nin genel görünümü.....	12
Şekil 3.3. Leica S8APO mikroskop ve DFC295 dijital kamera sistemi	14
Şekil 3.4. <i>P. fluviatilis</i> 'in sağ otolitinin proksimal görünümü (A) ve morfometrik ölçümler (B)	15
Şekil 3.5. <i>P. fluviatilis</i> 'in ontogenetik beslenme gruplarına göre otolit şeklinin tanımlanmasında analiz edilen harmoniklerin yüzde kümülatif gücü. Kesikli çizgiler kümülatif gücün %99.99 oranına ulaştığındaki harmonik sayısını göstermektedir.....	17
Şekil 4.1. <i>P. fluviatilis</i> 'in ontogenetik grupları için şekil indeksi değişkenlerinin PCA grafiği	31
Şekil 4.2. <i>P. fluviatilis</i> 'in ontogenetik grupları için EF katsayılarının PCA grafiği ..	32
Şekil 4.3. <i>P. fluviatilis</i> 'in ontogenetik grupları için Şİ ve EF katsayılarının birlikte PCA grafiği	33
Şekil 4.4. Şİ ile ontogenetik grupların ayırımında CDA grafiği	35
Şekil 4.5. EF katsayıları ile ontogenetik grupların ayırımında CDA grafiği	36
Şekil 4.6. Her bir ontogenetik grupta otolitlerin ortalama şekli.....	36
Şekil 4.7. Şİ ve EF katsayıları ile ontogenetik grupların ayırımında CDA grafiği	37

TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1. <i>P. fluviatilis</i> örneklerinin aylara ve eşeylere göre dağılımı	12
Tablo 3.2. <i>P. fluviatilis</i> 'in otolitleri için hesaplanan şekil indeksleri.....	15
Tablo 4.1. <i>P. fluviatilis</i> 'in ontogenetik gruplarında boy kompozisyonu.....	20
Tablo 4.2. Grup1 için otolit ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri	20
Tablo 4.3. Grup2 için otolit ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri	21
Tablo 4.4. Grup3 için otolit ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri	21
Tablo 4.5. Grup1 için şekil indeksi değerleri.....	21
Tablo 4.6. Grup2 için şekil indeksi değerleri.....	22
Tablo 4.7. Grup3 için şekil indeksi değerleri.....	22
Tablo 4.8. Grup1 için EF katsayılarının tanımlayıcı istatistikleri.....	23
Tablo 4.8. Grup1 için EF katsayılarının tanımlayıcı istatistikleri (devamı).....	24
Tablo 4.9. Grup2 için EF katsayılarının tanımlayıcı istatistikleri.....	24
Tablo 4.9. Grup2 için EF katsayılarının tanımlayıcı istatistikleri (devamı).....	25
Tablo 4.10. Grup3 için EF katsayılarının tanımlayıcı istatistikleri.....	26
Tablo 4.10. Grup3 için EF katsayılarının tanımlayıcı istatistikleri (devamı).....	27
Tablo 4.11. Ontogenetik gruplarda Şİ parametrelerinin standartlaştırılmış değerleri ve istatistiksel analizi (VE=varyans eşitliği, Ort=ortalama, Ss=standart sapma; F=ANOVA test istatistiği, P=önemlilik). Üst simge olarak aynı küçük harfe sahip ortalamalar birbirinden farklı değildir (P>0.05).....	28
Tablo 4.12. EF katsayılarının ortalama ve standart sapma değerleri ve ontogenetik gruplar arasında istatistiksel karşılaştırması (VE=varyans eşitliği, Ort=ortalama, Ss=standart sapma, F=ANOVA test istatistiği, P=önemlilik). Üst simge olarak aynı küçük harfe sahip ortalamalar birbirinden farklı değildir (P>0.05).....	29
Tablo 4.13. EF katsayılarının ortalama ve standart sapma değerleri ve ontogenetik gruplar arasında istatistiksel karşılaştırması (VE=varyans eşitliği, Ort=ortalama, Ss=standart sapma, H=Kruskal-Wallis test istatistiği, P=önemlilik). Üst simge olarak aynı küçük harfe sahip ortalamalar birbirinden farklı değildir (P>0.05).....	29
Tablo 4.15. Otolit morfolojik değişkenler ile ontogenetik grupların sınıflandırılması.....	34
Ek 1. Şİ ile yapılan PCA'da elde edilen PC skorları.....	56
Ek 1. Şİ ile yapılan PCA'da elde edilen PC skorları (devamı)	57
Ek 2. EF katsayıları ile yapılan PCA'da elde edilen PC skorları.....	58
Ek 2. EF katsayıları ile yapılan PCA'da elde edilen PC skorları (devamı)	59
Ek 3. Şİ ve EF katsayıları ile yapılan PCA'da elde edilen PC skorları	60
Ek 3. Şİ ve EF katsayıları ile yapılan PCA'da elde edilen PC skorları (devamı)	61

1. GİRİŞ

Balıklarda, başın her iki yanında ve kafatasına gömülü halde bir çift iç kulak bulunur. Her bir iç kulak, viskoz karakterli endolenf sıvısı ile dolu olan kanallar ve keselerden meydana gelmiştir. Teleost balıklar, birbirine dik olarak düzenlenmiş üç adet yarım daire kanalına sahiptir. Bu kanallar, iç içe geçmiş odalara veya otik keselere açılır. Kemikli balık türlerinde, sakkulus, utrikulus ve lagena adı verilen üç tane otik kese vardır. Otik keselerde sırasıyla sagitta, lapillus ve asteriskus olarak adlandırılan ve kalkerli bir yapı gösteren otolitler yer almaktadır (Wright et al., 2002). Bu yapılar, iç kulağın işitme ve denge duyularına aracılık etmesini sağlayarak önemli bir biyolojik fonksiyonu yerine getirirler (Popper et al., 2005). Otolitler şekil ve boyut açısından farklılık gösterirler. Otolit morfolojisindeki en belirgin sistematik fark, ostaryofizan balıklar (Cypriniformes, Siluriformes, Characiformes ve Gymnotiformes) ile diğer kemikli balıklar arasında görülür. Ostaryofizan balık türlerinde asteriskus sagittadan çok daha büyüktür. Asteriskus genellikle yuvarlak veya oval iken, sagitta orak veya iğne şeklindedir. Ostaryofizanlar dışındaki kemikli balıklarda, asteriskusun boyutu küçülür ve genellikle sagitta en göze çarpan otolit tipidir. Bununla birlikte, türler arasındaki şekil ve nispi boyut farklılıklarının çoğu juvenil ve erişkin yaşam öyküsü aşamalarında ortaya çıkar (Secor et al., 1992). Balık türleri arasında en geniş morfolojik varyasyon sergileyen otolit çeşidi sagittadır (Tuset et al., 2008; Vignon and Morat, 2010). Diğer iki otolit tipi de dikkate değer ölçülerde farklılıklar gösterirler (Assis, 2003, 2005; Schulz-Mirbach et al., 2011; Yılmaz vd, 2015).

Otolitlerin şekli ve boyutu, öncelikle genetik faktörlerin kontrolü altındadır. Bununla beraber çeşitli faktörlerden kaynaklanan güçlü bir değişkenlik de söz konusudur. Bu nedenle otolitler, tür içinde ve türler arasında önemli varyasyonlar sergilerler (Lombarte and Leonart, 1993; Wright et al., 2002; Vignon and Morat, 2010). Otolit morfolojisindeki türler arası farklılıklardan dolayı bu kemiksi yapılar [a] balık taksonomisinde (Reichenbacher et al., 2009; Tuset et al., 2012; Schwarzahns, 2014; Zhuang et al., 2015; Davoodi and Rahimian, 2016; Zischke et al., 2016; Zhang et al., 2017; He et al., 2018; Jawad, 2018; Lin and Al-Abdulkader, 2019; Granados-Amores et al., 2020), [b] populasyon veya stok ayırımında (Farias et al., 2009; Morat et al., 2012; Vieira et al., 2014; Ider et al., 2017; Vasconcelos et al., 2018; Yedier et al., 2019; Pavlov and Shirokova, 2020; Wiff et al., 2020), [c]

piskivor hayvanların diyetlerini belirlemek amacıyla yürütülen trofik ekoloji çalışmalarında (Pierce et al., 1991; Nonogaki et al., 2007; Radhakrishnan et al., 2010; Curcio et al., 2014; Miotto et al., 2017; Carvalho et al., 2019; Byrd et al., 2020), [d] eko-morfolojik araştırmalarda (Aguirre and Lombarte, 1999; Volpedo and Echeverria, 2003; Volpedo et al., 2008; Volpedo and Fuchs, 2010; Jaramillo et al., 2014; Assis et al., 2020), [e] paleontolojik ve paleoekolojik çalışmalarda (Nolf, 1995; Schulz-Mirbach ve Reichenbacher, 2006; Reichenbacher et al., 2007; Reichenbacher and Kowalke, 2009), [f] yaş ve büyüme analizlerinde (Vilizzi and Walker, 1999; Ma et al., 2010; Khan et al., 2019; Heral ve Bayhan, 2020) sıklıkla kullanılmaktadır.

Otolitler türe özgü bir morfolojik yapıya sahip olmalarına rağmen, iç (fizyolojik) ve dış (çevresel) faktörlerin etkileri nedeniyle şekil ve boyut yönünden tür içi değişiklikler de gösterebilmektedirler (Mille et al., 2015). Otolit morfolojisi aynı türün populasyonları (Morat et al., 2012; Özpiçak vd, 2018; Akbay, 2019) ya da stokları (Agüera and Brophy, 2011; Paul et al., 2013; Zhao et al., 2018; Song et al., 2019) arasında farklılık sergileyebileceği gibi tür içinde eşeye (Cardinale et al., 2004; Yılmaz vd, 2014; Mille et al., 2015; Bose et al., 2017; Maciel et al., 2019; Teimori et al., 2020; Motamedi et al., 2021), diyete (Gagliano and McCormick, 2004; Hüssy, 2008; Mille et al., 2016; Assis et al., 2020) ve ontogeniye (Campana, 2004) göre de farklılık arz edebilmektedir. Ayrıca aynı bireyin sağ ve sol bölge otolitleri arasında da morfolojik varyasyon (asimetri) görülebilmektedir (Merigot et al., 2007; Mille et al., 2015; Mahe et al., 2018; Teimori et al., 2020; Motamedi et al., 2021). Diğer taraftan su sıcaklığı (Lombarte and Leonart, 1993; Hüssy, 2008; Mahe et al., 2019), derinlik (Wilson, 1985; Gauldie and Crampton, 2002; Tuset et al., 2003a; Assis et al., 2020), substrat tipi (Volpedo and Fuchs, 2010; Jaramillo et al., 2014) ve tuzluluk (Capoccioni et al., 2011; Avigliano et al., 2014) gibi çevresel etmenler ile ekstrem habitat şartları (Lombarte and Cruz, 2007; Schulz-Mirbach et al., 2008; Tuset et al., 2010; Schulz-Mirbach et al., 2011; Deng et al., 2011) da otolitlerde morfolojik varyasyonlara sebep olabilmektedir.

Ontogenetik allometri, otolit şeklinin belirlenmesinde önemli bir faktör olarak dikkate alınmaktadır (Monteiro et al., 2005; Vignon, 2012; Xiong et al., 2015). Bu nedenle, ontogeni esnasında otolit şekil değişikliklerinin anlaşılması ve tanımlanması ilgi çekmektedir (Vignon, 2012). Literatürde otolit morfolojisinin yaş (Begg and Brown, 2000; Galley et al., 2006; Beyer and Szedlmayer, 2010; Ye et al., 2015;

Villegas-Hernandez et al., 2018), boy (Jawad et al., 2008; Gonzales Naya et al., 2012; Bostancı vd, 2015; Jawad, 2018; Biole et al.; 2019; Teimori et al., 2020; Motamedi et al., 2021), yıl sınıfı (Campana and Casselman, 1993; Bolles and Begg, 2000; Gonzales-Salas and Lenfant, 2007), eşeyssel olgunluk durumu (Carvalho et al., 2015; Montanini et al., 2017; Cerna et al., 2019; Carvalho et al., 2020) ya da yetişkinlik öncesi farklı yaşam süreçleri (Carvalho et al., 2015; Yan et al., 2017; Coelho et al., 2019) ile temsil edilen ontogenetik safhalara göre belirli ölçülerde varyasyon gösterdiği bildirilmiştir. Vignon (2012), Fransız Polinezya'sında estuarin bölgede bulunan juvenil balıklardan kanal ya da dış resifte yaşayan ergin balıklara doğru habitat kullanımında meydana gelen ontogenetik kaymanın otolit şekline yansıdığını rapor etmiştir. Ayrıca araştırmacı ontogeni ve çevresel faktörlerin otolit morfolojisi üzerinde sinerjistik bir etkiye sahip olduğunu vurgulamıştır. Benzer şekilde pelajikte yaşayan juvenil bireyler ile epibentikte yaşayan ergin bireyler arasında görülen ontogenetik beslenme değişiminin otolitlerde morfolojik varyasyonlara neden olduğu rapor edilmiştir (Curcio et al., 2014). Morat et al., (2012), Akdeniz havzasındaki *Mullus* populasyonlarının ontogenetik ayrımlarında farklı boy grubunda yer alan bireylerin beslenme alışkanlıklarının etkisini araştırmışlardır. Çalışmada kullanılan boy grupları, ilgili türlerin diyetlerinde meydana gelen ana kaymaların gözlendiği boy sınırlarına göre belirlenmiştir. Araştırmacılar neticede ontogenetik beslenme farklılıklarının otolit morfolojisinde gözlendiğini bildirmişlerdir.

Otolit morfolojisi hem boyutu hem de şekli tanımlayan bir kavramdır (Yu et al., 2014). Otolit boyutları ile ilgili ölçümler "morfometri" terimi kapsamında ele alınırken, otolitin dış hat yapısının tanımlanması "şekil analizi" başlığı altında değerlendirilmektedir. Morfometri ve şekil analizi, otolit morfolojisi çalışmalarının iki önemli ögesini oluşturmaktadır (Song et al., 2019). Morfometri çalışmaları otolitin uzunluğu, genişliği, yüksekliği, çevresi ve alanına dair ölçümlere ya da bu ölçümlerden türetilen bazı eko-morfolojik indislere veya şekil indekslerine dayanmaktadır (Tuset et al., 2003b; Volpedo et al., 2008; Jaramillo et al., 2014; Bostancı vd, 2015; Bostancı ve Yedier, 2018; Deepa et al., 2019; Doustdar et al., 2019). Şekil analizinde ise Fourier dönüşümü (Farias et al., 2009; Neves et al., 2011; Paul et al., 2013; Karahan et al., 2014; Vieira et al., 2014; Ider et al., 2017; Barhoumi et al., 2018; Khemiri et al., 2018), dalgacık dönüşümü (Sadighzadeh et al., 2014; Lin

and Al-Abdulkader, 2019; Wiff et al., 2020) ya da işaretleme (Monteiro et al., 2005; Vignon and Morat, 2010; Vignon, 2012; Vignon, 2015; Granados-Amores et al., 2020) gibi bazı teknikler kullanılarak otolitin şekli ortaya çıkarılmaktadır. Morfometrik ölçümler, otolit gelişimi hakkında bilgi sunarak gruplar arasında anlamlı farklılıkları gösterirken, şekil analizi otolitin şekli konusunda daha fazla bilginin elde edilmesini temin eder (Song et al., 2019). Bu iki yöntemin birlikte kullanılması, hem otolit morfolojisinin daha doğru tanımlanmasını sağlar hem de genellikle tek başlarına verdikleri sonuçlara göre daha iyi ve güvenilir sonuçların elde edilmesine imkân sunar (Merigot et al., 2007; Agüera and Brophy, 2011; Yu et al., 2014; Avigliano et al., 2018; Adelir-Alves et al., 2018; Moreira et al., 2019; Song et al., 2019).

Görüntü işleme yazılımındaki son gelişmeler, otolit şekil analizinde etkili bir yöntemin ortaya çıkmasıyla sonuçlanmıştır. Fourier analizleri, kapalı bir şeklin matematiksel ifadesinin karmaşık problemini çözmek için sıklıkla uygulanır. Bu da otolit şekil ana hatlarını doğru bir şekilde karşılaştırmayı mümkün kılar (Yu et al., 2014). Fourier analizleri arasında, eliptik Fourier analizi çoğunlukla otolitlerin ana hat karakterlerini sayısal olarak tanımlamak için kullanılır (Kuhl and Giardina, 1982). Bu yöntemde, düşük mertebeden harmonikler şekil ana hattının genel biçimini açıklarken, yüksek mertebeden harmonikler şekil ana hattının daha ince ayrıntılarını açıklar. Bu yaklaşım, daha karmaşık şekilleri tam olarak tanımlayabildiğinden şekil analizi için geleneksel hızlı Fourier dönüşümüne göre daha güçlüdür (Lord et al., 2012). Eliptik Fourier analizi, otolit şeklinin tanımlanmasında hızlı, objektif ve yarı otomatik bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Moreira et al., 2019).

Tatlısu Levreği (*Perca fluviatilis*) esasen akarsu ve göllerde yaşayan bir tatlısu balığıdır. Ancak acı sulara da girmektedir (Slastenenko, 1956). Hemen hemen tüm Avrupa'da yaygın olan bu tür, Türkiye'de Trakya, Ege ve Karadeniz bölgelerinin iç su kütlelerinde bulunur (Geldiay ve Balık, 2009). Hem ticari hem de sportif balıkçılık için önem arz eden *P. fluviatilis*, doğal dağılım alanlarının ötesine geçerek Avustralya, Yeni Zelanda ve Güney Afrika sularına başarıyla adapte olmuştur (Thorpe, 1977; Craig, 2000). Dişiler erkeklerden daha büyüktür ve 21 yıl kadar yaşayabilir (Jellyman, 1980; Kottelat and Freyhoff, 2007). Bununla birlikte, büyümesi su kütlelerine bağlı olarak büyük ölçüde değişiklik gösterir (Ceccuzzi et al., 2011). *P. fluviatilis* zooplankton, bentik omurgasızlar ve balıklardan oluşan bir

besin yelpazesine sahiptir ve gelişimi sırasında genellikle birkaç ontogenetik diyet kayması geçirir (Persson et al., 1991, Yazıcıoğlu vd, 2016). Tatlısu Levreği'nin üreme dönemi, su sıcaklığının yaklaşık 6 °C'ye ulaştığı enlem ve yüksekliğe bağlı olarak Şubat'tan Temmuz'a kadar değişir (Thorpe, 1977; Kottelat and Freyhoff, 2007).

Tatlısu Levreği'nin sagittal otolit morfolojisi üzerine az sayıda çalışma yapılmıştır. Mevcut çalışmalar ise türün otolit morfometrisine dayanmaktadır (Yılmaz vd, 2014; Sapota and Dabrowska, 2019; Şimşek vd, 2019). *P. fluviatilis*'de otolit şeklinin analiz edildiği herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada hem geleneksel morfometri (şekil indeksleri) hem de şekil analizi (eliptik Fourier katsayıları) yöntemleri birlikte kullanılarak, Ladik Gölü'nde yaşayan Tatlısu Levreği'nin sagittal otolit morfolojisindeki ontogenetik değişimler incelenmiş ve mevcut varyasyonların nedenleri irdelenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu bölümde, tez konusunun şekillenmesinde rol oynayan ve otolit morfolojisindeki ontogenetik değişimleri irdeleyen çalışmalardan bazıları kronolojik sıra takip edilerek sunulmuştur. Ayrıca çalışma materyalini teşkil eden *P. fluviatilis*'in sagittal otolit morfolojisi ve geçirmiş olduğu ontogenetik diyet kaymaları ile ilgili çalışmalara da yer verilmiştir.

Monterio et al., (2005), simpatrik beş scianeid türün sagittal otolitlerinde ontogenetik allometriyi ve türler arası şekil farklılıklarını incelemiştir. Allometrik şekil farklılıklarının juvenil ve ergin bireyler tarafından deneyimlenen çevresel faktörlerle ilgili olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Türler arası şekil değişimlerinin tür içi şekil varyasyonlarından daha geniş olduğunu gözlemlemiştir.

Hüssy (2008), laboratuvar şartlarında *Gadus morhua* türünün larva ve juvenil bireylerinde otolitlerin şekilsel gelişimini takip etmiştir. Ayrıca araştırmacı otolit şekli üzerine ontogenetik ve çevresel faktörlerin etkilerini incelemiştir. Neticede ontogenetiğin otolit büyümesi ve kenar yapısının belirlenmesinde, çevresel faktörlerin ise otolit ölçümleri ve lob sayısı üzerinde etkili olduğunu ifade etmiştir.

Jawad et al. (2008), Umman'da *Saurida tumbil* türünün otolit morfolojisini farklı boy gruplarını dikkate alarak çalışmışlardır. Türün otolit morfolojisinin ontogeniye bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir.

Capoccioni et al. (2011), Avrupa Tatlısu Yılan Balığı (*Anguilla anguilla*)'nın Akdeniz'deki yerel stoklarında otolit şekil değişikliği üzerine ontogeni ve çevresel faktörlerin etkilerini araştırmışlardır.

Gonzalez Naya et al. (2012), Güney Amerika'daki *Australoheros facetus* türünde balık büyüklüğüne bağlı olarak sagittal otolitlerde meydana gelen değişimleri incelemiştir.

Günther et al. (2012), Baltık Denizi'nde yaşayan *Sprattus sprattus* türüne ait bireylerin hayatların erken döneminde balık uzunluğu-otolit büyüklüğü ilişkisindeki ontogenetik değişimleri kullanarak yeni bir geri hesaplama yöntemi geliştirmişlerdir.

Morat et al. (2012), Akdeniz Havzası, Kuzey Batı Akdeniz, Ege Denizi ve Karadeniz'deki üç farklı Mullidae türünün otolit şekil analizlerine bağlı olarak çoklu alansal ve ontogenetik ayrımlarını tespit etmişlerdir.

Vignon (2012), Fransız Polinezya'sında *Lutjanus kasmira* türüne ait bireylerin otolit şekilleri üzerine yerel çevresel şartların ve ontogeninin birleşik etkisini araştırmıştır. Araştırmacı hem ontogeni hem de çevresel şartların etkileşimi ile otolit şeklinin değiştiğini bildirmiştir.

Curcio et al. (2014), Antarktika'daki *Lepidonotothen larseni* bireylerinin beslenme ekolojisi ve otolit morfolojisini çalışarak, otolitın ontogenetik gelişimi ile beslenme ekolojisi arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır.

Yılmaz vd (2014), Ladik Gölü'nde yaşayan *Perca fluviatilis*'in sagittal otolit ölçümleri ile vücut uzunluğu arasındaki ilişkileri incelemiştir. Araştırmacılar otolit ölçümlerinin sağ ve sol bölge arasında farklılık göstermediğini, buna karşılık eşeyler arasında önemli varyasyonlar sergilediğini tespit etmişlerdir. Netice otolit büyümesinin balık büyümesini yansıttığı sonucuna ulaşmışlardır.

Carvalho et al. (2015), Brazilya'daki Paranaguá Haliç'i'nde yaşayan *Anchoa tricolor* türüne ait bireylerin sagittal otolitlerinin ontogenetik gelişimlerini incelemiştir.

Carvalho et al. (2015), Portekiz'in kuzeyinde yaşayan *Lipophrys pholis* (Blenniidae) türüne ait bireylerin embriyonik, larval ve yerleşik dönemlerinde sagittal otolitlerinin ontogenetik gelişimlerini çalışmışlardır.

Mille et al. (2015), bazı deniz balıklarında sagittal otolitlerin şekli ve boyutu üzerine ontogenetik değişimlerin, cinsiyet farklılığının ve otolitın baş üzerindeki yerinin (sağ-sol bölge) etkilerini araştırmışlardır.

Montanini et al. (2015), Kuzey Adriyatik Denizi'nde iki Kırlangıç Balığı türünün sagittal otolitlerinin sulkus akustikuslarındaki tür içi ve türler arası farklılıkları araştırmışlardır. Araştırmacılar ontogenetik ve türler arası farklılıkların balıkların yaşamı boyunca değişen beslenme özellikleri, derinlik dağılımları ve eşeysel olgunluğa erişme dönemleri gibi fizyolojik etkenlere bağlı olabileceğini ifade etmişlerdir.

Xiong et al. (2015), Çin'deki Sarı Deniz'in güneyinde yaşayan *Larimichthys polyactis* türünün juvenil ve yetişkinlerinde sagittal otolitlerin morfolojik gelişimlerini etkileyen faktörleri araştırmışlardır. Otolit şeklindeki ontogenetik farklılıkların metamorfik gelişmeye, beslenme habitatına ve su tuzluluğuna bağlı olabileceğini ifade etmişlerdir.

Long ve Snow (2016), Timsah Balığı (*Atractosteus spatula*)’nda otolitlerin ontogenetik gelişimlerini incelemişlerdir.

Yazıcıoğlu vd (2016), Ladik Gölü’ndeki Tatlısu Levreği bireylerinin beslenme alışkanlıkları ve besin seçimini üzerine çalışmışlardır. Araştırmacılar Tatlısu Levreği’nin besin kompozisyonu ve beslenme alışkanlığının mevsimsel ve ontogenetik olarak değişiklik gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Callico Fortunato et al. (2017), Arjantin’de Mugilidae familyasına ait üç türde balık büyümesine bağlı olarak sagittal otolitlerdeki morfolojik ve morfometrik değişimleri incelemişlerdir.

Montanini et al. (2017), Akdeniz’deki *Chelidonichthys cuculus* ve *Chelidonichthys lucerna* türlerinin otolit morfolojisi ve şekil analizlerinde ontogenetik değişimleri araştırmışlardır. Aynı tür içinde genç ve ergin bireylerin otolit morfolojisi ve şekil analizleri kullanarak birbirinden açık bir şekilde ayrılabilirliğini belirtmişlerdir.

Yan et al. (2017), Çin’de yapay olarak yetiştirilen *Schizothorax davidi* türünde larva ve genç bireylerin otolitlerinin ontogenetik ve büyüme birikim özelliklerini araştırmışlardır.

Jawad (2018), Solomon adalarından altı Scaridae türünde otolit morfolojisini karşılaştırmalı olarak analiz etmiştir. Araştırmacı otolit morfolojisinde ontogenetik farklılıkların olduğunu belirtmiştir.

Jawad et al. (2018), Akdeniz’deki mezopelajik türlerden olan *Ceratoscopelus maderensis* (Myctophidae), *Vinciguerria attenuata* ve *V. poweriae* (Phosichthyidae) bireylerinin otolitlerinin morfolojisini ve ontogenetik değişimlerini incelemişlerdir.

Biole et al. (2019), Atlantik Okyanusu’nun güney batı kıyısındaki *Odontestes argentinensis* türünün otolitlerindeki ontogenetik farklılıkları belirlemek için hem geleneksel hem de geometrik morfometriyi uygulamışlardır. Araştırmacılar üç ontogenetik grubun otolit morfolojisi bakımından önemli farklılıklar gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Mevcut farklılıkları balığın gelişimi boyunca habitatındaki değişime, eşeysel olgunlaşma durumuna ve diyetindeki kaymalara atfetmişlerdir.

Bounket et al. (2019), laboratuvar şartlarında yetiştirilen *Squalius cephalus*’un larva ve genç bireylerinde otolitlerin ontogenetik şekil değişimini takip etmişlerdir.

Cerna et al. (2019), Güney Pasifik'deki *Engraulis ringens* türünün demografik birimlerinin belirlenmesinde otolit şeklindeki ontogenetik ve tür içi farklılıkların etkisini incelemişlerdir.

Sapota ve Dabrowska (2019), *Perca fluviatilis*'in de bulunduğu 17 balık türünün ergin bireylerinde sagittal otolitlerin değişik şekillerini karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar ayrıca otolitlerin uzunluk, genişlik ve uzunluk/genişlik oranlarının balık boyu ile olan ilişkilerini incelemişlerdir. *Perca fluviatilis* türünde otolit uzunluğunun otolit genişliğine göre daha yavaş bir oranda artış gösterdiğini ve balık büyümesi sırasında otolit şeklinin değişmediğini gözlemlemişlerdir.

Şimşek vd (2019), Yedikır Baraj Gölü'nde yaşayan *Perca fluviatilis* türünde sagittal otolitin uzunluğu, yüksekliği ve ağırlığı ile balık total boyu arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Otolit değişkenlerinin dişi ve erkek bireyler arasındaki farklılık gösterdiğini tespit etmişlerdir. Buna karşılık söz konusu ölçümlerin sağ ve sol bölge arasında farklılık sergilemediğini bildirmişlerdir. Sonuç olarak balık büyümesi ile otolit gelişimi arasında kuvvetli bir ilişkinin varlığına dikkat çekmişlerdir.

Vahed et al. (2019), endemik bir tür olan *Aphanius vladkovi* bireylerinde otolitlerin ontogenetik gelişimlerini çalışmışlardır. Araştırmacılar otolit gelişimi yönünden larva ve erken gençlik dönemleri arasında belirgin bir ontogenetik farklılığın olduğunu belirlemişlerdir.

Teimori et al. (2020), *Aphanius hormuzensis* türünün otolitlerinde ontogenetik varyasyonları, eşeyssel ve sağ-sol farklılıklarını araştırmışlardır. Çalışma sonuçları, bu türün otolit morfolojisinde açık bir şekilde ontogenetik varyasyon olduğunu, yetişkin balıklarda otolitlerin eşeyssel farklılık gösterdiğini ve dişilerde sağ ve sol bölge otolitlerinin dimorfizm sergilediğini ortaya koymuştur.

Motamedi et al. (2021), Güney İran'da aşırı tuzlu bir habitatta yaşayan *Aphanius furcatus* türünün sakkular otolitinde meydana gelen değişimleri ontogenetik açıdan, dişi-erkek ve sağ-sol bölge dimorfizmine bağlı olarak incelemişlerdir. Araştırmacılar otolitin büyümeye bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini, gençlerde otolitlerin eşeyssel olarak önemli farklılık sergilediğini ancak yetişkin dönemlerde bu farklılığın azaldığını tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Çalışma Alanı

Türkiye'nin Orta Karadeniz Bölgesi'ndeki Samsun ilinin Ladik ilçe sınırları içerisinde yer alan Ladik Gölü (40°50' N-41°00' N, 35°40' E-36°05' E), ilin önemli sulak alanlarından biridir (Anonim, 2017). Ladik Gölü, 2015 yılı Nisan ayı itibariyle ulusal öneme haiz sulak alan olarak tescillenmiştir (Anonim, 2019). Oluşum açısından tektonik karaktere sahip olan göl, barındırdığı canlılar ve yüzen adacıklar ile son derece ilgi çekici doğal bir sit alanı olarak kabul edilmektedir (Bulut, 2012).

Göl, ilçeye yaklaşık 10 km uzaklıkta olup Akdağ'ın kuzeyinde bulunmaktadır (Şekil 3.1). Akdağ'ın yamaçlarından gelen çeşitli dere sularıyla beslenen göl, Tersakan eresi ile su kaybetmektedir. Ladik Gölü'nün uzunluğu 5 km, genişliği 2 km, derinliği 2,5-6 m ve deniz seviyesinden yüksekliği 867 m'dir (Anonim, 2007). Yüzey suyu sıcaklığı 3.8-25.2 °C arasında değişen göl, ötrofik ve sığ olarak sınıflandırılmaktadır (Apaydın Yağcı vd, 2015). Ladik Gölü'nün balık faunasını *Abramis brama*, *Barbatula kosswigi*, *Blicca bjoerkna*, *Capoeta tinca*, *Chondrostoma angorense*, *Esox lucius*, *Perca fluviatilis*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Squalius cephalus* ve *Carassius gibelio* olmak üzere 10 balık türü oluşturmaktadır (Uğurlu vd, 2009; Yılmaz vd, 2012).

Devlet Su İşleri tarafından yürütülen çalışmalar neticesinde 1951 yılında Mazlumoğlu ve Kıranboğaz köyleri arasındaki Tersakan deresinin başlangıç noktasına bir regülatör yapılarak göl suyunun düzenli olarak akması temin edilmiştir. Sonrasında 1986 yılında mevcut regülatör yenilenerek ıslah çalışmalarına sürdürülmüş ve göl sulama amaçlı bir baraj gölü haline dönüşmüştür (Anonim, 2007). Gölde biriktirilen kış suları, Tersakan deresi vasıtasıyla Amasya-Suluova sulamalarında kullanılmaktadır (Anonim, 2017).



Şekil 3.1. Ladik Gölü'nün genel görünümü

3.2. Çalışma Materyali

Percidae familyasının bir üyesi olan Tatlısu Levreği (*Perca fluviatilis* L., 1758)'nin vücudu oval şekilli olup yanlardan yassılaştırmış ve kuyruk sapı oldukça incelmıştır (Şekil 3.2). Gözler iri ve başın üst bölgesine yakındır. Ağız büyük, protraktıl yapıda ve terminal konumludur. Dudaklar iyi gelişmiştir. Ağızda iyi gelişmiş maksil, palatine ve vomer dişleri bulunur. Sırtın anterior bölgesi kavislidir. Preoperkulum üzerinde çok sayıda tırtıklar mevcuttur. Operkulumun posterior ucunda, geriye doğru uzanan kuvvetli ve diken şeklinde bir çıkıntı bulunur. Vücut, yanaklar ve operküllerin üst tarafı ktenoit pullarla kaplıdır. Pullar küçük olup deriye iyice gömülmüştür ve bol miktarda siyah-kahve renkli noktalar halinde pigment taşırlar. Yan çizgi dorsale doğru kavis yapmıştır ve kuyruk yüzgecinin başlangıcına kadar uzanmaz. Sırt bölgesinde birbirinden tamamen ayrılmış ve aralarında küçük bir boşluk bulunan iki dorsal yüzgeç bulunur. Birinci dorsal yüzgecin arka kenarı üzerinde siyah renkli bir benek yer alır. Ventral ve anal yüzgecin basit ışınları diken şeklini almıştır. Kuyruk yüzgeci hafif girintili ve lopların serbest kenarı yuvarlaktır. Vücudun dorsal bölgesi yeşil, sarı ve kahve renklidir. Vücudun yan tarafında sarı-kahverengi zemin üzerinde, 8–10 adet kalın, dikey ve koyu yeşil renkli bantlar

bulunur. Kaudal, ventral, anal yüzgeçler genellikle portakal turuncusu, pektoral ve dorsal yüzgeçler ise yeşilimsi-açık sarı rengindedir (Uğurlu, 2006)



Şekil 3.2. Tatarsu Levreği (*Perca fluviatilis* L., 1758)'nin genel görünümü

3.3. Örnekleme ve Laboratuvar Süreçleri

Örnekleme Nisan 2019-Kasım 2019 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Örneklerin büyük bir kısmı ticari balıkçılardan temin edilmiştir. Bir kısmı ise serpmeye ve olta ile yakalanmıştır. Örnekleme detayları Tablo 3.1’de sunulmuştur.

Tablo 3.1. *P. fluviatilis* örneklerinin aylara ve eşeylere göre dağılımı

Örnekleme Tarihi	Dişi	Erkek	Toplam
Nisan 2019	61	33	94
Mayıs 2019	39	6	45
Haziran 2019	54	18	72
Ağustos 2019	53	15	68
Eylül 2019	377	28	405
Ekim 2019	22	2	24
Kasım 2019	108	1	109
Genel Toplam	714	103	817

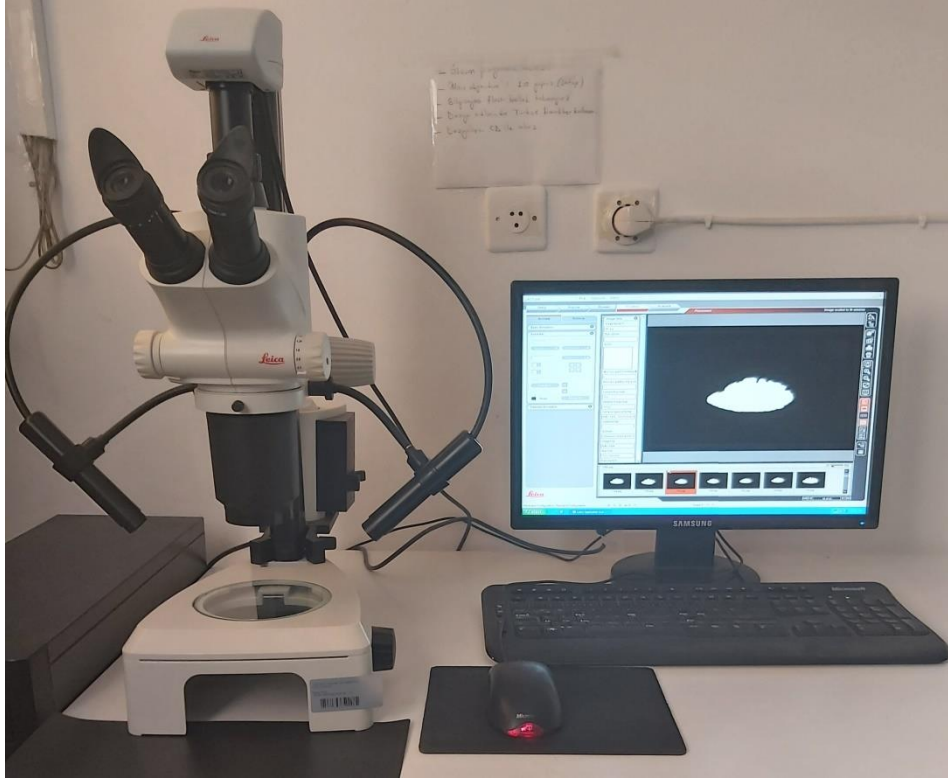
Elde edilen *P. fluviatilis* bireyleri Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Araştırma Laboratuvarı’na getirilerek balık biyometrisi ve diseksiyonu için hazırlanmıştır. Bu amaçla balıklar yıkanmış ve kurulanmıştır. Sonrasında her bir örneğin total boyu (TB, ± 0.1 cm) ve ağırlığı (W, ± 0.01 g) ölçülerek standart formlara kaydedilmiştir. Ölçüm işlemlerinin akabinde balıkların karın bölgesi keskin bir makas ile kesilerek açılmış ve gonadların makroskobik incelenmesiyle eşey tayini yapılmıştır. Eşey bilgisi de standart formlara işlenmiştir. Eşey tayininden sonra balıkların baş bölgesi kesilerek ayrılmış ve solungaçlardan arındırılmıştır. Böylelikle açığa çıkan sakkulus içerisindeki sagittal

otolitler (sagittae) sağ ve sol olmak üzere çiftler halinde çıkarılmış ve saf su içerisine yerleştirilmiştir. Saf suda bir süre bekleyen otolitler pens ve yumuşak bir fırça vasıtasıyla temizlenmiş ve sonrasında 103 °C'lik etüvde 15 dakika bekletilerek kurutulmuştur. Önceden hazırlanan ve üzerinde örnek numarası yazılı ependorf tüplerine çiftler halinde konulan otolitler sonraki işlemler için saklanmıştır.

3.4. Ontogenetik Grupların Oluşturulması ve Otolitlerin Fotograflanması

Örnekleme neticesinde 714'ü dişi ve 103'ü erkek olmak üzere toplam 817 balık elde edilmiştir. Örneklerin total boyları 7.5-27.5 cm arasında değişim göstermiştir. Örneklemedeki erkek bireylerin azlığı nedeniyle ontogenetik gruplardaki örnek sayısının belirlenmesinde erkek bireylerin sayısı dikkate alınmıştır. Beslenmeye bağlı ontogenetik grupların oluşturulması Yazıcıoğlu vd (2016)'ne göre yapılmış ve 3 adet ontogenetik grup tanımlanmıştır. Total boyu 14 cm'den küçük bireyler için "**Grup1**", 14-20.9 cm arasında olan bireyler için "**Grup2**", 21 cm ve üzerinde olan bireyler için "**Grup3**" kodlaması yapılmıştır. Grup1'e girebilecek 156 balıktan (107 dişi, 49 erkek) 30 dişi ve 30 erkek birey, Grup2'ye girebilecek 382 balıktan (350 dişi, 32 erkek) 30 dişi ve 30 erkek birey, Grup3'e girebilecek 279 balıktan (257 dişi, 22 erkek) 30 dişi ve 22 erkek birey, her bir grubun boy dağılımını yansıtacak şekilde seçilmiştir. Sonuç olarak, Grup1 (N=60), Grup2 (N=60) ve Grup3 (N=52)'ün birbirine eşit veya yakın sayıda örnekle temsil edilmesi sağlanmıştır. Toplamda 3 grup için 172 örnek seçilerek fotograflama aşamasına geçilmiştir.

Ladik Gölü'ndeki *P. fluviatilis* türünün sagittal otolit biyometrisi ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda, otolit morfometrik ölçümlerinin sağ ve sol bölge arasında farklılık göstermediği rapor edilmiştir (Yılmaz vd, 2014; Şimşek vd, 2019). Bu nedenle fotograflama işlemi için sağ otolitler tercih edilmiştir. Sağ otolitler, proksimal yüzeyleri üste gelecek şekilde (sulkus akustikus olan taraf) yerleştirilerek Leica S8APO marka binoküler mikroskoba bağlı DFC295 dijital kamera (Şekil 3.3) yardımıyla fotograflanmıştır. Otolit ile zemin arasında yüksek kontrast elde etmek ve otolit dış hatlarını belirginleştirmek amacıyla fotoğraflar üstten aydınlatma yapılarak maksimum ışık seviyesinde çekilmiştir (Khemiri et al., 2018). Böylelikle siyah zeminde beyaz otolit silüetleri elde edilmiştir. Her bir otolit fotoğrafı ait olduğu balığın örnek numarası ile kaydedilmiştir.



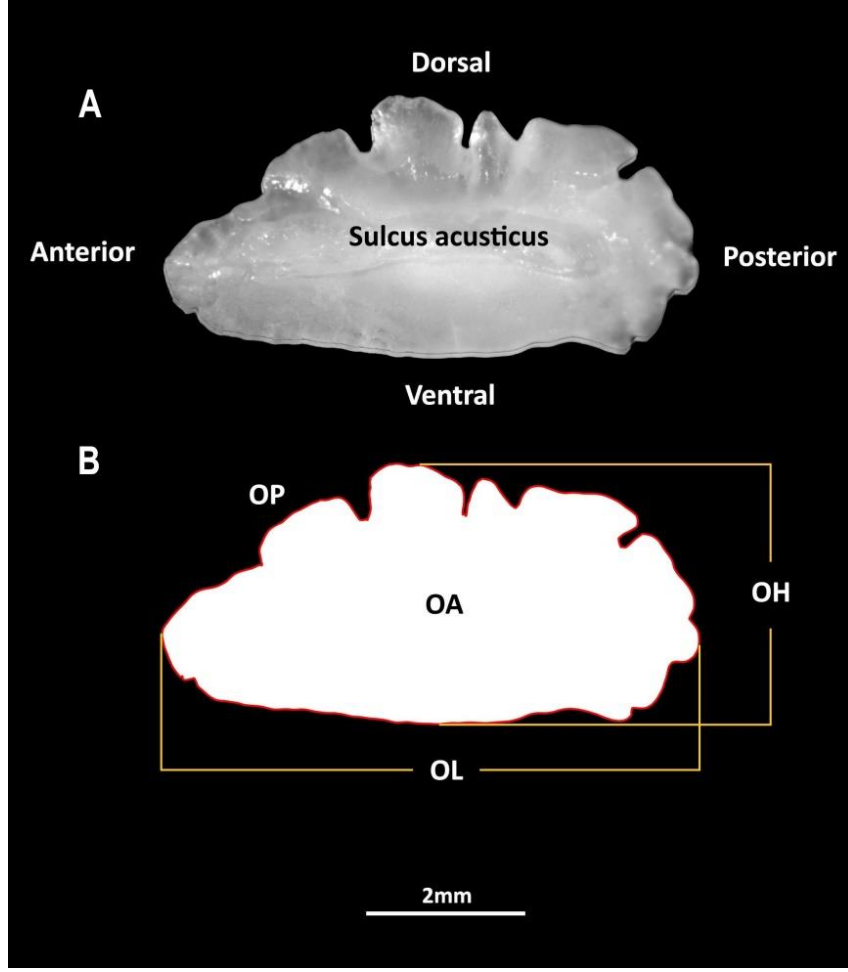
Şekil 3.3. Leica S8APO mikroskop ve DFC295 dijital kamera sistemi

3.5. Otolit Morfolojisinin Tanımlanması

P. fluviatilis'in sagittal otolit morfolojisinin tanımlanmasında geleneksel morfometri ve şekil analizi yöntemleri birlikte kullanılmıştır.

3.5.1. Morfometrik Analiz

Geleneksel morfometri çalışması için çekilen otolit fotoğrafları analiz edilmiştir. Morfometrik değişkenler olarak otolit uzunluğu (OL, mm), otolit yüksekliği (OH, mm), otolit çevresi (OP, mm) ve otolit alanı (OA, mm²) Leica Application Suit Ver.3.1 Görüntü Analiz Programı ile ölçülmüştür (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. *P. fluviatilis*'in sağ otolithinin proksimal görünümü (A) ve morfometrik ölçümler (B)

Dört otolit morfometrik değişken kullanılarak 6 şekil indeksi (Tablo 3.2) hesaplanmıştır (Russ, 1990).

Tablo 3.2. *P. fluviatilis*'in otolithleri için hesaplanan şekil indeksleri

İndeks	Formül	Açıklama
Şekil Faktörü (ŞF)	$(4\pi OA)/OP^2$	Otolit yüzey alanının düzensizliğini belirler. Kusursuz bir daire için 1 değerini alır.
Boy-Yükseklik Oranı (BYO)	OL/OH	Otolit uzamasının derecesini ifade eder.
Dairesellik (DAİ)	OP^2/OA	Otolit şeklini kusursuz bir daire ile kıyaslar.
Yuvarlaklık (YUV)	$(4OA)/(\pi OL^2)$	Otolit şeklini kusursuz bir daire ile kıyaslar.
Dikdörtgensellik (DİK)	$OA/(OL \times OH)$	Otolit alanı ile ilgili olarak uzunluk ve yükseklikteki değişimi tanımlar. Kusursuz bir kare durumunda indeks 1 değerini alır.
Ovallık (OVA)	$(OL-OH)/(OL+OH)$	Eksenlerdeki değişimin orantılı olup olmadığı hakkında bilgi verir.

3.5.2. Şekil Analizi

Her bir otolitin şekli eliptik Fourier analizi ile değerlendirilmiştir (Kuhl and Giardina, 1982; Lestrel, 1997). Bu teknik, harmonikler adı verilen çeşitli bileşenler temelinde şeklin ana hatlarını açıklar. Her harmonik, ana hattın her bir noktasının (x) ve (y) eksenleri üzerine yansıtılmasından kaynaklanan dört katsayı (a, b, c, d) ile temsil edilir. Harmonik sayısı arttıkça ana hat tanımlamasının doğruluğu da artar (Kuhl and Giardina, 1982). Eliptik Fourier (EF) katsayıları, SHAPE 1.3 yazılımı (Iwata and Ukai, 2002) ile hesaplanmıştır. Maksimum 20 harmonik için toplamda 80 EF katsayısı elde edilmiştir. EF katsayıları, ilgili yazılım aracılığıyla ilk harmoniğe göre normalleştirilerek otolit boyutu, yönü ve ana hat başlangıç noktasındaki farklılıklara karşı değişmez hale getirilmiştir. Ayrıca otolit ana hattını en iyi şekilde yeniden yapılandırılmasını sağlayacak yeterli ve gerekli harmonik sayısını belirlemek amacıyla Fourier Gücü (FG) spektrumu hesaplanmıştır (Crampton, 1995). Bir harmoniğin FG'si onun genliği ile orantılıdır ve bu harmonik tarafından açıklanan "şekil bilgisi" miktarının bir ölçüsünü sağlar. FG, aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

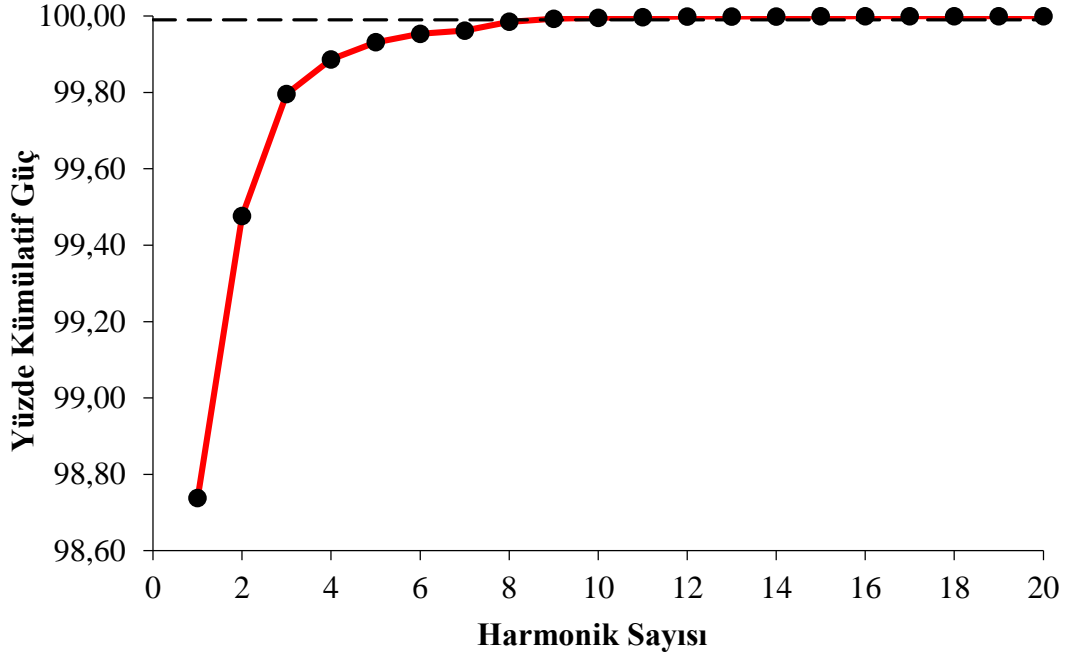
$$FG_n = \frac{a^2_n + b^2_n + c^2_n + d^2_n}{2} \quad (3.1)$$

Formülde a_n , b_n , c_n ve d_n n. harmonik için Fourier katsayılarıdır. Sonrasında yüzde FG ve yüzde kümülatif FG (%KFG) hesaplanmıştır. İlgili formüller aşağıda gösterilmiştir.

$$\%FG_n = \frac{100 \times FG_n}{\sum_1^n FG_n} \quad (3.2)$$

$$\%KFG_n = \sum_1^n \%FG_n \quad (3.3)$$

Analiz edilen 20 harmonikten ilk 9'u kümülatif FG'nin %99.99'lük oranını temsil ettiğinden (Şekil 3.5), sonraki analizlerde 36 EF katsayısı kullanılmıştır. Fakat ilk üç katsayı (a_1 , b_1 , c_1) normalizasyon işlemi de deformasyona uğradığından dikkate alınmamıştır. Bu nedenle her bir otolit için şekil tanımlayıcıların toplam sayısı 33 ($4 \times 9 - 3$) olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3.5. *P. fluviatilis*'in ontogenetik beslenme gruplarına göre otolit şeklinin tanımlanmasında analiz edilen harmoniklerin yüzde kümülatif gücü. Kesikli çizgiler kümülatif gücün %99,99 oranına ulaştığındaki harmonik sayısını göstermektedir.

3.6. Veri Analizleri

Ontogenetik gruplar için elde edilen 6 Şekil İndeksi (Şİ) ve 33 EF katsayısı aynı analitik süreçlere tabi tutulmuştur. Veri analizlerinde SPSS 21.0, Minitab 17.0, PAST 3.0 (Hammer et al., 2001) ve Microsoft Excel paket programları kullanılmıştır.

3.6.1. Eşey Etkisinin Kontrolü

Her bir grupta eşeylerin (dişi-erkek) otolit değişkenleri üzerine etkisi, kovaryans analizi (ANCOVA) kullanılarak test edilmiştir (Song et al., 2019). ANCOVA testinde ana faktör olarak eşey ve kovaryet olarak balık boyu (TB) esas alınmıştır. ANCOVA yapılmadan önce değişkenlere normalite (Shapiro-Wilk testi) ve varyans eşitliği (Levene's testi) testleri uygulanmıştır. Parametrelerin büyük bir kısmında hem normalite hem de varyans eşitliği sağlanmıştır. Bazı parametrelerde ise ya normalite ya da varyans eşitliği elde edilmiştir. Her iki testi aynı anda ihlal eden değişken tespit edilmemiştir. Bu nedenle tüm değişkenler dikkate alınarak ANCOVA gerçekleştirilmiştir. ANCOVA neticesinde “eşey*TB” etkileşiminin önemli çıktığı değişkenlerde dişi ve erkek bireyler birleştirilemeyeceğinden dolayı ilgili değişken sonraki analizlerde yer almamıştır. Diğer değişkenler için eşeyler birlikte değerlendirilmiştir.

3.6.2. Balık Boyu Etkisinin Kontrolü

Ontogenetik gruplar arasında sağlıklı bir karşılaştırma yapabilmek için otolit morfolojik değişkenleri üzerine balık boyunun etkisi mutlaka kontrol edilmelidir. Bu amaçla ANCOVA testi uygulanmıştır (Song et al., 2019). ANCOVA testinde ana faktör olarak grup ve kovaryet olarak TB kullanılmıştır. ANCOVA testinden önce normaliteye (Kolmogorov-Smirnov testi) ve varyans eşitliğine (Levene's testi) bakılmıştır. ANCOVA testi sonucunda “grup*TB” etkileşiminin önemli olduğu durumlarda ilgili değişken doğru bir şekilde standartlaştırılmayacağı için sonraki analizlerden çıkarılmıştır. Önemli etkileşim göstermeyen Şİ parametreleri allometrik büyüme modeli ile standart hale getirilmiştir.

Otolit Şİ değişkenlerinin standart hale getirilmesinde aşağıdaki denklem kullanılmıştır (Elliott et al., 1995; Leonart et al., 2000).

$$M_s = M_o \left(\frac{\bar{x}}{x} \right)^b \quad (3.4)$$

Denklemdaki M_s standardize edilmiş otolit Şİ değişkenini, M_o orijinal otolit Şİ değişkenini, \bar{x} tüm bireylerin ortalama total boyunu (16.847 cm), x her bir örneğin total boyunu, b orijinal otolit Şİ değişkeni ile balık total boyu arasındaki ilişkinin b parametresini ifade etmektedir. Standartlaştırılan Şİ parametreleri ontogenetik gruplar arasında karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar yapılmadan önce her bir Şİ değişkeni normalite (Kolmogorov-Smirnov testi) ve varyans eşitliği (Levene's testi) testlerine tabi tutulmuştur. Her bir değişken çoklu karşılaştırma testlerinden uygun olanı seçilerek tek yönlü ANOVA ile gruplar arasında kıyaslanmıştır. Diğer yandan EF katsayıları SHAPE programında standardize edilmiş olarak üretildiğinden (Agüera and Brophy, 2011), “grup*TB” etkileşiminin önemsiz olduğu EF katsayılarına standardizasyon uygulanmamıştır. EF katsayıları ontogenetik gruplar arasında karşılaştırılmadan önce normallik (Kolmogorov-Smirnov testi) ve varyans eşitliği (Levene's testi) testleri uygulanmıştır. Normal dağılım gösteren EF katsayıları çoklu karşılaştırma testlerinden uygun olanı seçilerek tek yönlü ANOVA ile gruplar arasında analiz edilirken, normal dağılım sergilemeyen EF katsayıları ise çoklu karşılaştırma testlerinden uygun olanı seçilerek Kruskal-Wallis testi ile gruplar arasında kıyaslanmıştır.

3.6.3. Çoklu Doğrusallık Durumunun Kontrolü

Otolit Şİ değişkenleri ve EF katsayıları arasında çoklu doğrusallık durumu tespit edildiğinden, gruplar-arası varyans-kovaryans matrisi kullanılarak Ana Bileşen Analizi (Principal Component Analysis, PCA) yapılmıştır. Bu sayede ontogenetik grupları birbirinden ayırt etmek amacıyla ileride yapılacak olan Kanonik Ayrım Analizi (Canonical Discriminant Analysis, CDA) için yeni bir değişken serisi (ana bileşen skorları, PCS) elde edilmiştir (Song et al., 2019). Yamaç eğimi grafiği (scree plot) ile varyansın büyük bir kısmını açıklayan PC sayısı belirlenmiştir. PCA, Şİ değişkenleri, EF katsayıları ve her ikisinin birlikte ele alınmasıyla toplamda 3 kez tekrarlanmıştır.

3.6.4. Kanonik Ayrım Analizi

PCA ile elde edilen PCS kullanılarak CDA yapılmış ve ontogenetik grupların ayrımının doğruluğu kontrol edilmiştir. Şİ, EF katsayıları ve her ikisinin kombinasyonu olmak üzere 3 CDA gerçekleştirilmiştir. Her bir CDA için grup kovaryans matrisleri farklı olduğundan (Box's M testi, $P < 0.001$) karesel (quadratic) CDA uygulanmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Ontogenetik Gruplarda Boy Kompozisyonu

Tanımlanan 3 ontogenetik grup için seçilen örneklerin TB dağılımları Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. *P. fluviatilis*’in ontogenetik gruplarında boy kompozisyonu

Ontogenetik Grup	Eşey	N	Total Boy (cm)				
			Ort	Sh	Ss	Min	Mak
Grup1	Dişi	30	11.033	0.347	1.900	7.5	13.9
	Erkek	30	10.323	0.298	1.633	8.0	13.9
Grup2	Dişi	30	17.387	0.288	1.579	14.2	20.8
	Erkek	30	17.157	0.322	1.764	14.3	20.8
Grup3	Dişi	30	23.540	0.322	1.763	21.3	27.5
	Erkek	22	23.382	0.349	1.638	21.1	26.5

Her bir ontogenetik grupta dişi ve erkek bireylerin ortalama total boyları arasındaki fark istatistiksel yönden önemli bulunmamıştır (Grup1 ve Grup2 için Bağımsız iki örneklem t testi, $P>0.05$; Grup3 için Mann-Whitney U testi, $P>0.05$).

4.2. Morfometrik Analiz

4.2.1. Otolit Ölçümlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri

P. fluviatilis’in sagittal otolitlerinden alınan 4 farklı ölçümün tanımlayıcı istatistikleri Grup1 için Tablo 4.2’de, Grup2 için Tablo 4.3’de ve Grup3 için Tablo 4.4’de sunulmuştur.

Tablo 4.2. Grup1 için otolit ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri

Eşey	Değişken	N	Ort	Sh	Ss	Min	Mak
Dişi	OL	30	4.173	0.112	0.614	3.006	5.055
	OH	30	2.207	0.055	0.304	1.668	2.760
	OP	30	10.878	0.330	1.807	7.513	13.688
	OA	30	6.386	0.311	1.701	3.360	9.734
Erkek	OL	30	4.081	0.118	0.649	3.011	5.251
	OH	30	2.169	0.057	0.315	1.615	2.775
	OP	30	10.523	0.321	1.756	7.762	13.949
	OA	30	6.134	0.333	1.822	3.392	10.027

Tablo 4.3. Grup2 için otolit ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri

Eşey	Değişken	N	Ort	Sh	Ss	Min	Mak
Dişi	OL	30	6.024	0.087	0.476	5.207	7.155
	OH	30	3.048	0.047	0.261	2.648	3.685
	OP	30	16.471	0.248	1.359	13.899	19.755
	OA	30	12.920	0.373	2.041	9.759	18.165
Erkek	OL	30	6.287	0.115	0.632	5.249	8.034
	OH	30	3.146	0.050	0.277	2.659	3.710
	OP	30	17.433	0.337	1.848	13.755	21.595
	OA	30	13.773	0.462	2.529	9.316	19.187

Tablo 4.4. Grup3 için otolit ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri

Eşey	Değişken	N	Ort	Sh	Ss	Min	Mak
Dişi	OL	30	7.468	0.123	0.672	6.105	8.957
	OH	30	3.775	0.049	0.269	3.435	4.466
	OP	30	21.988	0.475	2.599	18.718	28.884
	OA	30	19.809	0.540	2.959	16.288	27.124
Erkek	OL	22	7.932	0.091	0.430	7.032	8.766
	OH	22	3.975	0.065	0.304	3.398	4.628
	OP	22	23.507	0.438	2.053	20.067	29.051
	OA	22	21.647	0.528	2.477	18.373	27.363

4.2.2. Şekil İndekslerinin Tanımlayıcı İstatistikleri

Tatlısu Levreği'nin ontogenetik grupları için hesaplanan 6 farklı şekil indeksinin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4.5-Tablo 4.7'de gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Grup1 için şekil indeksi değerleri

Şekil İndeksi	Eşey	N	Ort	Sh	Ss	Min	Mak
Şekil Faktörü	Dişi	30	0.673	0.010	0.056	0.533	0.755
	Erkek	30	0.686	0.008	0.044	0.578	0.747
Boy-Yükseklik Oranı	Dişi	30	1.889	0.017	0.094	1.742	2.098
	Erkek	30	1.878	0.013	0.072	1.726	2.004
Dairesellik	Dişi	30	18.799	0.304	1.663	16.644	23.563
	Erkek	30	18.390	0.230	1.258	16.814	21.738
Yuvarlaklık	Dişi	30	1.914	0.049	0.266	1.424	2.453
	Erkek	30	1.875	0.049	0.268	1.428	2.440
Dikdörtgensellik	Dişi	30	0.681	0.003	0.014	0.641	0.716
	Erkek	30	0.679	0.003	0.017	0.645	0.715
Ovallik	Dişi	30	0.307	0.004	0.022	0.271	0.354
	Erkek	30	0.305	0.003	0.018	0.266	0.334

Tablo 4.6. Grup2 için şekil indeksi değerleri

Şekil İndeksi	Eşey	N	Ort	Sh	Ss	Min	Mak
Şekil Faktörü	Dişi	30	0.597	0.008	0.042	0.523	0.693
	Erkek	30	0.569	0.009	0.049	0.468	0.678
Boy-Yükseklik Oranı	Dişi	30	1.978	0.015	0.080	1.796	2.107
	Erkek	30	1.998	0.015	0.081	1.872	2.239
Dairesellik	Dişi	30	21.151	0.271	1.486	18.114	24.003
	Erkek	30	22.251	0.351	1.923	18.533	26.863
Yuvarlaklık	Dişi	30	2.718	0.041	0.224	2.343	3.234
	Erkek	30	2.771	0.046	0.251	2.261	3.341
Dikdörtgensellik	Dişi	30	0.700	0.002	0.012	0.684	0.726
	Erkek	30	0.691	0.004	0.019	0.629	0.726
Ovallik	Dişi	30	0.328	0.003	0.018	0.285	0.356
	Erkek	30	0.332	0.003	0.018	0.304	0.382

Tablo 4.7. Grup3 için şekil indeksi değerleri

Şekil İndeksi	Eşey	N	Ort	Sh	Ss	Min	Mak
Şekil Faktörü	Dişi	30	0.520	0.012	0.066	0.396	0.645
	Erkek	22	0.495	0.010	0.049	0.407	0.573
Boy-Yükseklik Oranı	Dişi	30	1.978	0.021	0.117	1.692	2.171
	Erkek	22	2.002	0.027	0.129	1.833	2.421
Dairesellik	Dişi	30	24.541	0.578	3.164	19.483	31.717
	Erkek	22	25.627	0.553	2.593	21.908	30.843
Yuvarlaklık	Dişi	30	3.366	0.045	0.248	2.947	3.904
	Erkek	22	3.470	0.058	0.270	2.845	4.023
Dikdörtgensellik	Dişi	30	0.700	0.003	0.017	0.664	0.741
	Erkek	22	0.685	0.004	0.019	0.645	0.723
Ovallik	Dişi	30	0.328	0.005	0.027	0.257	0.369
	Erkek	22	0.333	0.006	0.027	0.294	0.415

Her bir grupta, eşey farkının Şİ değerlerine olan etkisinin önemli olmadığı tespit edilmiştir (ANCOVA testi, $P>0.05$). Bu nedenle, sonraki analizler dişi ve erkek bireylerin Şİ değerlerinin birleştirilmesiyle gerçekleştirilmiştir.

4.3. Şekil Analizi

4.3.1. Eliptik Fourier Katsayılarının Tanımlayıcı İstatistikleri

Tatlısu Levreği'nin ontogenetik grupları için elde edilen EF katsayılarının tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4.8-Tablo 4.10'de verilmiştir.

Tablo 4.8. Grup1 için EF katsayılarının tanımlayıcı istatistikleri

Değişken	Eşey	N	Ort	Sh	Ss	Min	Mak
d1	Dişi	30	0.04757	0.00463	0.02536	-0.04942	0.09223
	Erkek	30	0.04887	0.00392	0.02145	-0.00769	0.07995
a2	Dişi	30	-0.00737	0.00549	0.03007	-0.06853	0.05446
	Erkek	30	-0.01423	0.00404	0.02212	-0.05417	0.03395
b2	Dişi	30	0.00114	0.00300	0.01643	-0.03517	0.05394
	Erkek	30	0.00287	0.00283	0.01549	-0.01994	0.05369
c2	Dişi	30	0.00187	0.00187	0.01023	-0.01708	0.03372
	Erkek	30	0.00430	0.00204	0.01118	-0.02356	0.02966
d2	Dişi	30	0.00253	0.00195	0.01068	-0.01560	0.03665
	Erkek	30	0.00300	0.00194	0.01063	-0.01147	0.04212
a3	Dişi	30	0.00195	0.00161	0.00880	-0.01205	0.01997
	Erkek	30	0.00375	0.00154	0.00845	-0.01326	0.02438
b3	Dişi	30	0.00397	0.00133	0.00727	-0.00988	0.01928
	Erkek	30	0.00106	0.00157	0.00858	-0.01432	0.01509
c3	Dişi	30	0.00034	0.00191	0.01046	-0.01721	0.02137
	Erkek	30	0.00468	0.00172	0.00943	-0.01317	0.02314
d3	Dişi	30	-0.00190	0.00176	0.00965	-0.02983	0.01362
	Erkek	30	-0.00286	0.00184	0.01007	-0.01836	0.01660
a4	Dişi	30	-0.00305	0.00221	0.01208	-0.02835	0.02022
	Erkek	30	0.00218	0.00162	0.00890	-0.01901	0.01837
b4	Dişi	30	0.00112	0.00113	0.00619	-0.01026	0.01232
	Erkek	30	0.00020	0.00166	0.00912	-0.01645	0.01942
c4	Dişi	30	0.00226	0.00125	0.00683	-0.01166	0.01680
	Erkek	30	0.00202	0.00108	0.00594	-0.00904	0.01589
d4	Dişi	30	0.00126	0.00147	0.00805	-0.02068	0.01626
	Erkek	30	0.00142	0.00200	0.01098	-0.01886	0.03364
a5	Dişi	30	0.00120	0.00129	0.00704	-0.01198	0.01503
	Erkek	30	-0.00074	0.00101	0.00552	-0.01763	0.01000
b5	Dişi	30	0.00257	0.00116	0.00638	-0.00686	0.01547
	Erkek	30	-0.00133	0.00147	0.00808	-0.02025	0.01762
c5	Dişi	30	0.00102	0.00126	0.00689	-0.01092	0.01939
	Erkek	30	-0.00031	0.00118	0.00647	-0.01277	0.01524
d5	Dişi	30	-0.00070	0.00121	0.00663	-0.02555	0.00713
	Erkek	30	-0.00020	0.00107	0.00588	-0.01243	0.00945
a6	Dişi	30	-0.00078	0.00092	0.00503	-0.00838	0.01279
	Erkek	30	0.00022	0.00114	0.00627	-0.01342	0.01263
b6	Dişi	30	-0.00024	0.00109	0.00596	-0.01017	0.01651
	Erkek	30	-0.00020	0.00101	0.00552	-0.01238	0.01206
c6	Dişi	30	0.00144	0.00077	0.00420	-0.00478	0.01087
	Erkek	30	-0.00047	0.00083	0.00456	-0.00841	0.01213
d6	Dişi	30	-0.00081	0.00077	0.00422	-0.00984	0.00737
	Erkek	30	0.00017	0.00070	0.00386	-0.00834	0.01008
a7	Dişi	30	-0.00014	0.00108	0.00591	-0.01168	0.01162
	Erkek	30	0.00082	0.00059	0.00323	-0.00653	0.00571
b7	Dişi	30	-0.00107	0.00096	0.00527	-0.01065	0.00893
	Erkek	30	0.00096	0.00074	0.00405	-0.00794	0.00814

Tablo 4.8. Grup1 için EF katsayılarının tanımlayıcı istatistikleri (devamı)

Değişken	Eşey	N	Ort	Sh	Ss	Min	Mak
c7	Dişi	30	-0.00049	0.00093	0.00507	-0.00938	0.00900
	Erkek	30	0.00201	0.00077	0.00424	-0.00771	0.00924
d7	Dişi	30	-0.00009	0.00093	0.00512	-0.01222	0.01055
	Erkek	30	-0.00058	0.00090	0.00496	-0.00928	0.00796
a8	Dişi	30	-0.00012	0.00090	0.00491	-0.01581	0.00987
	Erkek	30	0.00035	0.00100	0.00550	-0.01177	0.01325
b8	Dişi	30	0.00071	0.00059	0.00324	-0.00754	0.00750
	Erkek	30	0.00050	0.00078	0.00427	-0.00753	0.01204
c8	Dişi	30	0.00043	0.00085	0.00466	-0.00916	0.00948
	Erkek	30	0.00007	0.00081	0.00442	-0.00699	0.01134
d8	Dişi	30	-0.00002	0.00090	0.00491	-0.00828	0.01071
	Erkek	30	-0.00093	0.00057	0.00313	-0.00982	0.00531
a9	Dişi	30	0.00023	0.00089	0.00485	-0.00895	0.00788
	Erkek	30	0.00082	0.00072	0.00393	-0.00762	0.00879
b9	Dişi	30	-0.00042	0.00073	0.00398	-0.01014	0.00498
	Erkek	30	0.00023	0.00067	0.00365	-0.00967	0.00548
c9	Dişi	30	0.00033	0.00073	0.00398	-0.00714	0.00951
	Erkek	30	0.00019	0.00058	0.00320	-0.00687	0.00759
d9	Dişi	30	0.00036	0.00065	0.00356	-0.00768	0.00523
	Erkek	30	-0.00068	0.00065	0.00359	-0.00933	0.00523

Tablo 4.9. Grup2 için EF katsayılarının tanımlayıcı istatistikleri

Değişken	Eşey	N	Ort	Sh	Ss	Min	Mak
d1	Dişi	30	0.00074	0.00437	0.02391	-0.04742	0.04110
	Erkek	30	-0.01710	0.00662	0.03624	-0.08522	0.05297
a2	Dişi	30	0.00165	0.00466	0.02552	-0.04113	0.04157
	Erkek	30	0.00983	0.00413	0.02265	-0.03438	0.04960
b2	Dişi	30	0.00234	0.00433	0.02373	-0.05501	0.06501
	Erkek	30	0.00275	0.00500	0.02737	-0.05966	0.06340
c2	Dişi	30	0.00273	0.00230	0.01262	-0.02114	0.02985
	Erkek	30	0.00839	0.00351	0.01921	-0.01435	0.07330
d2	Dişi	30	-0.00167	0.00297	0.01625	-0.02778	0.04113
	Erkek	30	0.00197	0.00353	0.01931	-0.03445	0.04396
a3	Dişi	30	-0.00503	0.00185	0.01013	-0.02788	0.02264
	Erkek	30	0.00257	0.00284	0.01554	-0.02110	0.03614
b3	Dişi	30	-0.00235	0.00203	0.01109	-0.02439	0.01984
	Erkek	30	-0.00046	0.00285	0.01562	-0.02952	0.02970
c3	Dişi	30	-0.00148	0.00198	0.01084	-0.02702	0.02435
	Erkek	30	-0.00476	0.00266	0.01457	-0.03877	0.02893
d3	Dişi	30	0.00133	0.00173	0.00948	-0.01869	0.01353
	Erkek	30	0.00259	0.00174	0.00952	-0.01747	0.02077
a4	Dişi	30	0.00150	0.00160	0.00878	-0.01927	0.01285
	Erkek	30	0.00099	0.00129	0.00705	-0.01864	0.01307

Tablo 4.9. Grup2 için EF katsayılarının tanımlayıcı istatistikleri (devamı)

Değişken	Eşey	N	Ort	Sh	Ss	Min	Mak
b4	Dişi	30	-0.00174	0.00119	0.00654	-0.01320	0.01641
	Erkek	30	0.00414	0.00187	0.01025	-0.01715	0.02822
c4	Dişi	30	-0.00208	0.00126	0.00692	-0.02122	0.00785
	Erkek	30	-0.00257	0.00149	0.00816	-0.01346	0.01839
d4	Dişi	30	-0.00361	0.00109	0.00599	-0.01509	0.00652
	Erkek	30	0.00132	0.00149	0.00818	-0.01564	0.01510
a5	Dişi	30	-0.00086	0.00155	0.00849	-0.01729	0.01698
	Erkek	30	-0.00020	0.00133	0.00729	-0.01930	0.01075
b5	Dişi	30	0.00013	0.00116	0.00633	-0.01456	0.01144
	Erkek	30	-0.00397	0.00165	0.00905	-0.02050	0.02002
c5	Dişi	30	-0.00146	0.00106	0.00581	-0.01588	0.01221
	Erkek	30	0.00040	0.00124	0.00677	-0.02308	0.00945
d5	Dişi	30	-0.00051	0.00115	0.00630	-0.01163	0.01387
	Erkek	30	-0.00075	0.00139	0.00762	-0.01734	0.01352
a6	Dişi	30	-0.00064	0.00115	0.00632	-0.01420	0.01098
	Erkek	30	0.00062	0.00110	0.00602	-0.01002	0.01642
b6	Dişi	30	-0.00039	0.00089	0.00488	-0.01105	0.01191
	Erkek	30	0.00115	0.00109	0.00599	-0.01000	0.01528
c6	Dişi	30	0.00004	0.00104	0.00571	-0.01036	0.00939
	Erkek	30	-0.00140	0.00120	0.00658	-0.01543	0.01352
d6	Dişi	30	-0.00072	0.00085	0.00465	-0.00992	0.01045
	Erkek	30	0.00155	0.00134	0.00733	-0.01076	0.01449
a7	Dişi	30	-0.00177	0.00076	0.00419	-0.00953	0.00886
	Erkek	30	-0.00048	0.00111	0.00610	-0.00990	0.01372
b7	Dişi	30	-0.00041	0.00098	0.00535	-0.01486	0.00852
	Erkek	30	-0.00138	0.00105	0.00573	-0.01299	0.01007
c7	Dişi	30	-0.00092	0.00084	0.00461	-0.01050	0.00838
	Erkek	30	-0.00073	0.00092	0.00505	-0.01088	0.00729
d7	Dişi	30	-0.00033	0.00080	0.00437	-0.01143	0.00732
	Erkek	30	0.00201	0.00101	0.00551	-0.01220	0.01776
a8	Dişi	30	-0.00142	0.00085	0.00466	-0.00987	0.01151
	Erkek	30	0.00104	0.00067	0.00364	-0.00581	0.00760
b8	Dişi	30	-0.00306	0.00101	0.00554	-0.01292	0.00945
	Erkek	30	0.00128	0.00086	0.00474	-0.01084	0.01129
c8	Dişi	30	0.00045	0.00070	0.00385	-0.00777	0.00860
	Erkek	30	-0.00051	0.00085	0.00465	-0.01320	0.00791
d8	Dişi	30	0.00144	0.00077	0.00424	-0.00695	0.01294
	Erkek	30	0.00094	0.00064	0.00352	-0.00697	0.00980
a9	Dişi	30	-0.00056	0.00071	0.00388	-0.00788	0.00772
	Erkek	30	-0.00102	0.00072	0.00397	-0.00958	0.00649
b9	Dişi	30	0.00055	0.00058	0.00319	-0.01122	0.00555
	Erkek	30	-0.00028	0.00075	0.00411	-0.00688	0.00992
c9	Dişi	30	0.00070	0.00055	0.00302	-0.00451	0.00724
	Erkek	30	-0.00003	0.00064	0.00352	-0.00801	0.00659
d9	Dişi	30	-0.00027	0.00059	0.00321	-0.00430	0.00710
	Erkek	30	-0.00032	0.00073	0.00399	-0.00733	0.00895

Tablo 4.10. Grup3 için EF katsayılarının tanımlayıcı istatistikleri

Değişken	Eşey	N	Ort	Sh	Ss	Min	Mak
d1	Dişi	30	-0.04202	0.00871	0.04770	-0.14462	0.02900
	Erkek	22	-0.05191	0.00982	0.04608	-0.14652	0.01111
a2	Dişi	30	-0.00032	0.00794	0.04347	-0.11325	0.07068
	Erkek	22	0.01425	0.00755	0.03543	-0.06324	0.08940
b2	Dişi	30	-0.00722	0.00622	0.03406	-0.06326	0.05939
	Erkek	22	-0.00260	0.01040	0.04880	-0.07180	0.11180
c2	Dişi	30	-0.01172	0.00471	0.02578	-0.07008	0.03189
	Erkek	22	-0.00759	0.00594	0.02786	-0.07231	0.04110
d2	Dişi	30	-0.00617	0.00375	0.02053	-0.03416	0.04550
	Erkek	22	0.00046	0.00588	0.02757	-0.04689	0.07508
a3	Dişi	30	-0.00152	0.00318	0.01739	-0.03312	0.05810
	Erkek	22	-0.00234	0.00445	0.02088	-0.03015	0.03586
b3	Dişi	30	-0.00101	0.00323	0.01767	-0.03789	0.05273
	Erkek	22	-0.00167	0.00409	0.01917	-0.03430	0.05103
c3	Dişi	30	-0.00032	0.00249	0.01364	-0.02221	0.02982
	Erkek	22	0.00210	0.00280	0.01316	-0.02220	0.03340
d3	Dişi	30	0.00101	0.00230	0.01262	-0.03011	0.02233
	Erkek	22	-0.00024	0.00368	0.01727	-0.04369	0.02670
a4	Dişi	30	-0.00441	0.00214	0.01170	-0.03385	0.01902
	Erkek	22	0.00380	0.00351	0.01646	-0.02500	0.04589
b4	Dişi	30	-0.00140	0.00177	0.00971	-0.02581	0.01697
	Erkek	22	-0.00315	0.00285	0.01339	-0.04018	0.02361
c4	Dişi	30	0.00068	0.00241	0.01318	-0.02005	0.03644
	Erkek	22	-0.00042	0.00240	0.01127	-0.02631	0.02213
d4	Dişi	30	-0.00123	0.00184	0.01010	-0.02244	0.02416
	Erkek	22	0.00114	0.00182	0.00856	-0.01240	0.01593
a5	Dişi	30	-0.00051	0.00176	0.00963	-0.01714	0.01590
	Erkek	22	0.00152	0.00230	0.01080	-0.02029	0.01664
b5	Dişi	30	0.00059	0.00155	0.00850	-0.01551	0.02142
	Erkek	22	0.00273	0.00169	0.00793	-0.00822	0.01985
c5	Dişi	30	-0.00001	0.00140	0.00765	-0.01275	0.01623
	Erkek	22	0.00047	0.00220	0.01031	-0.02243	0.01471
d5	Dişi	30	0.00224	0.00125	0.00682	-0.00989	0.01750
	Erkek	22	-0.00012	0.00186	0.00872	-0.01920	0.01456
a6	Dişi	30	0.00044	0.00139	0.00760	-0.01412	0.01423
	Erkek	22	0.00020	0.00205	0.00963	-0.01794	0.02532
b6	Dişi	30	-0.00004	0.00164	0.00900	-0.01578	0.01897
	Erkek	22	-0.00039	0.00190	0.00893	-0.01151	0.02094
c6	Dişi	30	-0.00238	0.00137	0.00749	-0.01735	0.01549
	Erkek	22	0.00378	0.00163	0.00766	-0.00759	0.01703
d6	Dişi	30	-0.00068	0.00132	0.00723	-0.01229	0.01742
	Erkek	22	0.00066	0.00183	0.00858	-0.01485	0.01888
a7	Dişi	30	0.00102	0.00112	0.00614	-0.01343	0.01370
	Erkek	22	0.00076	0.00174	0.00817	-0.01844	0.01309
b7	Dişi	30	0.00111	0.00139	0.00761	-0.01436	0.01369
	Erkek	22	0.00107	0.00094	0.00441	-0.00692	0.00909

Tablo 4.10. Grup3 için EF katsayılarının tanımlayıcı istatistikleri (devamı)

Değişken	Eşey	N	Ort	Sh	Ss	Min	Mak
c7	Dişi	30	0.00081	0.00114	0.00624	-0.01397	0.01663
	Erkek	22	-0.00093	0.00137	0.00643	-0.01370	0.01163
d7	Dişi	30	-0.00137	0.00106	0.00580	-0.01445	0.01125
	Erkek	22	0.00048	0.00090	0.00424	-0.00529	0.00776
a8	Dişi	30	-0.00088	0.00100	0.00545	-0.01452	0.00968
	Erkek	22	0.00140	0.00120	0.00565	-0.00687	0.01587
b8	Dişi	30	-0.00040	0.00092	0.00501	-0.01063	0.00955
	Erkek	22	0.00133	0.00079	0.00371	-0.00616	0.00746
c8	Dişi	30	-0.00015	0.00083	0.00455	-0.01043	0.00763
	Erkek	22	-0.00039	0.00114	0.00534	-0.01458	0.00984
d8	Dişi	30	-0.00043	0.00093	0.00507	-0.01016	0.00891
	Erkek	22	-0.00135	0.00109	0.00510	-0.00773	0.01196
a9	Dişi	30	0.00032	0.00084	0.00458	-0.00830	0.00864
	Erkek	22	0.00030	0.00093	0.00438	-0.00910	0.00564
b9	Dişi	30	-0.00011	0.00085	0.00463	-0.00974	0.00851
	Erkek	22	0.00002	0.00074	0.00345	-0.00469	0.00619
c9	Dişi	30	0.00019	0.00082	0.00450	-0.00778	0.01201
	Erkek	22	-0.00187	0.00094	0.00439	-0.01214	0.00493
d9	Dişi	30	0.00039	0.00079	0.00430	-0.00948	0.00906
	Erkek	22	0.00070	0.00084	0.00392	-0.00735	0.00849

EF katsayılarına eşey farkının etkisi analiz edildiğinde; Grup1’de 4 (b5, b7, b8, a9), Grup2’de 2 (b3, b9) ve Grup3’de 3 (a2, b3, b5) katsayının dişi ve erkek bireyler arasında farklılık gösterdiği belirlenmiştir (ANCOVA testi, $P<0.05$). Bu nedenle, sonraki analizlere söz konusu katsayılar dâhil edilmemiştir.

4.4. Otolit Morfolojisi ile Ontogenetik Grup Ayrımı

Şİ parametrelerine balık boyunun etkisi analiz edildiğinde; ontogenetik gruplar arasında ŞF ve DAİ indekslerinin balık boyuna göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir (ANCOVA testi, $P<0.05$). Bu nedenle adı geçen indeksler sonraki süreçlerden çıkarılmıştır. Geriye kalan 4 Şİ (BYO, YUV, DİK, OVA) TB’ye göre allometrik olarak standartlaştırılmıştır (Tablo 4.11)

Tablo 4.11. Ontogenetik gruplarda Şİ parametrelerinin standartlaştırılmış değerleri ve istatistiksel analizi (VE=varyans eşitliği, Ort=ortalama, Ss=standart sapma; F=ANOVA test istatistiği, P=önemlilik). Üst simge olarak aynı küçük harfe sahip ortalamalar birbirinden farklı değildir (P>0.05)

Şekil İndeksi	VE (P)	Ontogenetik Gruplar			F	P
		Grup1 (Ort±Ss)	Grup2 (Ort±Ss)	Grup3 (Ort±Ss)		
BYO	0.021	1.950±0.077 ^b	1.985±0.080 ^a	1.941±0.119 ^{ab}	4.03	0.020
YUV	0.170	2.673±0.153	2.696±0.119	2.661±0.145	0.91	0.403
DİK	0.269	0.688±0.016 ^b	0.695±0.017 ^a	0.687±0.019 ^b	3.58	0.030
OVA	0.065	0.321±0.019 ^{ab}	0.330±0.018 ^a	0.319±0.026 ^b	4.28	0.015

Tüm Şİ değişkenleri normal dağılım göstermiştir (Kolmogorov-Smirnov testi, P>0.05). Ayrıca BYO hariç diğer Şİ parametreleri varyans eşitliği sergilemiştir (Levene's testi, P>0.05). BYO, DİK ve OVA indeksleri bakımından ontogenetik gruplar arasında önemli istatistiksel farklılıklar tespit edilmiştir (Tablo 4.11). Ayrıca istatistiksel farklılık olmamakla birlikte en yüksek YUV indeksi değeri Grup2 için hesaplanmıştır. Söz konusu şekil indeksleri açısından en yüksek ortalama değerlere sahip olan Grup2, diğer gruplardan ayrılmıştır. Diğer bir ifade ile Grup2 bireylerinin otolitleri daha uzun ve oval şekillidir.

Balık boyunun EF katsayılarına olan etkisi incelendiğinde; 4 katsayının (c2, d3, c4, a7) ontogenetik gruplar arasında farklılık gösterdiği tespit edilmiş (ANCOVA testi, P<0.05) ve bu nedenle söz konusu değişkenler sonraki analizlere dâhil edilmemiştir. Diğer EF katsayılarına her hangi bir standartlaştırma yapılmadan sonraki analizlerde kullanılmıştır. EF katsayılarının ontogenetik gruplar arasındaki karşılaştırma sonuçları Tablo 4.12 ve Tablo 4.13'de verilmiştir.

EF katsayılarından 14 tanesi (Tablo 4.12) normal dağılım gösterirken (Kolmogorov-Smirnov testi, P>0.05), 8 tanesi (Tablo 4.13) normal dağılım sergilememiştir (Kolmogorov-Smirnov testi, P<0.05). Normal dağılıma sahip EF katsayılarının yarısında varyans eşitliği (Levene's testi, P>0.05) sağlanmıştır. ANOVA sonuçlarına göre, 2 EF katsayısı (c3 ve d8) ontogenetik gruplar arasında farklı çıkmıştır. Diğer taraftan, normal dağılımın olmadığı EF katsayılarından 2'si (d1 ve a3) ontogenetik gruplar arasında önemli farklılık göstermiştir (Kruskal-Wallis testi, P<0.05).

Tablo 4.12. EF katsayılarının ortalama ve standart sapma değerleri ve ontogenetik gruplar arasında istatistiksel karşılaştırması (VE=varyans eşitliği, Ort=ortalama, Ss=standart sapma, F=ANOVA test istatistiği, P=önemlilik). Üst simge olarak aynı küçük harfe sahip ortalamalar birbirinden farklı değildir (P>0.05)

EFK	VE (P)	Ontogenetik Gruplar			F	P
		Grup1 (Ort±Ss)	Grup2 (Ort±Ss)	Grup3 (Ort±Ss)		
b2	0.000	0.0020±0.0159	0.0025±0.0254	-0.0053±0.0405	0.80	0.45
d2	0.000	0.0028±0.0106	0.0001±0.0178	-0.0034±0.0237	1.68	0.19
c3	0.125	0.0025±0.0101 ^a	-0.0031±0.0128 ^b	0.0007±0.0134 ^{ab}	3.36	0.03
d4	0.467	0.0013±0.0095	-0.0011±0.0075	-0.0002±0.0095	1.20	0.30
a5	0.000	0.0002±0.0064	-0.0005±0.0079	0.0003±0.0101	0.20	0.81
c5	0.002	0.0004±0.0067	-0.0005±0.0063	0.0002±0.0088	0.30	0.73
d5	0.150	-0.0004±0.0062	-0.0006±0.0069	0.0012±0.0077	1.20	0.30
a6	0.010	-0.0003±0.0057	0.0000±0.0062	0.0003±0.0084	0.10	0.90
b6	0.000	-0.0002±0.0057	0.0004±0.0055	-0.0002±0.0089	0.19	0.82
c6	0.000	0.0005±0.0044	-0.0007±0.0062	0.0002±0.0081	0.70	0.49
d7	0.980	-0.0003±0.0050	0.0008±0.0051	-0.0006±0.0052	1.28	0.28
c8	0.575	0.0003±0.0045	0.0000±0.0043	-0.0003±0.0049	0.17	0.83
d8	0.258	-0.0005±0.0041 ^{ab}	0.0012±0.0039 ^a	-0.0008±0.0051 ^b	3.54	0.03
c9	0.155	0.0003±0.0036	0.0003±0.0033	-0.0007±0.0045	1.21	0.29

Tablo 4.13. EF katsayılarının ortalama ve standart sapma değerleri ve ontogenetik gruplar arasında istatistiksel karşılaştırması (VE=varyans eşitliği, Ort=ortalama, Ss=standart sapma, H=Kruskal-Wallis test istatistiği, P=önemlilik). Üst simge olarak aynı küçük harfe sahip ortalamalar birbirinden farklı değildir (P>0.05)

EFK	Ontogenetik Gruplar			H	P
	Grup1 (Ort±Ss)	Grup2 (Ort±Ss)	Grup3 (Ort±Ss)		
d1	0.0482±0.0233 ^a	-0.0082±0.0317 ^b	-0.0462±0.0468 ^c	105.175	0.000
a3	0.0029±0.0086 ^a	-0.0012±0.0136 ^b	-0.0019±0.0188 ^b	9.422	0.009
a4	-0.0004±0.0108	0.0012±0.0079	-0.0009±0.0144	2.559	0.278
b4	0.0007±0.0077	0.0012±0.0090	-0.0021±0.0113	3.401	0.183
d6	-0.0003±0.0040	0.0004±0.0062	-0.0001±0.0078	0.121	0.942
c7	0.0008±0.0048	-0.0008±0.0048	0.0001±0.0063	2.571	0.276
a8	0.0001±0.0052	-0.0002±0.0043	0.0001±0.0056	0.860	0.650
d9	-0.0002±0.0036	-0.0003±0.0036	0.0005±0.0041	1.759	0.415

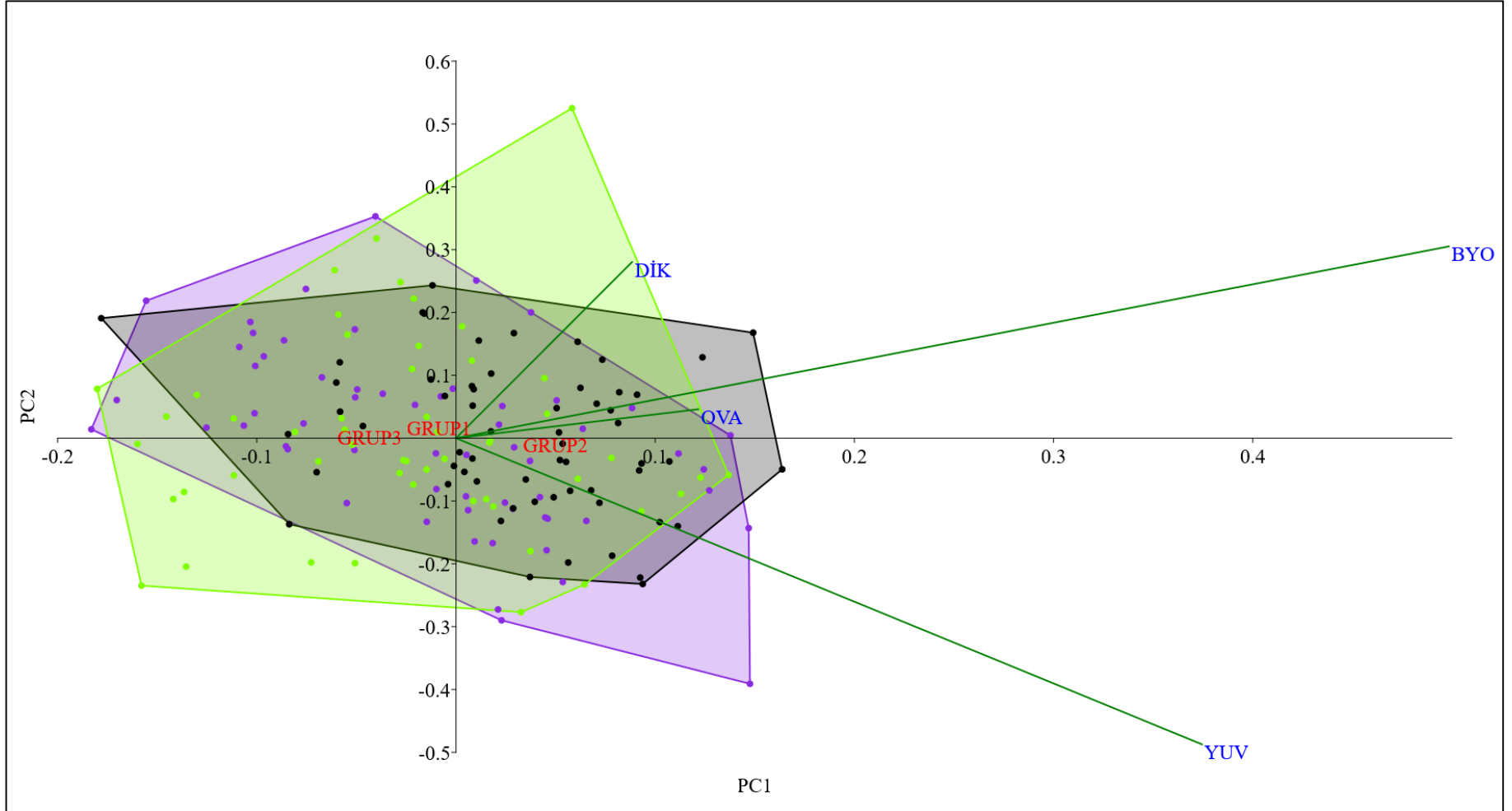
Şİ ile yapılan PCA, üç Şekil indeksinin (BYO, YUV ve DİK) diğerlerine göre daha önemli olduğunu göstermiştir (Şekil 4.1). PCA sonucunda 2 PC skoru elde edilmiş (EK 1) ve tüm PC skorları CDA'da kullanılmıştır. Her bir PC'nin ağıkladığı varyans ve Şİ'nin PC'lere yaptıkları katkılar Tablo 4.14'de sunulmuştur.

Tablo 4.14. Otolit morfolojik değişkenleri ve PC'ler arasındaki bileşen matrisi

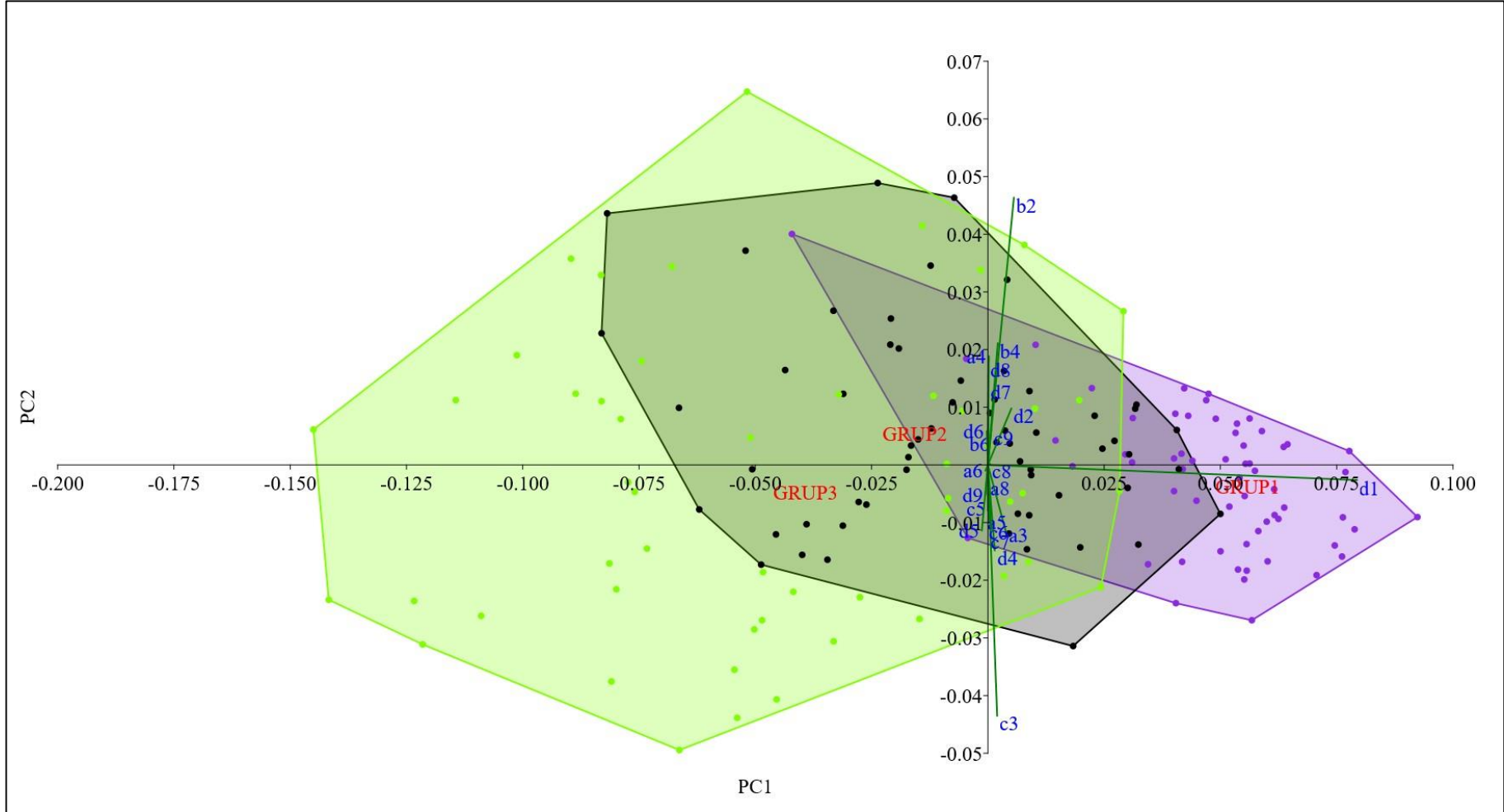
Değişken	Açıklanan Varyans	Her Bir PC'nin Temel Parametreleri
Şİ	PC1 % 99.434	BYO (0.777), YUV (0.583)
	PC2 % 0.566	YUV (-0.759), BYO (0.476), DİK (0.437)
EF Katsayıları	PC1 % 98.999	d1 (0.993)
	PC2 % 1.001	b2 (0.580), c3 (-0.544)
Şİ ve EF Katsayıları	PC1 % 72.05	d1 (0.981)
	PC2 % 27.95	BYO (0.767), YUV (0.557)

EF katsayıları ile yapılan PCA, üç katsayının (d1, b2 ve c3) değerlerine oranla daha önemli olduğunu göstermiştir (Şekil 4.2). PCA sonucunda 2 PC skoru elde edilmiş (EK 2) ve tüm PC skorları CDA'da kullanılmıştır. Her bir PC'nin açıkladığı varyans ve EF katsayılarının PC'lere olan katkıları Tablo 4.14'de sunulmuştur.

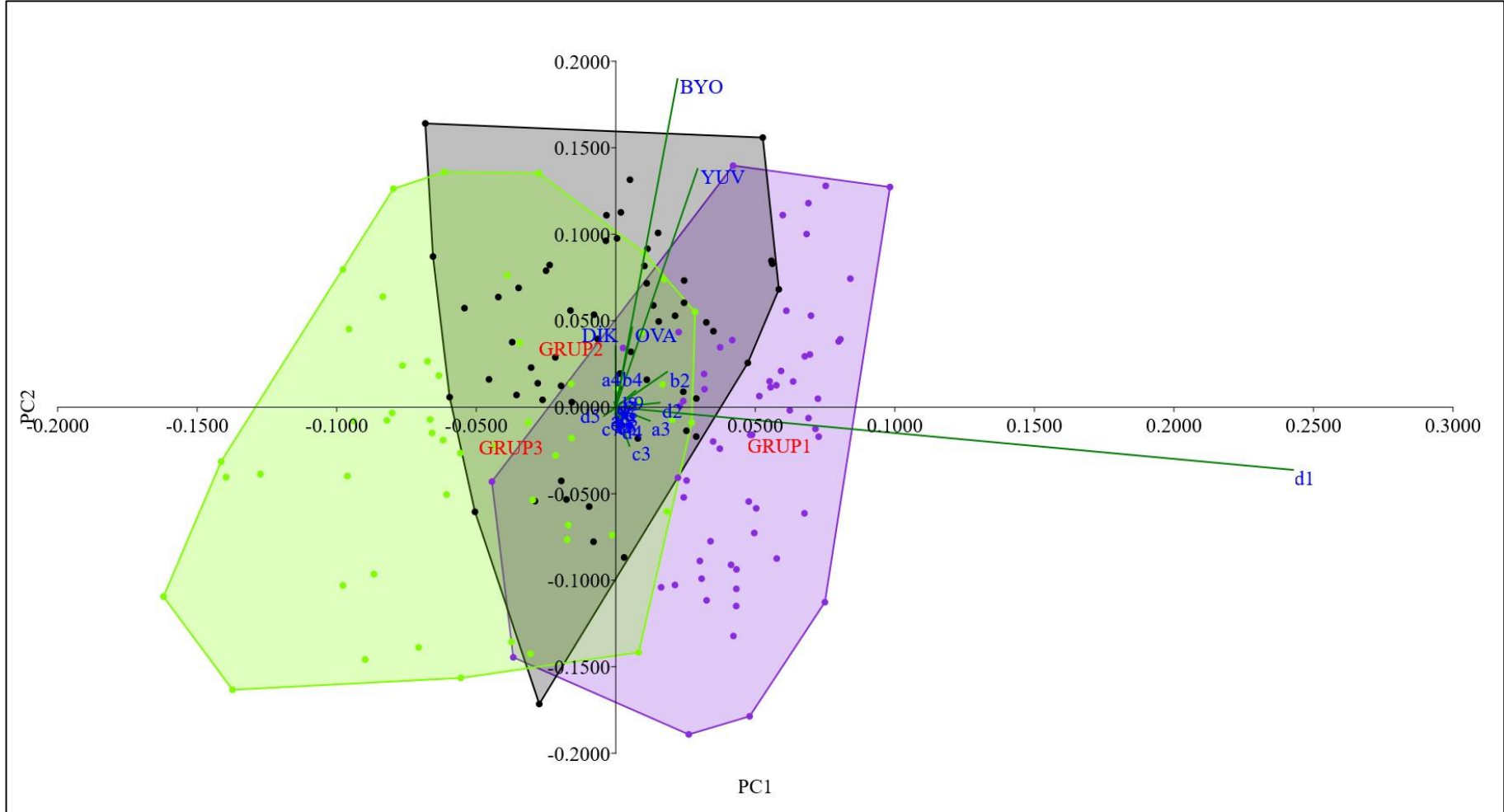
Şİ ve EF katsayılarının birlikte kullanılması ile yapılan PCA, üç değişkenin (d1, BYO ve YUV) değerlerine nazaran daha önemli olduğunu göstermiştir (Şekil 4.3). PCA sonucunda 2 PC skoru elde edilmiş (EK 3) ve tüm PC skorları CDA'da kullanılmıştır. Her bir PC'nin açıkladığı varyans ve temel parametrelerin PC'lere olan katkıları Tablo 4.14'de sunulmuştur.



Şekil 4.1. *P. fluviatilis*'in ontogenetik grupları için şekil indeksi değişkenlerinin PCA grafiği



Şekil 4.2. *P. fluviatilis*'in ontogenetik grupları için EF katsayılarının PCA grafiği



Şekil 4.3. *P. fluviatilis*'in ontogenetik grupları için Şİ ve EF katsayılarının birlikte PCA grafiği

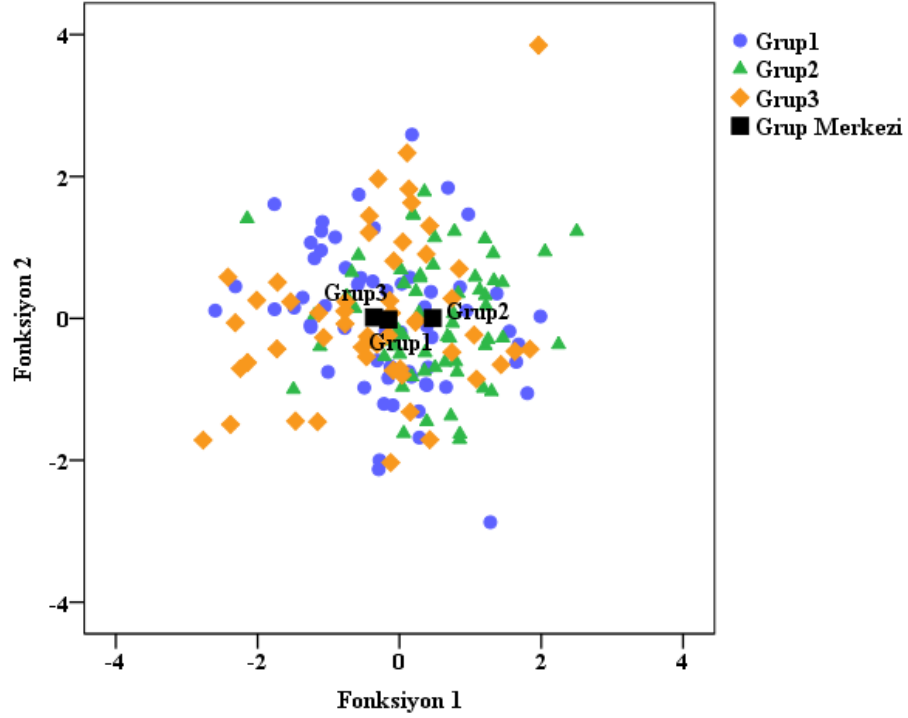
Şİ'nin PC skorları ile gerçekleştirilen CDA sonuçları Tablo 4.15'de ve Şekil 4.4'de gösterilmiştir.

Tablo 4.15. Otolit morfolojik değişkenler ile ontogenetik grupların sınıflandırılması

Değişken	Grup	Sınıflandırma Başarısı (%)			Genel
		Grup1	Grup2	Grup3	
Şİ	Grup1	46.7 (28)	40.0 (24)	13.3 (8)	48.8
	Grup2	21.7 (13)	70.0 (42)	8.3 (5)	
	Grup3	36.5 (19)	36.5 (19)	26.9 (14)	
EF Katsayıları	Grup1	91.7 (55)	8.3 (5)	0.0 (0)	72.7
	Grup2	18.3 (11)	61.7 (37)	20.0 (12)	
	Grup3	3.8 (2)	32.7 (17)	63.5 (33)	
Şİ + EF Katsayıları	Grup1	90.0 (54)	6.7 (4)	3.3 (2)	74.4
	Grup2	16.7 (10)	68.3 (41)	15.0 (9)	
	Grup3	5.8 (3)	30.7 (16)	63.5 (33)	

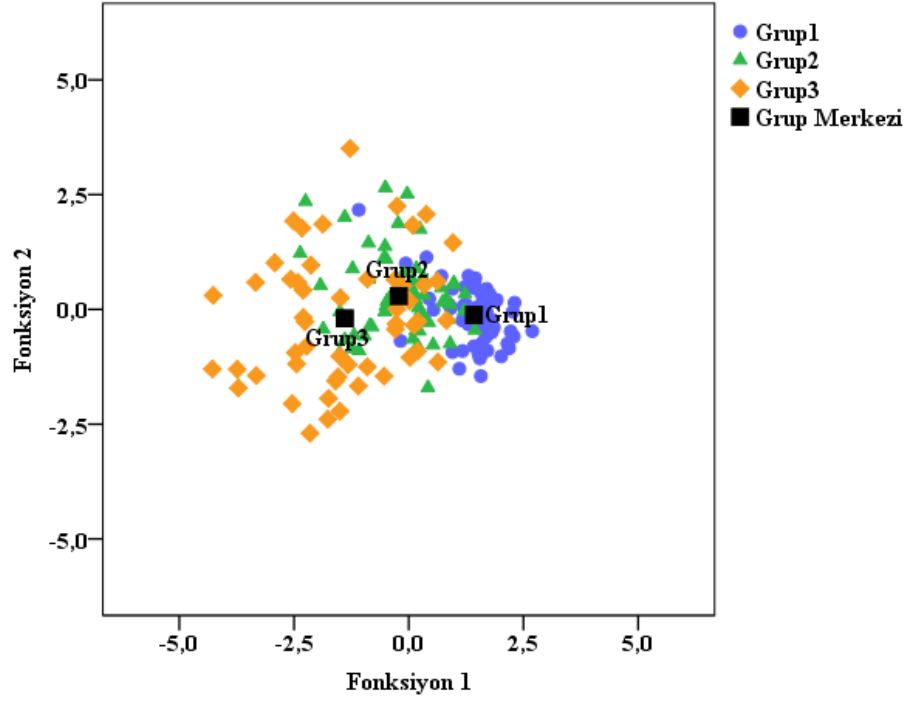
*Parantez içerisindeki rakamlar örnek sayısını göstermektedir.

CDA'da ilk iki fonksiyon kullanılmıştır (Wilks' Lambda değeri fonksiyon 1-2 için 0.887, P=0.000 ve fonksiyon 2 için 1.000, P=0.859). Fonksiyon 1 (Eigen değeri=0.127) varyansın %99.9'unu açıklamıştır ve PC1 (R=0.960) ile yakından ilişkilidir. Fonksiyon 1, Grup2'yi diğerlerinden iyi bir şekilde ayırmıştır. Fonksiyon 2 (Eigen değeri=0.000) varyansın %0.1'ini açıklamıştır ve PC2 (R=1.000) ile ilişkilidir. Fakat fonksiyon 2, grup ayırımında başarısız olmuştur. CDA'nın ontogenetik grupları sınıflandırmadaki toplam başarısı %48.8 olarak gerçekleşmiştir. En yüksek sınıflandırma başarısı %70 ile Grup2'de gözlenirken, en düşük başarı oranı %26.9 ile Grup3'te elde edilmiştir. Grup3 bireyleri eşit oranda diğer iki gruba hatalı olarak atanmıştır.

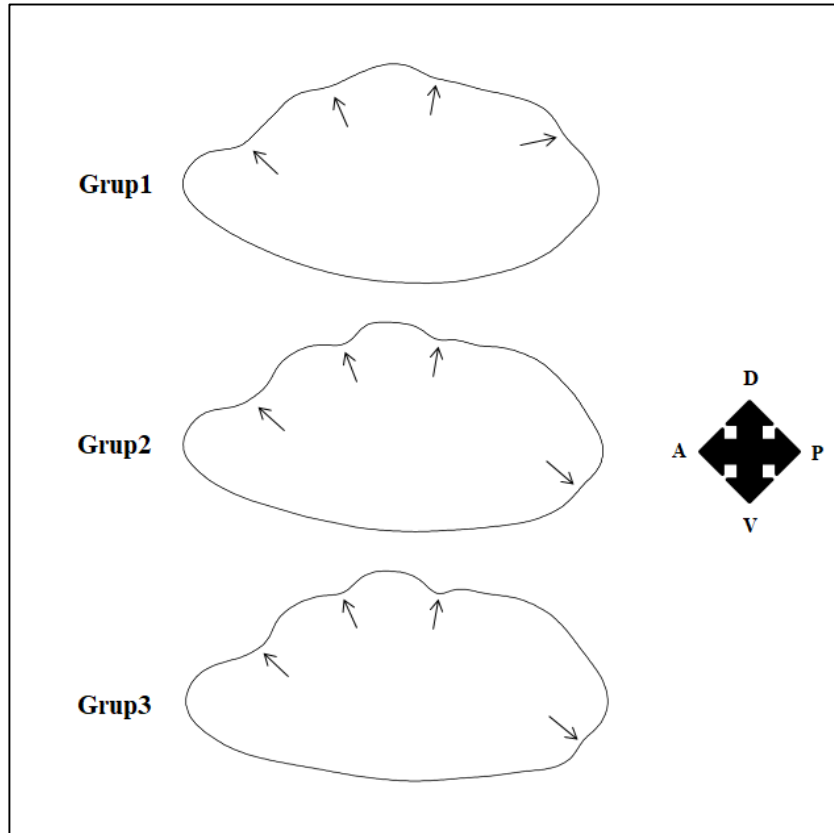


Şekil 4.4. Şİ ile ontogenetik grupların ayırımında CDA grafiği

EF katsayılarının PC skorları ile gerçekleştirilen CDA sonuçları Çizelge 4.13’de ve Şekil 4.5’de verilmiştir. CDA’da ilk iki fonksiyon kullanılmıştır (Wilks’ Lambda değeri fonksiyon 1-2 için 0.409, $P=0.000$ ve fonksiyon 2 için 0.955, $P=0.005$). Fonksiyon 1 (Eigen değeri=1.333) varyansın % 96.6’sını açıklamıştır ve PC1 ($R=0.997$) ile yakından ilişkilidir. Fonksiyon 1, Grup1’i diğerlerinden iyi bir şekilde ayırmıştır. Fonksiyon 2 (Eigen değeri=0.047) varyansın % 3.4’ünü açıklamıştır ve PC2 ($R=1.000$) ile ilişkilidir. Fonksiyon 2, Grup2’yi öteki gruplardan ayırabilmiştir. CDA’nın ontogenetik grupları sınıflandırmadaki toplam başarısı % 72.7 olarak gerçekleşmiştir. En yüksek sınıflandırma başarısı % 91.7 ile Grup1’de gözlenirken, en düşük başarı oranı % 61.7 ile Grup2’de elde edilmiştir. Hatalı yerleştirilen Grup2 bireyleri hemen hemen eşit oranda diğer iki gruba atanmıştır. Ontogenetik gruplarda ortalama EF katsayıları ile yeniden oluşturulan ortalama otolit ana hatları Şekil 4.6’da gösterilmiştir. Otolit şeklindeki temel farklılıklar, dorsal kenar ile postero-dorsal ve postero-ventral bölgelerde açıkça görülmektedir.

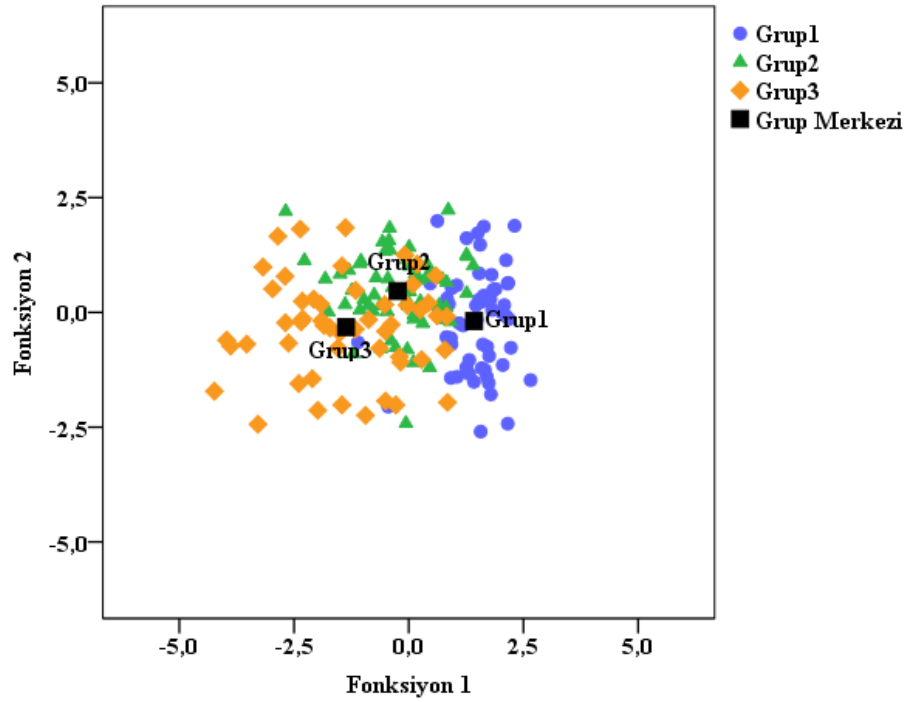


Şekil 4.5. EF katsayıları ile ontogenetik grupların ayırımında CDA grafiği



Şekil 4.6. Her bir ontogenetik grupta otolitlerin ortalama şekli

Şİ ve EF katsayılarının PC skorları ile gerçekleştirilen CDA sonuçları Tablo 4.13'de ve Şekil 4.7'de gösterilmiştir. CDA'da ilk iki fonksiyon kullanılmıştır (Wilks' Lambda değeri fonksiyon 1-2 için 0.385, P=0.000 ve fonksiyon 2 için 0.892, P=0.000). Fonksiyon 1 (Eigen değeri=1.317) varyansın %91.6'sını açıklamıştır ve PC1 (R=0.956) ile yakından ilişkilidir. Fonksiyon 1, Grup1'i diğerlerinden iyi bir şekilde ayırmıştır. Fonksiyon 2 (Eigen değeri=0.121) varyansın %8.4'ünü açıklamıştır ve PC2 (R=0.999) ile yakından ilişkilidir. Fonksiyon 2, Grup2'yi öteki gruplardan ayırabilmiştir. CDA'nın ontogenetik grupları sınıflandırmadaki toplam başarısı %74.4 olarak gerçekleşmiştir. En yüksek sınıflandırma başarısı %90 ile Grup1'de gözlenirken, en düşük başarı oranı %63.5 ile Grup3'te elde edilmiştir. Hatalı sınıflandırılan Grup3 bireylerinin büyük bir çoğunluğu Grup2'ye yerleştirilmiştir.



Şekil 4.7. Şİ ve EF katsayıları ile ontogenetik grupların ayırımında CDA grafiği

5. TARTIŞMA

Bu tez çalışmasının sonuçları, Ladik Gölü'nden yakalanan *P. fluviatilis*'in 7.5-27.5 cm total boy aralığındaki bireylerinin sagittal otolit morfolojilerinde ontogenetik varyasyonların varlığına işaret etmiştir. Değişik balık türleri ile gerçekleştirilen birçok çalışmada otolit morfolojisinin boy grupları ile temsil edilen ontogenetik safhalara göre değişim gösterdiği rapor edilmiştir (Tuset et al., 2003a; Bostancı vd, 2015; Carvalho et al., 2015; Xiong et al., 2015; Callico Fortunato et al., 2017; Montanini et al., 2017; Jawad et al., 2018; Biolo et al., 2019; Cerna et al., 2019; Carvalho et al., 2020; Teimori et al., 2020; Motamedi et al., 2021).

Farklı şekil indekslerine dayalı geleneksel morfometri analizi, türün sagittal otolitlerinin yüksekliğine göre daha uzun ve oval şekilli olduğunu göstermiştir. Aynı gözlemler, Tatlısu Levreği'nin otolit morfometrisi üzerine çalışmalar yapan bazı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Gaemers, 1984; Yılmaz vd, 2014; Sapota and Dabrowska, 2019). Bununla birlikte Sapota ve Dabrowska (2019), *P. fluviatilis*'in otolit şeklinde balık büyümesi esnasında bir değişme olmadığını rapor etmişlerdir. Bu araştırmada Sapota ve Dabrowska (2019)'nın aksine, boy-yükseklik oranı, dikdörtgensellik ve ovallik indekslerinde ontogenetik safhalara göre bazı farklılıklar tespit edilmiştir. En yüksek şekil indeksi değerleri orta boy grubunda yer alan balıklar (Grup2) için elde edilirken, en düşük değerler büyük boy grubundaki balıklar (Grup3) için hesaplanmıştır (Tablo 4.11). Mevcut durum, orta boylu bireylerde otolitlerin diğer bireylere oranla daha uzun ve daha oval bir şekle sahip olduğunu ifade etmektedir. Bulgularımıza benzer şekilde Biolo et al. (2019), *Odontesthes argentinensis* türünde orta boylu bireylerin (safha 2) küçük ve büyük (safha 1 ve safha 3) bireylere göre daha yüksek otolit yüksekliği-otolit boyu oranına ve dikdörtgensellik indeksi değerine sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Araştırmacılar sonuçlarına göre *O. argentinensis* otolitlerinin genişliğine oranla daha uzun olduğunu dile getirmişlerdir. Callico Fortunato et al. (2017), *Mugil liza*'nın küçük boylu bireylerinin daha küçük otolit en-boy oranına ve bu nedenle daha dikdörtgen bir otolit şekline sahip olduklarını, buna karşılık büyük balıkların daha dairesel bir otolit şekline sahip olma eğilimi gösterdiklerini tespit etmişlerdir. Curcio et al. (2014), *Lepidonotothen larseni* türünde otolit eni-otolit boyu oranını (E indeksi) yetişkinlere göre genç bireylerde daha yüksek olarak hesaplamışlardır. Bu durumun genç balıklarda otolitlerin oransal olarak daha kısa ve daha geniş bir şekli, buna karşılık

yetişkinlerde daha uzun ve dar şekli temsil ettiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar böyle bir şablonu, genç bireylerin pelajikte ve yetişkin bireylerin epibentikte yaşamasına ve buna bağlı olarak beslenme alışkanlıklarındaki ontogenetik değişime neden olan habitat farklılığına bağlamışlardır. Callico Fortunato et al. (2017), *Mugil cephalus* türünün küçük boylu örneklerinde büyüklere oranla daha düşük en-boy oranı elde etmelerini, söz konusu balıklarda otolitlerin daha oval bir şekle sahip olmaları ile ilişkilendirmişlerdir. Bostancı vd (2015), *Alburnus mossulensis* türünde ovallık indeksinin total boy ile artış gösterdiğini, *Alburnus tarichi* türünde ise bir azalış sergilediğini tespit etmişlerdir. Tuset et al. (2003a), şekil indekslerin *Serranus* türlerinin otolitlerinde meydana gelen çok önemli ontogenetik değişimleri takip etmeye fırsat verdiğini ifade ederek, *Serranus scriba* türünde boy artışıyla birlikte otolitlerin daha oval bir şekle dönüştüğünü gözlemlemişlerdir.

Şekil indeksleri, boyutsal bir düzlemde otolit büyümesinin şablonunu temsil eder (He et al., 2018). Otolit morfolojisi, balık larvalarında gözlenen yuvarlak bir şekilden yetişkinlerde gözlenen belirli bir şekle doğru değişir (Campana, 2004; Vignon, 2015). Her ne kadar şekil indekslerinin analizi karmaşık olsa da, genel morfolojiyle yapılan tanımlamaları doğrular (Tuset et al., 2003a,b). Bu çalışmada, *P. fluviatilis*'in beslenmeye bağlı ontogenetik gruplarında sagittal otolitlerin morfolojik değişimleri altı şekil indeksi kullanılarak incelenmiştir. İstatistiksel testler, ontogenetik grupların farklılaşmasında boy-yükseklik oranı, yuvarlaklık, dikdörtgensellik ve ovallık indekslerini ön plana çıkarmıştır. Şekil indeksleri ile yapılan PCA, üç şekil indeksinin (boy-yükseklik oranı, yuvarlaklık, dikdörtgensellik) önemini vurgulayarak varyansın %100'ünü açıklayan iki bileşen (PC) üretmiştir. Boy-yükseklik oranı ve yuvarlaklık indekslerindeki varyasyonu gösteren ilk bileşen (PC1), CDA'ya en yüksek katkıyı vermiştir. CDA'ya katkısı çok düşük olan ikinci bileşen (PC2) ise yuvarlaklık, boy-yükseklik oranı ve dikdörtgensellik indekslerindeki değişimi tanımlamıştır. CDA sonuçlarına göre şekil indeksleri, küçük ve büyük balıkların yer aldığı Grup1 ve Grup3 arasında dikkate değer bir farklılık tespit edememiştir (%46.7 ve %26.9 sınıflandırma başarısı). Diğer bir ifade ile otolit morfolojilerindeki çakışmadan dolayı bu iki gruptaki balıkların otolitleri benzer şekle sahiptir. Bununla birlikte, şekil indeksleri diğer balıklara göre orta boylu balıkların otolit morfolojisinde boy-yükseklik oranı ve yuvarlaklık bakımından farklılık bulunduğunu göstermiştir (%70 sınıflandırma başarısı). Sonuç olarak, şekil

indekslerinin kullanılmasıyla üç ontogenetik grubun ayrılmasındaki toplam başarı oranı %48.8 gibi düşük bir seviyede kalmıştır. Ontogenetik grupların ayrımında şekil indekslerinin göstermiş olduğu başarısızlık, yeterince çok ve bağımsız morfometrik değişkenin (söz gelişi çeşitli otolit ve sulkus ölçümleri ve indeksleri) bulunmaması ile ilişkilendirilebilir.

Eliptik Fourier analizinin biyolojik yorumu doğrusal morfometriye göre daha karmaşık olmasına rağmen (Stransky ve MacLellan, 2005), otolit ana hatlarındaki tüm şekil varyasyonunu ve küçük ölçekli bireysel farklılıkları yakalamak için en objektif ve güçlü şekil analizi tekniği olarak kabul edilmektedir (Campana and Casselman, 1993). Bu çalışmada, Tatlısu Levreği'nin diyetinde görülen ontogenetik kaymalara göre oluşturulan 3 boy grubunda yer alan bireylerin otolit şekil farklılıkları toplam 33 EF katsayısı ile analiz edilmiştir. Uygulanan istatistiksel testler neticesinde dört katsayı (d1, a3, c3, d8) otolit şekli bakımından gruplar arasında anlamlı değişimlerin olduğunu göstermiştir. EF katsayıları kullanılarak gerçekleştirilen PCA, ontogenetik grup ayrımında üç katsayının (d1, b2, c3) diğerlerine göre daha etkili olduğuna işaret etmiştir. PCA, toplam varyansın %100'ünü açıklayan iki bileşen (PC) üretmiştir. İlk bileşen (PC1), CDA'ya en yüksek katkıyı vererek d1 katsayısındaki değişimi ortaya koymuştur. Çok düşük oranda CDA'ya katkı sunan ikinci bileşen (PC2) ise b2 ve c3 katsayılarındaki varyasyonu tanımlamıştır. CDA neticesinde küçük boylu balıklar %91.7, orta boylu balıklar %61.7 ve büyük boylu balıklar %63.5 oranında doğru sınıflandırılmıştır. EF katsayılarının ontogenetik grupları ayırmadaki toplam başarısı %72.7 olarak elde edilmiştir. EF katsayıları ile otolit ana hattının yeniden yapılandırılması, otolitin dorsal kenar ile postero-dorsal ve postero-ventral bölgelerindeki farklılıkların ontogenetik gruplar arasındaki temel varyasyonları temsil ettiğini göstermiştir. Bu sonuçlar ışığında, *P. fluviatilis* türünün ontogenetik grupları arasındaki otolit şekil varyasyonlarının Eliptik Fourier analizi ile ortaya konulabileceği ifade edilebilir. Birole et al. (2019), *Odontesthes agentinensis* türünün otolitlerindeki ontogenetik varyasyonları ortaya koymak amacıyla yapmış oldukları çalışmada, 29 EF katsayısı kullanmışlardır. Araştırmacılar CDA sonucunda, küçük boylu balıkların %96.9, orta boylu balıkların %100 ve büyük boylu balıkların ise %98.3 oranında doğru sınıflandırıldığını ve toplam sınıflandırma başarısının %98.4 olduğunu rapor etmişlerdir.

Birçok çalışmada şekil indeksleri ve eliptik Fourier katsayıları birleştirilerek otolit morfolojisi analiz edilmiştir (Agüera et al. Brophy, 2011; Yu et al., 2014; Montaini et al., 2017; Avigliano et al., 2018; Song et al., 2019). Mevcut çalışmada 4 şekil indeksi ve 22 EF katsayısının birlikte kullanılarak gerçekleştirilen PCA sonuçları, ontogenetik grup ayırımında üç değişkenin (BYO, YUV, d1) diğerlerine oranla daha etkili olduğunu göstermiştir. PCA’da elde edilen iki bileşenden ilki (PC1), açıkladığı %72.05’lik varyans ve CDA’ya yapmış olduğu yüksek katkı ile d1 katsayısındaki değişimi tanımlamıştır. Diğer bileşen (PC2) ise varyansın %27.95’ini açıklayarak CDA’ya olan düşük katkısı ile BYO ve YUV indekslerindeki varyasyonu ortaya koymuştur. CDA sonuçlarına göre d1 katsayısı küçük boylu bireylerin yer aldığı grubu (Grup1) diğer gruplardan %90 oranında ayırmıştır. Buna karşılık BYO ve YUV indeksleri, orta boylu balıkların bulunduğu grubu (Grup2), öteki gruplardan %68.3 oranında ayırmıştır. Bu sonuç Grup1’deki balıkların otolit morfolojisindeki farklılaşmanın tespiti için EF katsayılarının, Grup2’deki balıkların otolit şeklindeki farklılaşmanın tespiti için şekil indekslerinin daha etkili olduğu anlamına gelmektedir. Şekil indeksleri ve EF katsayılarının kombinasyonu halinde ontogenetik grup ayırımında toplam %74.4 oranında bir sınıflandırma başarısı elde edilmiştir.

Bu çalışma, Tatlısu Levreği’nin sagittal otolitlerindeki ontogenetik değişimlerin tanımlanmasında; EF katsayılarının tek başına kullanılmasının ya da morfometrik değişkenlerle birleştirilmesinin, şekil indekslerinin tek başına kullanılmasına oranla daha yüksek sınıflandırma başarısı sağladığını ortaya koymuştur. Benzer bulgular otolit şekil analizlerinin yapıldığı *Gadus morhua* (Petursdottir et al., 2006), *Latris lineata* (Tracey et al., 2006), *Clupea harengus* (Burke et al., 2008), *Scomberesox saurus* (Agüera and Brophy, 2011), *Argyrosomus japonicus* (Ferguson et al., 2011), *Sebastes spp.* (Zhuang et al., 2015), *Astyanax spp.* (Avigliano et al., 2018), *Nibeal albiflora* (Song et al., 2019), *Pennahia argentata* (Song et al., 2019) gibi diğer türlerde de elde edilmiştir. Morfometrik değişkenler genellikle otolit büyümesi hakkında bilgi vererek gruplar arasında biyolojik olarak anlamlı farklılıkları belirlerler. Bununla birlikte, yeterli sayıda morfolojik değişkenlerin olmaması, geleneksel morfometri analizinin verimi azaltabilir ve grup ayırımında nispeten düşük sınıflandırma başarısına katkıda bulunabilir. Buna karşılık EF katsayıları, otolit şablonunun daha detaylı tanımlanmasına izin vererek otolit şekli

hakkında çok daha fazla miktarda bilgi sağlar (Song et al., 2019). Genel olarak, düşük mertebeden harmonikler otolit şeklinin genel daireselliği ve uzamışlığı ile ilişkilirken, yüksek mertebeden harmonikler otolit şeklinin detayları ile ilişkilidir (Kuhl and Giardina, 1982; Stransky, 2014). Eliptik Fourier katsayılarının yeterli olduğu göz önüne alındığında, otolit taslağı ayrıntılı olarak yeniden yapılandırılabilir ve tasvir edilebilir, bu da grup ayırımının verimliliğini artırabilir (Song et al., 2019).

Otolit morfolojisi, fizyolojik (eşeyssel olgunluk, büyüme vs.) ve çevresel (sıcaklık, tuzluluk, derinlik, diyet vs.) faktörlerin karmaşık bir kombinasyonu ile düzenlenir (Vignon and Morat, 2010; Mille et al., 2015). Bu faktörlerin otolit şekline olan etkileri balık türüne ve otolit tipine bağlı olarak az ya da çok olabilir (Bounket et al., 2019). Nitekim Hüseyin (2008), otolit genel şeklinin ontogenetik bir süreç olduğunu ve daha ince detaylarının ise çevre koşulları, özellikle de beslenme seviyesi (Gagliano and McCormick, 2004) ve besin mevcudiyeti (Cardinale et al., 2004) ile değiştirilebileceğini öne sürmüştür. Diğer taraftan, diyet kompozisyonunun doğrudan ve/veya dolaylı (otolit büyümesi) süreçler yoluyla otolit şekil varyasyonunun bir kaynağı olabileceği rapor edilmiştir (Mille et al., 2016). Ayrıca diyet bileşimindeki ontogenetik değişiklikler de otolit morfolojisinin farklılaşmasına katkı sunabilmektedir (Morat et al., 2012; Biole et al., 2019). Ladik Gölü'nde yaşayan *P. fluviatilis*'in diyeti boy sınıflarına göre önemli değişimler gösterir (Yazıcıoğlu vd, 2016). Küçük boylu (<14 cm TB) balıklar sadece makroomurgasız canlılarla beslenirler (Yazıcıoğlu vd, 2016). Bu durumun otolit şekline yansımaları Grup1'in en yüksek oranda diğer gruplardan ayrılmasını sağlamıştır. Orta boylu (14-20.9 cm TB) balıkların diyetini makroomurgasız canlılar ve balıklar oluştururken, büyük boylu (>21 cm TB) bireylerin diyetinde sadece balıklar bulunur. Makroomurgasızlardan balıklara geçme boyu 18.2 cm'dir (Yazıcıoğlu vd, 2016). Bu boy sınırı Grup2'nin ortalama boyunun (17.27 cm) biraz üstündedir. Ayrıca orta ve büyük boylu örneklerin diyetlerinde istatistiksel olarak bir benzerlik söz konusudur (Yazıcıoğlu vd, 2016). Tüm bu durumlar, otolit morfolojisi açısından Grup2 ve Grup3 bireyleri arasında çok belirgin bir farklılığının olamayacağına işaret etmektedir. Bu çalışmada CDA sonuçları, vermiş olduğu orta derecedeki sınıflandırma oranları (Grup2 için %68.3 ve Grup3 için %63.5) ile mevcut beklentileri doğrular niteliktedir. İlâveten, hatalı yerleştirilen bireylerin büyük bir kısmının karşılıklı olarak adı geçen gruplarda yer alması da, iki grup üyelerinin otolit şekli bakımından önemli ölçüde

farklılaşmadıkları görüşüne bir destek olarak yorumlanabilir. Tuset et al. (2003a), şekil indekslerini kullanarak *Serranus* cinsinin üç türünde balık boyuna bağlı olarak otolit şeklinin dikkate değer farklılıklar gösterdiğini tespit etmişlerdir ve bu durumu türlerin derinlik aralığı ile açıklamışlardır. Ayrıca araştırmacılar, otolit morfolojisindeki en görünür değişikliğin ilk üreme boyunda meydana geldiğini vurgulamışlardır. Xiong et al. (2015), *Larimichthys polyactis* türünün yetişkin bireylerinde 3 ontogenetik grup (<130 mm, 131-150 mm ve >150 mm) arasında otolit morfometrisi açısından önemli değişimler belirlemişlerdir. Araştırmacılar gruplarda sırasıyla %80, %71.4 ve %57.9 oranında sınıflandırma doğruluğu elde etmişlerdir. Son iki gruptaki başarı oranlarının düşüklüğü nedeniyle *L. polyactis* bireylerinin 130 mm boya ulaştıktan sonra otolit şeklinin pek değişmediğini ileri sürmüşlerdir. Buna karşılık çalıştıkları balığın ilk üreme boyunun 130.7 mm olduğunu ve otolit morfolojisindeki en görülür değişimlerin bu boy değeri yakınlarında yer aldığını dile getirmişlerdir. Benzer sonuçlar diğer balık türlerinde de bulunmuştur (Curin-Osorio et al., 2012; Gonzalez Naya et al., 2012). Balıklarda ilk üreme boyu, metabolizmanın belirgin şekilde değiştiği, eşeyssel olgunlaşmanın büyüme etkilediği ve sonuç olarak otolit morfolojisi üzerinde bir etkiye sahip olabileceği boydur (Morat et al., 2012). Bu nedenle, genç ve yetişkin balıklar arasındaki morfolojik farklılıklara ek olarak ilk üreme öncesi ve sonrası otolit büyüme oranlarındaki varyasyonları tanımlamak da mümkündür (Carvalho et al., 2015). Ladik Gölü'ndeki Tatlısu Levreği'nin ilk üreme boyu bilinmemektedir. Fakat Kottelat ve Freyhof (2007), türün erkeklerinde 1-2, dişilerinde 2-4 yaşlarına tekabül eden boy aralığında eşeyssel olgunluğa ulaştığını rapor etmişlerdir. İlgili yaş aralıkları kabul edildiğinde, *P. fluviatilis*'in Ladik Gölü popülasyonunda ilk üreme boyu erkeklerde 11.9 cm (8.7-14 cm) ve dişilerde 15.7 cm (11-21.5 cm)'ye (Saygın, 2013) denk gelmektedir. Bu durumda büyük çoğunluğu (%80) ilk üremesini gerçekleştirmemiş bireylerden oluşan Grup1 genç safhayı, büyük bir kısmı (%97'den fazla) eşeyssel olgunluğa ulaşmış bireylerden oluşan Grup2 ve Grup3 ise yetişkin safhayı temsil etmektedir. Yapılan ayırım analizleri iki safhaya ait balıkların otolitlerindeki morfolojik farklılıkları net bir şekilde ortaya koymuştur. Bu nedenle *P. fluviatilis*'in ontogenisi boyunca sagittal otolit şeklinde gözlenen değişimler hem diyetlerinde meydana gelen kaymalarla hem de eşeyssel olgunluk durumları ile ilişkilendirilebilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ulaşılabilen kaynaklar dikkate alındığında; *P. fluviatilis* türünün sagittal otolit morfolojisi üzerine ilk araştırma olma niteliği taşıyan bu tez çalışmasında, Ladik Gölü'nden örneklenen Tatlısu Levreği bireylerinin sagittal otolit morfolojisindeki ontogenetik değişimler hem geleneksel morfometri (şekil indeksleri) hem de şekil analizi (eliptik Fourier tanımlayıcıları) yöntemleri ile değerlendirilmiştir.

Çalışma sonuçları, ontogenetik grup ayrımında otolit şekil analizi yönteminin morfometrik analize göre daha etkili olduğunu göstermiştir. Yeterince fazla ve farklı morfometrik değişkenin (söz gelişi sulkus ölçümleri ve indeksleri gibi) analizlerde yer almaması düşük sınıflandırma oranları üretilmesine neden olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle benzer konuda yapılacak sonraki çalışmalara olabildiğince çok ve çeşitli değişkenlerin dâhil edilmesi önerilmektedir. Bununla birlikte her iki yöntemin eşzamanlı uygulanması, yöntemlerin tek başlarına verdikleri ayrım başarısını geliştirmiştir.

Ontogenetik grupların oluşturulmasında, türün beslenme alışkanlığındaki değişimler temel alınmıştır. Bulgular, otolit morfolojisinin üç ontogenetik grup arasında varyasyon gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu durum türün geçirmiş olduğu ontogenetik diyet kaymalarının otolit morfolojisine yansıdığını göstermektedir. Diğer taraftan otolit şeklindeki en belirgin farklılığın küçük boylu balıklar ile diğerleri arasında gözlenmesi, balıkların eşeyssel olgunluk durumları ile ilişkilendirilmiştir.

Ontogenetik gruplarda yer alan balıkların boy aralıkları dikkate alındığında, örneklemin türün genç ve yetişkin safhalarını kapsadığı görülmektedir. Gelecekte yapılacak bu tip çalışmalarda larva safhasının da bir grup olarak ele alınması, *P. fluviatilis*'in otolit morfolojisindeki ontogenetik değişimlerin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Tatlısu Levreği'nin otolit morfolojisindeki ontogenetik değişimler üzerine bu tez kapsamında elde edilen sonuçların, türle beslenen predatör canlıların trofik ekolojileri ile ilgili çalışmalarda kullanılabileceği umulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Adelir-Alves, J., Daros, F. A., Spach, H. L., Soeth, M. and Correia, A. T. 2018. Otoliths as a tool to study reef fish population structure from coastal islands of South Brazil. *Marine Biology Research*, 14:9-10, 973-988.
- Aguirre, H. and Lombarte, A. 1999. Ecomorphological comparisons of sagittae in *Mullus barbatus* and *M. surmuletus*. *Journal of Fish Biology*, 55:1, 105-114.
- 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.
- Akbay, R. 2019. İstilacı bir tür olan *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)'nun lagenar otolit morfolojisi ve morfometrisi: Samsun (Türkiye)'daki dört populasyon arasında karşılaştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, 84, Samsun.
- Anonim, 2007. Doğal Alanları, Kuş ve Balık Çeşitliliği ile Geleceğe İyi Bir Miras; Temiz Ladik Gölü, Ladik Doğayı ve Çevreyi Koruma Derneği Yayınları, No: 2, Samsun.
- Anonim, 2017. Samsun İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu. Samsun Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, ÇED ve Çevre İzinleri Şube Müdürlüğü, Samsun.
- Anonim, 2019. Sulak Alanlar ve Önemi. <https://www.tarimorman.gov.tr> (Erişim tarihi: 30.12.2019)
- Apaydın Yağcı, M., Yılmaz, S., Yazıcıoğlu, O. and Polat, N. 2015. The zooplankton composition of Lake Ladik (Samsun, Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 39:4, 652-659.
- Assis, C. A. 2003. The lagenar otoliths of teleosts: their morphology and its application in species identification, phylogeny and systematics. *Journal of Fish Biology*, 62:6, 1268-1295.
- Assis, C. A. 2005. The utricular otoliths, lapilli, of teleosts: their morphology and relevance for species identification and systematics studies. *Scientia Marina*, 69:2, 259-273.
- Assis, I. O., da Silva, V. E., Souto-Vieira, D., Lozano, A. P., Volpedo, A. V. and Fabr e, N. N. 2020. Ecomorphological patterns in otoliths of tropical fishes: assessing trophic groups and depth strata preference by shape. *Environmental Biology of Fishes*, 103, 349-361.
- Avigliano, E., Martinez, C. F. R. and Volpedo, A. V. 2014. Combined use of otolith microchemistry and morphometry as indicators of the habitat of the silverside (*Odontesthes bonariensis*) in a freshwater–estuarine environment. *Fisheries Research*, 149, 55-60. doi:10.1016/j.fishres.2013.09.013
- Avigliano, E., Rol n, M. E., Rosso, J. J., Mabragna, E. and Volpedo, A. V. 2018. Using otolith morphometry for the identification of three sympatric and morphologically similar species of *Astyanax* from the Atlantic Rain Forest (Argentina). *Environmental Biology of Fishes*, 101:9, 1319-1328.
- Barhoumi, M., Khoufi, W., Kalai, S., Ouerhani, A., Essayed, S., Zaier, G., Jaziri, H., Meriem, S. B. And Fehri-Bedoui, R. 2018. The use of Fourier analysis as a tool for *Oblada melanura* (Linnaeus, 1758) stock unit separation in the south central Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 98:7, 1725-1732.
- 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.

- Beyer, S. G. and Szedlmayer, S. T. 2010. The use of otolith shape analysis for ageing juvenile red snapper, *Lutjanus campechanus*. *Environmental Biology of Fishes*, 89:3-4, 333-340.
- Biolé, F. G., Fortunato, R. C., Thompson, G. A. and Volpedo, A. V. 2019. Application of otolith morphometry for the study of ontogenetic variations of *Odontesthes argentinensis*. *Environmental Biology of Fishes*, 102:10, 1301-1310.
- 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., Adragna, J. B. and Balshine, S. 2017. 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. 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.
- 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*, 31:6, 1013-1022.
- Bouquet, B., Gibert, P., Gennotte, V., Argillier, C., Carrel, G., Maire, A. and Morat, F. 2019. Otolith shape analysis and daily increment validation during ontogeny of larval and juvenile European chub *Squalius cephalus*. *Journal of Fish Biology*, 95:2, 444-452.
- Bulut, İ. 2012. *Türkiye'nin yüzen adaları*. Megaoffset Matbacılık, 181, Erzurum.
- 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.
- Byrd, B. L., Hohn, A. A. and Krause, J. R. 2020. Using the otolith sulcus to aid in prey identification and improve estimates of prey size in diet studies of a piscivorous predator. *Ecology and Evolution*, 10:8, 3584-3604.
- Callicó Fortunato, R., Benedito Durà, V., González-Castro, M. and Volpedo, A. 2017. Morphological and morphometric changes of sagittae otoliths related to fish growth in three Mugilidae species. *Journal of Applied Ichthyology*, 33:6, 1137-1145.
- Campana, S. E. 2004. *Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic Ocean*. NRC Research Press, 284, Ottawa.
- 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.
- Capoccioni, F., Costa, C., Aguzzi, J., Menesatti, P., Lombarte, A. and Ciccotti, E. 2011. Ontogenetic and environmental effects on otolith shape variability in three Mediterranean European eel (*Anguilla anguilla*, L.) local stocks. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 397:1, 1-7.
- Cardinale, M., Doering-Arjes, P., Kastowsky, M. and Mosegaard, H. 2004. Effects of sex, stock, and environment on the shape of known-age Atlantic cod (*Gadus morhua*) otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61:2, 158-167.
- Carvalho, B. M., Spach, H. L., Vaz-Dos-Santos, A. M. and Volpedo, A. V. 2019. Otolith shape index: is it a tool for trophic ecology studies?. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 99:7, 1675-1682.

- Carvalho, B. M., Vaz-dos-Santos, A. M., Spach, H. L. and Volpedo, A. V. 2015. Ontogenetic development of the sagittal otolith of the anchovy, *Anchoa tricolor*, in a subtropical estuary. *Scientia Marina*, 79:4, 409-418.
- Carvalho, B. M., Volpedo, A. V. and Fávoro, L. F. 2020. Ontogenetic and sexual variation in the sagitta otolith of *Menticirrhus americanus* (Teleostei; Sciaenidae) (Linnaeus, 1758) in a subtropical environment. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 60:e20206009.
- Carvalho, M. G., Moreira, C., Queiroga, H., Santos, P. T. and Correia, A. T. 2015. Ontogenetic development of the sagittal otoliths of *Lipophrys pholis* (Blenniidae) during the embryonic, larval and settlement stages. *Ichthyological Research*, 62:3, 351-356.
- Ceccuzzi, P., Terova, G., Brambilla, F., Antonini, M. and Saroglia, M. 2011. Growth, diet, and reproduction of Eurasian perch *Perca fluviatilis* L. in Lake Varese, northwestern Italy. *Fisheries Science*, 77:4, 533-545.
- Cerna, F., Saavedra-Nievas, J. C., Plaza-Pasten, G., Niklitschek, E. and Morales-Nin, B. 2019. Ontogenetic and intraspecific variability in otolith shape of anchoveta (*Engraulis ringens*) used to identify demographic units in the Pacific Southeast off Chile. *Marine and Freshwater Research*, 70, 1794-1804.
- Coelho, G. C. Z., da Silva Costa, R., Bashiy-Silva, C., Silva de Souza, F. M., de Castro Ribeiro, D., Augusto Senhorini, J. and Ninhaus-Silveira, A. 2019. Characterization of the initial ontogeny of *Leiarius marmoratus* (GILL, 1870): larvae to juvenile. *Journal of Applied Ichthyology*, 35:3, 719-727.
- Craig, J. F. 2000. *Percid fishes: systematics, ecology, and exploitation*. Blackwell Science Ltd., 370, Oxford.
- Crampton, J. S. 1995. Elliptic Fourier shape analysis of fossil bivalves: some practical considerations. *Lethaia*, 28:2, 179-186.
- Curcio, N., Tombari, A. and Capitanio, F. 2014. Otolith morphology and feeding ecology of an Antarctic nototheniid, *Lepidonotothen larseni*. *Antarctic Science*, 26:2, 124-132.
- Curin-Osorio, S., Cubillos, L. A. and Chong, J. 2012. On the intraspecific variation in morphometry and shape of sagittal otoliths of common sardine, *Strangomera bentincki*, off central-southern Chile. *Scientia Marina*, 76:4, 659-666.
- Davoodi, P. and Rahimian, H. 2016. Identifying *Neogobius* species from the southern Caspian Sea by otolith shape (Teleostei: Gobiidae). *Zootaxa*, 4205:1, 81-86.
- 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.
- Deng, X., Wagner, H. J. and Popper, A. N. 2011. The inner ear and its coupling to the swim bladder in the deep-sea fish *Antimora rostrata* (Teleostei: Moridae). *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 58:1, 27-37.
- Doustdar, M., Kaymaram, F., Seifali, M., Jamili, S. and Bani, A. 2019. Stock identification of Arabian yellow fin Sea bream (*Acanthopagrus arabicus*) by using shape of otolith in the Northern Persian Gulf & Oman Sea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 18:1, 60-70.
- 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.

- Farias, I., Vieira, A. R., Gordo, L. S. and Figueiredo, I. 2009. Otolith shape analysis as a tool for stock discrimination of black scabbardfish, *Aphanopus carbo* Lowe, 1839 (Pisces: Trichiuridae), in Portuguese waters. *Scientia Marina*, 73:S2, 47-53.
- 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.
- Gaemers, P. A. 1983. Taxonomic position of the Cichlidae (Pisces, Perciformes) as demonstrated by the morphology of their otoliths. *Netherlands Journal of Zoology*, 34:4, 566-595.
- Gagliano, M. and McCormick, M. I. 2004. Feeding history influences otolith shape in tropical fish. *Marine Ecology Progress Series*, 278, 291-296.
- Galley, E. A., Wright, P. J. and Gibb, F. M. 2006. Combined methods of otolith shape analysis improve identification of spawning areas of Atlantic cod. *ICES Journal of Marine Science*, 63:9, 1710-1717.
- Gauldie, R. W. and Crampton, J. S. 2002. An eco-morphological explanation of individual variability in the shape of the fish otolith: comparison of the otolith of *Hoplostethus atlanticus* with other species by depth. *Journal of Fish Biology*, 60:5, 1204-1221.
- Geldiy, R. ve Balık S. 2009. *Türkiye tatlusu balıkları* (Altıncı Baskı). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, 644, İzmir.
- Gonzalez Naya, M. J., Tombari, A., Volpedo, A. and Gómez, S. E. 2012. Size related changes in sagitta otoliths of *Australoheros facetus* (Pisces; Cichlidae) from South America. *Journal of Applied Ichthyology*, 28:5, 752-755.
- Gonzalez-Salas, C. and Lenfant, P. 2007. Interannual variability and intraannual stability of the otolith shape in European anchovy *Engraulis encrasicolus* (L.) in the Bay of Biscay. *Journal of Fish Biology*, 70:1, 35-49.
- Granados-Amores, E., Granados-Amores, J., Zavala-Leal, O. I. and Flores-Ortega, J. R. 2020. Geometric morphometrics in the sulcus acusticus of the sagittae otolith as tool to discriminate species of the genus *Centropomus* (Centropomidae: Perciformes) from the southeastern Gulf of California.
- Günther, C. C., Temming, A., Baumann, H., Huwer, B., Möllmann, C., Clemmesen, C. and Herrmann, J. P. 2012. A novel length back-calculation approach accounting for ontogenetic changes in the fish length-otolith size relationship during the early life of sprat (*Sprattus sprattus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 69:7, 1214-1229.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. and Ryan, P. D. 2001. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4:1, 1-9.
- 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.
- Heral, O. and Bayhan, B. 2020. Age and growth of Morocco Dentex, *Dentex maroccanus* Valenciennes, 1830 (Actinopterygii: Sparidae) in Izmir Bay, central Aegean Sea, Turkey. *Acta Zoologica Bulgarica*, 72:1, 149-154.
- Hüssy, K. 2008. Otolith shape in juvenile cod (*Gadus morhua*): Ontogenetic and environmental effects. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 364:1, 35-41.
- Ider, D., Ramdane, Z., Mahe, K., Duffour, J. L., Bacha, M. and Amara, R. 2017. Use of otolith-shape analysis for stock discrimination of *Boops boops* along the Algerian coast (southwestern Mediterranean Sea). *African Journal of Marine Science*, 39:3, 251-258.

- Iwata, H. and Ukai, Y. 2002. SHAPE: a computer program package for quantitative evaluation of biological shapes based on elliptic Fourier descriptors. *Journal of Heredity*, 93:5, 384-385.
- Jaramillo, A. M., Tombari, A. D., Benedito Dura, V., Santamalia, R., Eugenia, M., & Volpedo, A. V. 2014. Otolith eco-morphological patterns of benthic fishes from the coast of Valencia (Spain). *Thalassas*, 30:1, 57-66.
- Jawad, L. A. 2018. A comparative morphological investigation of otoliths of six parrotfish species (Scaridae) from the Solomon Islands. *Journal of Fish Biology*, 93:6, 1046-1058.
- Jawad, L. A., Al-Jufaili, S. A. and Al-Shuhaily, S. S. 2008. Morphology of the otolith of the greater lizardfish *Saurida tumbil* (Pisces: Synodontidae). *Journal of Natural History*, 42:35-36, 2321-2330.
- Jawad, L. A., Sabatino, G., Ibanez, A. L., Andaloro, F. and Battaglia, P. 2018. Morphology and ontogenetic changes in otoliths of the mesopelagic fishes *Ceratoscopelus maderensis* (Myctophidae), *Vinciguerria attenuata* and *V. poweriae* (Phosichthyidae) from the Strait of Messina (Mediterranean Sea). *Acta Zoologica*, 99:2, 126-142.
- Jellyman, D. J. 1980. Age, growth, and reproduction of perch, *Perca fluviatilis* L., in Lake Pounui. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 14:4, 391-400.
- Karahan, A., Borsa, P., Gucu, A. C., Kandemir, I., Ozkan, E., Orek, Y. A., Acan, S. S., Koban, E. and Togan, I. 2014. Geometric morphometrics, Fourier analysis of otolith shape, and nuclear-DNA markers distinguish two anchovy species (*Engraulis* spp.) in the Eastern Mediterranean Sea. *Fisheries Research*, 159, 45-55.
- Khan, M. A., Khan, S., Ahmed, I. and Nadeem, M. 2019. Age and Growth of Spotted Snakehead, *Channa punctata* from the Ganga River. *Journal of Ichthyology*, 59:2, 197-204.
- Khemiri, S., Gaamour, A., Abdallah, L. B. and Fezzani, S. 2018. The use of otolith shape to determine stock structure of *Engraulis encrasicolus* along the Tunisian coast. *Hydrobiologia*, 821:1, 73-82.
- Kottelat, M. and Freyhof, J. 2007. *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat and Freyhof, 646, Cornol and Berlin.
- Kuhl, F. P. and Giardina, C. R. 1982. Elliptic Fourier features of a closed contour. *Computer Graphics and Image Processing*, 18:3, 236-258.
- Lestrel, P. E. 1997. *Fourier descriptors and their applications in biology*. Cambridge University Press, 484, Cambridge.
- Lin, Y. J. and Al-Abdulkader, K. 2019. Identification of fish families and species from the western Arabian Gulf by otolith shape analysis and factors affecting the identification process. *Marine and Freshwater Research*, 70, 1818-1827.
- 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.
- Lombarte, A. and Cruz, A. 2007. Otolith size trends in marine fish communities from different depth strata. *Journal of Fish Biology*, 71:1, 53-76.
- Lombarte, A. and Lleonart, J. 1993. Otolith size changes related with body growth, habitat depth and temperature. *Environmental Biology of Fishes*, 37:3, 297-306.
- Long, J. M. and Snow, R. A. 2016. Ontogenetic development of otoliths in alligator gar. *Transactions of the American Fisheries Society*, 145:3, 537-544.

- 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.
- Ma, B. S., Xie, C. X., Huo, B., Yang, X. F. and Huang, H. P. 2010. Age and growth of a long-lived fish *Schizothorax o'connori* in the Yarlung Tsangpo River, Tibet. *Zoological Studies*, 49:6, 749-759.
- Maciel, T. R., Vaz-dos-Santos, A. M., Barradas, J. R. D. S. and Vianna, M. 2019. Sexual dimorphism in the catfish *Genidens genidens* (Siluriformes: Ariidae) based on otolith morphometry and relative growth. *Neotropical Ichthyology*, 17 (1), e180101.
- Mahé, K., Gourtay, C., Defruit, G. B., Chantre, C., de Pontual, H., Amara, R., Claireaux, G., Audet, C., Zambonino-Infante, J. L. And Ernande, B. 2019. Do environmental conditions (temperature and food composition) affect otolith shape during fish early-juvenile phase? An experimental approach applied to European Seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 521, 151239.
- Mahé, K., Ider, D., Massaro, A., Hamed, O., Jurado-Ruzafa, A., Gonçalves, P., Anastasopoulou, A., Jadaud, A., Mytilineou, C., Elleboode, R., Ramdane, Z., Bacha, M., Amara, R., de Pontual, H. and Ernande, B. 2018. Directional bilateral asymmetry in otolith morphology may affect fish stock discrimination based on otolith shape analysis. *ICES Journal of Marine Science*, 76:1, 232–243.
- 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.
- Mille, T., Mahe, K., Cachera, M., Villanueva, M. C., De Pontual, H. and Ernande, B. 2016. Diet is correlated with otolith shape in marine fish. *Marine Ecology Progress Series*, 555, 167-184.
- Mille, T., Mahe, K., Villanueva, M. C., De Pontual, H. and Ernande, B. 2015. Sagittal otolith morphogenesis asymmetry in marine fishes. *Journal of Fish Biology*, 87:3, 646-663.
- Miotto, M. L., Carvalho, B. M. D. and Spach, H. L. 2017. Does the closed fishing season influence the ichthyofauna consumed by *Larus dominicanus*?. *Brazilian Journal of Oceanography*, 65:1, 9-18.
- Montanini, S., Stagioni, M., Benni, E. and Vallisneri, M. 2017. Ontogenetic changes in otolith morphology and shape analyses in *Chelidonichthys cuculus* (Linnaeus, 1758) and *Chelidonichthys lucerna* (L., 1758). *Journal of Applied Ichthyology*, 33:2, 217-220.
- Montanini, S., Stagioni, M., Valdrè, G., Tommasini, S. and Vallisneri, M. 2015. Intra-specific and inter-specific variability of the sulcus acusticus of sagittal otoliths in two gurnard species (Scorpaeniformes, Triglidae). *Fisheries Research*, 161, 93-101.
- Monteiro, L. R., Di Benedetto, A. P. M., Guillermo, L. H. and Rivera, L. A. 2005. Allometric changes and shape differentiation of sagitta otoliths in sciaenid fishes. *Fisheries Research*, 74:1-3, 288-299.
- Morat, F., Letourneur, Y., Nérini, D., Banaru, D. and Batjakas, I. E. 2012. Discrimination of red mullet populations (Teleostean, Mullidae) along multi-spatial and ontogenetic scales within the Mediterranean basin on the basis of otolith shape analysis. *Aquatic Living Resources*, 25:1, 27-39.
- 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.

- Motamedi, M., Teimori, A. and Iranmanesh, A. 2021. Ontogenetic pattern, morphological sexual and side dimorphism in the saccular otolith of a scaleless killifish *Aphanius furcatus* (Teleostei: Aphaniidae). *Acta Zoologica*, 102 (1), 38-50.
- Neves, A., Sequeira, V., Farias, I., Vieira, A. R., Paiva, R. and Gordo, L. S. 2011. Discriminating bluemouth, *Helicolenus dactylopterus* (Pisces: Sebastidae), stocks in Portuguese waters by means of otolith shape analysis. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 91:6, 1237-1242.
- Nolf, D. 1995. *Recent developments in fish otolith research*. University of South Carolina Press, 513-544, Columbia, South Carolina.
- Nonogaki, H., Nelson, J. A. and Patterson, W. P. 2007. Dietary histories of herbivorous loricariid catfishes: evidence from $\delta^{13}\text{C}$ values of otoliths. *Environmental Biology of Fishes*, 78:1, 13-21.
- 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.
- Paul, K., Oeberst, R. and Hammer, C. 2013. Evaluation of otolith shape analysis as a tool for discriminating adults of Baltic cod stocks. *Journal of Applied Ichthyology*, 29:4, 743-750.
- Pavlov, D. A. and Shirokova, E. A. 2020. Variation of Otolith Structure in Amur Sleeper *Perccottus glenii* (Odontobutidae) Populations from Central Russia. *Journal of Ichthyology*, 60:1, 48-59.
- Persson, L., Diehl, S., Johansson, L., Andersson, G. and Hamrin, S. F. 1991. Shifts in fish communities along the productivity gradient of temperate lakes—patterns and the importance of size-structured interactions. *Journal of Fish Biology*, 38:2, 281-293.
- Petursdottir, G., Begg, G. A. and Marteinsdottir, G. 2006. Discrimination between Icelandic cod (*Gadus morhua* L.) populations from adjacent spawning areas based on otolith growth and shape. *Fisheries Research*, 80:2-3, 182-189.
- Pierce, G. J., Boyle, P. R. and Diack, J. S. W. 1991. Identification of fish otoliths and bones in faeces and digestive tracts of seals. *Journal of Zoology*, 224:2, 320-328.
- Popper, A. N., Ramcharitar, J. and Campana, S. E. 2005. Why otoliths? Insights from inner ear physiology and fisheries biology. *Marine and freshwater Research*, 56:5, 497-504.
- Radhakrishnan, K. V., Liu, M., He, W., Murphy, B. R. and Xie, S. 2010. Otolith retrieval from faeces and reconstruction of prey-fish size for Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) wintering at the East Dongting Lake National Nature Reserve, China. *Environmental Biology of Fishes*, 89:3-4, 505-512.
- Reichenbacher, B. and Kowalke, T. 2009. Neogene and present-day zoogeography of killifishes (*Aphanius* and *Aphanolebias*) in the Mediterranean and Paratethys areas. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 281:1-2, 43-56.
- Reichenbacher, B., Kamrani, E., Esmaili, H. R. and Teimori, A. 2009. The endangered cyprinodont *Aphanius ginaonis* (Holly, 1929) from southern Iran is a valid species: evidence from otolith morphology. *Environmental Biology of Fishes*, 86:4, 507-521.
- Reichenbacher, B., Sienknecht, U., Küchenhoff, H. and Fenske, N. 2007. Combined otolith morphology and morphometry for assessing taxonomy and diversity in fossil and extant killifish (*Aphanius*, † *Prolebias*). *Journal of Morphology*, 268:10, 898-915.
- Russ, J. C. 1990. *Computer-assisted microscopy: the measurement and analysis of images*. Plenum Press, 453, New York.

- Sadighzadeh, Z., Valinassab, T., Vosugi, G., Motallebi, A. A., Fatemi, M. R., Lombarte, A. and Tuset, V. M. 2014. Use of otolith shape for stock identification of John's snapper, *Lutjanus johnii* (Pisces: Lutjanidae), from the Persian Gulf and the Oman Sea. *Fisheries Research*, 155, 59-63.
- Sapota, M. R. and Dąbrowska, V. 2019. Shapes of otoliths in some Baltic fish and their proportions. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 48:3, 296-304.
- 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.
- 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., Riesch, R., de León, F. J. G. and Plath, M. 2011. Effects of extreme habitat conditions on otolith morphology—a case study on extremophile livebearing fishes (*Poecilia mexicana*, *P. sulphuraria*). *Zoology*, 114:6, 321-334.
- Schulz-Mirbach, T., Stransky, C., Schlickeisen, J. and Reichenbacher, B. 2008. Differences in otolith morphologies between surface-and cave-dwelling populations of *Poecilia mexicana* (Teleostei, Poeciliidae) reflect adaptations to life in an extreme habitat. *Evolutionary Ecology Research*, 10:4, 537-558.
- Schwarzans, W. 2014. Head and otolith morphology of the genera *Hymenocephalus*, *Hymenogadus* and *Spicomacrus* (Macrouridae), with the description of three new species. *Zootaxa*, 3888:1, 1-73.
- 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.
- Slastenenko, E. 1956. *Karadeniz havzası balıkları*. Et ve Balık Kurumu Umum Müdürlüğü Yayınları, 760, İstanbul.
- 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*, 37:4, 1430-1439.
- Stransky, C. 2014. Morphometric outlines. In *Stock identification methods: Applications in fishery science*, 2nd edition, Academic Press, pp. 129-140.
- 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.
- Şimşek, C., Polat, N., Özpiçak, M., Saygın, S. and Yılmaz, S. 2019. The relationships between otolith dimensions-total length and otolith features of European Perch (*Perca fluviatilis* L., 1758) sampled from Yedikır Dam Lake (Turkey). *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4:3, 348-353.
- Teimori, A., Motamedi, M. and Zeinali, F. 2020. Intrapopulation variation of otolith associated with ontogeny and morphological dimorphism in Hormuz tooth-carp *Aphanius hormuzensis* (Teleostei: Aphaniidae). *Acta Zoologica*, Retrieved from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/azo.12332>
- Thorpe, J. 1977. Synopsis of biological data on the perch, *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1785 and *Perca flavescens* Mitchill, 1814. *FAO Fisheries Synopses*, 147, Rome.
- Tuset, V. M., Azzurro, E. and Lombarte, A. 2012. Identification of Lessepsian fish species using the sagittal otolith. *Scientia Marina*, 76:2, 289-299.

- Tuset, V. M., Lombarte, A. and Assis, C. A. 2008. Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*, 72:S1, 7-198.
- Tuset, V. M., Lombarte, A., González, J. A., Pertusa, J. F. and Lorente, M. 2003a. Comparative morphology of the sagittal otolith in *Serranus* spp. *Journal of Fish Biology*, 63:6, 1491-1504.
- Tuset, V. M., Lozano, I. J., González, J. A., Pertusa, J. F. and García-Díaz, M. M. 2003b. Shape indices to identify regional differences in otolith morphology of comber, *Serranus cabrilla* (L., 1758). *Journal of Applied Ichthyology*, 19:2, 88-93.
- Tuset, V. M., Piretti, S., Lombarte, A. and González, J. A. 2010. Using sagittal otoliths and eye diameter for ecological characterization of deep-sea fish: *Aphanopus carbo* and *A. intermedius* from NE Atlantic waters. *Scientia Marina*, 74:4, 807-814.
- Uğurlu, S. 2006. Samsun ili tatlı su balık faunasının tespiti. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, 398, Samsun.
- 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.
- Vahed, N. S., Esmaeili, H. R., Masoudi, M. and Reichenbacher, B. 2019. Ontogenetic otolith development in an endemic tooth-carp, *Aphanius vladkovi* (Teleostei: Aphaniidae). *Journal of Ichthyology*, 59:3, 336-343.
- Vasconcelos, J., Vieira, A. R., Sequeira, V., González, J. A., Kaufmann, M. and Gordo, L. S. 2018. Identifying populations of the blue jack mackerel (*Trachurus picturatus*) in the Northeast Atlantic by using geometric morphometrics and otolith shape analysis. *Fishery Bulletin*, 116, 81-92.
- 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. 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.
- Vignon, M. 2015. Disentangling and quantifying sources of otolith shape variation across multiple scales using a new hierarchical partitioning approach. *Marine Ecology Progress Series*, 534, 163-177.
- 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.
- Vilizzi, L. and Walker, K. F. 1999. Age and growth of the common carp, *Cyprinus carpio*, in the River Murray, Australia: validation, consistency of age interpretation, and growth models. *Environmental Biology of Fishes*, 54:1, 77-106.
- Villegas-Hernández, H., Lloret, J., Muñoz, M., Poot-López, G. R., Guillén-Hernández, S. and González-Salas, C. 2018. Age-specific environmental differences on the otolith shape of the bastard grunt (*Pomadasyus incisus*) in the north-western Mediterranean. *Environmental Biology of Fishes*, 101:5, 775-789.
- Volpedo, A. and Echeverría, D. D. 2003. Ecomorphological patterns of the sagitta in fish on the continental shelf off Argentine. *Fisheries Research*, 60:2-3, 551-560.
- Volpedo, A. V. and Fuchs, D. V. 2010. Ecomorphological patterns of the lapilli of Paranoplatense Siluriforms (South America). *Fisheries Research*, 102:1-2, 160-165.

- Volpedo, A. V., Tombari, A. D. and Echeverría, D. D. 2008. Eco-morphological patterns of the sagitta of Antarctic fish. *Polar Biology*, 31:5, 635-640.
- Wiff, R., Flores, A., Segura, A. M., Barrientos, M. A. and Ojeda, V. 2020. Otolith shape as a stock discrimination tool for ling (*Genypterus blacodes*) in the fjords of Chilean Patagonia. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 54:2, 218-232.
- Wilson Jr, R. R. 1985. Depth-related changes in sagitta morphology in six macrourid fishes of the Pacific and Atlantic Oceans. *Copeia*, 4, 1011-1017.
- Wright, P.J., Panfili, J., Morales-Nin, B. and Geffen, A.J. 2002. Types of calcified structures. A. Otoliths. In *Manual of fish sclerochronology*, Ifremer-IRD Coedition. Brest, France, pp. 31-57.
- Xiong, Y., Yang, J., Zhang, Z. H., Liu, H. B., Jiang, T. and Chen, T. T. 2015. Factors affecting morphological development of the sagittal otolith in juvenile and adult small yellow croaker (*Larimichthys polyactis* Bleeker, 1877). *Journal of Applied Ichthyology*, 31:6, 1023-1028.
- Yan, T., Hu, J., Cai, Y., Xiong, S., Yang, S., Wang, X. and He, Z. 2017. Otolith development in larval and juvenile *Schizothorax davidi*: ontogeny and growth increment characteristics. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 35:5, 1197-1204.
- YAZICIOĞLU, 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.
- Ye, Z. J., Zhang, C., Panhwar, S. K., Li, Z. G. and Wan, R. 2015. Ageing Belanger's croaker, *Johnius belangerii* (Cuvier, 1830), based on otolith shape analysis. *Journal of Applied Ichthyology*, 31:1, 27-31.
- Yedier, S., Bostancı, D., Kondaş, S., Kurucu, G., Apaydın Yağcı, M. and Polat, N. 2019. Comparison of otolith morphology of invasive big-scale sand smelt (*Atherina boyeri*) from natural and artificial lakes in Turkey. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 18:4, 635-645.
- Yılmaz, S., Yazıcıoğlu, O., Saygın, S (A.). 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., 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., 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.
- Yu, X., Cao, L., Liu, J., Zhao, B., Shan, X. and Dou, S. 2014. Application of otolith shape analysis for stock discrimination and species identification of five goby species (Perciformes: Gobiidae) in the northern Chinese coastal waters. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 32:5, 1060-1073.
- 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 (Perciformes: Sciaenidae) from the northern Chinese coast. *Journal of Oceanology and Limnology*, 36:3, 981-989.

- 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.

EKLER

Ek 1. Şİ ile yapılan PCA’da elde edilen PC skorları

Grup	PC1	PC2	Grup	PC1	PC2
Grup1	-0.0098466	-0.081046	Grup1	-0.10327	0.18492
Grup1	0.14695	-0.1431	Grup1	0.037656	0.20024
Grup1	-0.010086	-0.024149	Grup1	-0.050784	0.17314
Grup1	0.042131	-0.093806	Grup1	-0.096493	0.13017
Grup1	0.024576	-0.10255	Grup1	-0.040431	0.35299
Grup1	-0.014697	-0.13316	Grup1	0.029189	-0.014515
Grup1	0.028502	-0.11229	Grup1	0.12439	-0.049582
Grup1	0.0049957	-0.092573	Grup1	-0.15555	0.21876
Grup1	0.065454	-0.13167	Grup1	-0.036788	0.070817
Grup1	0.053605	-0.22884	Grup1	0.010207	0.25096
Grup1	0.018401	-0.16692	Grup1	-0.075343	0.23745
Grup1	0.02111	-0.27266	Grup1	0.037159	-0.036195
Grup1	0.1378	0.0044346	Grup1	0.0052524	-0.02662
Grup1	0.12714	-0.083145	Grup1	-0.020563	0.052986
Grup1	0.11169	-0.024426	Grup1	0.050561	0.060083
Grup1	0.02287	-0.28989	Grup1	0.023265	0.051131
Grup1	-0.10881	0.14511	Grup1	0.14759	-0.39092
Grup1	-0.10112	0.039614	Grup1	0.088388	0.048023
Grup1	-0.17031	0.060739	Grup1	0.0093401	-0.16435
Grup1	-0.0015908	0.078754	Grup1	-0.050988	-0.018708
Grup1	0.045486	-0.17827	Grup1	-0.049579	0.077542
Grup1	-0.050605	0.064988	Grup1	-0.084438	-0.017471
Grup1	-0.10651	0.019985	Grup1	-0.10078	0.11501
Grup1	0.0060761	-0.11457	Grup1	-0.12526	0.016838
Grup1	0.021585	0.021661	Grup1	-0.086349	0.15578
Grup1	-0.054831	-0.10324	Grup1	0.063657	0.015015
Grup1	-0.085383	-0.012962	Grup1	-0.18307	0.014089
Grup1	0.044806	-0.12609	Grup1	-0.0076568	0.066469
Grup1	0.046037	-0.1282	Grup1	-0.076533	0.023489
Grup1	-0.10187	0.1675	Grup1	-0.06733	0.09682
Grup2	0.035032	-0.065723	Grup2	0.029073	0.16722
Grup2	-0.012571	0.093409	Grup2	0.090908	0.069273
Grup2	0.067839	-0.082964	Grup2	0.0083903	0.051723
Grup2	0.14918	0.16788	Grup2	-0.015953	0.19827
Grup2	0.077658	0.044457	Grup2	-0.046719	0.019365
Grup2	0.039548	-0.10123	Grup2	0.07344	0.12503
Grup2	0.028703	-0.11164	Grup2	0.093163	-0.040215
Grup2	0.093764	-0.23202	Grup2	0.081403	0.024188
Grup2	0.053512	-0.0088035	Grup2	0.16377	-0.04956
Grup2	0.092464	-0.22185	Grup2	-0.0039833	-0.073222
Grup2	0.12374	0.12869	Grup2	0.010485	-0.068776
Grup2	0.017572	0.010774	Grup2	-0.011814	0.24323
Grup2	0.0080216	0.082779	Grup2	0.055249	-0.037695
Grup2	-0.060082	0.088554	Grup2	0.1071	-0.037027
Grup2	-0.0056008	0.067101	Grup2	0.062477	0.080079
Grup2	-0.05833	0.12078	Grup2	0.078399	-0.18703

Ek 1. Şİ ile yapılan PCA'da elde edilen PC skorları (devamı)

Grup	PC1	PC2	Grup	PC1	PC2
Grup2	0.050523	0.047905	Grup2	0.0082638	-0.03237
Grup2	0.091959	-0.051387	Grup2	-0.17809	0.1909
Grup2	-0.084316	0.0062946	Grup2	0.072	-0.10286
Grup2	-0.069954	-0.054154	Grup2	0.081954	0.073111
Grup2	0.0088865	0.07793	Grup2	0.056324	-0.19794
Grup2	0.017672	0.10285	Grup2	0.052196	-0.034836
Grup2	0.037121	-0.22089	Grup2	0.11135	-0.14002
Grup2	-0.083724	-0.13697	Grup2	0.051719	0.0092243
Grup2	-0.016755	0.20012	Grup2	0.057294	-0.083851
Grup2	0.0042091	-0.053601	Grup2	-0.0010228	-0.044182
Grup2	0.011462	0.15536	Grup2	0.049051	-0.094047
Grup2	0.061071	0.15338	Grup2	0.07063	0.054871
Grup2	-0.05819	0.042138	Grup2	0.0018125	-0.022357
Grup2	0.022546	-0.13174	Grup2	0.10228	-0.13365
Grup3	0.13689	-0.058446	Grup3	-0.060951	0.26754
Grup3	-0.13654	-0.085537	Grup3	-0.021167	0.22217
Grup3	0.017239	-0.0036084	Grup3	-0.055875	0.013746
Grup3	-0.018652	0.14683	Grup3	-0.0093485	0.010034
Grup3	0.037378	-0.17974	Grup3	-0.027871	0.24834
Grup3	-0.02144	-0.07385	Grup3	-0.15988	-0.0090682
Grup3	-0.11151	-0.059206	Grup3	-0.0057816	-0.032829
Grup3	0.015163	-0.097123	Grup3	-0.14194	-0.09694
Grup3	-0.18019	0.078422	Grup3	0.045825	0.038605
Grup3	-0.014765	-0.049792	Grup3	-0.014684	0.033958
Grup3	0.093062	-0.11632	Grup3	-0.026417	-0.034978
Grup3	0.11299	-0.08844	Grup3	-0.13548	-0.20443
Grup3	0.0079709	0.12347	Grup3	-0.050716	-0.19897
Grup3	0.058274	0.52522	Grup3	-0.051968	-0.010491
Grup3	-0.039911	0.31788	Grup3	-0.058998	0.19684
Grup3	-0.024972	-0.036318	Grup3	0.032697	-0.277
Grup3	-0.022045	0.11014	Grup3	-0.080853	0.0099988
Grup3	0.016769	-0.0071245	Grup3	-0.11166	0.031393
Grup3	0.0031013	0.17786	Grup3	0.044363	0.095621
Grup3	-0.13009	0.068811	Grup3	-0.057463	0.031738
Grup3	0.12286	-0.062685	Grup3	0.078065	-0.031501
Grup3	0.0087356	-0.10009	Grup3	-0.054485	0.1649
Grup3	-0.069079	-0.036941	Grup3	-0.15789	-0.23469
Grup3	0.064552	-0.23285	Grup3	-0.14539	0.034241
Grup3	-0.07268	-0.19765	Grup3	-0.028315	-0.055496
Grup3	0.018795	-0.10871	Grup3	0.06114	-0.064811

Ek 2. EF katsayıları ile yapılan PCA’da elde edilen PC skorları

Grup	PC1	PC2	Grup	PC1	PC2
Grup1	0.046951	0.011218	Grup1	0.040025	-0.0045454
Grup1	0.014548	0.0042474	Grup1	0.041625	0.0019523
Grup1	0.048999	0.0080083	Grup1	0.04003	0.001119
Grup1	0.058151	-0.011469	Grup1	0.051122	0.0009718
Grup1	0.05002	-0.014976	Grup1	0.044851	-0.0062075
Grup1	0.03116	0.0081287	Grup1	0.054991	0.0033529
Grup1	0.055129	-0.019866	Grup1	0.040429	-0.023975
Grup1	0.01819	-0.00023177	Grup1	-0.0046387	0.018413
Grup1	0.055207	-0.0053913	Grup1	0.034437	-0.017232
Grup1	0.062468	-0.0093592	Grup1	0.042215	0.013293
Grup1	0.041762	-0.016791	Grup1	0.056276	0.00023073
Grup1	0.040299	0.0088803	Grup1	-0.0043261	-0.012648
Grup1	0.056269	0.0080527	Grup1	0.022352	0.013318
Grup1	0.047443	0.012339	Grup1	0.043078	0.0085232
Grup1	0.051924	-0.0072291	Grup1	0.076889	-0.0012362
Grup1	0.056752	-0.026935	Grup1	0.031009	0.0004425
Grup1	0.0554	0.0002105	Grup1	0.059955	-0.0098418
Grup1	0.092362	-0.0090408	Grup1	0.074581	-0.013961
Grup1	0.076143	-0.015878	Grup1	0.054105	-0.0022222
Grup1	0.076331	-0.0090911	Grup1	0.057414	-0.0010176
Grup1	0.055662	-0.018334	Grup1	0.058917	0.0058703
Grup1	0.07885	-0.011166	Grup1	0.041894	-0.00072347
Grup1	0.060155	-0.016717	Grup1	0.063599	0.003123
Grup1	0.063721	-0.0073979	Grup1	0.061652	-0.0086951
Grup1	0.053569	0.0071631	Grup1	0.061562	-0.0042094
Grup1	-0.042123	0.040046	Grup1	0.053256	0.0055589
Grup1	0.055627	-0.013732	Grup1	0.053782	-0.018142
Grup1	0.010267	0.020838	Grup1	0.077723	0.0024001
Grup1	0.029559	0.0018329	Grup1	0.070679	-0.019114
Grup1	0.043974	0.00072372	Grup1	0.064424	0.0035755
Grup2	-0.045553	-0.012041	Grup2	0.0089395	0.0128
Grup2	0.031678	0.009752	Grup2	0.0014533	0.011356
Grup2	-0.048752	-0.017292	Grup2	0.030363	0.0018408
Grup2	-0.08306	0.02283	Grup2	0.040619	0.0060587
Grup2	0.049997	-0.0084895	Grup2	-0.012154	0.0063276
Grup2	-0.017078	0.0013427	Grup2	0.0064454	-0.0084618
Grup2	-0.031175	-0.010532	Grup2	-0.01914	0.020187
Grup2	0.031951	0.010447	Grup2	-0.034495	-0.016433
Grup2	0.024626	0.0028171	Grup2	0.027219	0.0041703
Grup2	-0.02369	0.048889	Grup2	0.00043412	0.0090052
Grup2	-0.0072303	0.046344	Grup2	-0.050664	-0.0007507
Grup2	0.0092149	-0.00080091	Grup2	0.015291	-0.0052603
Grup2	0.0034838	0.016307	Grup2	-0.026116	-0.0068813
Grup2	-0.016503	0.0033622	Grup2	-0.020845	0.025379
Grup2	-0.012315	0.034561	Grup2	0.0084013	-0.014624
Grup2	0.0045255	-0.011906	Grup2	0.0047057	0.0037169

Ek 2. EF katsayıları ile yapılan PCA’da elde edilen PC skorları (devamı)

Grup	PC1	PC2	Grup	PC1	PC2
Grup2	0.010413	0.0056061	Grup2	-0.031089	0.012327
Grup2	0.041048	-0.00073148	Grup2	0.0069152	0.00061459
Grup2	0.0041483	0.032117	Grup2	-0.081854	0.043623
Grup2	-0.043579	0.016457	Grup2	0.001861	0.00391
Grup2	-0.017487	-0.00083847	Grup2	0.018336	-0.03141
Grup2	0.0036977	0.0059485	Grup2	-0.052093	0.037151
Grup2	0.032353	-0.013802	Grup2	-0.020974	0.020858
Grup2	0.0088826	-0.008719	Grup2	-0.014988	0.004426
Grup2	0.019864	-0.014296	Grup2	0.0093216	-0.001768
Grup2	-0.038981	-0.010281	Grup2	-0.062057	-0.0077248
Grup2	0.030065	-0.0039791	Grup2	-0.066416	0.0099045
Grup2	0.02296	0.008528	Grup2	-0.033206	0.026735
Grup2	-0.0075826	0.01085	Grup2	-0.027782	-0.0064289
Grup2	-0.039925	-0.015589	Grup2	-0.0058195	0.014621
Grup3	-0.050224	-0.028526	Grup3	-0.0088384	0.00019638
Grup3	0.024295	-0.021207	Grup3	-0.08138	-0.01708
Grup3	-0.06632	-0.049444	Grup3	-0.088619	0.012347
Grup3	-0.0733	-0.014512	Grup3	0.029136	0.026651
Grup3	-0.048348	-0.018597	Grup3	-0.051057	0.0047596
Grup3	-0.067934	0.0344	Grup3	-0.033153	-0.030585
Grup3	-0.074433	0.018012	Grup3	0.019655	0.011213
Grup3	0.010132	0.0097728	Grup3	-0.014692	-0.026702
Grup3	-0.10894	-0.026167	Grup3	-0.089622	0.03576
Grup3	-0.032059	0.012224	Grup3	-0.077322	-0.0029879
Grup3	-0.0085166	-0.0057873	Grup3	-0.014121	0.041474
Grup3	-0.10128	0.019032	Grup3	-0.027511	-0.022935
Grup3	-0.011705	0.011989	Grup3	-0.14502	0.0061341
Grup3	-0.083068	0.011055	Grup3	-0.12153	-0.031121
Grup3	-0.0015523	0.033802	Grup3	-0.12336	-0.023589
Grup3	-0.04182	-0.022	Grup3	-0.1144	0.011228
Grup3	-0.053893	-0.043852	Grup3	-0.0055203	0.009355
Grup3	-0.07988	-0.021574	Grup3	-0.080939	-0.03755
Grup3	0.0078554	0.038142	Grup3	0.0074722	-0.0049095
Grup3	-0.1417	-0.023388	Grup3	0.028339	-0.0044989
Grup3	-0.083145	0.032922	Grup3	0.0047818	-0.0063708
Grup3	0.0034481	-0.019249	Grup3	-0.045404	-0.040654
Grup3	-0.0088527	-0.0079509	Grup3	-0.07893	0.0079579
Grup3	0.0087319	-0.016794	Grup3	-0.048549	-0.026933
Grup3	0.36484	0.0033896	Grup3	-0.054499	-0.035515
Grup3	-0.075952	-0.0046591	Grup3	-0.051777	0.064733

Ek 3. Şİ ve EF katsayıları ile yapılan PCA’da elde edilen PC skorları

Grup	PC1	PC2	Grup	PC1	PC2
Grup1	0.048826	-0.015905	Grup1	0.016252	-0.10408
Grup1	0.04203	0.13966	Grup1	0.037368	0.03465
Grup1	0.048176	-0.015955	Grup1	0.024365	-0.05211
Grup1	0.067724	0.029431	Grup1	0.030756	-0.0991
Grup1	0.057542	0.012728	Grup1	0.022291	-0.040732
Grup1	0.034885	-0.019795	Grup1	0.059239	0.02098
Grup1	0.063559	0.014888	Grup1	0.059841	0.11107
Grup1	0.022945	0.00065206	Grup1	-0.036736	-0.14454
Grup1	0.069946	0.052943	Grup1	0.025373	-0.042347
Grup1	0.079852	0.038019	Grup1	0.031793	0.010446
Grup1	0.051433	0.0064635	Grup1	0.033949	-0.077432
Grup1	0.055457	0.011581	Grup1	0.0025926	0.034263
Grup1	0.075225	0.12796	Grup1	0.024189	0.0036178
Grup1	0.069032	0.11797	Grup1	0.037286	-0.023927
Grup1	0.068381	0.10014	Grup1	0.080482	0.039305
Grup1	0.072446	0.0049468	Grup1	0.031643	0.019275
Grup1	0.032529	-0.1116	Grup1	0.098261	0.12729
Grup1	0.07493	-0.11265	Grup1	0.084057	0.07434
Grup1	0.04796	-0.17865	Grup1	0.06235	-0.0017707
Grup1	0.071537	-0.012485	Grup1	0.050308	-0.058448
Grup1	0.06956	0.030501	Grup1	0.047638	-0.054517
Grup1	0.067623	-0.061288	Grup1	0.030122	-0.088846
Grup1	0.043153	-0.1149	Grup1	0.043192	-0.10498
Grup1	0.069057	-0.0062876	Grup1	0.042163	-0.1322
Grup1	0.055118	0.01499	Grup1	0.041308	-0.091059
Grup1	-0.044398	-0.04297	Grup1	0.061123	0.055757
Grup1	0.04324	-0.093718	Grup1	0.026148	-0.18911
Grup1	0.022539	0.043443	Grup1	0.07271	-0.016987
Grup1	0.041715	0.038835	Grup1	0.057667	-0.08744
Grup1	0.021205	-0.10272	Grup1	0.049636	-0.072669
Grup2	-0.037108	0.037628	Grup2	0.0054377	0.03207
Grup2	0.025315	-0.013603	Grup2	0.011374	0.091602
Grup2	-0.034828	0.068991	Grup2	0.02886	0.0050716
Grup2	-0.068257	0.16407	Grup2	0.028824	-0.016948
Grup2	0.058429	0.068164	Grup2	-0.019537	-0.04256
Grup2	-0.0065614	0.039514	Grup2	0.011073	0.071635
Grup2	-0.021679	0.028848	Grup2	-0.0035573	0.09624
Grup2	0.055756	0.084686	Grup2	-0.023703	0.082209
Grup2	0.032436	0.049065	Grup2	0.05267	0.1559
Grup2	0.00043864	0.097634	Grup2	0.0033002	-0.0037854
Grup2	0.0050745	0.13152	Grup2	-0.045435	0.016127
Grup2	0.011124	0.015913	Grup2	0.0022124	-0.010333
Grup2	0.0009378	0.011378	Grup2	-0.016239	0.055924
Grup2	-0.028952	-0.054267	Grup2	-0.003346	0.11098
Grup2	-0.015749	0.0029587	Grup2	0.013445	0.058886
Grup2	-0.0095281	-0.057422	Grup2	0.024496	0.073257

Ek 3. Şİ ve EF katsayıları ile yapılan PCA'da elde edilen PC skorları (devamı)

Grup	PC1	PC2	Grup	PC1	PC2
Grup2	0.015379	0.049594	Grup2	-0.027956	0.013895
Grup2	0.056099	0.08298	Grup2	-0.02742	-0.17152
Grup2	-0.0079746	-0.07771	Grup2	-0.065501	0.087135
Grup2	-0.050466	-0.060449	Grup2	0.010253	0.081677
Grup2	-0.0196	0.012383	Grup2	0.034998	0.043963
Grup2	0.0015176	0.019469	Grup2	-0.042095	0.063709
Grup2	0.047316	0.025627	Grup2	0.0018215	0.11264
Grup2	0.0030037	-0.086807	Grup2	-0.0077954	0.053512
Grup2	0.0079249	-0.017998	Grup2	0.021252	0.0529
Grup2	-0.035564	0.0070798	Grup2	-0.059536	0.0058199
Grup2	0.024197	0.0089833	Grup2	-0.05423	0.057297
Grup2	0.024478	0.06041	Grup2	-0.024995	0.078925
Grup2	-0.017666	-0.053297	Grup2	-0.026237	0.0043044
Grup2	-0.030333	0.022922	Grup2	0.015157	0.10075
Grup3	-0.027622	0.13528	Grup3	-0.029744	-0.053606
Grup3	0.0082052	-0.14169	Grup3	-0.093833	-0.0079832
Grup3	-0.06337	0.018309	Grup3	-0.09613	-0.039775
Grup3	-0.082003	-0.0075715	Grup3	0.027242	-0.0088441
Grup3	-0.034359	0.037293	Grup3	-0.065823	-0.0149
Grup3	-0.066533	-0.0070799	Grup3	-0.055523	-0.15649
Grup3	-0.086671	-0.096492	Grup3	0.020209	-0.0072202
Grup3	0.016733	0.013246	Grup3	-0.030635	-0.14249
Grup3	-0.13733	-0.16333	Grup3	-0.083492	0.063871
Grup3	-0.031413	-0.0087787	Grup3	-0.080128	-0.0032433
Grup3	0.010193	0.089167	Grup3	-0.015767	-0.017784
Grup3	-0.079718	0.12626	Grup3	-0.037415	-0.13562
Grup3	-0.015992	0.013504	Grup3	-0.14144	-0.031403
Grup3	-0.097788	0.079597	Grup3	-0.12738	-0.038639
Grup3	-0.02154	-0.027854	Grup3	-0.13965	-0.040447
Grup3	-0.043447	-0.02259	Grup3	-0.095596	0.04518
Grup3	-0.06188	-0.018962	Grup3	-0.01741	-0.076522
Grup3	-0.076433	0.024163	Grup3	-0.097778	-0.10301
Grup3	0.00038486	0.011085	Grup3	0.0093058	0.043145
Grup3	-0.16208	-0.10947	Grup3	0.018292	-0.060321
Grup3	-0.061435	0.13598	Grup3	0.017294	0.074007
Grup3	0.0090827	0.0032345	Grup3	-0.060619	-0.050394
Grup3	-0.017017	-0.068124	Grup3	-0.089791	-0.1458
Grup3	0.028414	0.055091	Grup3	-0.070624	-0.13882
Grup3	-0.0012674	-0.073883	Grup3	-0.0557	-0.026543
Grup3	-0.067445	0.026522	Grup3	-0.038881	0.076282

ÖZ GEÇMİŞ



Oğuz ÇÖL, 01.01.1989 tarihinde Çorum'da doğdu. Lise eğitimini 2005 yılında Çorum Fatih Anadolu Lisesi'nde, Lisans eğitimini 2016 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde tamamladı. 2018 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine başladı. Yabancı dili İngilizce olan Oğuz ÇÖL, özel sektörde çalışmaktadır.

İletişim Bilgileri

E mail : oguz.col19@gmail.com

Telefon : 0545 235 8866

Orcid ID: 0000-0001-5472-5320.