



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ
ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE KIYILARINDA KIRLANGIÇ BALIĞININ
(*CHELIDONICHTHYS LUCERNA* LINNAEUS, 1758) OTOLİT
KİMYASI VE MORFOLOJİSİ KULLANILARAK STOK YAPISININ
BELİRLENMESİ**

DOKTORA TEZİ

SİBEL ATAK SANDUVAÇ

**TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. ALİ İŞMEN**

ÇANAKKALE – 2024



T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE KIYILARINDA KIRLANGIÇ BALIĞININ (*CHELIDONICHTHYS
LUCERNA LINNAEUS, 1758*) OTOLİT KİMYASI VE MORFOLOJİSİ
KULLANILARAK STOK YAPISININ BELİRLENMESİ**

DOKTORA TEZİ

SİBEL ATAĞ SANDUVAÇ

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. ALİ İŞMEN

Bu çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi BAP kurumu tarafından
desteklenmiştir.

Proje No: FDK-2020-3428

ÇANAKKALE – 2024



T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



Sibel ATAK SANDUVAÇ tarafından Prof. Dr. Ali İŞMEN hazırlanan ve **07/08/2024** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Türkiye Kıyılarında Kırlangıç Balığının (*Chelidonichthys lucerna* Linnaeus, 1758) Otolit Kimyası ve Morfolojisi Kullanılarak Stok Yapısının Belirlenmesi**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı**’nda **DOKTORA TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Prof. Dr. Ali İŞMEN

(Danışman)

Prof. Dr. Cahide Çiğdem YIĞIN

Prof. Dr. Adnan AYZ

Prof. Dr. Deniz ERGÜDEN

Prof. Dr. Caner Enver ÖZYURT

Tez No : 10656475

Tez Savunma Tarihi : 07/08/2024

Prof. Dr. Ahmet Evren ERGİNAL

Enstitü Müdürü

...../...../2024

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Sibel ATAK SANDUVAÇ

07/08/2024

TEŞEKKÜR

“Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Ali İŞMEN’e, değerli TİK üyeleri Prof. Dr. Adnan AYZ ve Prof. Dr. Cahide iğdem YIĞIN’a, balık temininde yardımcı olan Dr. Öğr. Üyesi Esin YALÇIN KAPLAMA, Prof. Dr. Mehmet AYDIN, Dr. Murat DAĞTEKİN’e ve de çalışmanın kimyasal analizlerinde yardımcı olan Öğr. Gör. Dr. Selahattin ERDOĞAN ve ekibine, desteğini her zaman hissettiren aileme, zorlu çalışma süresince her zaman destek olan ve moral aşılayan sevgili eşim Salih SANDUVAÇ’a teőekkürlerimi borç bilirim.”

Sibel ATAK SANDUVAÇ
anakkale, Ağustos 2024

ÖZET

TÜRKİYE KIYILARINDA KIRLANGIÇ BALIĞININ (*CHELIDONICHTHYS LUCERNA* LINNAEUS, 1758) OTOLİT KİMYASI VE MORFOLOJİSİ KULLANILARAK STOK YAPISININ BELİRLENMESİ

Sibel ATAK SANDUVAÇ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Enstitüsü

Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Ali İŞMEN

07/08/2024, 102

Bu çalışmada Türkiye kıyılarında (Akdeniz/Mersin, Ege Denizi/Foça, Marmara Denizi/Bandırma ve Karadeniz/Ordu,) Şubat 2020-Aralık 2020 tarihleri arasında örneklenen *Chelidonichthys lucerna* bireylerinin otolit şekil analizi ve otolit kimyası kullanılarak populasyon yapısı ve bazı biyolojik özellikleri araştırılmıştır. Kırlangıç balığı örneklerinin maksimum boyu Karadeniz’de 27,8 cm (3 yaş), Marmara Denizi’nde 44,8 cm (8 yaş), Ege Denizi’nde 40,9 cm (6 yaş), Akdeniz’de 28,1 cm (3 yaş) olarak ölçülmüştür. Türün boy-ağırlık ilişkisi b değerinin 3’e eşit olduğu ve izometrik büyüme gösterdiği tespit edilmiştir. Bireylerin ilk eşeyssel olgunluk boyundaki (L_{50}) yaşı 2 olarak belirlenmiştir. İncelenen örneklerin toplam boyu (TL) ile otolit boyu (OL), otolit ağırlığı (OW) ve otolit genişliği (OWi) arasında doğrusal bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Boy aralığı benzer bireylerin TL (19-25 cm, TL) otolit morfolojisi ve kimyası (Li:Ca, Na:Ca, Mg:Ca, Mn:Ca, Fe:Ca, Co:Ca, Ni:Ca, Cu:Ca, Zn:Ca, Sr:Ca, Ba:Ca, Pb:Ca, K:Ca, P:Ca) tek ve çok değişkenli istatistiksel analizlerle değerlendirilmiştir. Otolit morfolojisi ve kimyası tekniklerinin genel kombinasyonu, örneklerin orijinal konumlarına en yüksek yeniden sınıflandırma başarısını (%75-%90) ve örnekleme bölgeleri arasında önemli farklılıkların varlığını ortaya çıkarmıştır. Otolit şekil analizleri ve otolit kimyası birlikte değerlendirildiğinde dört denizden örneklenen (Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz) C.

lucerna bireylerini tam olarak ayırt edebilmiştir. Ayrıca analiz sonuçları, Marmara ve Ege denizlerindeki bireyler arasında habitat bağlantılarının bulunduğunu, *C. lucerna* stokları açısından Karadeniz ve Akdeniz'in izole bölgeler olduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen şekil ve kimyasal bulgular, *C. lucerna*'nın Türkiye kıyılarında tek bir stok birimi olmadığını ve bu balık stoklarının balıkçılık amacıyla ayrı ayrı yönetilmesi gerektiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Triglidae, Stok Ayırımı, Otolit Biyometrisi, Otolit Element Analizi, Otolit Şekil Analizi



ABSTRACT

DETERMINATION OF STOCK STRUCTURE OF THE TUB GURNARD (*CHELIDONICHTHYS LUCERNA* LINNAEUS, 1758) ON THE COASTS OF TÜRKİYE USING OTOLITH CHEMISTRY AND MORPHOLOGY

Sibel ATAK SANDUVAÇ

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Doctoral Dissertation in Department of Fishing and Processing Technology

Advisor : Prof. Dr. Ali İŞMEN

07/08/2024, 102

In this study, the population structure and some biological characteristics of *Chelidonichthys lucerna* individuals captured between February 2020 and December 2020 in the Türkiye coasts (Akdeniz/Mersin, Aegean Sea/Foça, Marmara Sea/Bandırma and Black Sea/Ordu,) were investigated using otolith shape analysis and otolith chemistry. The maximum length of tub gurnard specimens is 27.8 cm (3 age) in the Black Sea, 44.8 cm (8 age) in the Sea of Marmara, 40.9 cm (6 age) in the Aegean Sea, 28.1 cm (3 age) in the Mediterranean. The b values of length-weight relationship (LWR) showed that the growth of *C. lucerna* was isometric, i.e. equal in length and weight. The age of individuals at first maturity length (L_{50}) was estimated as 2 years. The linear relationships between the toplam length (TL) and otolith length (OL), otolith weight (OW) and otolith width (OWi) were determined in all fish samples.

Otolith morphology and chemistry (Li:Ca, Na:Ca, Mg:Ca, Mn:Ca, Fe:Ca, Co:Ca, Ni:Ca, Cu:Ca, Zn:Ca, Sr:Ca, Ba:Ca, Pb:Ca, K:Ca, P:Ca) of fish that similar toplam length (19-25 cm, TL) is evaluated by univariate and multivariate statistical analyses. The overall combination of otolith elemental chemistry and morphology techniques revealed the highest re-classification success (75%-90%) of samples to their original location and the existence of significant differences among sampling regions. When otolith shape analysis and otolith chemistry were evaluated together, linear discrimination function analyses fully discriminate

C. lucerna individuals from the four sampling regions (Mediterranean, Aegean, Marmara, Black Sea). Furthermore, the results of the analyses revealed that there are habitat connections among individuals from the Sea of Marmara and Aegean Sea and that the Black Sea and the Mediterranean Sea are isolated regions in terms of *C. lucerna* stocks. The obtained shape and chemical signatures suggest that *C. lucerna* is apparently not a single stock-unit in Turkish coasts and that these fish stocks should be managed separately for fisheries purposes.

Keywords: Triglidae, Stock Discrimination, Otolith Biometry, Otolith Element Analysis, Otolith Shape Analysis



İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
JÜRİ ONAY SAYFASI	i
ETİK BEYAN	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
İÇİNDEKİLER.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
TABLolar DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv
BİRİNCİ BÖLÜM	1
GİRİŞ	
İKİNCİ BÖLÜM	5
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	15
MATERYAL VE YÖNTEM	
3.1. Kırlangıç Balığının Biyoekolojik Özellikleri	15
3.2. Örnekleme.....	16
3.3. Biyolojik Özelliklerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler.....	17
3.3.1. Boy Ağırlık İlişkisi	19
3.3.2. Balık Boyu-Otolit Biyometrisi İlişkisi.....	21
3.3.3. Yaş Tayini	21
3.3.4. Eşey Oranı ve İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu	22
3.4. Stok Yapısının Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler	25
3.4.1. Örnek Seçimi ve Hazırlanması	25
3.4.2. Otolit Şekil indeksleri	27
3.4.3. Otolit Element Analizi	29
3.4.4. Verilerin Değerlendirilmesi	31

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
ARAŞTIRMA BULGULARI

33

4.1. Boy ve Ağırlık Dağılımı	33
4.1.1. Boy Ağırlık İlişkisi	37
4.2. Balık Boyu-Otolit Biyometrisi İlişkisi.....	43
4.2.1. Balık Boyu Otolit Boyu İlişkisi	43
4.2.2. Balık Boyu Otolit Genişliği İlişkisi	48
4.2.3. Balık Boyu Otolit Ağırlığı İlişkisi	53
4.3. Yaş Dağılımı	58
4.4. Eşey Oranı ve İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu	63
4.5. Otolit Şekil İndeksleri	66
4.6. Otolit Element Analizi	71
4.7. Otolit Element ve Şekil Analizi	79

BEŞİNCİ BÖLÜM
SONUÇ VE ÖNERİLER

80

5.1. Boy Ağırlık Dağılımı	80
5.2. Balık Boyu-Otolit Biyometrisi İlişkisi.....	82
5.3. Yaş Dağılımı	82
5.4. Eşey Oranı ve İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu	83
5.5. Stok Ayrımı.....	84
5.5.1. Otolit Şekil İndeksleri	85
5.5.2. Otolit Element Analizi	88
KAYNAKÇA	91

SİMGELER VE KISALTMALAR

<i>C. lucerna</i>	<i>Chelidonichthys lucerna</i>
<i>A. cuculus</i>	<i>Aspitrigla cuculus</i>
<i>A. obscura</i>	<i>Aspitrigla obscura</i>
<i>E. gurnardus</i>	<i>Eutrigla gurnardus</i>
<i>S. elongata</i>	<i>Sepia elongata</i>
<i>S. maderensis</i>	<i>Sardinella maderensis</i>
<i>S. maena</i>	<i>Spicara maena</i>
<i>S. scrofa</i>	<i>Scorpaena scrofa</i>
<i>S. smaris</i>	<i>Spicara smaris</i>
<i>T. lastoviza</i>	<i>Trigloporus lastoviza</i>
EPA	ABD Çevre Koruma Ajansı
ICES	Uluslararası Deniz Araştırmaları Konseyi
MOU	Mutabakat Muhtırası
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
OL	Otolit boyu
OWi	Otolit genişliği
OW	Otolit ağırlığı
OA	Otolit alanı
OP	Otolit çevresi
Or	Otolit yarıçapı
FF	Otolit form faktörü
RO	Otolit yuvarlaklığı
RE	Otolit dikdörtgenliği
EL	Otolit Eliptikliği
CL	Otolit daireselliği
AR	Otolit Çerçeve oranı
TL	Balık toplam boyu
OTL	Ortalama balık toplam boyu
W	Balığın ağırlığı
OA	Ortalama balık ağırlığı
a,b	Balığın ağırlığını tespit etmek için kullanılan regresyon sabitleri

R^2	Korelasyon katsayısı
x	Balık boyu
\bar{x}	Balık boy ortalaması
y	Balık ağırlığı
\bar{y}	Balık ağırlığı ortalaması
N	Birey sayısı
Sx	Boy uzunluğunun standart sapması
Sy	Ağırlıkların standart sapmasını
Ort	Ortalama
SE	Standart Hata
SS	Standart Sapma
Min	Minimum
Maks	Maksimum
HCl	Hidroklorik asit
NaOH	Sodyum hidroksit
p	L boyundaki balık için gonad oluşum oranı
HNO ₃	Nitrik asit
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
LD, LOD	Analitik olarak varlığı hakkında tespitin yapılabildiği ancak miktarın bilinmediği en düşük limit
LOQ	Analitik olarak minimum tespit edilebilir değer tayin limiti

TABLULAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Kemikli balıklar olgunluk skalası (MEDITS, 2016)	23
Tablo 2	Çalışma için seçilen bireylerin benzer uzunluk grubunda olduğuna dair tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucu	26
Tablo 3	Çalışma için seçilen bireylerin toplam boy-ağırlık değerleri (N:birey sayısı, Min:minimum, Maks:maksimum, OTL:ortalama toplam boy, OA:ortalama ağırlık, SS: standart sapma)	26
Tablo 4	Türün otolitlerinin şekil indeksleri için kullanılan formüller	29
Tablo 5	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'ya ait toplam boy ve ağırlık değerleri (N:birey sayısı, Min: minimum, Maks: maksimum, OTL:ortalama toplam boy, OA:ortalama ağırlık, SS: standart sapma)	34
Tablo 6	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın toplam boy-ağırlık ilişkisi (N:birey sayısı, SE: standart hata, a ve b; regresyon sabitleri, SE(b): b'nin standart hatası, R ² : korelasyon katsayısı)	42
Tablo 7	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın toplam boy-otolit boyu ilişkisi (N: birey sayısı, Min: minimum, Maks: maksimum, a ve b; regresyon sabitleri, R ² : korelasyon katsayısı)	43
Tablo 8	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın toplam boy-otolit genişliği ilişkisi (N: birey sayısı, Min: minimum, Maks: maksimum, a ve b; regresyon sabitleri, R ² : korelasyon katsayısı)	48
Tablo 9	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın toplam boy-otolit ağırlığı ilişkisi (N: birey sayısı, Min: minimum, Maks: maksimum, a ve b; regresyon sabitleri, R ² : korelasyon katsayısı)	53
Tablo 10	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın yaşlara göre ortalama, minimum ve maksimum toplam boyları (Ort: ortalama, SS: standart sapma, Min: minimum, Maks: maksimum, N: birey sayısı)	62
Tablo 11	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın denizlere göre dişi:erkek oranı	63

Tablo 12	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın sağ sagital otolitlerinin denizlerdeki şekil indeksleri (OL: otolit boyu (mm), OWi: otolit genişliği (mm), Or: otolit yarıçapı (mm), OW: otolit ağırlığı (g), OA: otolit alanı (mm ²), OP: otolit çevresi (mm), FF: form faktör, RO: yuvarlaklık, RE: dikdörtgenlik, EL: eliptiklik, CL: dairesellik, AR: çerçeve oranı)	67
Tablo 13	Kırlangıç balıklarına ait otolit şekil indekslerinin denizler arasındaki farklılıkları (ANOVA)	70
Tablo 14	<i>Chelidonichthys lucerna</i> otolitlerinin denizlerdeki element konsantrasyonlarına ait ortalama \pm standart sapma değerleri ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	71
Tablo 15	Element:Ca konsantrasyonlarının denizler arasındaki farkları (ANOVA)	72
Tablo 16	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın otolit şekli, otolit kimyası ve tüm doğal etiketlerine dayalı Jackknifed çapraz doğrulamalı yeniden sıralama matrisi	75

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın yıllara göre avcılık miktarları (TÜİK, 2024)	4
Şekil 2	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın genel görünümü (Ordu, Karadeniz örneği)	16
Şekil 3	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın örnekleme bölgeleri (Ordu, Bandırma, Foça, Mersin)	17
Şekil 4	Balıkta otolitlerin bulunduğu bölgeler	18
Şekil 5	Kırlangıç balığı (<i>Chelidonichthys lucerna</i>) sağ sagittal otoliti (Foça, Ege örneği)	19
Şekil 6	Olympus SZX16 mikroskop	22
Şekil 7	Denizlerden analiz için seçilen bireylerin boy dağılımı aralığı	27
Şekil 8	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'ya ait sağ otolit (OL: otolit boyu (mm), OWi: otolit genişliği (mm), (Marmara Denizi)	28
Şekil 9	Karadeniz'de dişi ve erkek kırlangıç balıklarının toplam boy-frekans dağılımı	35
Şekil 10	Marmara Denizi'nde dişi ve erkek kırlangıç balıklarının toplam boy-frekans dağılımı	35
Şekil 11	Ege Denizi'nde dişi ve erkek kırlangıç balıklarının toplam boy-frekans dağılımı	36
Şekil 12	Akdeniz'de dişi ve erkek kırlangıç balıklarının toplam boy-frekans dağılımı	36

Şekil 13	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın Karadeniz'de toplam boy-ağırlık ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek	38
Şekil 14	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın Marmara Denizi'nde toplam boy-ağırlık ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek	39
Şekil 15	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın Ege Denizi'nde toplam boy-ağırlık ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek	40
Şekil 16	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın Akdeniz'de toplam boy-ağırlık ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek	41
Şekil 17	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın Karadeniz'de toplam boy-otolit boyu ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek	44
Şekil 18	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın Marmara Denizi'nde toplam boy-otolit boyu ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek	45
Şekil 19	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın Ege Denizi'nde toplam boy-otolit boyu ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek	46
Şekil 20	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın Akdeniz'de toplam boy-otolit boyu ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek	47
Şekil 21	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın Karadeniz'de toplam boy-otolit genişliği ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek	49
Şekil 22	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın Marmara Denizi'nde toplam boy-otolit genişliği ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek	50
Şekil 23	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın Ege Denizi'nde toplam boy-otolit genişliği ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek	51
Şekil 24	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın Akdeniz'de toplam boy-otolit genişliği ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek	52

Şekil 25	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın Karadeniz'de toplam boy-otolit ağırlığı ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek	54
Şekil 26	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın Marmara Denizi'nde toplam boy-otolit ağırlığı ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek	55
Şekil 27	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın Ege Denizi'nde toplam boy-otolit ağırlığı ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek	56
Şekil 28	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın Akdeniz'de toplam boy-otolit ağırlığı ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek	57
Şekil 29	Karadeniz'de dişi ve erkek kırlangıç balıklarının yaş-frekans dağılımı (♀; dişi, ♂; erkek)	59
Şekil 30	Marmara Denizi'nde dişi ve erkek kırlangıç balıklarının yaş-frekans dağılımı (♀; dişi, ♂; erkek)	60
Şekil 31	Ege Denizi'nde dişi ve erkek kırlangıç balıklarının yaş-frekans dağılımı (♀; dişi, ♂; erkek)	60
Şekil 32	Akdeniz'de dişi ve erkek kırlangıç balıklarının yaş-frekans dağılımı (♀; dişi, ♂; erkek)	61
Şekil 33	<i>Chelidonichthys lucerna</i> dişi ve erkeklerinin Karadeniz'de ilk eşeyssel olgunluk boyu (♀; dişi, ♂; erkek)	64
Şekil 34	<i>Chelidonichthys lucerna</i> dişi ve erkeklerinin Marmara Denizi'nde ilk eşeyssel olgunluk boyu (♀; dişi, ♂; erkek)	64
Şekil 35	<i>Chelidonichthys lucerna</i> dişi ve erkeklerinin Ege Denizi'nde ilk eşeyssel olgunluk boyu (♀; dişi, ♂; erkek)	65
Şekil 36	<i>Chelidonichthys lucerna</i> dişi ve erkeklerinin Akdeniz'de ilk eşeyssel olgunluk boyu (♀; dişi, ♂; erkek)	65

Şekil 37	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın denizler arasında otolit uzunluğuna göre otolit şekil indeksleri	69
Şekil 38	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın otolit şekil indeksleri için mekansal farklılıkları gösteren doğrusal ayırım fonksiyon analizleri (LDFA) grafiği (Verilerin etrafındaki elipsler %95 güven aralığını temsil eder. Her veri noktası birer balık bireyine tekabül eder. Denizler; Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz)	70
Şekil 39	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'ya ait otolit element konsantrasyonlarının ayırım fonksiyonu	73
Şekil 40	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın sağ otolitlerinde kaydedilen element konsantrasyon grafikleri ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	76
Şekil 41	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın otolit kimyası için mekansal farklılıkları gösteren doğrusal ayırım fonksiyon analizleri (LDFA) grafiği (Verilerin etrafındaki elipsler %95 güven aralığını temsil eder. Her veri noktası birer balık bireyine tekabül eder. Denizler; Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz)	78
Şekil 42	<i>Chelidonichthys lucerna</i> 'nın tüm doğal etiketleri (şekil indeksleri ve elementler) için mekansal farklılıkları gösteren doğrusal ayırım fonksiyon analizleri (LDFA) grafikleri (Verilerin etrafındaki elipsler %95 güven aralığını temsil eder. Her veri noktası birer balık bireyine tekabül eder. Denizler; Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz)	79

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

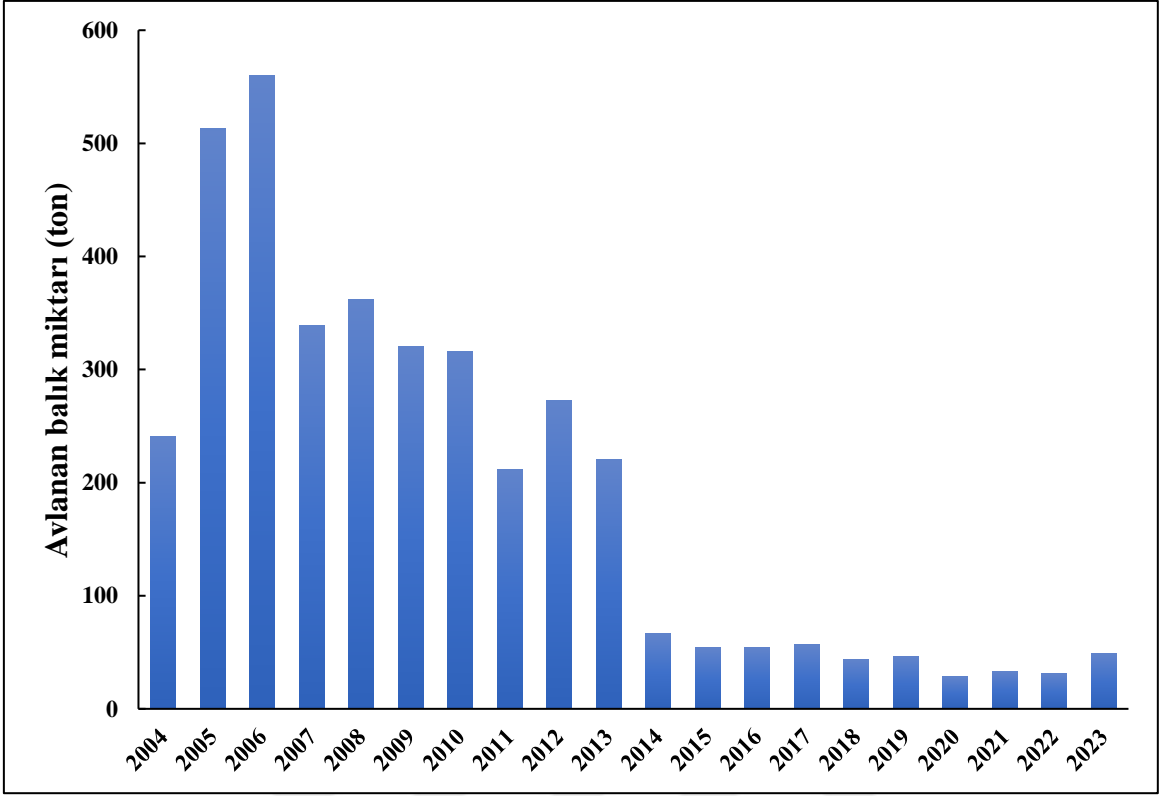
Balıkçılık bilimindeki en büyük sorunlardan biri balıkların hareketlerini takip edebilme yeteneğinin kısıtlı olmasıdır. Bu sorun büyük ölçüde, haliçlerden açık okyanusa kadar olan hareketlerden dolayı farklı ortamlarda meydana gelebilecek balık göçlerinin anlaşılmasından kaynaklanmaktadır. Stokların tanımlanması, populasyonlar arası bağlantıların veya farklılıkların ilişki düzeylerinin belirlenmesine imkân verir (Gillanders ve Kingsford, 1996). Balık hareketinin en iyi kanıtı, bir yerden başka bir yere olan hareketlerini gözlemleyerek takip edebilmektir. Ancak, bu verilerin çoklu yaşam evreleri için elde edilmesi oldukça zordur (Gillanders, 2005). Hareketin potansiyel önemine rağmen, birçok balık türünün populasyonları içinde ve populasyonları arasında nasıl değiştiğine dair nispeten az şey bilinmektedir. Bu nedenle balıkların habitat kökenlerini ve hareketlerini belirlemek, balık türlerinin stok yapısını tasvir etmek için sağlam ve uygun maliyetli bir yöntem ihtiyacı vardır. Balıkları takip edebilmek, göçlerini anlayabilmek adına birçok markalama yöntemi geliştirilmiştir.

Ülkemiz denizleri farklı denizel ekosistemlere sahip olması nedeniyle birçok farklı balık türünü bir arada barındırmaktadır. Balık stoklarının sürdürülebilir yönetimi için türlerin biyolojik ve morfolojik özelliklerinin iyi bilinmesi gerekir. Deniz balıklarının birçoğu içerisinde bulunduğu ve yaşamsal faaliyetlerini sürdürdüğü ekosistemlerin fonksiyonel değişimine bağlı olarak larvadan itibaren gelişme ve büyüme süreçlerinde bazı değişimlere uğrarlar. Denizel ekosistemlerin dinamik değişken durumlarına göre farklılaşan en temel yapılar otolitlerdir (Morales-Nin, 1987). Teleost balıklarının otolit kimyası, bireyin ortamının kimyasal ve fiziksel özelliklerindeki farklılıkları yansıtabilen doğal etiketleri temsil etmektedir. Otolitler balığın iç kulaklarında bulunan ve balığın dengesi ve işitme fonksiyonlarında önemli rol oynayan metabolik olarak inert aragonit kalsifiye yapılarıdır. Teleost balıklarda üç çift otolit (sagittal, lapillus, asteriskus) bulunur, yaş ve kimyasal analizler için kullanılan otolit sagittal otolitlerdir. Otolitler balığın etrafındaki sudan sürekli kalsiyum karbonat ve diğer kimyasal elementlerin ilavesiyle balığın ömrü boyunca büyür, bu elementler geri emilmez ve birey için tam bir çevre kaydı sağlar. Otolit, iç kulağın endolemfatik kanalı içindeki sıvıdan kristalleşir. Elementler, solungaç veya bağırsaklar

yoluyla sudan balığın kan plazmasına, sonra endolenflere ve son olarak da kristalleşerek otolit içine dahil edilir (Campana, 1999). Konu ile ilgili yapılmış çalışmaların birçoğunda otolit kimyası ile ortam suyunun kimyasal yapısı arasında güçlü pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Bath vd., 2000). Otolitin yapısında kalsiyum, baryum, magnezyum, alüminyum, stronsiyum, sodyum, potasyum, demir, klor, nitrojen ve kükürt gibi çok çeşitli elementler tanımlanmıştır (Campana, 1999). Kimyasal otolit analizi, bir balığın embriyonik evrelerinden ölene kadar bir yaşam öyküsü profili oluşturulmasına izin verir, bu da balık yaşam alanlarının çevresel koşulları, özellikleri ve tüm yaşamları boyunca hareket düzenleri hakkında bilgi sağlar. Otolit şekli türe özgüdür, denizler arası çeşitlilik gösterir ve balık popülasyonu çalışmaları için ideal bir belirteç gibi görülmektedir. Ayrıca, otolitlerin kimyasal ve şekil analizlerinin kombinasyonunun balık stoklarını ayırt etmek için iyi bir ücretsiz araç olduğu kanıtlanmıştır. Kalsifiye yapıların stok ayırımında kullanılabilmesi için gerekli şartların sağlanması gerekmektedir; yapıların metabolik olarak inert olmaları yani geri emilmemeleri ve taşınmamaları gerekmektedir. Otolitlerin bu önkoşulu sağlandığı açıkça gösterilmiştir. Çevresel olarak indüklenen bir otolit elementer bileşiminin uzun süreli stabilitesi, kısa bir süre içinde kayda değer bir şekilde değiştirilememektedir. Otolit kimyası, popülasyon ve stok karışımı arasındaki süre boyunca sabit kalır. Elementlerin büyümekte olan yapılara alınımı, balıkların biriktirme sırasında yaşadıkları fiziksel ve kimyasal çevreyi yansıtmalıdır. Fizyolojik düzenlemeler balık yapısına dahil edilen mutlak kimyasal konsantrasyonları etkilemektedir. Ancak yapılan çalışmalar otolitler içerisindeki bazı iz elementlerin ve izotoplarının korunduğunu/sabit kaldığını göstermiştir. Bu da otolitlerde seçilen elementlerin ve izotoplarının (“kimyasal parmakizi”) konsantrasyonlarının, yaşamlarının en azından bir kısmını farklı ortamlarda geçirmiş balık grupları arasında ayırım yapmak için biyolojik bir etiket olarak kullanılabileceği anlamına gelir. Her iki şartı da sağlayan otolitlerin, son zamanlarda popülasyon yapısını, türlerin hayat hikayelerini, habitat alanlarını ve göç yollarını izlemek için element kompozisyonlarının güçlü bir doğal etiket olduğunu kanıtlamıştır (Campana ve Neilson, 1985; Campana vd., 1995). Ayrıca, kalsiyum karbonat kristallerinin oluşurken bağ yapısına dahil olabilen çeşitli iz elementlerin varlığından hareketle balığın yaşamının hangi evresinde hangi sularda bulunduğu, dolayısıyla hangi göç yolları üzerinde hareket ettiği tespit edilebilmektedir. Farklı ekosistemlerin iklimsel ve besinsel süreçlerine dair pek çok veri otolitler üzerinde yapılan inceleme ve araştırmalar neticesinde elde edilebilmektedir (Campana, 1999).

Kırlangıç Balığı *Chelidonichthys lucerna* (Linnaeus 1758), Akdeniz ve Karadeniz'de, Doğu Atlantik kıyıları boyunca, Norveç'ten Afrika'nın kuzeybatı kıyılarına da yayılan bir Akdeniz-Atlantik türüdür. FAO (1971) tarafından hazırlanan tür belirleme kitapçığında, Kırlangıç balığı (*C. lucerna*)'nın kırlangıç balıkları içinde en yaygın olan tür olduğu bildirilmektedir. ICES (2006), *C. lucerna*'yı potansiyel bir ticari tür ve yeni bir MOU (Mutabakat Muhtırası) türü olarak tanımlamış ve stok değerlendirme amacıyla biyolojik parametreler hakkında bilgi elde etmek için izleme programlarının yapılmasını önermiştir. Ülkemizde *C. lucerna* ekonomik öneme sahip demersal bir türdür ve aşırı avcılık baskısı altındadır. Üretim miktarı her geçen yıl azalmaktadır (Şekil 1). Otolit kimyası ve morfolojisi stok ayırımı çalışmalarında güvenilir bir doğal marka olarak kullanılmaktadır. Çevresel koşullar ve değişkenlikler türlerin otolitlerinin kimyasal içeriğini ve fenotiplerini etkilemekte, değişikliğe uğratabilmektedir. Türkiye'de otolit morfolojisi ve/veya kimyasal analizi kullanarak stok ayırımıyla ilgili yapılmış çalışmalar az sayıda olup, ıskarmoz balığı, inci kefali, Anadolu alabalığı, dikenli kırlangıç balığı, karagöz istavrit türlerinde yapılmış çalışmalar bulunmaktadır (Serpın 2007; Başusta vd., 2013a; Başusta vd., 2013b; Başusta vd., 2013c; Ergüden ve Alagöz Ergüden, 2013). Türkiye sularında *C. lucerna*'nın biyolojik özellikleri ile ilgili yapılmış çalışmalar da mevcuttur (İşmen vd., 2004; Çiçek vd., 2008; Çiçek vd., 2020; Başusta ve Bıyıklı, 2022). Dünya geneline bakıldığında ise *C. lucerna*'nın otolit morfolojisi ve kimyasal analizi kullanarak stok ayırımıyla ilgili yapılmış sadece bir çalışma bulunmaktadır (Ferreira vd. 2019).

Bu çalışmada, Türkiye kıyılarında (Akdeniz, Ege Denizi, Marmara Denizi ve Karadeniz), *C. lucerna*'nın otolit morfolojisi ve kimyası incelenerek, habitat kullanım alanlarına bağlı stokların ayırımı ve stoklar arası farklılıklar veya benzerliklerin ilişki düzeylerinin tespit edilmesi hedeflenmiştir.



Şekil 1. *Chelidonichthys lucerna*'nin yıllara göre avcılık miktarları (TÜİK, 2024)

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kırlangıç balığı *C. lucerna*, ekonomik değere sahip alternatif deniz balıkları arasında, yoğun popülasyonu olan Triglidae familyasının değerli türlerinden biri olup, tüm deniz ve okyanuslarda dağılım gösteren demersal balıklardan biridir (Whitehead, 1986) Ülkemizin tüm denizlerinde dağılım göstermesi sebebiyle biyolojisi, balıkçılık biyolojisi ve ekolojisi ile ilgili birçok araştırmanın yapılmasına konu olmuştur. *C. lucerna*'nın yaş, büyüme, uzunluk-ağırlık ilişkileri, üreme, kondüsyon faktörü, dağılım üzerine Akdeniz'de (Ben-Tuvia, 1953), Ege Denizi'nde (Papaconstantinou, 1983; Papaconstantinou, 1984) Karadeniz'de (Slastanenکو,1956), Fransa kıyılarında (Baron 1985, Crec'hriou vd., 2012), Galler'de (McCarthy ve Marriott, 2018), Hırvatistan kıyılarında (Dulcic 2001; Dulcic ve Glamuzina, 2006), İngiltere'de (Wheeler, 1969), İspanya sahilinde (Mata vd., 2008; Torres vd. 2012), İtalya kıyılarında (Vallisneri vd., 2011), Mısır kıyılarında (Faltas ve Abdallah, 1997), Tunus kıyılarında (Boudaya vd., 2008), Türkiye kıyılarında (Atay, 1985; Ünsal, 1988; Gökçe vd., 2001; İşmen vd., 2004; Bastacı, 2005; Eryılmaz ve Meriç, 2005; İşmen vd., 2007; Sangun vd., 2007; Özaydın vd., 2007; Çiçek vd., 2008; Gökçe vd., 2010; Keskin ve Gaygusuz, 2010; Demirel ve Dalkara, 2012; Akyol, 2013; Özdemir vd., 2019; Başusta ve Bıyıklı, 2022) yapılan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır.

Wheeler (1969) İngiltere'de yaptığı çalışmada Triglidae familyasına ait altı tür saptamış, kırlangıç balığının morfolojisi hakkında bilgiler vermiştir. Bu türün yaz aylarında yumurtladığını; yumurtaların küçük ve pelajik olduğunu; genç kırlangıç yavrularının kısa bir zaman dilimi için pelajik olduğunu ve daha sonraları taban suyuna inerek demersal kesimde dağılım gösterdiklerini bildirmiştir.

Papaconstantinou (1983), Ege Denizi'nin Pagassitikos, Thermaikos ve Saranikos körfezlerinde Triglidae familyası ile ilgili ekolojik bir çalışma gerçekleştirmiştir. Her üç ayda bir örnekleme yapılarak gerçekleştirilen çalışma bir yıl sürmüştür. Yakalanan türler arasında en çok bulunan türlerin *Lepidotriga cavillone* ve *C. lucerna* olduğunu rapor etmiştir. Bu çalışmada ayrıca türlerin coğrafik olarak vertikal dağılımları, mevsimsel bolluğu, ilk eşeyssel olgunluk yaşı, stoka katılımları ve pek çok biyoeekolojik özellikleri

ortaya konmuştur. Papaconstantinou (1984), Thermaikos Körfezi'nde yaptığı diğer bir çalışmada *C. lucerna*'nın yaş kompozisyonu, büyüme, boy-ağırlık ilişkisi, üreme ve stokun dağılımı ile ilgili parametreleri ortaya koymuştur ayrıca bu çalışmada dişilerin yaşam sürelerinin erkeklere oranla daha uzun olduğu belirtilmiştir.

Atay (1985), kırlangıç balıklarının Marmara, Ege ve Akdeniz'de bolca bulunduğunu, Karadeniz'de ise nadiren bulduklarını; boylarının ise 65 cm'ye kadar ulaştığını bildirmiştir. Ayrıca *C. lucerna* türünün maksimum 60 cm'ye ulaşabildiğini ve genellikle 30 cm civarında olduğunu rapor etmiştir.

Whitehead vd. (1986), Atlantik ve Akdeniz'de kırlangıç balıkları üzerinde genel bir araştırma yapmıştır. Bu çalışmada türlerin morfometrik özelliklerini belirlemişlerdir. Ayrıca kırlangıç balıklarının maksimum 500m derinliklerde yaşadıkları, kumlu ve çamurlu zeminlerde buldukları, pektoral yüzgeçleri yardımıyla besin aradıkları, besinlerini kabuklu ve yumuşakçaların oluşturduğunu ve juvenillerin kışa bir pelajik safhadan sonra sığ kıyısal suların dip kısımlarına göç ettiklerini ortaya koymuştur.

Ünsal (1988), Marmara Denizi'nin kuzeyinde Triglidae familyasına ait türlerin saptanması amacıyla 8 istasyonda gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda 5 cinse ait 6 tür saptanmış (*C. lucerna*, *Eutrigla gurnardus*, *Trigla lyra*, *Aspitrigla cuculus*, *Lepidotrigla cavillone*, *Trigloporus lastoviza*) ve bu türlerin yaşadıkları ortamlar hakkında bilgiler vermiştir.

Altun vd. (1996), Yumurtalık Koyu'nda gerçekleştirdikleri çalışmada, kırlangıç balığının eşeyssel olgunluğa 1 yaşında ulaştığını ve kondisyon değerinin 0,863 olduğunu saptamıştır.

Morte vd. (1997), İspanya'nın Valensiya Körfezi kıyılarında *C. lucerna* ve *Aspitrigla obscura* türleri arasındaki beslenme ilişkisini inceledikleri çalışmada, bu türlerin beslenme tiplerinin farklı olduğunu ve *C. lucerna*'nın *A. obscura*'ya oranla daha fazla obur olduğunu;

C. lucerna'nın temel besinlerinin yumuşakça, kabuklu ve kemikli balıkların oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Faltas ve Abdallah (1997), Mısır'ın İskenderiye açıklarında dağılışı gösteren *C. lucerna* ve *T. lastoviza*'nın büyüme, ölüm ve stoğa katılımları üzerinde bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar 1998 yılında ise yine aynı iki türün üreme biyolojileri üzerine bir araştırma yapmışlardır.

Serena vd. (1998), İtalya'nın Tuscany kıyılarında *C. lucerna*'nın bazı biyolojik özelliklerini belirlemek amaçlamışlardır. Bu çalışmada, kırlangıç balığının 150 metreden daha sığ kesimlerde bulunan demersal bir tür olduğunu belirtmişlerdir. Bu bireylerden çeşitli metrik ölçümler almışlar; boy-ağırlık ilişkisini ve von Bertalanffy boyca büyüme sabitlerini hesaplamışlardır.

Dulcic vd. (2001), *C. lucerna*'nın embriyonik ve larval gelişimlerini ortaya koyan bir araştırma gerçekleştirmişlerdir.

Gökçe vd. (2001), Britanya'nın Galler kıyılarında üç kırlangıç türünün (*C. lucerna*, *A. cuculus*, *E. gurnardus*) yumurtlama modeli üzerine bir araştırma yapmışlardır. Her üç tür için de yapılmış olan oosit büyüklük dağılım histogramları, gelişimin son aşamasına gelmiş olan ovaryumlarda farklı büyüklük aşamasında bulunan oositlerin tümüne rastlandığı ve oosit katılımının sürekli olduğu belirlenmiştir.

İşmen vd. (2004), İskenderun Körfezi'nde gerçekleştirdikleri çalışmada kırlangıç balığının büyüme parametreleri, yaş kompozisyonu, eşey oranı, yumurtlama zamanı, ilk eşeyssel olgunluğa erişme boyu ve fekonditesini araştırmışlardır. Bu çalışmada, örneklerin %58,2'sini dişilerin; %41,8'ini erkeklerin oluşturduğunu ve dişilerin toplam boyunun 8,0 ile 30,3cm arasında; erkeklerin ise 8,3 ile 21,2cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda maksimum yaşın dişiler için IV, erkekler için III olduğunu; ilk eşeyssel olgunluğa erkeklerin 18cm, dişilerin ise 20 cm toplam boyda ulaştıklarını tespit etmişlerdir.

Kamakhidze vd. (2003), Gürcistan'ın Karadeniz kıyılarında Triglidæ familyasının biyolojisi hakkında bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada, kırlangıç balıklarının 60m derinlikteki kumlu ve çamurlu zeminde yaşadıkları; III-IV yaşlar arasında yumurta bıraktıklarını belirlemişlerdir. Ayrıca bu çalışmada *C. lucerna* türünün 70 cm maksimum boya ulaştığı tespit edilmiştir.

Eryılmaz ve Meriç (2005) Marmara Denizi'nde yaptıkları çalışmada *C. lucerna*'nın yaş, büyüme, boy ağırlık ilişkisi, kondüsyon faktörü, eşey oranı, ilk eşeyssel olgunluk boyu ve yaşını incelemiş, yaş kompozisyonunun I-VI arasında değiştiğini saptamışlardır.

Mater vd. (2003), Türkiye denizlerde dağılış gösteren balıklara ait hazırlamış oldukları atlas içinde *C. lucerna*'ya da yer vermişler ve bu balığı resimlemişlerdir.

Bastacı (2005), İskenderun Körfezi ve Karataş kıyılarında yaptıkları çalışmada kırlangıç balığının (*C. lucerna*) yumurtlama zamanı, eşey oranları, ilk eşeyssel olgunluk boyu, fekondite, yaş kompozisyonu, büyüme parametreleri ve ölüm oranlarını araştırmıştır. Çalışmada erkeklerin ilk eşeyssel olgunluğa 16,8 cm; dişilerin ise 16,5 cm'lik toplam boyda iken ulaştıkları, her iki eşey için de III'üncü yaş grubunun baskın olduğu bulunmuştur.

Dulcic ve Glamuzina (2006), Adriyatik Denizi'nde 59 balık türünün boy ağırlık ilişkilerini çalışmışlardır. 17 adet inceledikleri *C. lucerna* bireyelerinin toplam boylarının 25,3 cm ile 43,2 cm arasında değiştiğini saptamışlardır.

İşmen vd. (2007), Saroz Körfezi'nde yaptıkları çalışmada 63 balık türünün boy ağırlık ilişkilerini incelemişlerdir. 829 adet inceledikleri *C. lucerna* bireyelerinin toplam boylarının 12,5-76,0 cm arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Özaydın vd. (2007), İzmir Körfezi'nde yaptıkları çalışmada 60 adet balık türünün boy ağırlık ilişkilerini incelemişlerdir. 85 adet inceledikleri *C. lucerna* bireylerinin toplam boylarının 16,2-41,1 cm arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Sangun vd. (2007), Türkiye'nin Kuzeydoğu Akdeniz kıyısında 39 balık türünün boy ağırlık ilişkisini incelemiştir. 474 adet inceledikleri *C. lucerna* bireylerinin toplam boylarının 6,7-24,5 cm arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca çalışmada *C. lucerna* türünün negatif allometrik büyüme sergilediği belirlenmiştir.

Boudaya vd. (2008) Tunus kıyılarında Gabes Körfezi'nde *C. lucerna* 'nın büyüme ve üremesi üzerine yaptıkları çalışmada toplam ağırlığın erkeklerde 17 cm ile 26 cm aralığında, dişilerde ise 16 cm ile 36 cm aralığında değiştiğini, erkeklerin 1 ile 7 yaşları arasında, dişilerin 0,5 ile 9 yaşları arasında olduğunu belirlemişlerdir. Örneklerin %50'sinin eşeyssel olgunluğa ulaştığı boyun dişilerde 21,6 cm TL (tahmini 3 yaş), erkeklerde ise 19,2 cm TL (tahmini 1,5 yaş) olduğunu tespit etmiştir.

Çiçek vd. (2008) Babadillimanı'nda *C. lucerna* 'nın yaş, büyüme, üreme ve ölüm oranlarını incelemiştir. Çalışma aylık olarak yapılmış, yakalanan 228 örneğin %49,56'sını dişi, %46,49'unu erkek ve %3,95'ini ise juveniller oluşturmuştur. Çalışma sonunda ortalama toplam boy 14,8 cm, ortalama ağırlık ise 39,2 g olarak hesaplanmıştır.

Mata vd. (2008) İspanya'da yaptıkları çalışmada 26 demersal balık türünün boy ağırlık ilişkisini incelemiştir. 150 adet yakalanan *C. lucerna*'nın toplam boyunun 6 cm ile 27 cm aralığında değiştiği saptanmıştır.

Gökçe vd. (2010) İskenderun Körfezi'nde yaptıkları çalışmada Yumurtalık açıklarında kıyusal denizde yaşayan 33 balık türünün boy ağırlık ilişkileri incelenmiştir. Çalışmada 3 adet yakalanan *C. lucerna*'nın toplam boyunun 9,5 ile 23,5 cm aralığında değiştiği saptanmıştır.

Keskin ve Gaygusuz (2010) Marmara Denizi'ndeki Erdek Körfezi'nde yaptıkları çalışmada 36 balık türünün boy ağırlık ilişkisini araştırmışlardır. Çalışmada 17 adet yakalanan *C. lucerna* türünün minimum boyunun 6,3 cm maksimum boyunun ise 15,1 cm olduğu belirlenmiştir.

Vallisneri vd. (2011), Kuzeydoğu Akdeniz'deki Adriyatik Denizi'nde *C. lucerna*'nın vücut büyüklüğü, eşeyssel olgunluğu ve beslenmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Dişilerin 11,3 ile 41,5 cm TL, erkeklerin ise 12,8 ile 29,9 cm TL arasında değiştiği, dişilerin 27 cm çatal uzunluğunda olgunlaşırken erkeklerin ise 22 cm'de olgunlaştığı saptanmıştır. Çalışmalarında türün esas olarak kabukluları ve balıkları avladığı, yumuşakçaları da tükettiği belirtilmiştir.

Crec'hriou vd. (2012) Fransanın Katalan kıyılarında yaptıkları çalışmada 49 türün boy ağırlık ilişkilerini incelemişlerdir. 202 adet inceledikleri *C. lucerna* bireyelerinin toplam boylarının 14 ile 67 cm aralığında, ağırlıklarının ise 35 ile 3460 g aralığında değiştiğini saptamışlardır.

Demirel ve Dalkara (2012), Marmara Denizi'nde yaptıkları çalışmada 28 balık türünün boy ağırlık ilişkilerini incelemişlerdir. 352 adet inceledikleri *C. lucerna* bireyelerinin toplam boylarının 10,5 ile 56 cm aralığında değiştiğini belirlemişlerdir.

Torres vd. (2012), Cadiz körfezi'nde 76 balık türünün boy ağırlık ilişkilerini incelemişlerdir. 45 adet inceledikleri *C. lucerna* bireyelerinin toplam 20,3 ile 33,7 cm aralığında değiştiğini, ayrıca bu tür için hesaplanan b değerinin Mata vd. (2008)'nin yaptığı çalışmadaki sonuçlardan daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Akyol (2013), yaptığı çalışmada *C. lucerna*'nın dünyada ikinci Türkiye'de ise ilk maksimum toplam boy kaydını 73,5 cm olarak bildirmiştir.

McCarthy ve Marriott (2018), Kuzeybatı Galler’de yaptıkları çalışmada *C. lucerna*’nın yaş, büyüme ve eşeyssel olgunluğunu incelemiştir. Toplam boyun dişilerde 10.4-57.5 cm, erkeklerde 10.5-41.0 cm aralığında değiştiğini ancak dişilerin de erkeklerinde çoğunluğunun 20 ile 30 cm aralığında olduğunu, boy ağırlık ilişkisinin dişilerde de erkeklerde de benzer olduğunu saptamışlardır. Ayrıca bu çalışmada bireylerin çoğunluğunun 3 yaşında olduğu, dişilerin 1 ile 7 yaş aralığında, erkeklerin ise 1 ile 5 yaş aralığında olduğu ve her iki cinsiyetin de asimptotik büyüme gösterdiği bilgisine yer verilmiştir.

Özdemir vd. (2019), Karadeniz’de yaptıkları çalışmada 117 adet balık türünün boy ağırlık ilişkilerini incelemiştir. 85 adet inceledikleri *C. lucerna* bireylerinin toplam boylarının 12,8-74,2 cm arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Günümüzde genellikle otolit morfolojisi olmakla birlikte, otolit morfolojisini, otolit kimyasını ya da her iki analizi de kullanarak yapılan çalışmalar mevcuttur. Atılğan vd. (2010), Doğu Karadeniz’deki ekonomik bazı balık türlerinin otolit özellikleri; Atılğan vd. (2012), istavrit (*Trachurus mediterraneus*) balığının bütün otolit ve kırılıp-yakılan otolit yaşlarının karşılaştırılmasını; Avigliano vd. (2017) *Prochilodus lineatus* türünün yumurtlama alanlarını belirlemede otolit morfolojisi ve kimyasını; Bal ve Esen (2021), Marmara Denizi’nde Avrupa berlam balığı (*Merluccius merluccius*) ve çizgili barbun (*Mullus surmuletus*) türlerinde otolit morfolojisi ve kimyasını; Başusta vd. (2013b), Munzur Nehri’ndeki kırmızı benekli alabalığın *Salmo trutta macrostigma* otolit boyutları–balık boyu arasındaki ilişkisini; Başusta vd. (2013c), Akdeniz’deki *Lepidotrigla dieuzeidei* popülasyonunda otolit biyometrisi-balık uzunluğu arasındaki ilişkisini; Cengiz vd. (2012a), Saroz Körfezi’ndeki (Kuzey Ege Denizi, Türkiye) benekli pisi balığının (*Lepidorhombus boscii*) toplam boy-otolit boyu arasındaki ilişkisini; Cengiz vd. (2012b), Çanakkale Boğazı ve Gelibolu Yarımadası (Kuzeydoğu Akdeniz Türkiye) kıyılarında yakalanan lüfer balığının (*Pomatomus saltatrix*) toplam boy-otolit boyu arasındaki ilişkisini; Çiçek vd. (2020), İskenderun Körfezi’nde 5 kefal türünün otolit morfolojisini; Demirci vd. (2015), İskenderun körfezinde baraküdanın (*Sphyræna sphyraena*) otolit kimyasını; Dörtbudak ve Özcan (2015), İkizce Çayı’ndaki (Şirnak) siraz balığının (*Capoeta umbla*) otolit biyometrisi-balık boyu arasındaki ilişkisini; Ergüden ve Alagöz Ergüden (2013) İskenderun Körfezi’ndeki Karagöz istavrit *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758)’in otolit özellikleri ve balık boyu ile

ağırlık ilişkilerini; Girgin ve Başusta (2022), yalancı isparozun (*Pomadasys stridens*) otolit biyometrisini; Girgin ve Başusta (2023) Kuzeydoğu Akdeniz’de yaşayan bıyıklı mezgitin otolit boyunun balık ağırlığı ve boyu ile ilişkisini; Jawad vd. (2011), Umman Denizi Muscat şehrinde *Lutjanus bengalensis* otolit kütle asimetrisini; Kabaklı ve Ergüden (2018) Kuzeydoğu Akdeniz (İskenderun Körfezi’nde) Hindistan balığı *Sargocentron rubrum*’un balık boyu, ağırlığı ile otolit boyutları arasındaki ilişkiyi; Karachle vd. (2015), İskenderun Körfezi’ndeki *Synchiropus phaeton*’un otolit boyutları-balık boyu ilişkilerini; Turan (2006), Akdeniz istavriti *Trachurus mediterraneus*’un stok yapısının belirlenmesinde otolit şekli ve kimyasını; Tuset vd. (2003a) *Serranus cabrilla*’nın otolit morfolojisindeki denizsel farklılıkları belirlemek için şekil indekslerini; Yedier ve Bostancı (2021) Türkiye kıyılarında yayılış gösteren *S. elongata*, *S. maderensis*, *S. notata*, *S. porcus* ve *S. scrofa* olmak üzere *Scorpaena* cinsine ait 5 türün otolit morfolojisini incelemişlerdir.

C. lucerna türünün otolit morfolojisine ve kimyasına ait çalışmalar bulunmaktadır (Montanini vd., 2015; Dainys vd., 2017; Başusta ve Bıyıklı, 2022; Ferreira vd., 2023).

Montanini vd. (2015) Adriyatik Denizi’ndeki Tub Gurnard, *C. lucerna*’nın Otolitlerinde Pelagik Larva Süresi ve Yerleşim İşaretlerini araştırmıştır. Bu çalışma bu türün larva süresinin sagittal otolitler kullanılarak tahmin edilmesi açısından ilk olmuştur. Bu çalışmada günlük büyüme artışlarının süreksizliği, büyüme eksenlerinin ve otolit şeklinin büyüme merkezlerinin görünümü ile yeniden yönlendirilerek karakterize edilen yerleşim işaretleri belirlenmiştir. Pelajik larva süresinin ortalama 24 gün olduğu sonucuna varılmıştır.

Dainys vd. (2017), *C. lucerna* ile yaptıkları çalışmada Litvanya kıyı sularında türün ilk kaydını raporlamışlar ve türün otolit kimyası ve mide analizi ile çalışmışlardır.

Başusta ve Bıyıklı (2022), Kuzeydoğu Akdeniz’de *C. lucerna* türünün otolit biyometrisini çalışmışlardır. Çalışmada türün otolit biyometrisi-balık boyu ilişkileri üzerine ilk bilgiler sağlanmıştır. Toplam boy ile otolit boyu ve otolit genişliği ve otolit ağırlığı arasındaki ilişkiler sırasıyla $y=0.1325x-0.9428$ ($R^2=0.686$), $y=0.0922x-0.9869$ ($R^2=0.673$), $y=0.0011x+0.0126$ ($R^2=0.722$) olarak bulunmuştur. Toplam boy ile otolit boyu arasında

kuvvetli bir ilişki ve otolit boyu ile otolit genişliği arasında orta dereceli bir ilişki bulunduğu saptanmıştır.

Ferreira vd. (2023) *C. lucerna* (Linnaeus, 1758) türünün haliçe bağlı bir deniz balığı olup olmadığı otolit kimyasını kullanarak araştırmıştır. Bu çalışmada, Mart 2007'de Portekiz kıyılarında yapılan bilimsel bir araştırmayla yakalanan 35 *C. lucerna* yavrularının balık otolitlerindeki Sr:Ca'nın çekirdekten kenara kesitleri, acı ve deniz suları arasındaki tür hareketini değerlendirmek için kullanılmıştır. Veriler çoğu bireyin (%97) nehir ağzına bağlı bir profile sahip olduğunu, %63'ünün erken yaşam dönemlerinde deniz sularında bulunduğunu göstermektedir. Balıkların yaşam döngüsü boyunca nehir ağzında ikamet ettiğine dair kanıt bireylerin yalnızca %3'ünde bulundu. Ba:Ca oranı, Sr:Ca tuzluluk sonuçlarıyla ters bir ilişkiyi yansıtmamıştır, bu durum da diğer araştırmacıların Ba'nın kıyı balıklarının otolitlerine dahil edilmesi üzerindeki yükselme süreçleri ve tatlı su akıntılarının etkisine ilişkin bulguları ile örtüşmektedir. Ayrıca veriler, *C. lucerna*'nın yüksek çevresel esneklik ve adaptasyon göstererek farklı tuzluluk derecelerine sahip habitatlar arasında yerleşip göç edebildiğini de göstermiştir.

Türkiye genelinde bakıldığında *C. lucerna* türünün hem otolit morfolojisi hem de kimyası kullanılarak yapılan çalışma bulunmamaktadır, dünya genelinde bakıldığında ise sadece 1 çalışmaya rastlanmıştır (Ferreira vd., 2019).

Ferreira vd. (2019) Portekiz'de üç ana balıkçılık alanında (Matosinhos, Aveiro ve Peniche) Mart ve Haziran 2016 tarihleri arasında yakalanan 90 adet bireyin otolit kimyası ve şekil analizlerini incelemişlerdir. Benzer uzunluk aralığına sahip bireylerin otolit morfolojisi (şekil indeksleri ve eliptik Fourier tanımlayıcıları) ve element kimyası (Ba:Ca, Fe:Ca, Mg:Ca, Mn:Ca, Sr:Ca ve Zn:Ca) tek ve çok değişkenli olarak istatistiksel analizlerle değerlendirilmiştir. Ancak, doğrusal ayırım fonksiyonu analizleri ve ana koordinatların kanonik analizleri, Portekiz'in üç örnekleme denizindeki *C. lucerna* bireylerini tam olarak ayırt edememiştir. Ayrıca, buradaki veriler farklı örnekleme denizlerinden yakalanan bireylerin arasında kısmi bir örtüşme olduğunu ortaya çıkarmıştır. Elde edilen şekil indeksleri ve kimyasal analizler sonucunda *C. lucerna*'nın Portekiz anakarasında açıkça

homojen olmasa da benzersiz, tek bir popülasyon birimi olduğunu ve bu balık popülasyonlarının balıkçılık amacıyla ayrı olarak yönetilmemesi gerektiğini belirlemişlerdir.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Kırlangıç Balığının Biyoekolojik Özellikleri

Kırlangıç balığı (*C. lucerna*), tüm deniz ve okyanuslarda 20 ila 318 m derinliklerde 8°C - 24°C aralığındaki sıcaklıklarda dağılım gösteren demersal balıklardan biri olup; ekonomik değere sahip alternatif deniz balıkları arasında, yoğun popülasyonu olan Triglidae familyasının değerli türlerinden biridir (Whitehead, 1986). Yayınlanan maksimum boyu 82,8 cm TL, maksimum ağırlığı 6,6 kg (Haşimoğlu vd., 2016), tespit edilen maksimum yaşı ise 15 yıldır (Baron, 1985).

Kum, veya çakıl habitatlarda yaşar. Balık, kabuklular ve yumuşakçalarla beslenir. Göğüs yüzgecinde, balığın üzerinde durduğu bacak işlevi gören ve ayrıca yumuşak tabanda yiyecek bulmasına yardımcı olan üç izole ışın bulunur (Frimodt, 1995). Göğüs yüzgecindeki en uzun ışın anal yüzgecin ön kısmına kadar uzanmaktadır, yanal çizgi pulları pürüzsüzdür. Tür kırmızımsı renktedir (Şekil 2).

Chelidonichthys lucerna (Linnaeus , 1758) türünün sistematik sınıflandırması;

Kingdom : Animalia

Phylum : Chordata

Classis : Teleostei

Ordo: Scorpaeniformes

Familya: Triglidae

Genus: Chelidonichthys

Species: *Chelidonichthys lucerna*

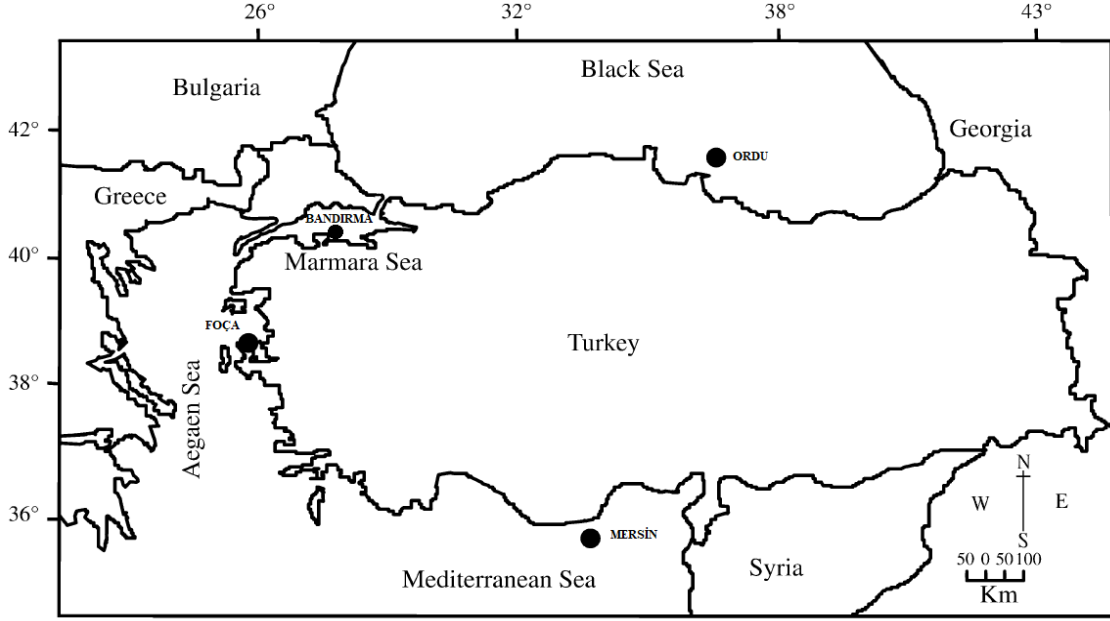


Şekil 2. *Chelidonichthys lucerna*'nın genel görünümü (Ordu, Karadeniz örneği)

3.2. Örnekleme

C. lucerna bireyleri Karadeniz (Ordu), Marmara Denizi (Bandırma), Ege Denizi (Foça) ve Akdeniz (Mersin)'deki balıkçılardan temin edilmiştir (Şekil 3).

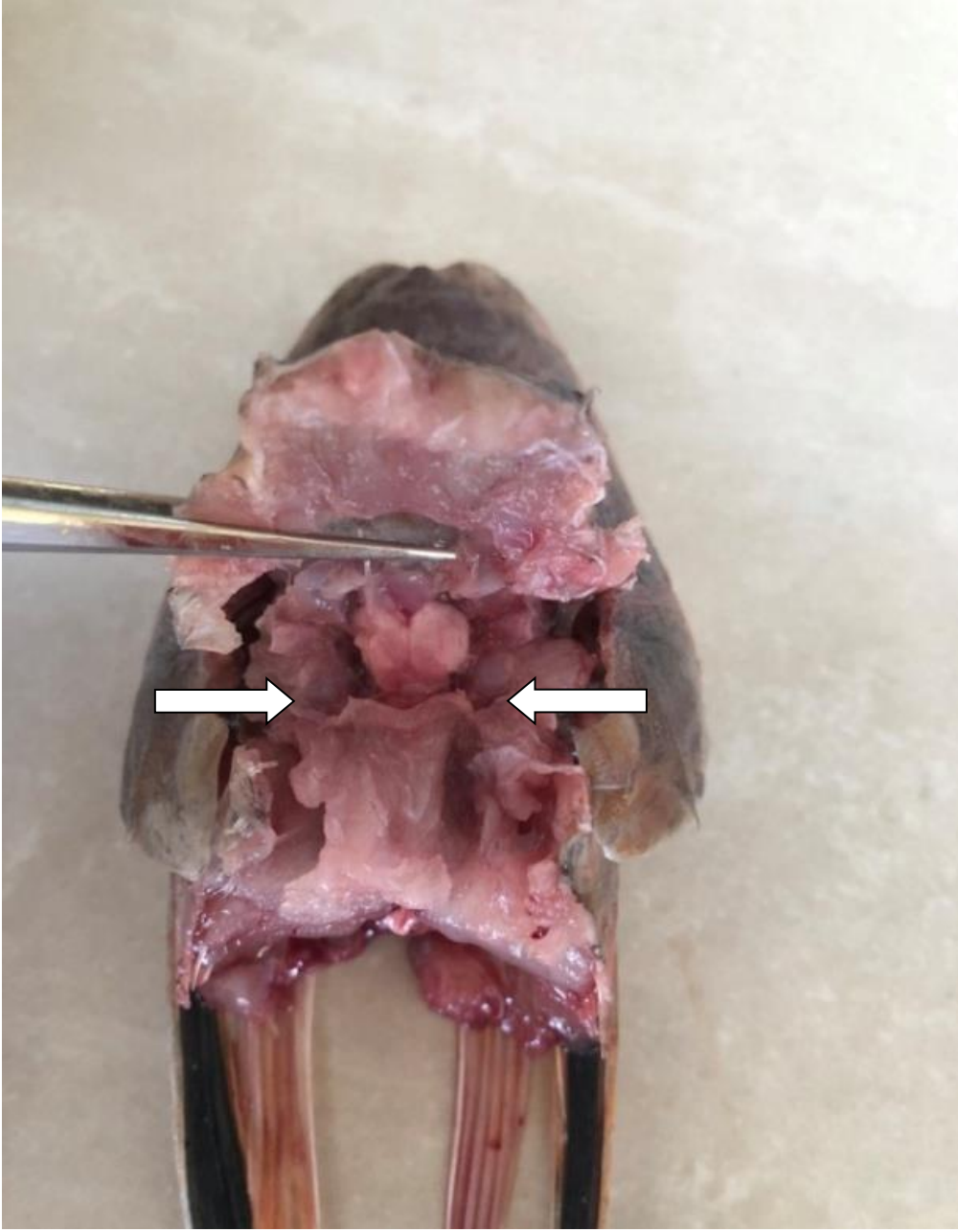
Karadeniz'den 91, Marmara Denizi'nden 121, Ege Denizi'nden 155, Akdeniz'den 100 olmak üzere toplamda 467 adet *C. lucerna* bireyi örneklenmiştir. Daha sonra örnekler buz küplerine koyularak biyolojik ve istatistiksel analizler için laboratuvara getirilmiştir.



Şekil 3. *Chelidonichthys lucerna*'nın örnekleme bölgeleri (Ordu, Bandırma, Foça, Mersin)

3.3. Biyolojik Özelliklerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler

Laboratuvara getirilen her bir bireyin toplam boyu (TL, 0,1 cm), çatal boyu ve vücut ağırlığı (W, 0,01 g) ölçülmüştür. Bireyler dissekte edilmiş, iç organları çıkarıldıktan sonra görsel muayene ile gonadlardan cinsiyet tayini yapılmıştır. Sonrasında balığın başı dikkatlice açılmış ve başın iki yanında bulunan 3 çift otolitten en büyüğü olan sagittal otolitler metalik kontaminasyonu önlemek için plastik forseps kullanılarak balık kafasından dikkatlice çıkarılmıştır. Otolitler distile su ile kan ve doku ve diğer yüzey kontaminantlarından arındırılıp, temizlenmiş, tartılmış (0,0001 g) ve daha ileri analiz yapılmak üzere eppendorflara aktarılmıştır. Araştırma kapsamında incelenecek demersal bir tür olan *C. lucerna*'ya ait sagittal otolitinin yeri ve genel görünümü Şekil 4 ve Şekil 5 'de verilmiştir.



Şekil 4. Balıkta otolitlerin bulunduğu bölgeler



Şekil 5. Kırlangıç balığı (*Chelidonichthys lucerna*) sağ sagittal otoliti (Foça, Ege örneği)

3.3.1. Boy Ağırlık İlişkisi

Çalışmada cinsiyetin boy ağırlık ilişkisi üzerindeki etkisi kovaryans analizi (ANCOVA, ortak değişken olarak cinsiyet) ile test edilmiştir. Türün boyu ile ağırlığı arasındaki ilişki; toplam, dişi ve erkek bireyler için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Elde edilen b değerlerinin kübik büyüme ile arasında anlamlı bir fark olup olmadığının ortaya konması için t-test'inden yararlanılmış, b değerlerinin 3'ten farklı olup olmadığı test edilmiş ve türün büyüme tipi (allometrik, izometrik) belirlenmiştir. Boy-ağırlık ilişkisinin tespitinde her bireyin toplam boy değeri "x" ve ağırlığı "y" olarak kabul edilerek, her iki değer in doğal logaritması hesaplanmıştır. Hesaplanan $Ln(TL)$ ve $Ln(W)$ değerleri arasında en küçük kareler metodu kullanılarak regresyon işlemi gerçekleştirilmiştir;

$$b = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum(x_i - \bar{x})^2} \quad (3.1)$$

$$Ln(a) = \bar{y} - b\bar{x}$$

Eşitliklerdeki; x_i her bir boy değerini, \bar{x} boy değerlerinin aritmetik ortalamasını, y_i her bir ağırlık değerini, \bar{y} ağırlık değerlerinin aritmetik ortalamasını, a kesme noktasını, b ise eğimi ifade eden regresyon parametreleridir. Bu regresyon parametreleri kullanılarak, türün boyu ile ağırlığı arasındaki ilişkinin açıklanmasında $W=aL^b$ şeklindeki üssel ilişkiden faydalanılmıştır (Ricker, 1975). Eşitlikte; W türün ağırlığını, L türün boyunu, a ve b ise o tür için hesaplanan regresyon sabitlerini ifade etmektedir. Türün boyu ile ağırlığı arasında elde edilen eşitlik ile doğada gözlenen değerler arasındaki bağlantının derecesinin açıklanmasında ise Pearson çarpım moment korelasyon katsayısının karesinden faydalanılmıştır;

$$r = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}} \quad (3.2)$$

b değerlerinin standart hatası (SE_b) hesaplanmış ve %95 güven aralığında t dağılım tablosundaki değer ile olan ilişkisine bakılmıştır;

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n-1}} \quad S_y = \sqrt{\frac{\sum(y - \bar{y})^2}{n-1}} \quad (3.3)$$

$$SE_b = \sqrt{\frac{1}{n-2} \frac{S_y^2}{S_x^2} - b^2} \quad (3.4)$$

$$b \pm t_{0.05} * SE_b$$

Eşitlikte, x ve \bar{x} balık boyunu ve ortalamasını, y ve \bar{y} balık ağırlığını ve ortalamasını, n birey sayısını, S_x ve S_y boy ve ağırlıkların standart sapmasını, b eğimi, SE_b b 'nin standart hatasını ve $t_{0,05}$ t dağılım tablosunda %95 güven aralığındaki değeri temsil etmektedir.

3.3.2. Balık Boyu-Otolit Biyometrisi İlişkisi

Otolit ağırlıkları Precisa XB220A serisi hassas terazi ($\pm 0,0001$ g) kullanılarak ölçülmüştür. Otolit boyutları, Olympus SZX16 mikroskobu üzerinde 'Kameram' görüntü analizi kullanılarak (OL, OW_i) ölçülmüştür (Şekil 6). Bireylerin toplam boyları ile otolit boyu, otolit genişliği ve otolit ağırlıkları arasındaki ilişki regresyon analizi ile belirlenmiştir. Çalışmada otolit boyu-balık boyu ilişkisi, otolit genişliği-balık boyu ve otolit ağırlığı-balık boyu ilişkisinde kullanılan denklemler $OL=a+b*L$, $OW_i= a+b*L$ ve $OW=a+b*L$ 'dir.

Bu denklemde;

OL: Otolit boyu

OW_i: Otolit genişliği

OW: Otolit ağırlığı

L: Balık toplam boyu

a ve b : Regresyon sabitlerini belirtmektedir.

3.3.3. Yaş Tayini

Yaş tayini için sagittal otolitler kullanılmıştır. Balıkların her iki otoliti solungaç boşluğundan veya üstten girilerek pens yardımıyla çıkartılıp temizlendikten sonra eppendorf tüplerinde kuru olarak muhafaza edilmiştir. Otolitlerin yaş tespitinde mikroskopla direkt gözlem metodu kullanılmıştır. Yaş tespitinden önce otolitler %5'lik HCL ve %3'lük NaOH çözeltisinde bir süre bekletilip saf sudan geçirilmiş, daha sonra kurutulup temizlenmiştir. Yaş okumaları siyah zemin üzerinde gliserin damlatılarak ve üstten aydınlatma yapılarak,

hiyalin ve opak yaş halkaları sayılmak suretiyle stereozoom mikroskop altında gerçekleştirilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Olympus SZX16 mikroskop.

3.3.4. Eşey Oranı ve İlk Eşeyesel Olgunluk Boyu

Eşey tayini, olgun bireylerde makroskobik gözlemlerle; genç bireylerde ise, stereozoom mikroskop yardımıyla yapılmış, gonad safhaları ise Holden ve Raitt (1974)'e göre yapılmıştır.

Erkek ve dişi eşey oranı, tespit edilen cinsiyet adetlerinin, bir erkeğe düşen dişi birey sayısına oranlanması ile tespit edilmiştir (Erkek:Dişi). Stoku oluşturan erkek ve dişi bireylerin arasında istatistiksel olarak bir farkın olup olmadığı χ^2 (Chi-square) testi kullanılarak hesaplanmıştır.

Gonad gelişim safhaları 5 kategoride değerlendirilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1

Kemikli balıklar olgunluk skalası (MEDITS, 2016)

Cinsiyet	Gonad Görünümü	Olgunluk Skalası	MEDIT
U	Cinsiyet çıplak gözle tespit edilemez. Gonadlar çok küçük ve buzlucaam şeklinde şeffaftır. Cinsiyet belirlenemez.	Belirsiz	0
D	Küçük pembemsi ve yarısaydam yumurtalıkları vücut boşluğunun 1/3'ünden daha kısadır.	Olgunlaşmamış	1
E	İnce beyazımsı testisleri vücut boşluğunun 1/3'ünden daha kısadır.		
D	Küçük pembemsi/kırmızımsı ve yarısaydam yumurtalıkları vücut boşluğunun 1/2'sinden daha kısadır. Yumurtalar çıplak gözle görülemez.	Gelişmekte	2
E	İnce beyazımsı testisleri vücut boşluğunun 1/2'sinden daha kısadır.		
D	Pembemsi kırmızımsı/kırmızımsı-turuncu yarı saydam yumurtalıkları vücut boşluğunun 1/2 si kadar uzundur. Kan damarları belirgindir. Yumurtalar çıplak gözle görülemez.	İyileşmekte	
E	Simetrik sayılabilen beyazımsı/pembemsi testis. Vücut boşluğunun yaklaşık 1/2' si uzunluğunda.		
D	Taneli görümlü pembemsi-sarı yumurtalık, vücut boşluğunun yaklaşık 2/3'ü uzunluğunda. Yumurtalar çıplak gözle yumurtalık kılıfında görülebilir, henüz yarısaydam değildir. Az baskı altında yumurtalar atılmaz.	Olgunlaşmakta	
E	Yaklaşık vücut boşluğunun 2/3'ü kadar beyazımsıdan kreme doğru bir testis. Az baskı altında sperm atılımı olmaz.		

Tablo 1'in devamı

Kemikli balıklar olgunluk skalası (MEDITS, 2016)

D	Yumurtalık turuncu-pembe renklidir, açık yüzeysel kan damarları vardır. Vücut boşluğunun 2/3'ünden toplam boya kadar uzunluğu vardır. Büyük, şeffaf olgun yumurtalar açıkça görülür ve az baskı altında atılabilir. Daha gelişmiş durumlarda yumurtalar serbest olarak atılır.	Olgun/Yumurtlayan	3
E	Beyazımsı kremi yumuşak testis vücut kavitesinin 2/3'ünden toplam boya kadar uzunluktadır. Az baskı altında spermier atılabilir. Daha gelişmiş durumlarda sperm atılımı serbest olarak gerçekleşmektedir.		
D	Kırmızımsı yumurtalık vücut kavitesinin 1/2si boyuna küçülmüştür. Gevşek yumurtalık duvarları, yumurtalık opak ve yarı saydam yumurta artıkları içerebilir.	Etkisiz	4
E	Kanlanmış ve gevşek testis vücut kavitesinin 1/2 si kadar küçülmüştür.		
D	Pembemsi ve yarı saydam yumurtalık, vücut kavitesinin 1/3'ü kadar uzunlukta. Yumurtalar çıplak gözle görülmez.	Dinlenmede	
E	Beyazımsı/pembemsi testis simetrik sayılır. Vücut kavitesinin 1/3'ü kadar uzunlukta.		

İlk eşeyssel olgunluk boyunun hesaplanmasında popülasyondaki eşeyssel yönden olgun bireylerin olgun olmayan bireylere oranının %50'ye ulaştığı boy alınmıştır (Avşar, 2005). Eşeyssel olgunluk boyu için ikinci üçüncü ve dördüncü gonad safhalarının görüldüğü aylardaki bireyler olgun birey olarak alınmıştır.

3.4. Stok Yapısının Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler

3.4.1. Örnek Seçimi ve Hazırlanması

Otolit şekli, bir dizi çevre ve endojen faktörlerden etkilenmektedir ve stoklar arasında farklılık gösterebilmektedir. Ayrıca, aynı stoktaki cinsiyet, yaş ve yıl sınıfları arasında da farklılık gösterebilmektedir. Balık cinsiyet, yaş ve büyüklüğünün otolit kimyası ve morfometrisi üzerindeki etkisinin varlığını kontrol etmek için istatistiksel analizler yapılmıştır. Çalışmada cinsiyetin boy ağırlık ilişkisi üzerindeki etkisi kovaryans analizi (ANCOVA, ortak değişken olarak cinsiyet) ile test edilmiştir.

Sağ ve sol sagittal otolitlerin uzunluğu, genişliği ve ağırlığını karşılaştırmak için t-testi (Zar, 1999) kullanılmıştır. Tür için sağ ve sol otolitler arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Bu nedenle analizlerde sağ otolit kullanılmıştır.

Aynı yıl sınıfındaki ve benzer uzunluk grubundaki balıkların kullanılması, boyut ve yaşın otolit şekli ve kimyasal birikimi üzerindeki etkisini önlemektedir. Yaş faktörünün etkisini incelemek için istatistiksel analizler yapılmış ve denizler arasında yıl sınıflarının anlamlı bir farklılık gösterdiği saptanmıştır ($p<0,05$). Bu nedenle balık yaşının otolit morfometrisi ve kimyası üzerindeki etkisini önlemek için her denizden 2 yaşındaki bireylerden seçim yapılmıştır (2 yaş için; $p>0,05$).

Birey büyüklük faktörünün otolit morfometrisi ve kimyası üzerindeki etkisini kontrol etmek için denizlerde benzer boy aralığındaki bireylerin tercih edilmesi gerekmektedir (Ferreira, 2019). Denizlerdeki birey boy dağılım aralığı çeşitlilik göstermektedir. Bu nedenle aynı yaştaki (2 yaş) farklı boy aralıklarına ANOVA testi uygulanmış ve denizlerde verilerin normal dağılım gösterdiği ve varyansların homojen olduğu en makul olan boy aralığının 19-25 cm olduğu tespit edilmiştir ($F_{3,156}=0,119$, $p=0,94$) (Tablo 2). Otolit şekil indeksleri ve element analizleri 19-25 cm aralığındaki (2 yaş grubu) 160 adet birey üzerinden yürütülmüştür.

Çalışma için seçilen bireylerin minimum toplam boyu Akdeniz’de 19,5 cm, diğer denizlerde 19,4 cm; maksimum toplam boyu ise tüm denizlerde 24,5 cm’dir. Bireylerin ağırlığı ise Karadeniz’de 31,9-236 g aralığında, Marmara Denizi’nde 62,8-153,8 g aralığında, Ege Denizi’nde 67,1-159 g aralığında, Akdeniz’de ise 72,2-173,2 g aralığında değişim göstermektedir (Şekil 7) (Tablo 3).

Tablo 2

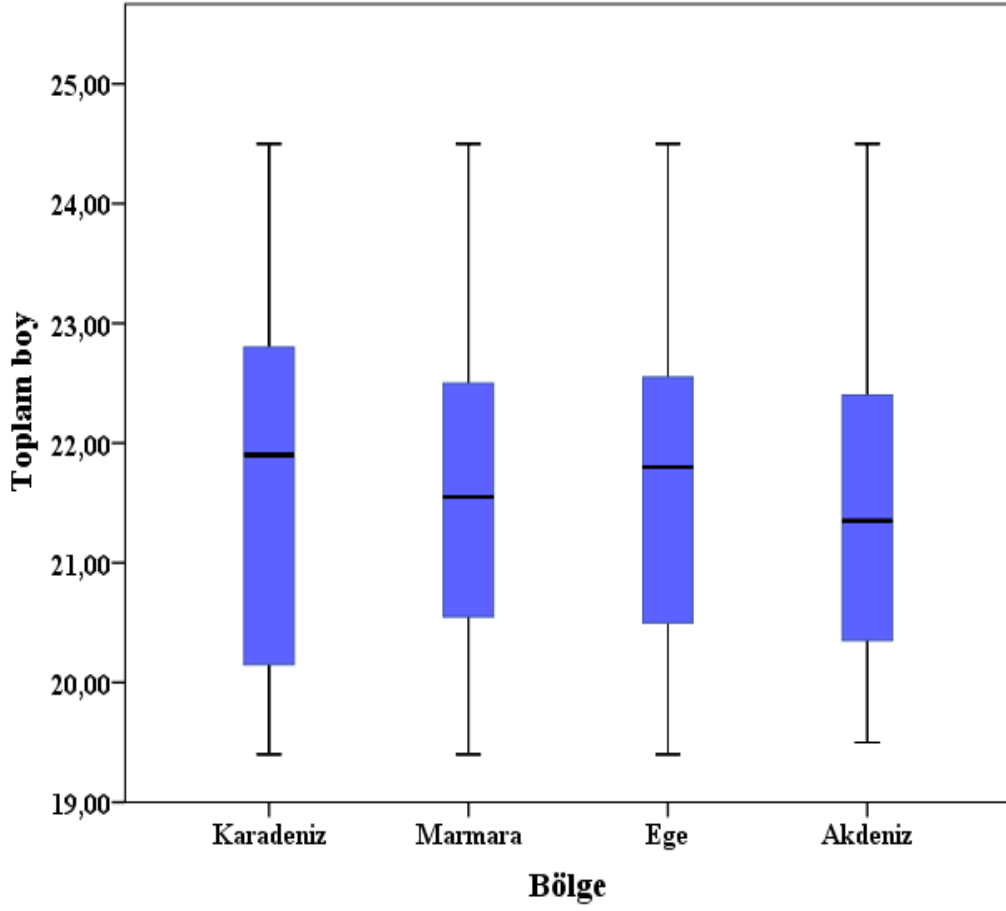
Çalışma için seçilen bireylerin benzer uzunluk grubunda olduğuna dair tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucu

	Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	p
Gruplar Arasında	0,677	3	0,226	0,119	0,949
Grup İçinde	296,602	156	1,901		
Toplam	297,279	159			

Tablo 3

Çalışma için seçilen bireylerin toplam boy-ağırlık değerleri (N:birey sayısı, Min:minimum, Maks:maksimum, OTL:ortalama toplam boy, OA:ortalama ağırlık, SS: standart sapma)

Bölge	N	Toplam Boy (cm)			Ağırlık (g)		
		Min	Maks	OTL+SS	Min	Maks	OA+SS
Karadeniz	40	19,4	24,5	21,6+1,5	31,9	236	80,2+44,9
Marmara	40	19,4	24,5	21,6+1,3	62,8	153,8	96,6+22,9
Ege	40	19,4	24,5	21,6+1,3	67,1	159	100,8+24,0
Akdeniz	40	19,5	24,5	21,5+1,2	72,4	173,2	103,1+21,6

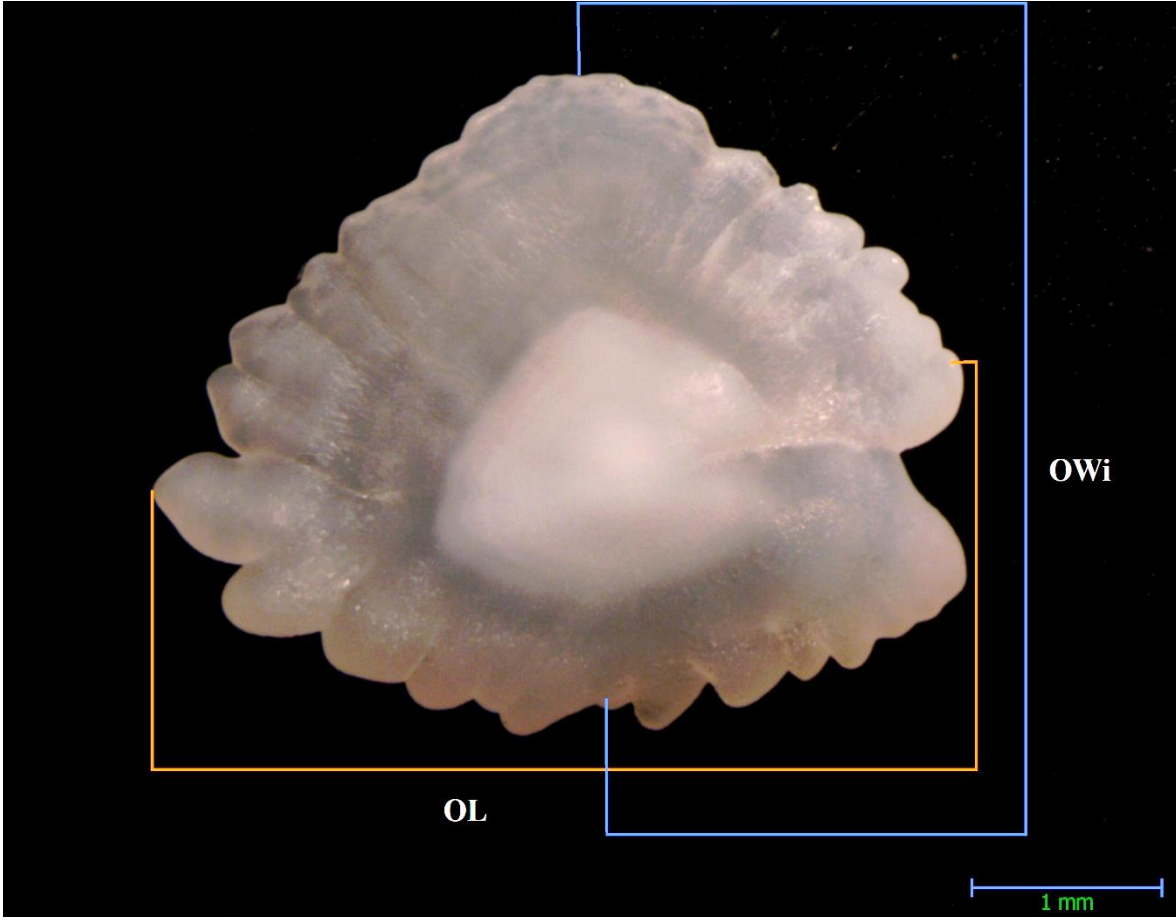


Şekil 7. Denizlerden analiz için seçilen bireylerin boy dağılımı aralığı

3.4.2. Otolit Şekil İndeksleri

Otolitlerin iki boyutlu dijital görüntüleri, yansıyan ışık ve karanlık alan altında, bilgisayar bağlantılı kamera sistemine sahip binoküler stereo mikroskop (Olympus SZX2-ILLB) üzerine monte edilmiş yüksek çözünürlüklü bir USB kamera kullanılarak kaydedilmiş ve balık popülasyonlarının morfometrik ölçümleri ve analizi için özel olarak geliştirilen görüntü işleme aracı olan Argenit KameraM 3.3.0.0 dijital görüntü analiz programı kullanılarak otolitlerin merkezi boyunca ölçülmüştür.

Otolit genişliği (mm) için otolit ventral ile dorsal hat uzunluğu, otolit boyu (mm) için posterior uç ile anterior uç noktalar arası esas alınmıştır. Otolit çevresi ve alan ölçüleri de otolit çevresi üzerinde hat boyunca takip edilerek stereo mikroskop yardımıyla hesaplanmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. *Chelidonichthys lucerna*'ya ait sağ otolit (OL: otolit boyu (mm), OWi: otolit genişliği (mm), (Marmara Denizi)

Ölçüm sonunda elde edilen ham veriler [otolit boyu (OL, mm), otolit genişliği (OWi, mm), otolit alanı (OA, mm²) ve otolit çevresi (OP, mm)] değerlendirilerek her bir türün otolitlerinin şekil indeksleri hesaplanmıştır. Otolitlerin şekil indekslerinin belirlenmesinde Tablo 4'de verilen formüller kullanılmıştır (Tuset vd., 2003a). Otolit şekli, balıkların ontogenetik gelişimi boyunca değişebildiği, farklı yaş-boy gruplarındaki popülasyonların arasındaki karşılaştırmaları önyargılı hale getirdiği için otolit uzunluğunun ve otolit ağırlığının her morfometrik indeksin büyüklüğü üzerindeki etkileri ayrı ayrı istatistiksel analiz (ANCOVA) (faktör: deniz, kovaryant: otolit uzunluğu ve faktör: deniz kovaryant: otolit ağırlığı) ile değerlendirilmiştir.

Morfometrik ölçümleri tamamlanan otolit örnekleri kimyasal analizler için 2 ml'lik eppendorflara alınarak plastik numune saklama kaplarına koyulmuş, üzerlerine ait oldukları tür, tarih ve istasyon numaraları yazılarak analizin yapılacağı süreye kadar muhafaza edilmiştir.

Tablo 4

Türün otolitlerinin şekil indeksleri için kullanılan formüller

Parametreler	Şekil indeksi	Formül
OP (Otolit Çevresi, mm) OA (Otolit Alanı, mm ²) OL (Otolit Boyu, mm) OWi (Otolit Genişliği, mm)	Form Faktör (FF)	$4.\pi.OA/(OP)^2$
	Dairesellik (CL)	$(OP)^2/OA$
	Yuvarlaklık (RO)	$4.OA/\pi.(OL)^2$
	Eliptiklik (EL)	$(OL-OWi)/(OL+OWi)$
	Dikdörtgenlik (RE)	$OA/(OL.OWi)$
	Çerçeve Oranı (AR)	OL/OWi

3.4.3. Otolit Element Analizi

Önceden üzerindeki kan, doku ve diğer yüzey kontaminantlarından arındırılmış ve temizlenerek saklama kaplarına (eppendorf) alınmış olan otolitler mikro-kimyasal analizlere tabi tutulmuştur. Öncelikle, her bir otolitinin sabit ağırlığa ulaşması için 120 °C'ye ayarlı etüvde 2 saat süre ile cam tüpler içerisinde kalması sağlanmıştır. Kuruması tamamlanan otolit örnekleri yaklaşık 0.001 grama duyarlı hassas terazi ile tartılarak mikrodalga yakma ünitesindeki örnek kaplarına aktarılmıştır. Daha sonra her bir örnek kabının üzerine %65'lik nitrik asit (HNO₃)'ten 8 ml ve %30'luk hidrojen peroksit (H₂O₂)'den 2 ml ilave edilerek SK-12 rotor kullanılarak (Ethos marka Easy model) sıcaklık kontrollü mikrodalga ile yakmaya tabi tutulmuştur (Rooker vd., 2001). Bu işlem için sağ sagittal otolit kullanılmıştır.

Ölçüm sırasında dikkate alınan standartlar: EPA 200.2 (Spektroskopi tekniğiyle toplam geri kazanılabilir element analizi için örnek hazırlama) ve EPA 6020'dir (Çevresel numunelerde Endüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma-Kütle Spektrometresi (ICP-MS) ile çoklu element tayini). Otolit numuneleri 0.0060-0.030 gram aralığında ortalama ise 0.015 g olacak şekilde 13 ml hacimli test tüplere yerleştirilmiştir. Üzerlerine 0.4 ml aqua regia; 3:1 oranında hidroklorik asit: nitrik asit (3:1 HCl:HNO₃) eklenmiş sonrasında ise iki gün boyunca oda sıcaklığında bekletilmiştir. İkinci günün sonunda 15 dakika boyunca 40°C ultrasonik banyoda tutulmuştur. Sonrasında üzerlerine 10ml ultra saf su eklenmiştir. Seyreltme faktörleri ortalama 1000 olarak hesaplanmıştır. Elementlerin konsantrasyonları, Endüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma Kütle Spektrofotometresi (ICP-MS, Agilent 7700X) ile ölçülmüştür. Kalibrasyon eğrileri için Agilent firmasından temin edilen standartlar (27 element karışımı: 8500-6940 2A ve 8500-6940 Hg) kullanılarak yapılmıştır. Kalite kontrolü üçlü ölçüm ve sertifikalı referans malzemeler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kontrol numunesi (sertifikalı referans materyali, SRM, CRM) olarak denizel hayvan dokusu olan TORT2 (*Lobster hepatopancreas*) kullanılmıştır. Tüm elementler %95 ve üzeri doğrulukla ölçülmüştür. Bu çalışmada 1ppm internal standart karışımı ISTD Agilent 5188-6525: Li6, Sc45, Ge72, Rh103, In115, Tb159, Lu175, Bi209 kütleleri numunelerle birlikte sürekli olarak analiz edilmiş ve bağıntılı olarak hesaplamada yer almıştır. Her element için tespit limiti (DL, LOD) kalibrasyon eğrisinin altında listelenmiştir. Nicel tayin sınırı (NTS, Limit of quantification LOQ) ise LOD değerinin 3.3 katı olarak belirlenmiştir. Bu işlemler Sinop Üniversitesi, Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde ICP-MS Laboratuvarında yapılmıştır (Yüksel ve Arica, 2018).

Deniz balıkları otolitlerinde elementlerin stabilitesinin türlere göre değişkenlik göstermesi nedeniyle genellikle kaydedilen iz elementler dikkate alınarak, *C. lucerna*'nın bütün otolitlerinde bulunan en bol ve olası bilgilendirici unsurları belirlemek için bir ön analiz yapılmıştır.

Analizde ilk aşamada elementlerin stabilitesinin türlere göre değişkenlik göstermesi nedeniyle *C. lucerna* türü için otolitlerde fiziksel olarak stabil olan tekrarlanabilir ve kararlı elementler tespit edilmiştir (Correia vd. 2014). 14 element (Li, Na, Mg, Mn, Fe, Co, Ni, Cu,

Zn, Sr, Ba, Pb, K, P) belirlenmiştir. Çalışma belirlenen elementlerin miktar ve oranları (element/Ca) üzerinden yürütülmüştür.

Denizler arasında TL açısından önemli bir farklılık olmamasına rağmen, element konsantrasyonu ile balık büyüklüğü (otolit ağırlığı) arasındaki ilişkiler kovaryans analizi (ANCOVA, ortak değişken olarak otolit ağırlığı) ile test edilmiştir. Element: Ca oranlarının otolit ağırlığı ile anlamlı düzeyde ilişkili olmadığı tespit edilmiştir (ANCOVA, $p > 0.05$). Numuneler arasındaki balık boyutu farklılıklarının, otolit kimyasında denize özgü herhangi bir farklılığa yol açmamasını sağlamak için, elementlerin konsantrasyonları, ortak grup içi doğrusal eğim çarpımının otolit ağırlığı ile gözlenen konsantrasyondan çıkarılmasıyla ağırlık açısından azaltılmıştır (Campana vd., 2000).

3.4.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Ham veriler Quinn ve Keough'a (2002) göre normallik (Shapiro-Wilk testi), varyans homojenliği (Brown-Forsythe testi) ve eşit grup içi kovaryans matrisleri (ayırıcı edici fonksiyon puanlarının incelenmesi) açısından kontrol edilmiştir. Bu varsayımlar şekil indeksleri ve element:Ca oranlarının çoğunluğu için sağlansa da Na:Ca, Mg:Ca, Fe:Ca, Zn:Ca element oranlarında sağlanamamıştır. Bu nedenle bu dört orana Log10 dönüşümü yapılmıştır.

Denizler arasındaki bireysel elementlerin, şekil indekslerinin farklılıklarını araştırmak için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Anlamlı farklar bulunursa ($P < 0.05$), bunu Tukey post hoc testi izlemiştir. Otolit çoklu element (element:Ca) ve şekil indeksleri ve her ikisinin birleşimindeki (element:Ca, şekil indeksi) uzaysal farklılıkları test etmek için çok değişkenli varyans analizi (MANOVA) kullanılmıştır (Ferreira, 2019). MANOVA için, çok değişkenli istatistiklerin en sağlam testi (Pillai izi) için yaklaşık F oranı istatistiği rapor edilmiştir. Denizler arasında post hoc çok değişkenli ikili karşılaştırmalar Hotelling T-kare testi kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca bir jackknifed prosedürünü kullanarak mekansal farklılıkları görselleştirmek ve balıkların bu orijinal konuma göre yeniden sınıflandırma doğruluk başarısını incelemek için Doğrusal Ayrım

Fonksiyon Analizi (DFA) kullanılmıştır (Hair vd., 1998). Gruplardaki bireyler arasındaki ilişkileri görselleştirmek için ise DFA'dan türetilen %95 güven elipslerine sahip popülasyon merkezleri kullanılmıştır (Ferreira, 2019). Otolit şekil indeksleri ve elementler için klid mesafesi, otolit ölümleri ile coğrafi mesafeler arasında herhangi bir korelasyon olup olmadığını belirlemek için Mantel'in (1967) testi kullanılarak, coğrafi mesafe ile karşılaştırılmıştır (Turan, 2006). Tüm istatistiksel analizler SPSS v. 21 kullanılarak yapılmıştır.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışmada Türkiye sularında Şubat 2020 ve Aralık 2020 tarihleri arasında 4 farklı denizden (Karadeniz: 91, Marmara Denizi: 121, Ege Denizi: 155, Akdeniz: 100) toplamda 467 adet kırlangıç balığı (*C. lucerna*) balıkçılardan temin edilmiştir. Her bir denizden benzer uzunluk (TL) aralığına sahip 40'ar adet toplamda 160 adet bireyin otolit morfolojisi (otolit şekil ve elliptik forrier analizi) ve otolit kimyası (Li:Ca, Na:Ca, Mg:Ca, Mn:Ca, Fe:Ca, Co:Ca, Ni:Ca, Cu:Ca, Zn:Ca, Sr:Ca, Ba:Ca, Pb:Ca, K:Ca, P:Ca) istatistiksel analizlerle değerlendirilmiştir.

4.1. Boy ve Ağırlık Dağılımı

Karadeniz'de temin edilen 91 bireyin %51,6'sı dişi, %48,4'ü erkektir. Dişilerde toplam boy 10,7 ile 27,8 cm, ağırlık ise 14,4 ile 236,5 g arasında değişim göstermektedir. Erkek balıkların çoğunluğu 19 cm olmakla birlikte; toplam boy dağılımı 15-25,2 cm aralığında, ağırlık dağılımı ise 31,9 g ile 174,9 g aralığında değişim göstermektedir (Şekil 9) (Tablo 5).

Marmara Denizi'nde ise 121 adet bireyin %60,3'ü dişi, %39,7'si ise erkeklerden oluşmaktadır. Dişi bireylerin çoğunluğu 24 cm, erkek bireylerin 21 cm olmakla birlikte toplam boy aralığı dişilerde 17,9 ila 39,5 cm, erkeklerde ise 16,8 ile 44,8 cm aralığında değişim göstermektedir. Dişi bireylerin ağırlığının 44,4- 566,1 g aralığında, erkek bireylerin ise 39,9-724,9 g aralığında olduğu belirlenmiştir (Şekil 10) (Tablo 5).

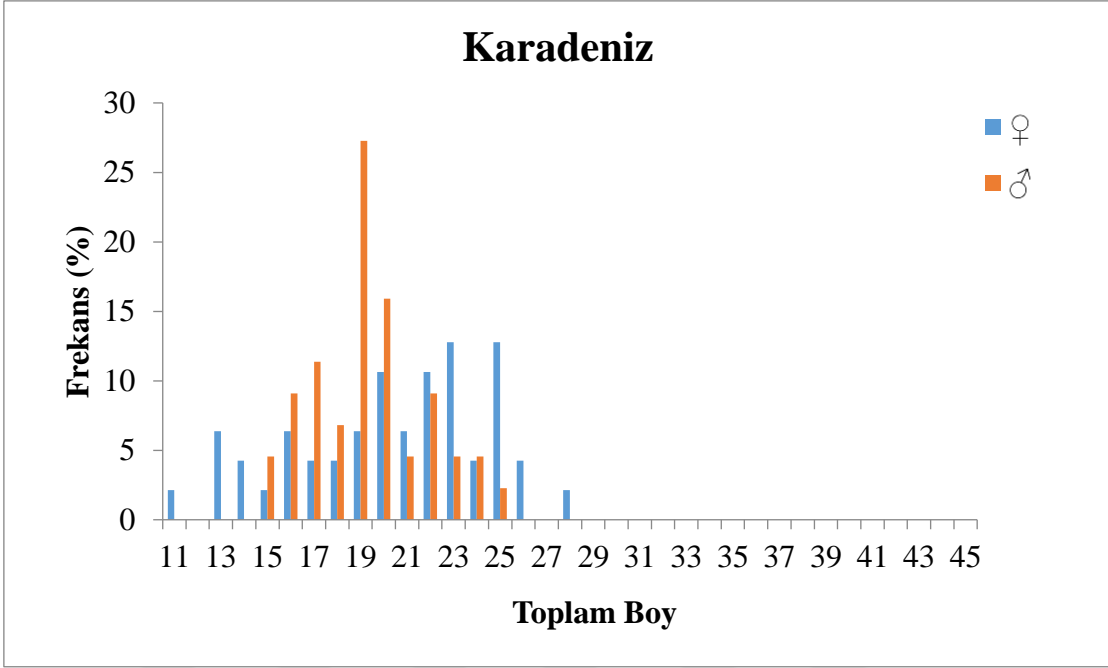
Ege Denizi'nden temin edilen 155 adet bireyin %56,7'si dişi, %43,3'ü erkektir. Dişi bireylerin büyük bir kısmı 24, 25 cm, erkek bireylerin ise 23, 24 cm olmakla birlikte, toplam boy dişilerde 19,2 ile 37 cm, erkeklerde ise 17,7 ile 40,9 cm arasında değişim göstermektedir. Ağırlık ise dişilerde 22,4 g ile 558,8 g aralığında, erkeklerde 51,1 g ile 486,6 g aralığında değişmektedir (Şekil 11) (Tablo 5).

Akdeniz'den %78'i dişi, %22'si erkek olmak üzere 100 adet birey temin edilmiştir. Dişi bireylerin çoğunluğu 20 cm olmakla birlikte toplam boy 16,5 ile 28,1 cm aralığındadır, dişilerde ağırlık 39,3 g ile 263,8 g aralığında değişim göstermektedir. Erkek bireylerde minimum toplam boy 15,8 cm, maksimum 22,4 cm'dir, ağırlık ise 32,6-107,3 g aralığındadır (Şekil 12) (Tablo 5).

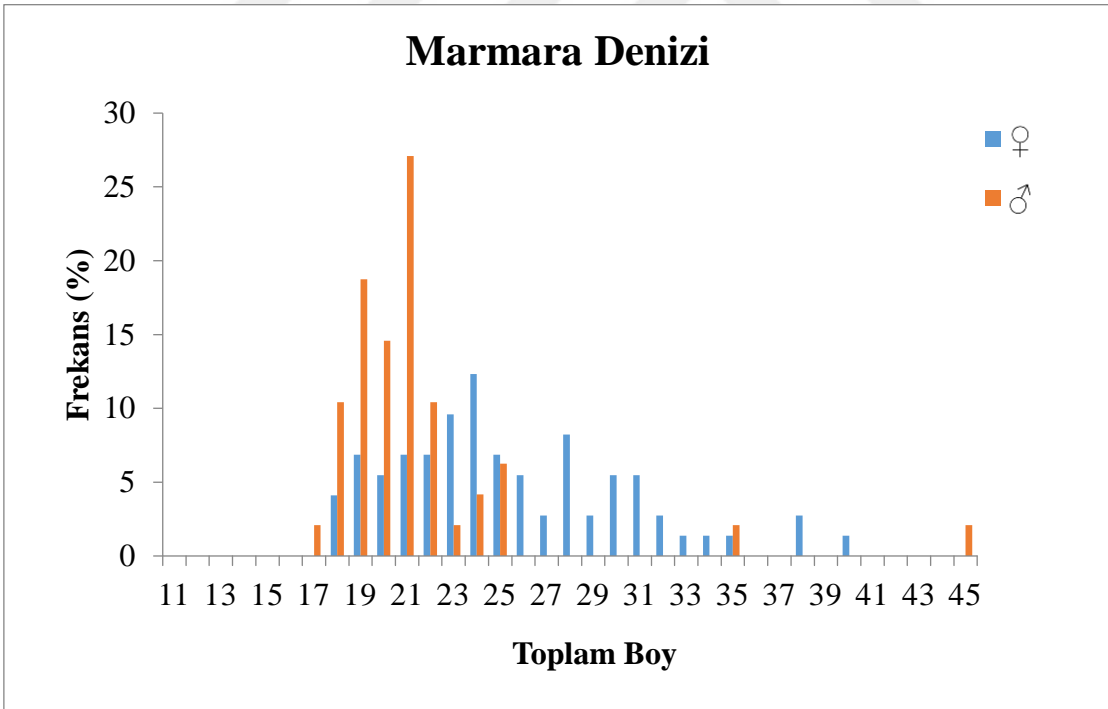
Tablo 5

Chelidonichthys lucerna'ya ait toplam boy ve ağırlık değerleri (N:birey sayısı, Min: minimum, Maks: maksimum, OTL:ortalama toplam boy, OA:ortalama ağırlık, SS: standart sapma)

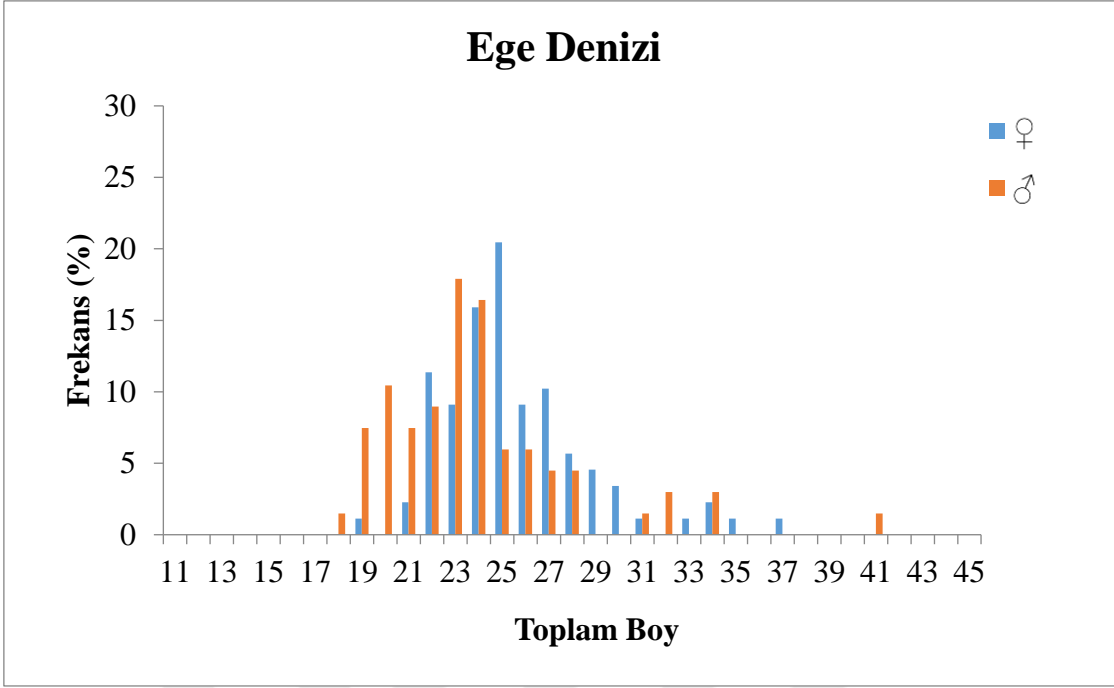
Deniz	N	Toplam Boy (cm)			Ağırlık (g)			Cinsiyet
		Min	Maks	OTL±SS	Min	Maks	OA±SS	
Karadeniz	47	10,7	27,8	20,2±4,1	14,4	236,5	97,4±52,0	♀
	44	15	25,2	19,2±2,4	31,9	174,9	76,4±30,4	♂
Marmara	73	17,9	39,5	25,3±5,0	44,4	566,1	170,7±113,1	♀
	48	16,8	44,8	21,2±4,5	39,9	724,9	100,7±107,3	♂
Ege	88	19,2	37	25,4±3,2	22,4	558,8	168,7±82,8	♀
	67	17,2	40,9	23,8±4,1	51,1	486,6	133,3±78,5	♂
Akdeniz	78	16,5	28,1	20,4±2,3	39,3	263,8	92,8±35,6	♀
	22	15,8	22,4	18,1±1,6	32,6	107,3	60,1±18,1	♂



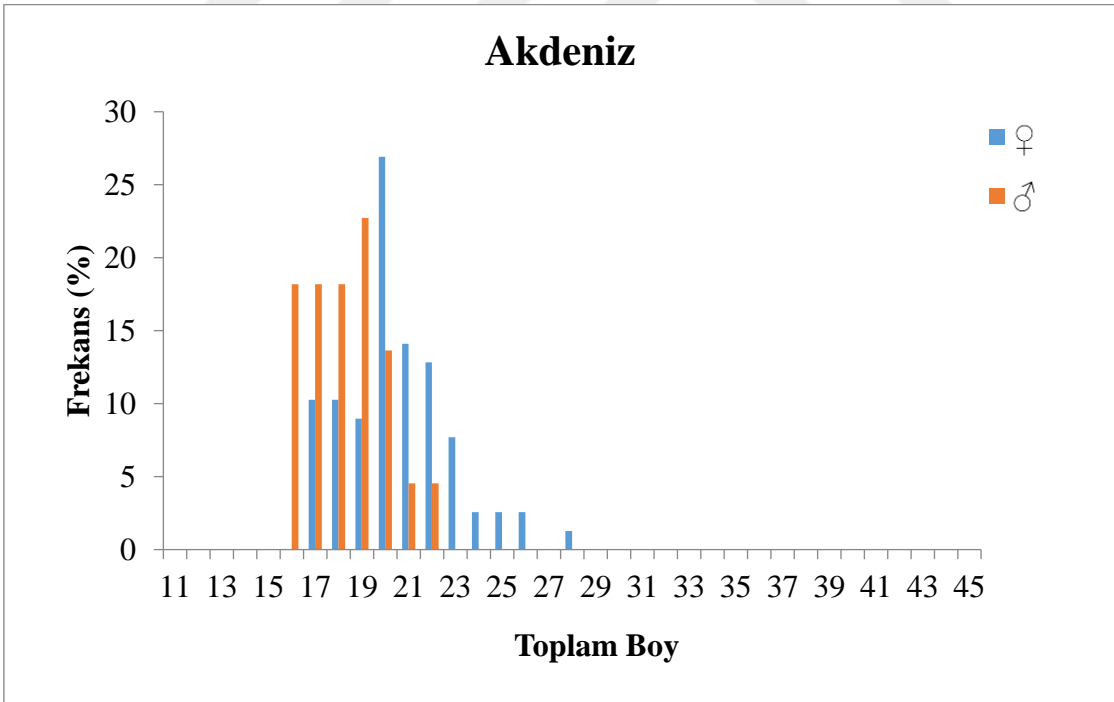
Şekil 9. Karadeniz’de dişi ve erkek kırlangıç balıklarının toplam boy-frekans dağılımı



Şekil 10. Marmara Denizi’nde dişi ve erkek kırlangıç balıklarının toplam boy-frekans dağılımı



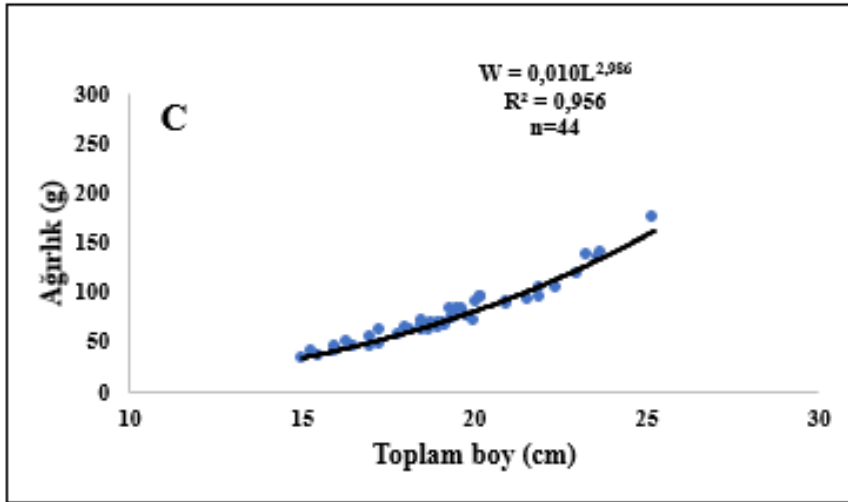
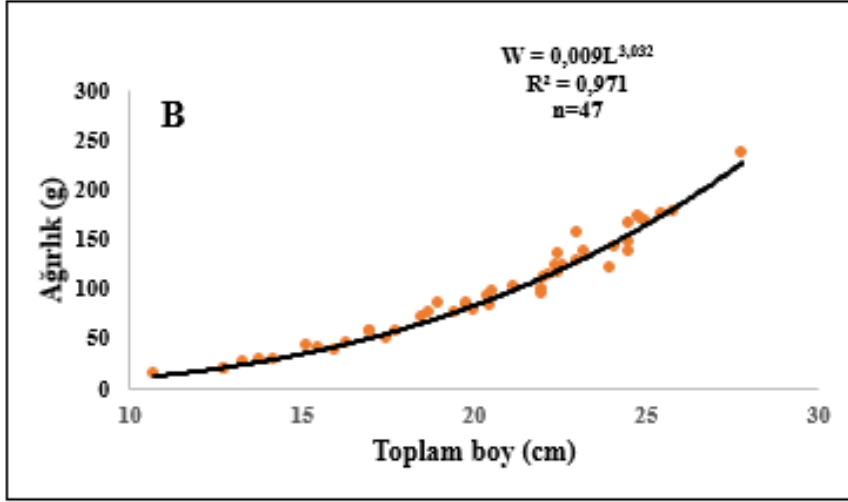
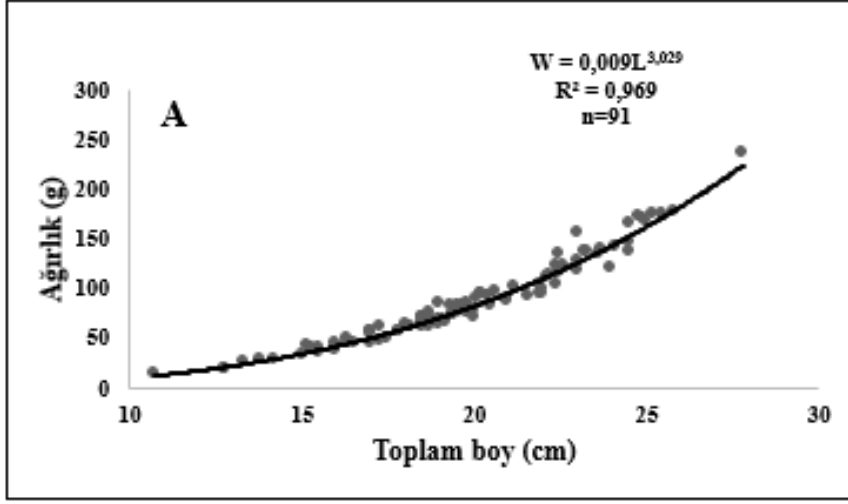
Şekil 11. Ege Denizi’nde dişi ve erkek kırlangıç balıklarının toplam boy-frekans dağılımı



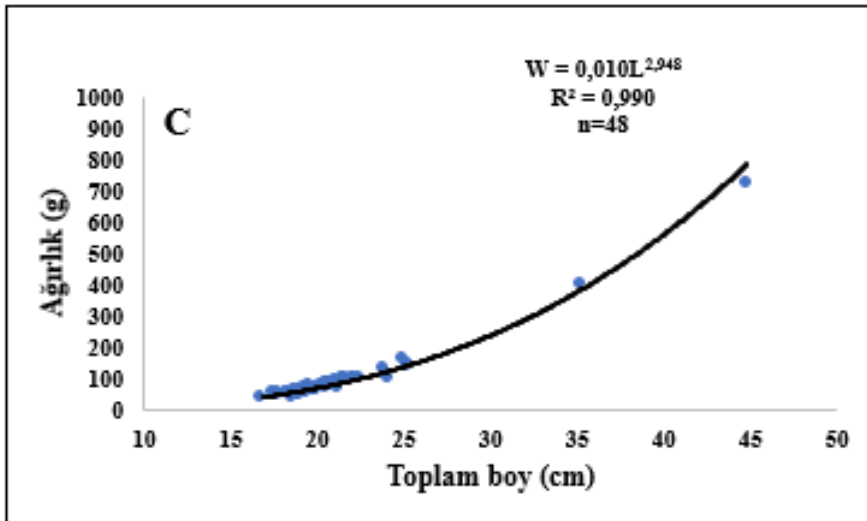
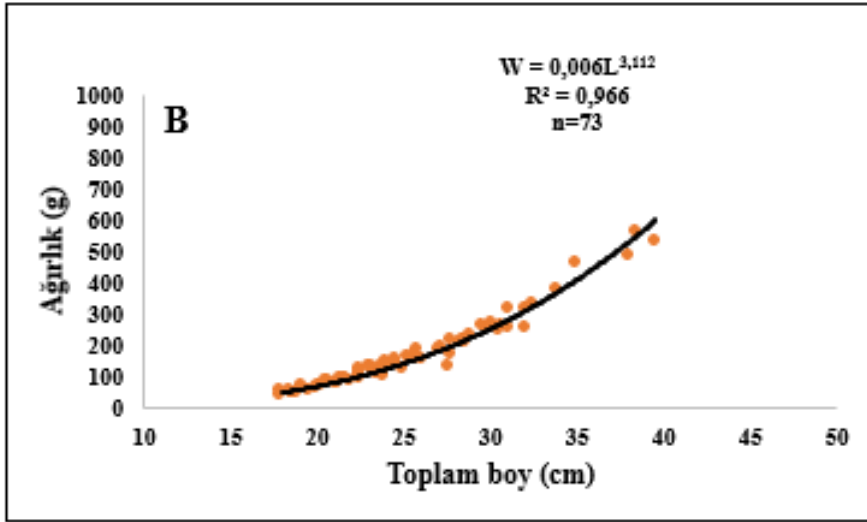
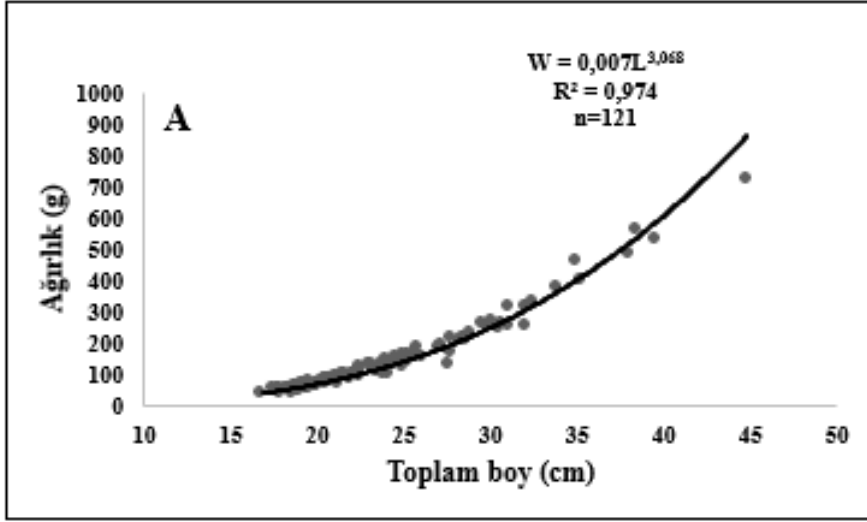
Şekil 12. Akdeniz’de dişi ve erkek kırlangıç balıklarının toplam boy-frekans dağılımı

4.1.1. Boy Ağırlık İlişkisi

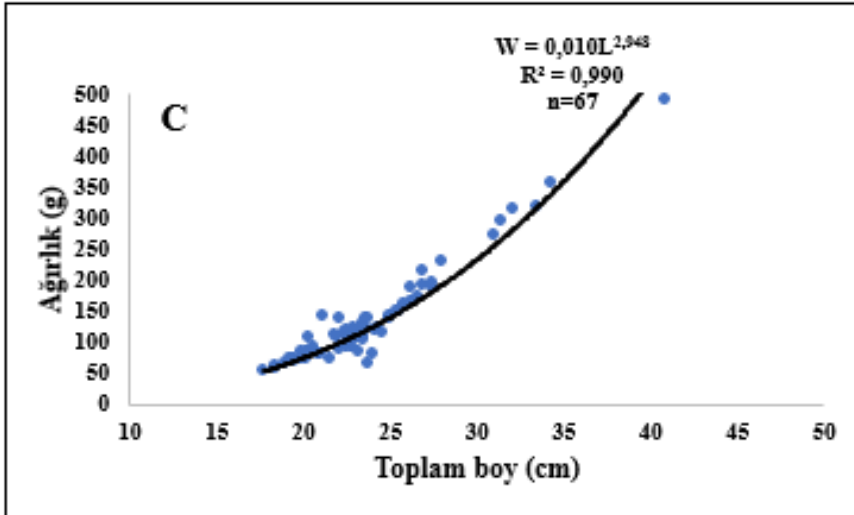
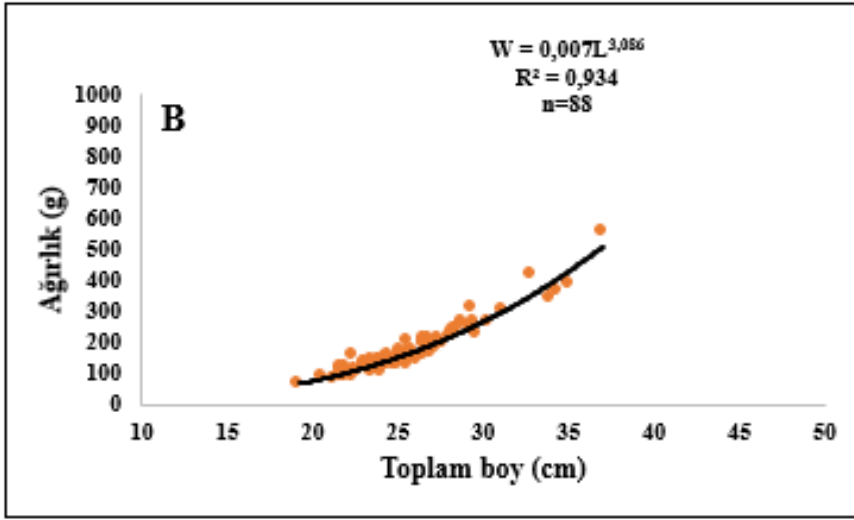
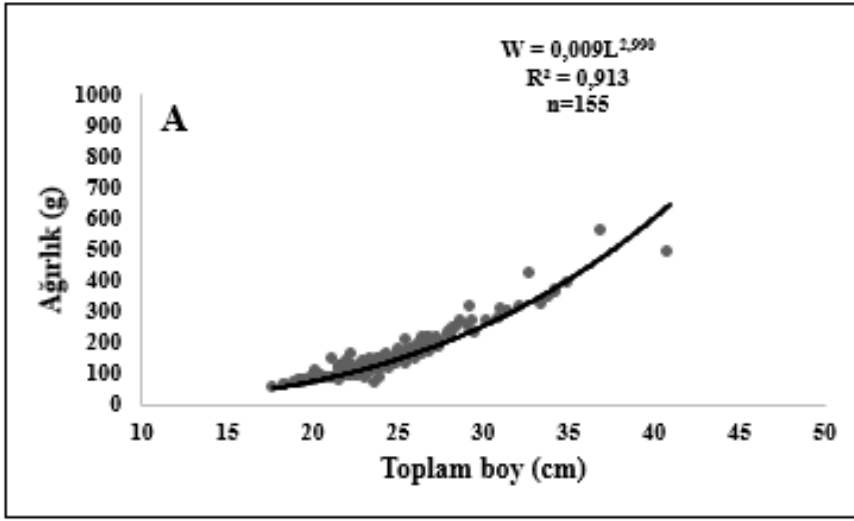
Çalışmada cinsiyetin boy ağırlık ilişkisi üzerindeki etkisi kovaryans analizi (ANCOVA, ortak değişken olarak cinsiyet) ile test edilmiştir. Analiz sonucunda cinsiyetin toplam boy ağırlık ilişkisi üzerinde; Marmara Denizi, Ege Denizi ve Akdeniz’de etkili olmadığı ($p>0,05$), Karadeniz’de ise etkili olduğu ($p=0,013$) tespit edilmiştir. Türkiye’nin denizlerine ait *C. lucerna*’nın toplam boy-ağırlık ilişkileri dişi, erkek ve her iki cinsiyete ait olmak üzere şekil 13, 14, 15, 16’da ve tablo 6’da verilmiştir. Çalışmada her bir denizden temin edilen *C. lucerna*’nın toplam boy ağırlık ilişkisinde dişi, erkek ve tüm bireyler olmak üzere ayrı ayrı istatistiksel analizler uygulanmış, toplam vücut ağırlığının (W), toplam boyun (TL) bir fonksiyonu olarak regresyonu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Dişi, erkek ve toplam bireylere yapılan analizlerde b değerlerinin 3’e yakın çıkması türün denizlerimizde izometrik büyüme sergilediğini göstermektedir. Karadeniz’den elde edilen dişi bireylerin toplam boy ağırlık ilişkisi $W = 0,009TL^{3,032}$ ($R^2 = 0,971$) olarak, erkek bireylerin toplam boy ağırlık ilişkisi $W = 0,010TL^{2,986}$ ($R^2 = 0,956$), toplam ise $W = 0,009TL^{3,029}$ ($R^2 = 0,969$)’dir. Marmara Denizi’nde toplam boy ağırlık ilişkisi denklemi dişi bireylerde $W = 0,006TL^{3,112}$, erkek bireylerde $W = 0,010L^{2,948}$, toplamda ise $W = 0,007TL^{3,068}$, dir (R^2 değerleri sırasıyla; 0,966, 0,990, 0,974). Ege Denizi’nden elde edilen dişi bireylerin toplam boy ağırlık ilişkisi $W = 0,007TL^{3,086}$ ($R^2 = 0,934$), erkek bireylerin toplam boy ağırlık ilişkisi $W = 0,010TL^{2,948}$ ($R^2 = 0,990$), toplam ise $W = 0,009TL^{2,990}$ ($R^2 = 0,913$)’dir. Akdeniz’den elde edilen dişi bireylerin toplam boy ağırlık ilişkisi $W = 0,012TL^{2,949}$ ($R^2 = 0,865$), erkek bireylerin toplam boy ağırlık ilişkisi $W = 0,008TL^{3,066}$ ($R^2 = 0,917$), toplam ise $W = 0,008TL^{3,070}$ ($R^2 = 0,885$)’dir.



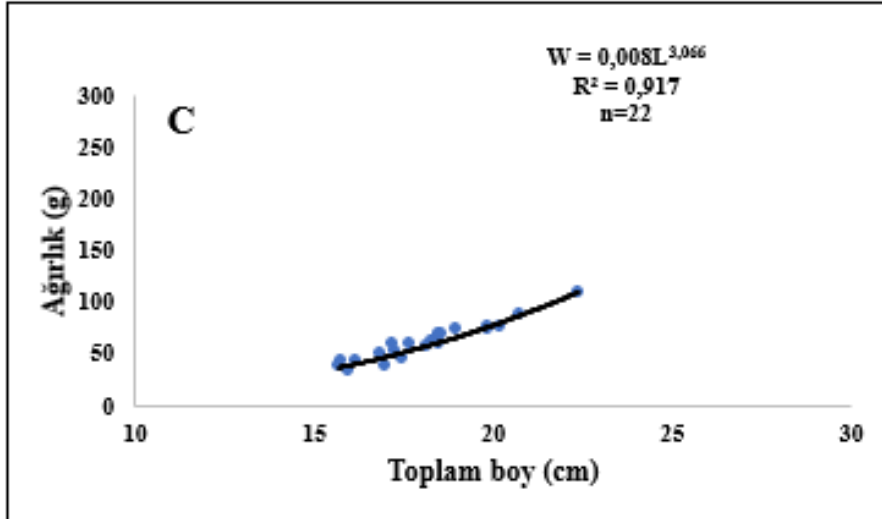
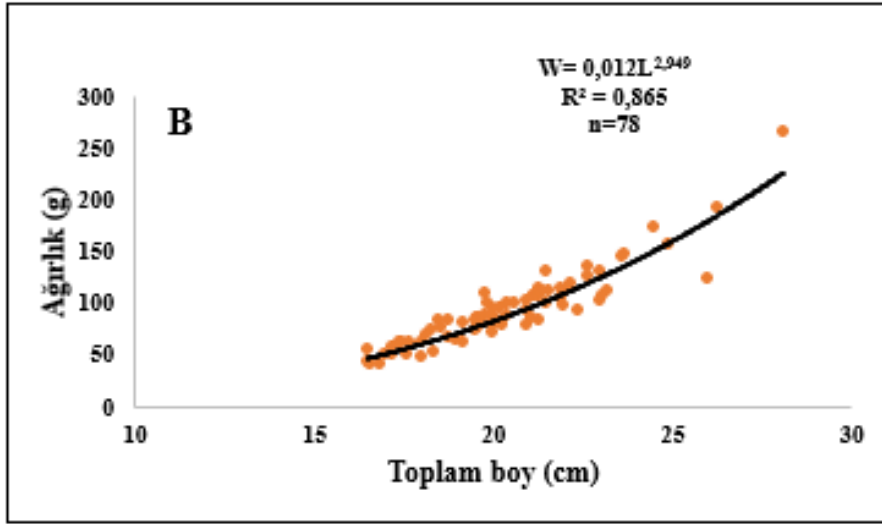
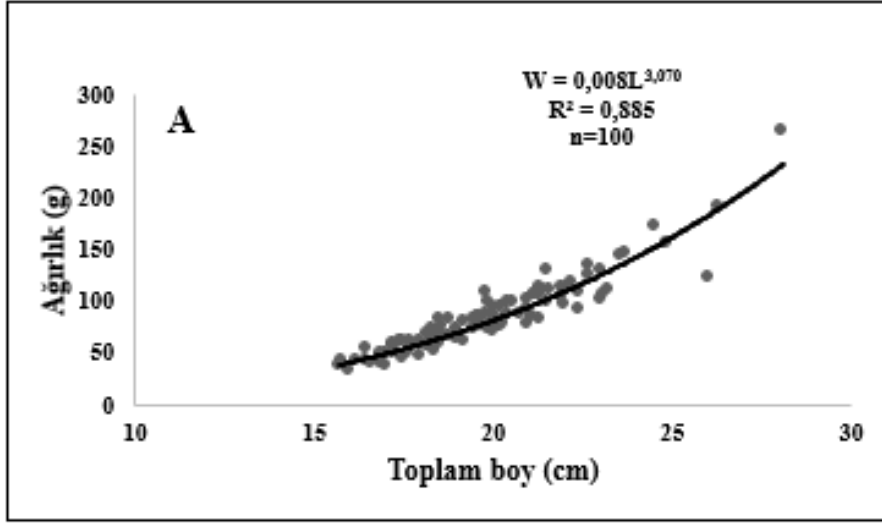
Şekil 13. *Chelidonichthys lucerna*'nın Karadeniz'de toplam boy-ağırlık ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek



Şekil 14. *Chelidonichthys lucerna*'nin Marmara Denizi'nde toplam boy-ağırlık ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek



Şekil 15. *Chelidonichthys lucerna*'nın Ege Denizi'nde toplam boy-ağırlık ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek



Şekil 16. *Chelidonichthys lucerna*'nın Akdeniz'de toplam boy-ağırlık ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek

Tablo 6

Chelidonichthys lucerna'nın toplam boy-ağırlık ilişkisi (N:birey sayısı, SE: standart hata, a ve b; regresyon sabitleri, SE(b): b'nin standart hatası, R²: korelasyon katsayısı)

Deniz	Cinsiyet	Toplam boy			Boy-ağırlık ilişki parametreleri						
		N	Ortalama	SE	a	b	R ²	SE(b)	p	Büyüme tipi	%95 güven aralığı
	Toplam	91	19,774	3,414	0,009	3,029	0,969	0,051	0,001	I	2,927-3,130
Karadeniz	Dişi	47	20,229	4,104	0,009	3,032	0,971	0,061	0,000	I	2,908-3,155
	Erkek	44	19,288	2,429	0,010	2,986	0,956	0,100	0,000	I	2,784-3,187
	Toplam	121	23,712	5,206	0,007	3,068	0,974	0,049	0,000	I	2,972-3,164
Marmara	Dişi	73	25,321	5,027	0,006	3,112	0,966	0,068	0,000	I	2,970-3,254
	Erkek	48	21,264	4,511	0,010	2,948	0,990	0,089	0,000	I	2,771-3,125
	Toplam	155	24,769	3,728	0,009	2,990	0,913	0,108	0,000	I	2,836-3,144
Ege	Dişi	88	25,487	3,258	0,007	3,086	0,934	0,182	0,000	I	2,893-3,279
	Erkek	67	23,826	4,105	0,010	2,948	0,990	0,125	0,000	I	2,849-3,047
	Toplam	100	19,958	2,405	0,008	3,070	0,885	0,109	0,000	I	2,855-3,285
Akdeniz	Dişi	78	20,457	2,342	0,012	2,949	0,865	0,132	0,000	I	2,707-3,191
	Erkek	22	18,186	1,715	0,008	3,066	0,917	0,250	0,000	I	2,751-3,218

4.2. Balık Boyu-Otolit Biyometrisi İlişkisi

4.2.1. Balık Boyu Otolit Boyu İlişkisi

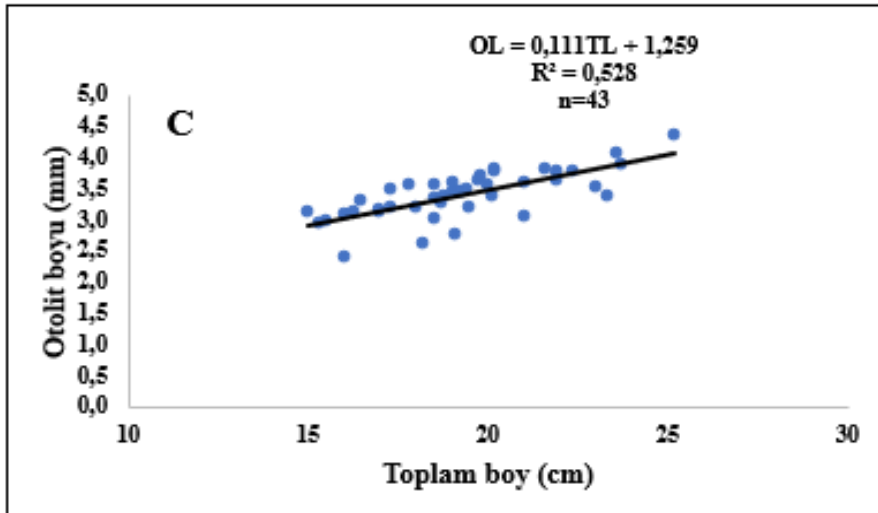
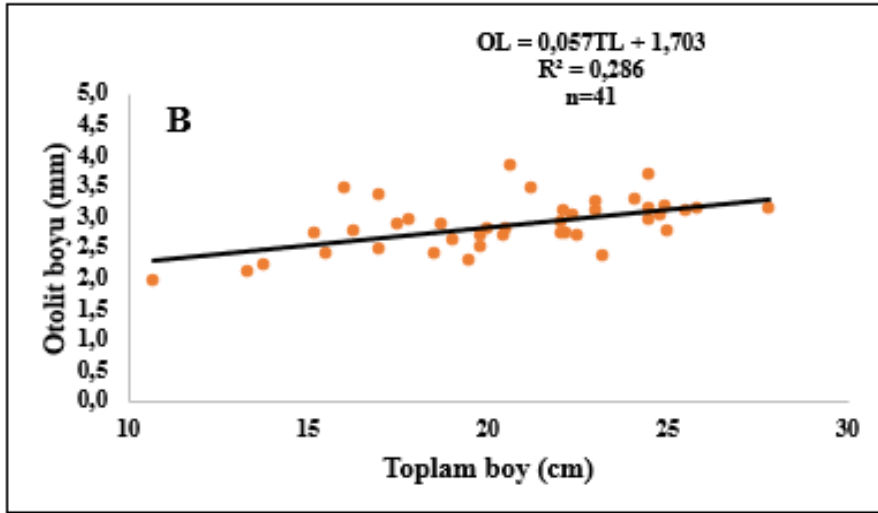
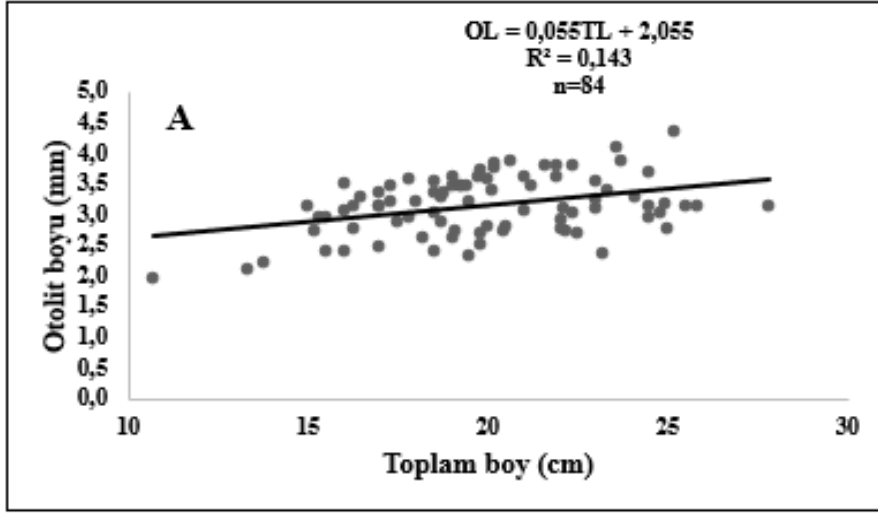
C. lucerna bireylerinin otolit boyu Karadeniz’de dişilerde 1,95 mm-3,86 mm arasında, erkeklerde 2,42 mm-4,36 mm arasında, Marmara Denizi’nde dişilerde 2,90 mm-5,31 mm arasında, erkeklerde 2,56 mm - 6,20 mm arasında, Ege Denizi’nde dişilerde 3,25 mm-4,54 mm arasında, erkeklerde 3,03 mm – 5,62 mm arasında, Akdeniz’de dişilerde 2,32 mm-4,03 mm arasında, erkeklerde 2,46 mm-3,57 mm arasında değişim göstermektedir.

İncelenen tüm örneklerin toplam boyu (TL) ile otolit boyu (OL) arasında doğrusal bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bireylerin boyu arttıkça otolit boylarının da arttığı gözlenmiştir. Otolit boyu balık boyu ilişkisi Karadeniz’de $OL = 0,057 TL + 1,987$ ($R^2=0,174$), Marmara Denizi’nde $OL = 0,094TL + 1,520$ ($R^2=0,649$), Ege Denizi’nde $OL = 0,087TL + 1,705$ ($R^2=0,496$), Akdeniz’de ise $OL = 0,101TL + 1,139$ ($R^2=0,553$) olarak hesaplanmıştır (Şekil 17, 18, 19, 20) (Tablo 7).

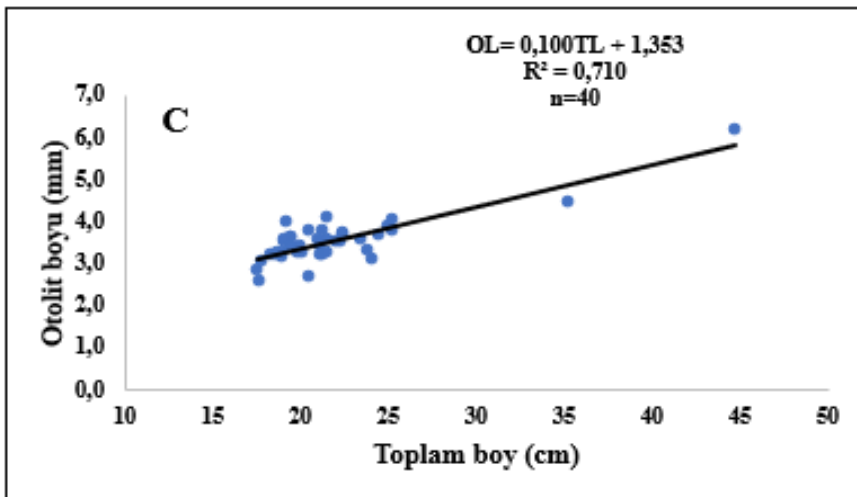
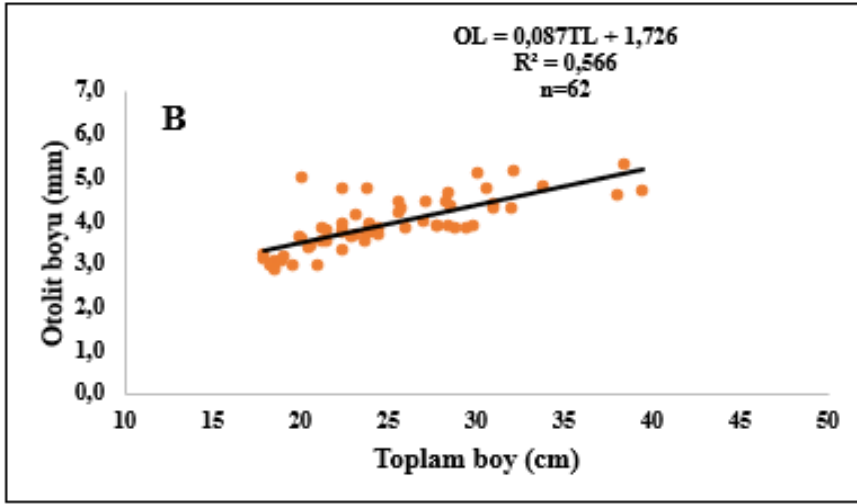
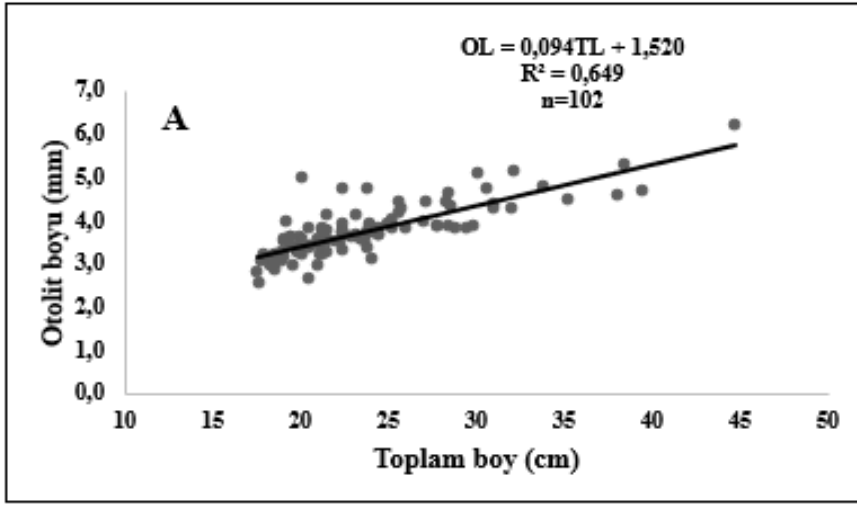
Tablo 7

Chelidonichthys lucerna’nın toplam boy-otolit boyu ilişkisi (N: birey sayısı, Min: minimum, Maks: maksimum, a ve b; regresyon sabitleri, R^2 : korelasyon katsayısı)

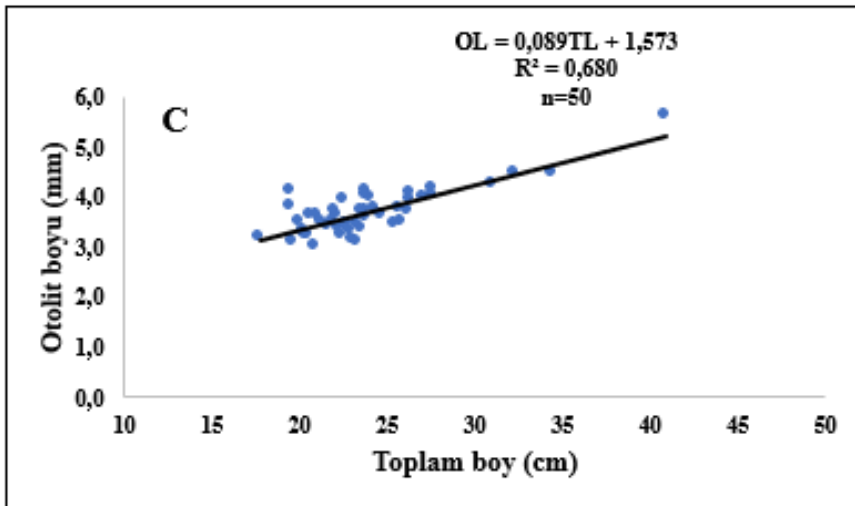
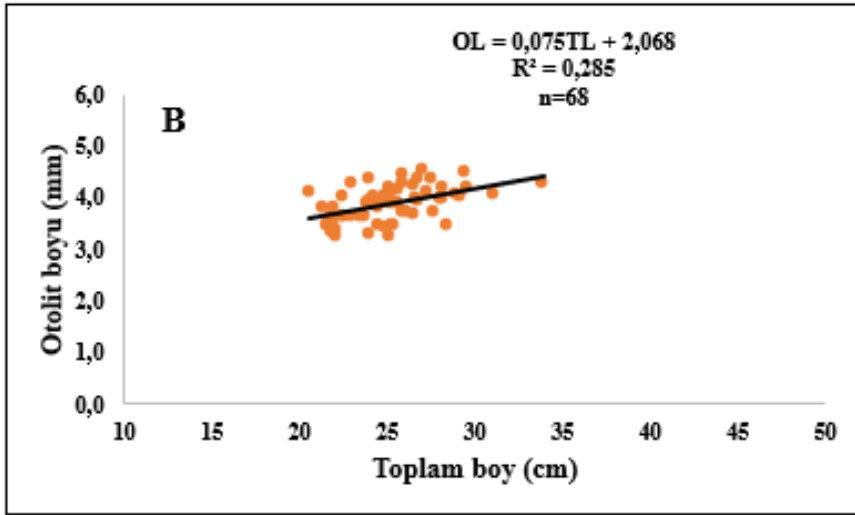
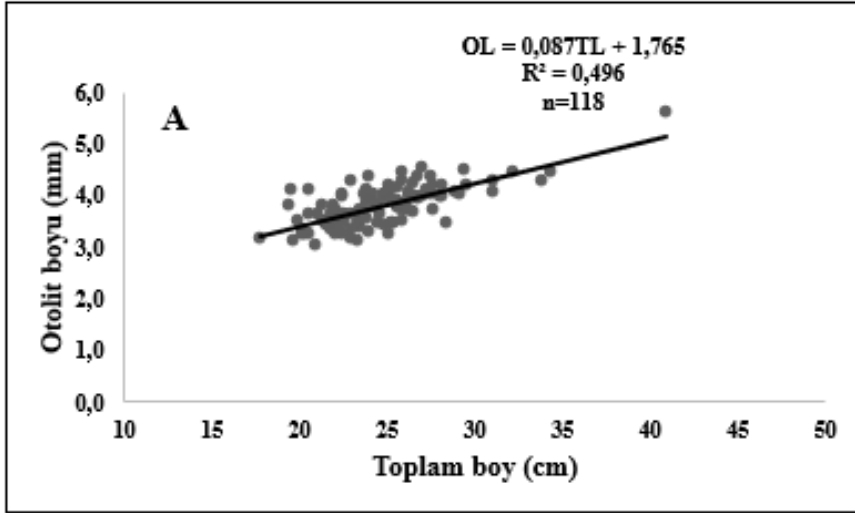
Deniz	Cinsiyet	Otolit boyu (mm)			Toplam boy (cm)-otolit boyu (mm) ilişkisi		
		N	Min	Maks	a	b	R^2
Karadeniz	Toplam	84	1,958	4,369	1,987	0,057	0,174
	Dişi	41	1,958	3,860	1,549	0,063	0,545
	Erkek	43	2,426	4,369	1,115	0,119	0,570
Marmara	Toplam	102	2,567	6,203	1,520	0,094	0,649
	Dişi	62	2,901	5,313	1,726	0,087	0,566
	Erkek	40	2,567	6,203	1,353	0,100	0,710
Ege	Toplam	118	3,034	5,621	1,705	0,087	0,496
	Dişi	68	3,253	4,545	2,068	0,075	0,285
	Erkek	50	3,034	5,621	1,573	0,089	0,680
Akdeniz	Toplam	88	2,322	4,034	1,139	0,101	0,553
	Dişi	67	2,322	4,034	0,929	0,110	0,595
	Erkek	21	2,464	3,578	1,092	0,108	0,362



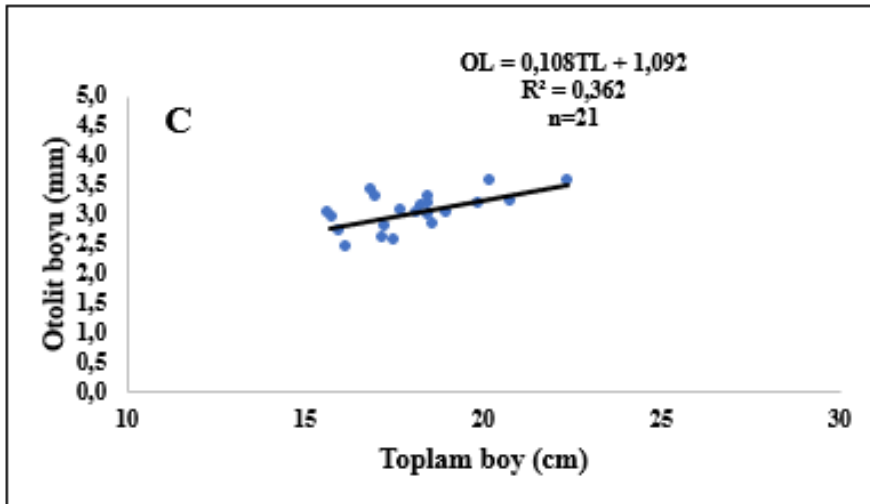
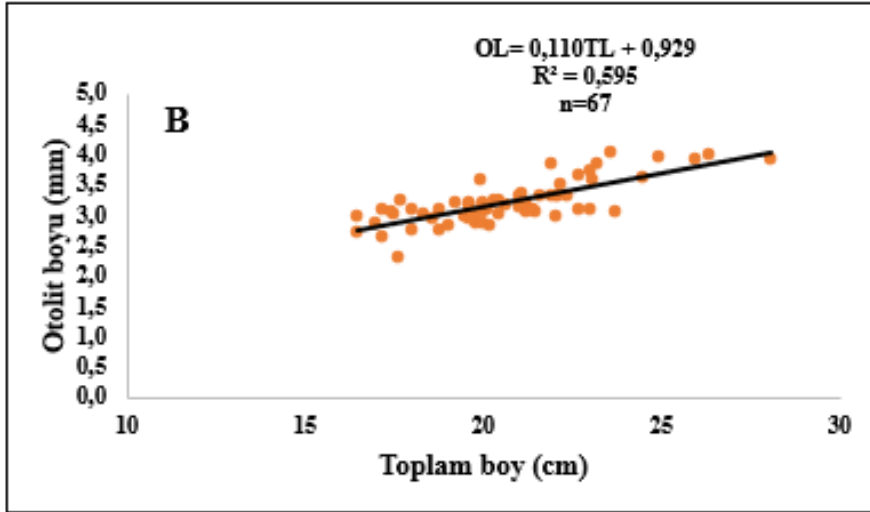
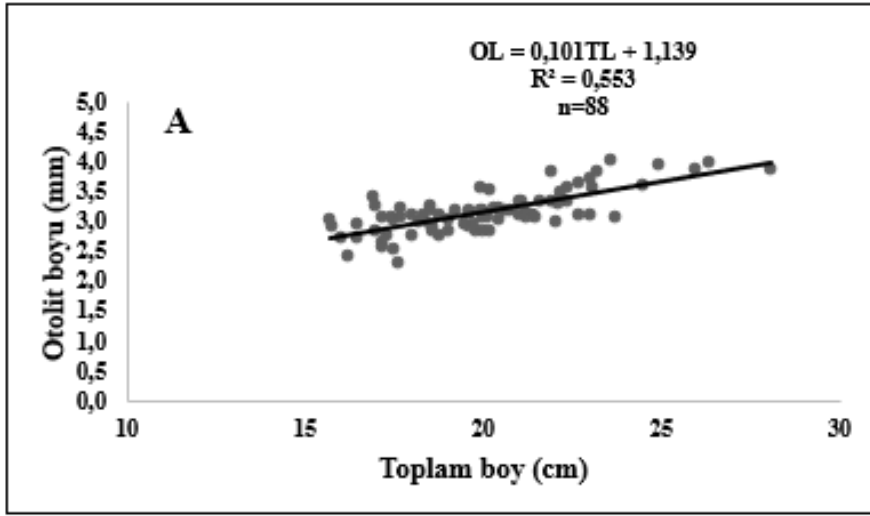
Şekil 17. *Chelidonichthys lucerna*'nın Karadeniz'de toplam boy-otolit boyu ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek



Şekil 18. *Chelidonichthys lucerna*'nın Marmara Denizi'nde toplam boy-otolit boyu ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek



Şekil 19. *Chelidonichthys lucerna*'nın Ege Denizi'nde toplam boy-otolit boyu ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek



Şekil 20. *Chelidonichthys lucerna*'nın Akdeniz'de toplam boy-otolit boyu ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek

4.2.2. Balık Boyu Otolit Genişliği İlişkisi

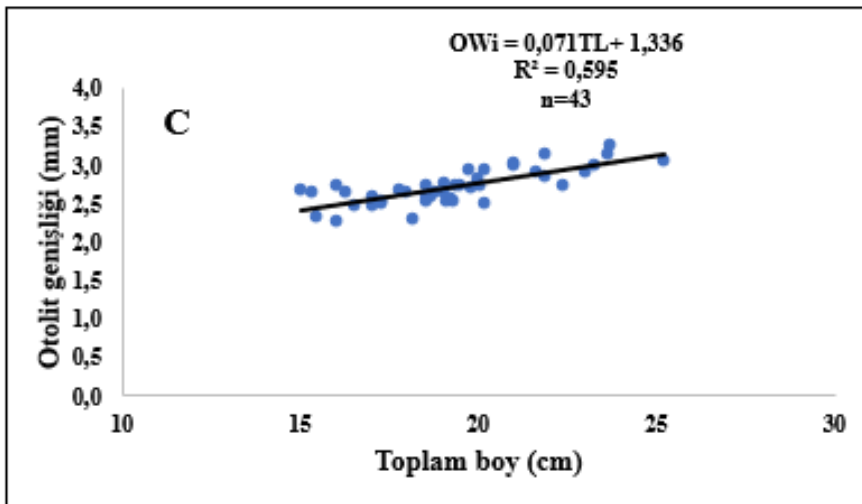
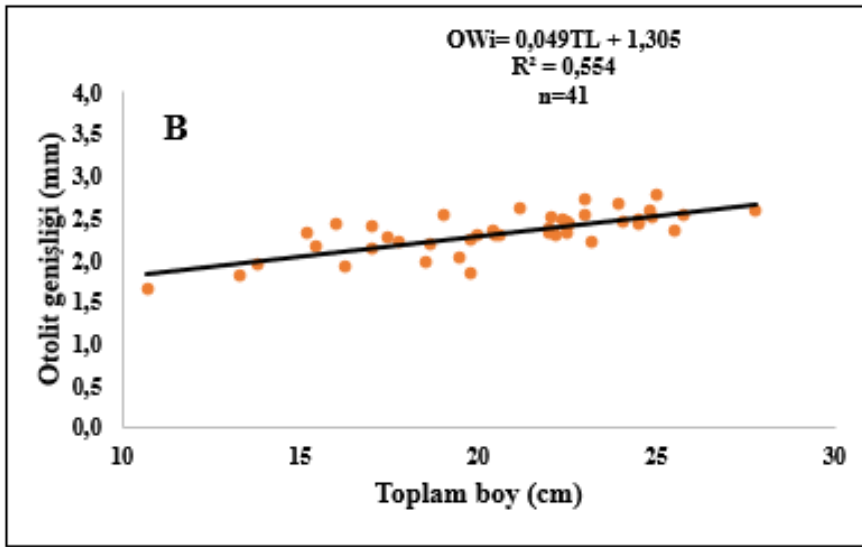
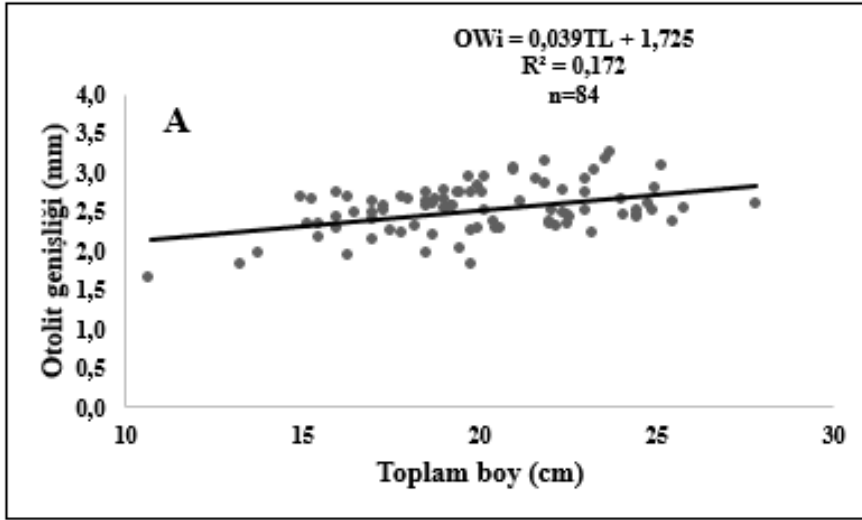
C. lucerna'nın otolit genişliği Karadeniz'de dişilerde 1,68 mm-3,10 mm arasında, erkeklerde 2,26 mm-3,18 mm arasında, Marmara Denizi'nde dişilerde 2,18 mm-4,15 mm arasında, erkeklerde 2,11 mm – 4,29 mm arasında, Ege Denizi'nde dişilerde 2,55 mm-3,44 mm arasında, erkeklerde 2,39 mm – 4,33 mm arasında, Akdeniz'de dişilerde 1,92 mm-3,19 mm arasında, erkeklerde 1,85 mm-2,76 mm arasında değişim göstermektedir.

İncelenen tüm örneklerin toplam boyu (TL) ile otolit genişliği (OWi) arasında doğrusal bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bireylerin boyu arttıkça otolit genişliklerinin de arttığı gözlenmiştir. Otolit genişliği balık boyu ilişkisi Karadeniz'de $OWi = 0,039TL + 1,725$ ($R^2=0,172$), Marmara Denizi'nde $OWi = 0,065TL + 1,343$ ($R^2=0,709$), Ege Denizi'nde $OWi=0,069TL + 1,236$ ($R^2=0,706$), Akdeniz'de ise $OWi=0,073TL + 1,081$ ($R^2=0,585$) olarak hesaplanmıştır (Şekil 21, 22, 23, 24) (Tablo 8).

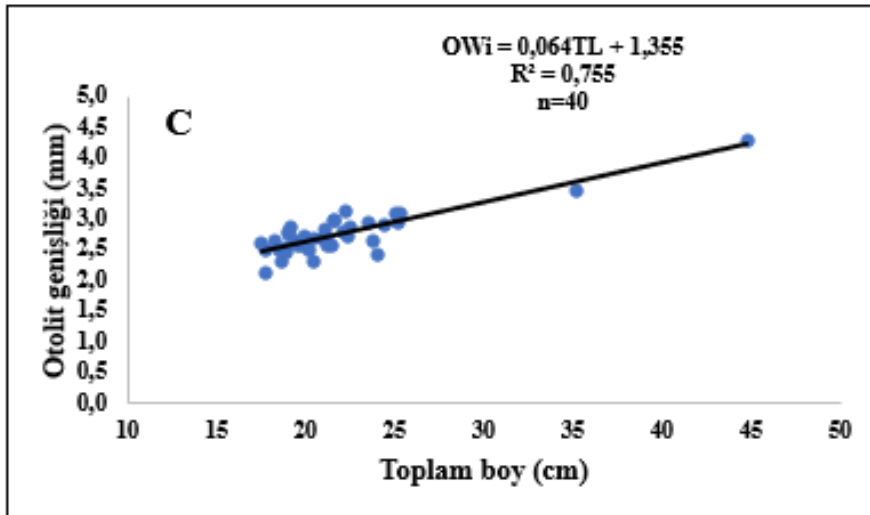
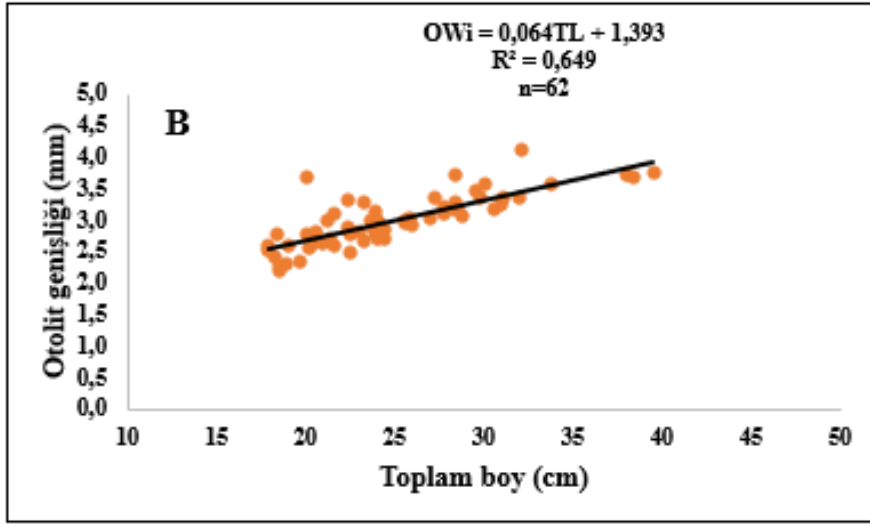
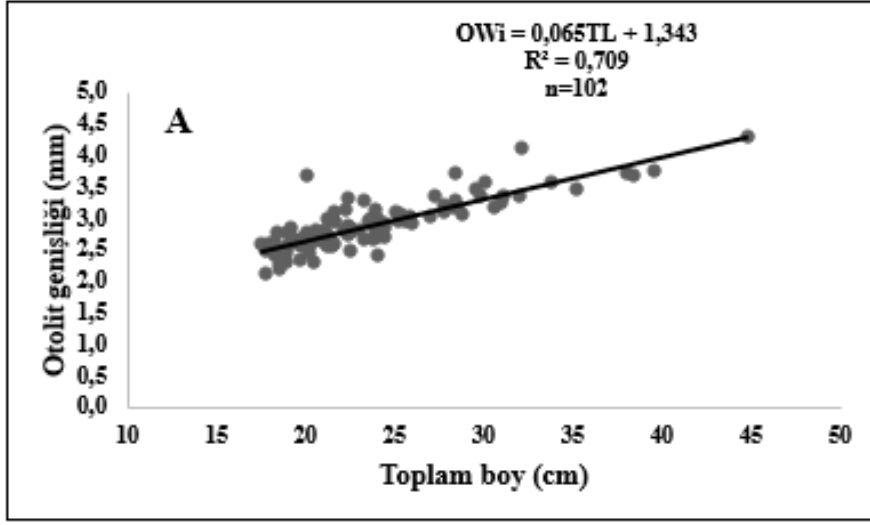
Tablo 8

Chelidonichthys lucerna'nın toplam boy-otolit genişliği ilişkisi (N: birey sayısı, Min: minimum, Maks: maksimum, a ve b; regresyon sabitleri, R^2 : korelasyon katsayısı)

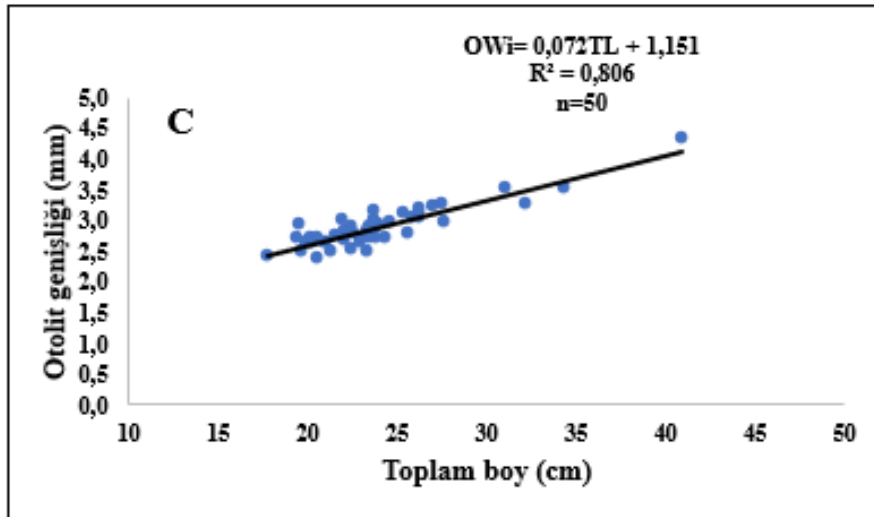
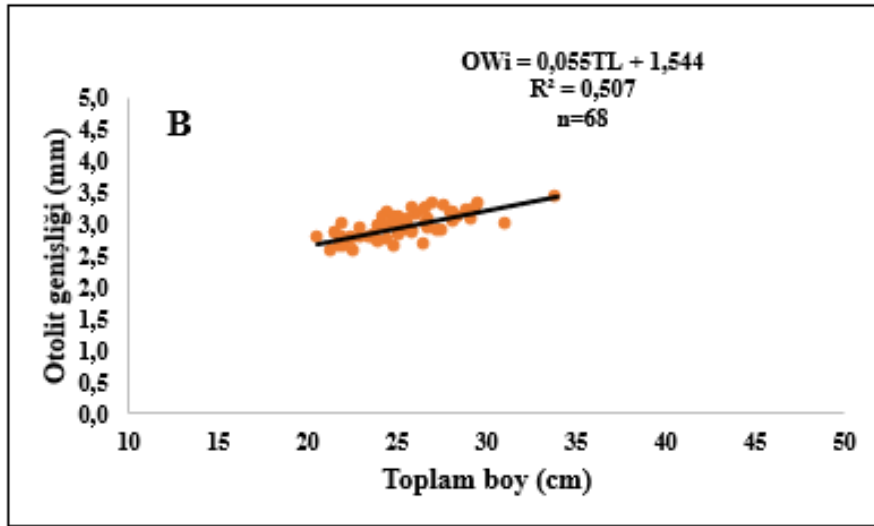
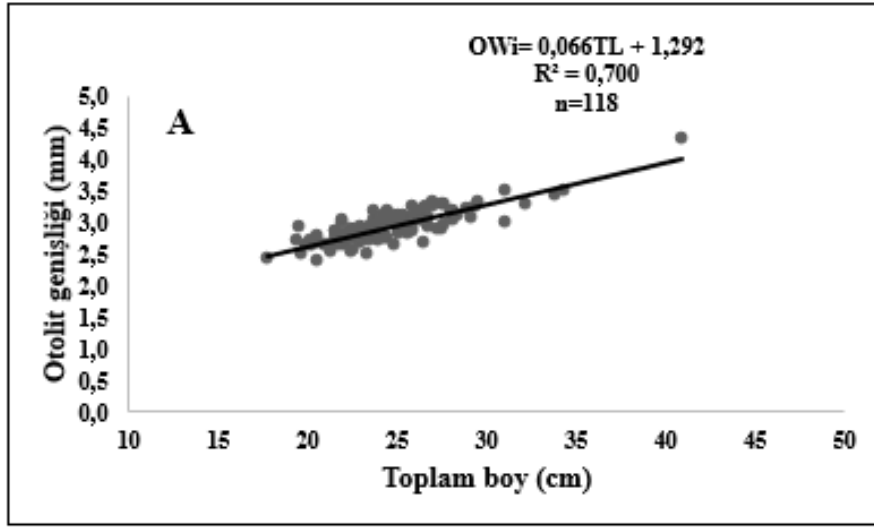
Bölge	Cinsiyet	Otolit genişliği (mm)			Toplam boy (cm)-otolit genişliği (mm) ilişkisi		
		n	Min	Maks	a	b	R^2
Karadeniz	Toplam	84	1,685	3,180	1,725	0,039	0,172
	Dişi	41	1,685	3,106	1,305	0,049	0,554
	Erkek	43	2,269	3,180	1,336	0,071	0,595
Marmara	Toplam	102	2,119	4,152	1,343	0,065	0,709
	Dişi	62	2,189	4,152	1,393	0,064	0,649
	Erkek	40	2,119	4,290	1,355	0,064	0,755
Ege	Toplam	118	2,395	4,333	1,292	0,066	0,700
	Dişi	68	2,556	3,445	1,544	0,055	0,507
	Erkek	50	2,395	4,333	1,151	0,072	0,806
Akdeniz	Toplam	88	1,850	3,195	1,081	0,073	0,585
	Dişi	67	1,921	3,195	0,933	0,079	0,632
	Erkek	21	1,850	2,766	0,997	0,080	0,401



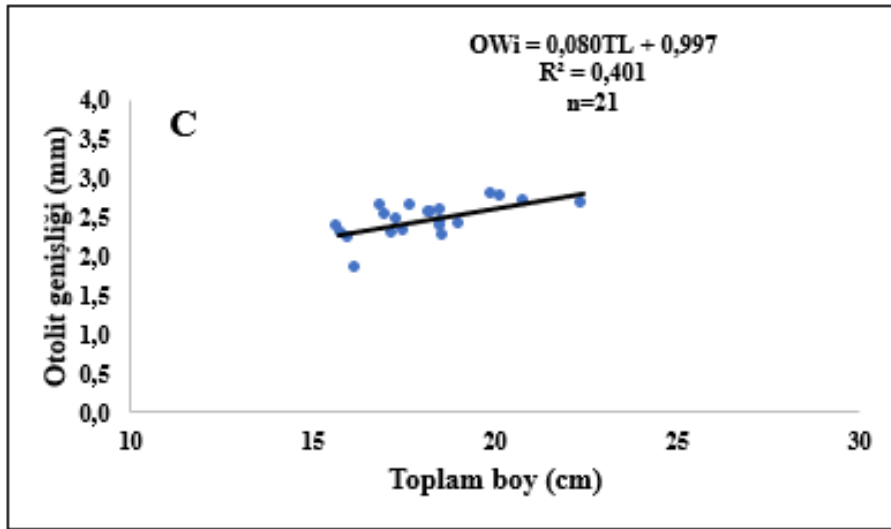
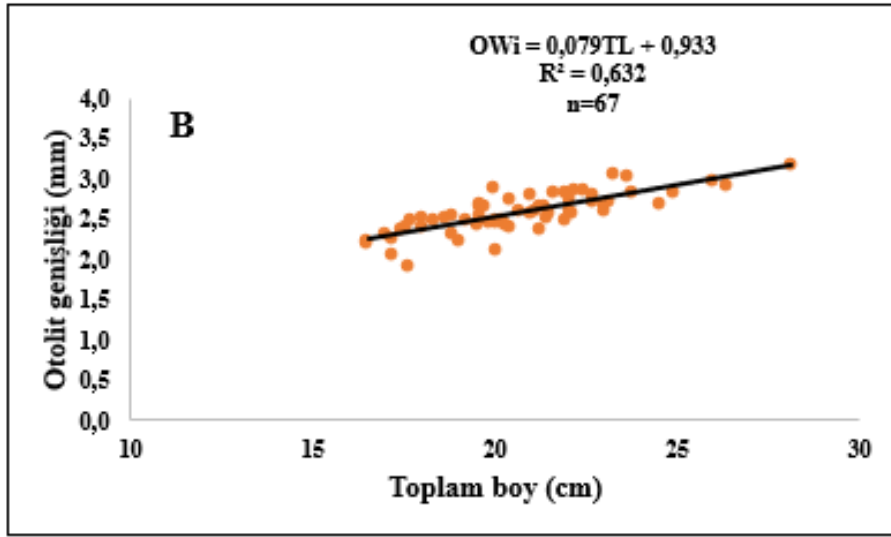
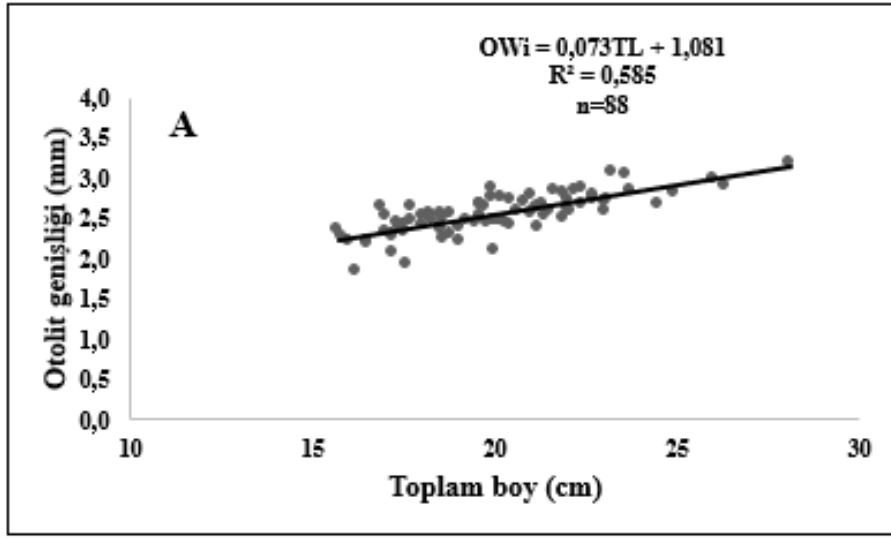
Şekil 21. *Chelidonichthys lucerna*'nın Karadeniz'de toplam boy-otolit genişliği ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek



Şekil 22. *Chelidonichthys lucerna*'nın Marmara Denizi'nde toplam boy-otolit genişliği ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek



Şekil 23. *Chelidonichthys lucerna*'nın Ege Denizi'nde toplam boy-otolit genişliği ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek



Şekil 24. *Chelidonichthys lucerna* 'nın Akdeniz'de toplam boy-otolit genişliği ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek

4.2.3. Balık Boyu Otolit Ağırlığı İlişkisi

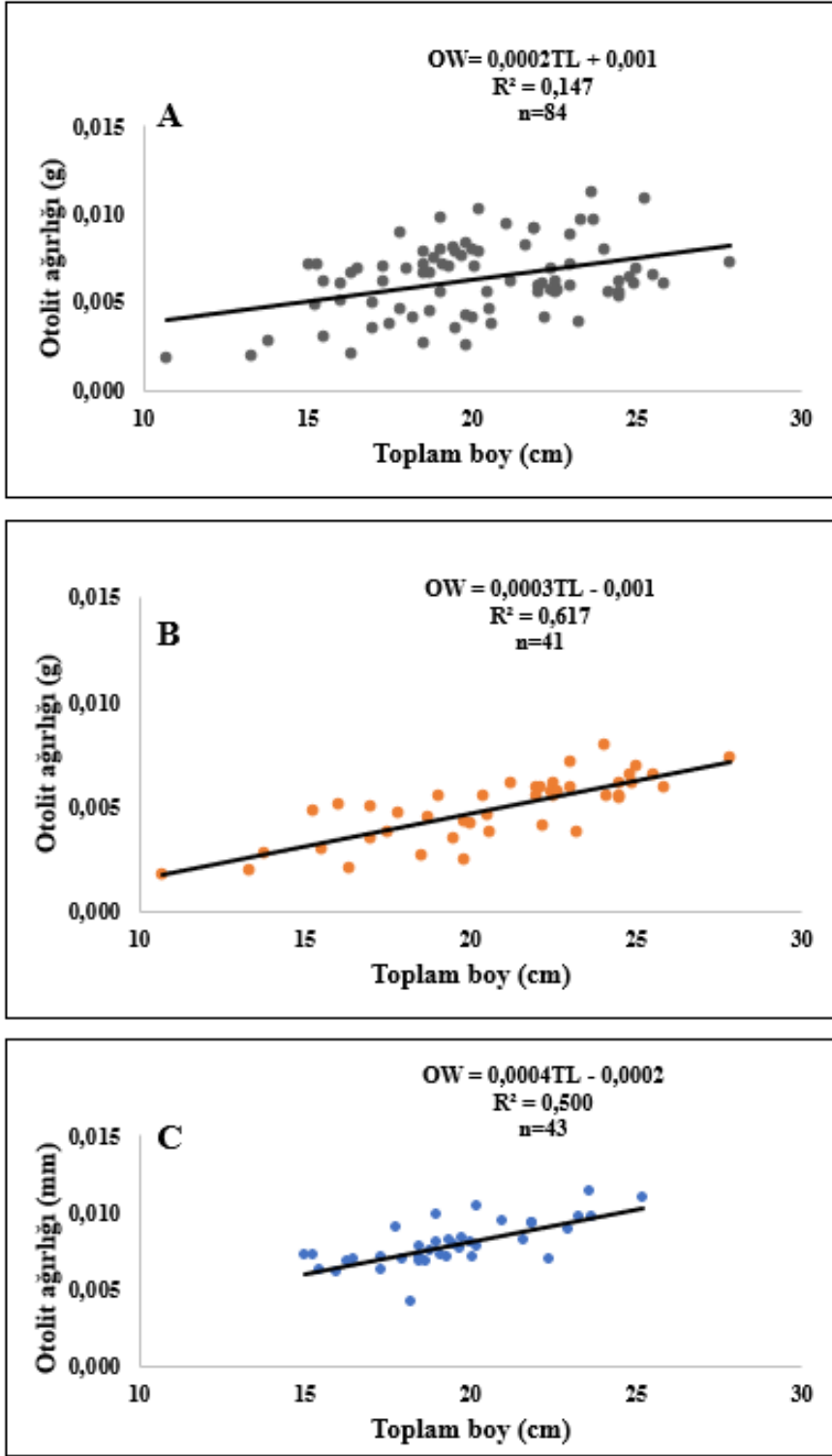
C. lucerna'nın otolit ağırlığı Karadeniz'de dişilerde 0,0017 g-0,0098 g arasında, erkeklerde 0,0042 g-0,0113 g arasında, Marmara Denizi'nde dişilerde 0,0044 g-0,0238 g arasında, erkeklerde 0,0030 g-0,0288 g arasında, Ege Denizi'nde dişilerde 0,0062 g-0,0152 g arasında, erkeklerde 0,0058 g-0,0239 g arasında, Akdeniz'de dişilerde 0,0044 g-0,0146 g arasında, erkeklerde 0,0037 g-0,0114 g arasında değişim göstermektedir.

İncelenen tüm örneklerin toplam boyu (TL) ile otolit ağırlığı (OW) arasında doğrusal bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bireylerin boyu arttıkça otolit ağırlıklarının da arttığı gözlenmiştir. Otolit ağırlığı balık boyu ilişkisi Karadeniz'de $OW = 0,0002TL + 0,001$ ($R^2=0,147$), Marmara Denizi'nde $OW = 0,0007TL - 0,004$ ($R^2=0,604$), Ege Denizi'nde $OW = 0,0005TL - 0,003$ ($R^2=0,494$), Akdeniz'de ise $OW = 0,0006TL - 0,005$ ($R^2=0,613$) olarak hesaplanmıştır (Şekil 25, 26, 27, 28) (Tablo 9).

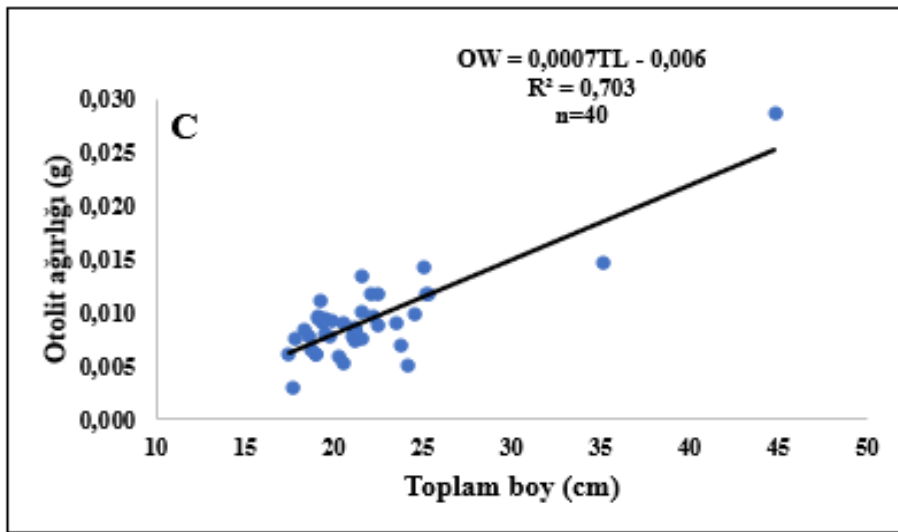
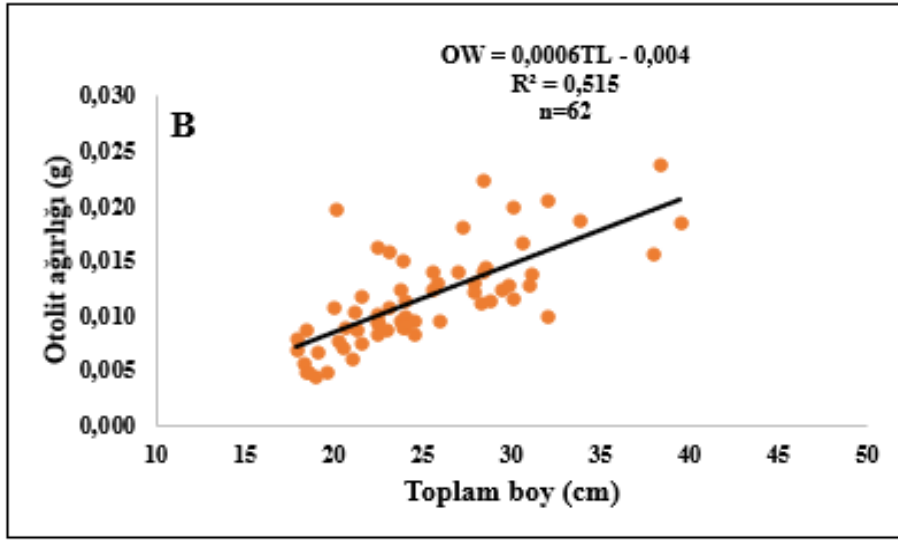
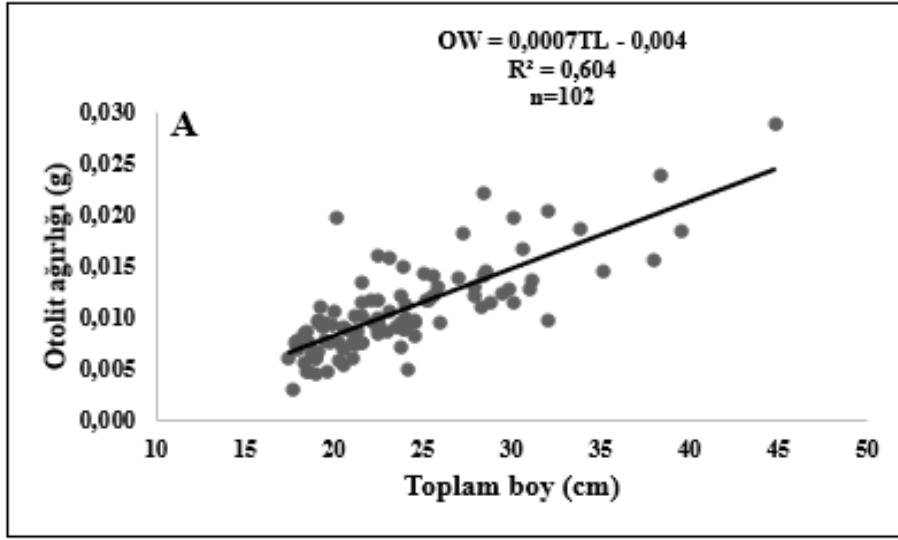
Tablo 9

Chelidonichthys lucerna'nın toplam boy-otolit ağırlığı ilişkisi (N: birey sayısı, Min: minimum, Maks: maksimum, a ve b; regresyon sabitleri, R^2 : korelasyon katsayısı)

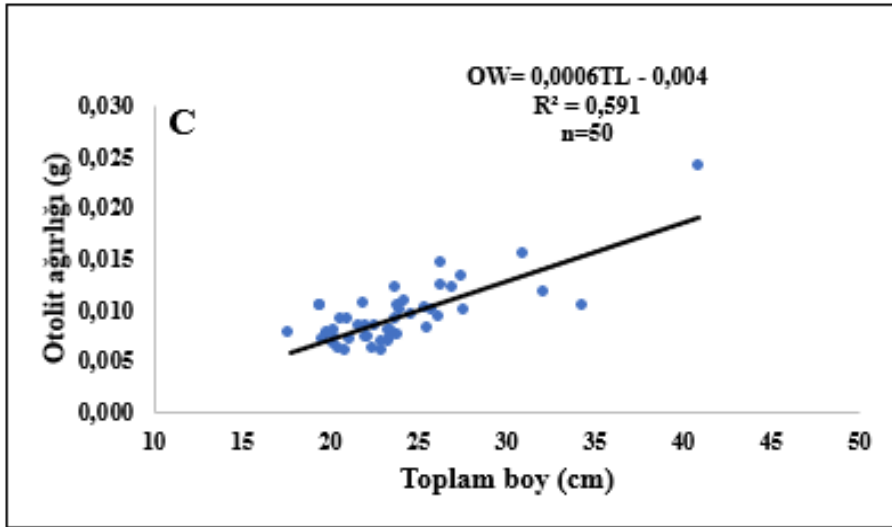
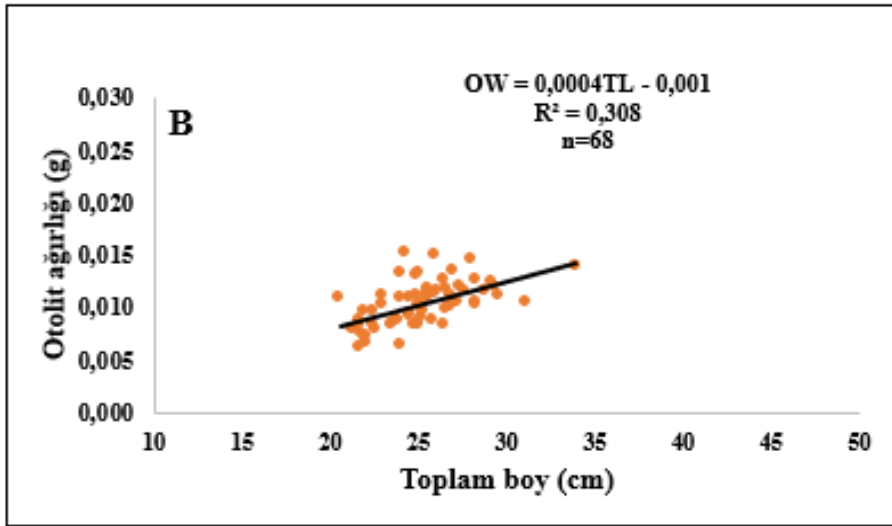
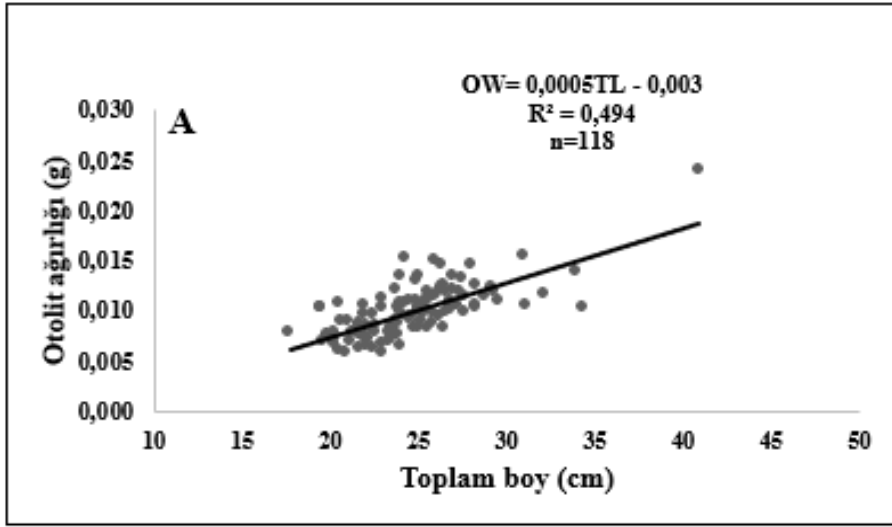
Bölge	Cinsiyet	Otolit ağırlığı (g)			Toplam boy (cm)-otolit ağırlığı (g) ilişkisi		
		n	Min	Maks	a	b	R^2
Karadeniz	Toplam	84	0,0017	0,0113	0,0010	0,0002	0,147
	Dişi	41	0,0017	0,0098	0,0010	0,0003	0,617
	Erkek	43	0,0042	0,0113	0,0002	0,0004	0,500
Marmara	Toplam	102	0,0030	0,0238	0,0040	0,0007	0,604
	Dişi	62	0,0044	0,0238	0,0040	0,0006	0,515
	Erkek	40	0,0030	0,0288	0,0060	0,0007	0,703
Ege	Toplam	118	0,0058	0,0239	0,0030	0,0005	0,494
	Dişi	68	0,0062	0,0152	0,0010	0,0004	0,308
	Erkek	50	0,0058	0,0239	0,0040	0,0006	0,591
Akdeniz	Toplam	88	0,0037	0,0146	0,0050	0,0006	0,613
	Dişi	67	0,0044	0,0146	0,0060	0,0007	0,658
	Erkek	21	0,0037	0,0114	0,0070	0,0007	0,451



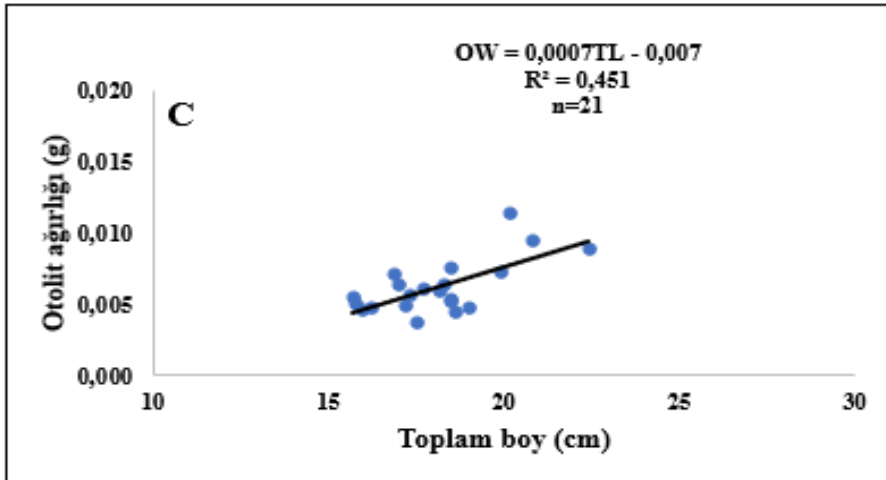
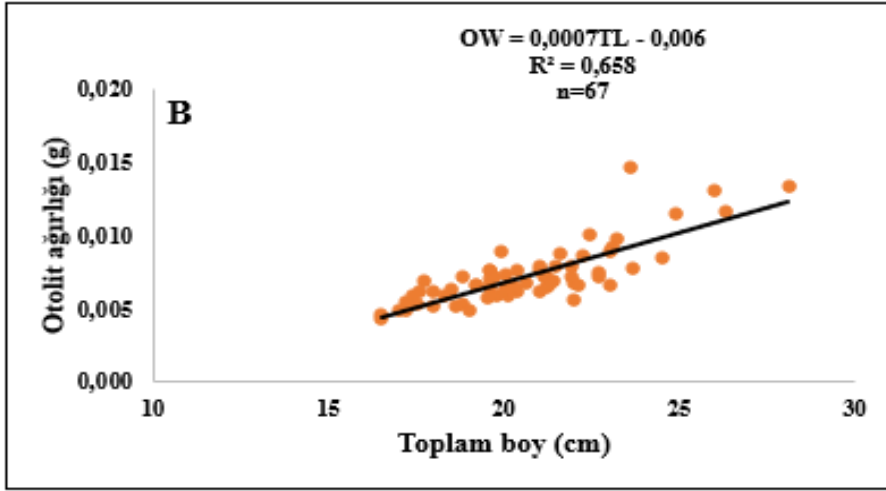
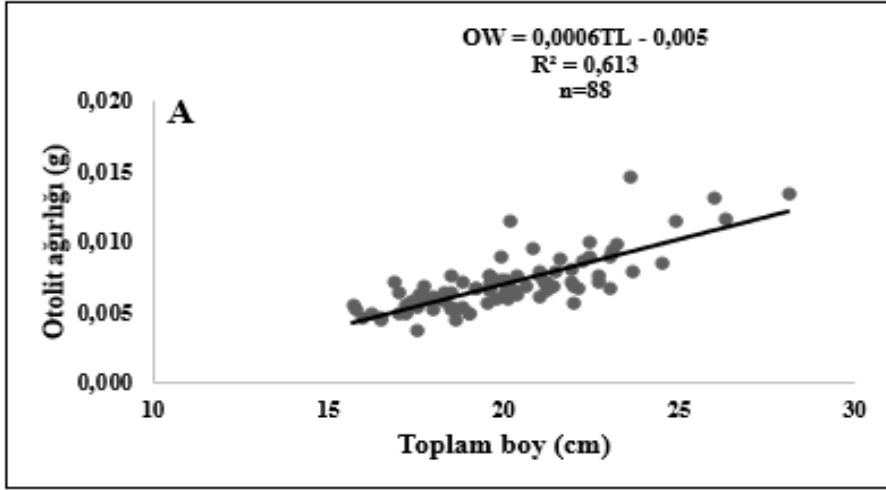
Şekil 25. *Chelidonichthys lucerna*'nın Karadeniz'de toplam boy-otolit ağırlığı ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek



Şekil 26. *Chelidonichthys lucerna*'nın Marmara Denizi'nde toplam boy-otolit ağırlığı ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek



Şekil 27. *Chelidonichthys lucerna*'nın Ege Denizi'nde toplam boy-otolit ağırlığı ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek



Şekil 28. *Chelidonichthys lucerna*'nın Akdeniz'de toplam boy-otolit ağırlığı ilişkisi (A) tüm bireyler, (B) dişi, (C) erkek

4.3. Yaş Dağılımı

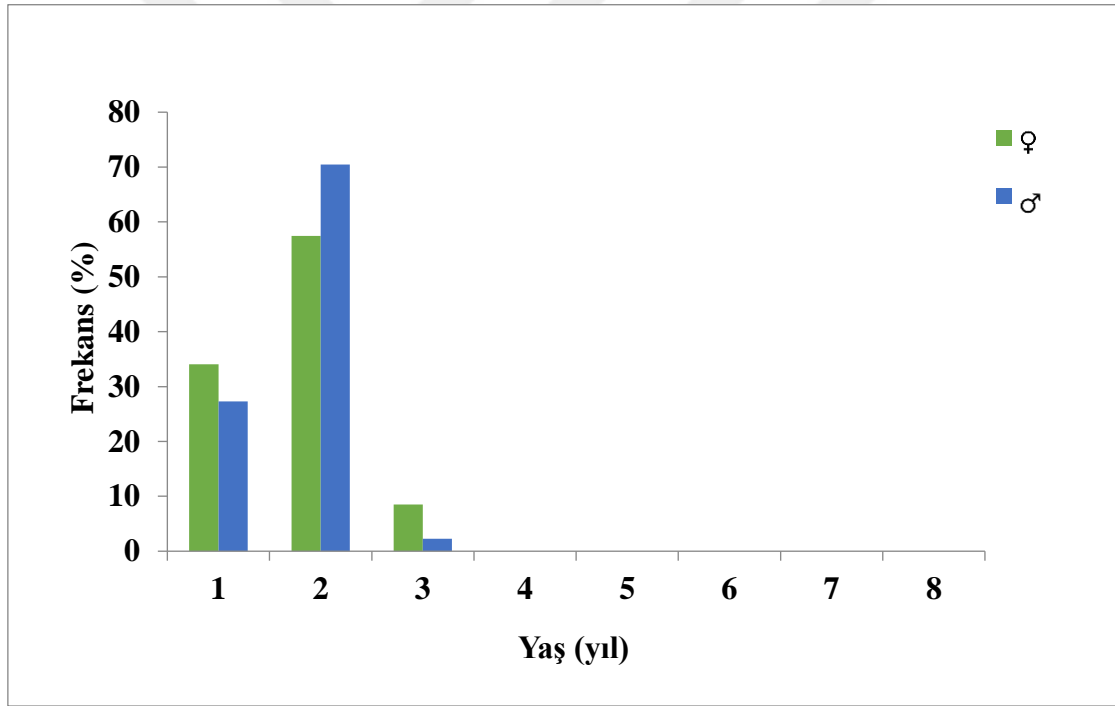
Karadeniz’de *C. lucerna* bireylerinin yaş-frekans dağılımları Şekil 29’da verilmiştir. Her iki cinsiyette de belirlenen maksimum yaş 3 olarak belirlenmişken, baskın yaş ise 2 olarak olmuştur. Dişi bireylerin %57,4’ü erkek bireylerin ise %70,4’ü 2 yaşındadır. Karadeniz’de 1 yaşındaki dişi bireyler 12,8 cm ile 18,7 cm arasında, erkek bireyler 15 ile 17,8 cm arasında değişim göstermektedir. 2 yaşındaki dişi bireylerin 19 ile 24,9 cm aralığında erkek bireylerin ise 18 ile 23,7 cm aralığında olduğu tespit edilmiştir. 3 yaşındaki dişi bireylerin 25 ile 27,8 cm aralığında olduğu belirlenmiştir. Karadeniz’de 3 yaşında tek bir erkek bireye rastlanmıştır (Tablo 10).

Marmara Denizi’nde yaş dağılımı 1 ile 8 arasında değişim göstermektedir. Dişilerde %46,5, erkeklerde %68,7 ile her iki cinsiyette de baskın (dominant) yaş 2 olmuştur. Ayrıca dişilerde en büyük yaş 5 iken, erkeklerde 5 yaşındaki bireylere rastlanılmamıştır (Şekil 30). Marmara Denizi’nde 1 yaşındaki dişi bireylerin 17,9 cm ile 19 cm arasında, erkek bireylerin 17,5 ile 18,7 cm arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. 2 yaşındaki dişi bireylerin 19,1 ile 24,5 cm aralığında erkek bireylerin ise 19 ile 24,1 cm aralığında olduğu tespit edilmiştir. 3 yaşındaki dişi bireylerin 25 ile 29,5 cm aralığında olduğu, erkek bireylerin ise 25 cm ile 25,3 cm aralığında olduğu belirlenmiştir. Marmara Denizi’nde 30,1 ile 33,8 aralığında 4 yaşında bireylere rastlanırken, 4 yaşında erkek bireylere rastlanılmamıştır. Marmara Denizi’nde 5 yaşında 35,2 cm olan erkek bir birey bulunurken, 38 ile 39,5 cm aralığında 6 yaşında dişi bireyler olduğu belirlenmiştir. Ayrıca denizdeki en büyük bireyin ise 44,8 cm ile 8 yaşındaki erkek bir birey olduğu saptanmıştır (Tablo 10).

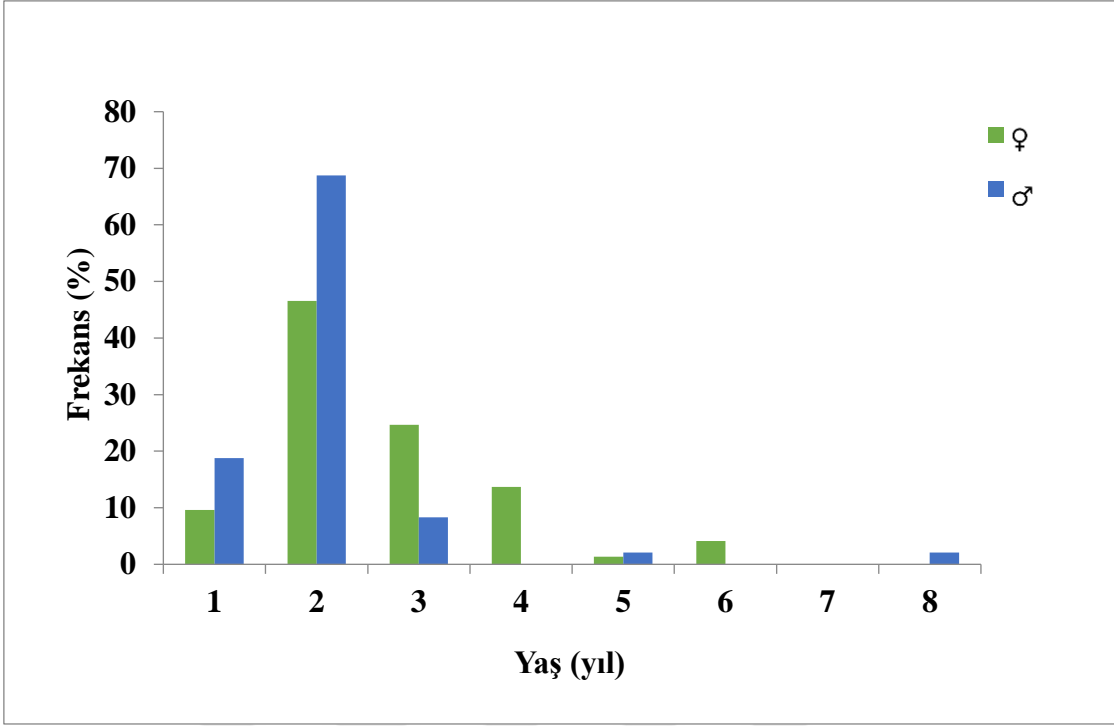
Ege Denizi’nde yaş 1 ile 6 arasında değişim göstermektedir. Baskın yaş dişilerde %48,8 ile, erkeklerde %74,6 ile 2 yaş olmuştur. Ayrıca dişilerde 2 yaşından küçük bireye rastlanılmamıştır (Şekil 31). Ege Denizi’nde 1 yaşındaki erkek bireylerin 17,7 ile 19 cm boy aralığında olduğu belirlenmiştir. Denizdeki 2 yaşındaki dişi bireylerin 19,2 ile 24,9 cm aralığında erkek bireylerin ise 19,0 ile 24,1 cm aralığında olduğu tespit edilmiştir. 3 yaşındaki dişi bireylerin 25,0 ile 29,6 cm aralığında olduğu, erkek bireylerin ise 25,0 cm ile 28,0 cm aralığında olduğu belirlenmiştir. Denizdeki 4 yaşındaki dişi bireylerin 30,5 ile 35 cm aralığında, erkek bireylerin ise 31,0 ile 34,4 cm aralığında olduğu tespit edilmiştir.

Denizde 5 yaşında 1 adet dişi birey bulunurken, 6 yaşında ise 1 adet erkek birey bulunduğu belirlenmiştir (Tablo 10).

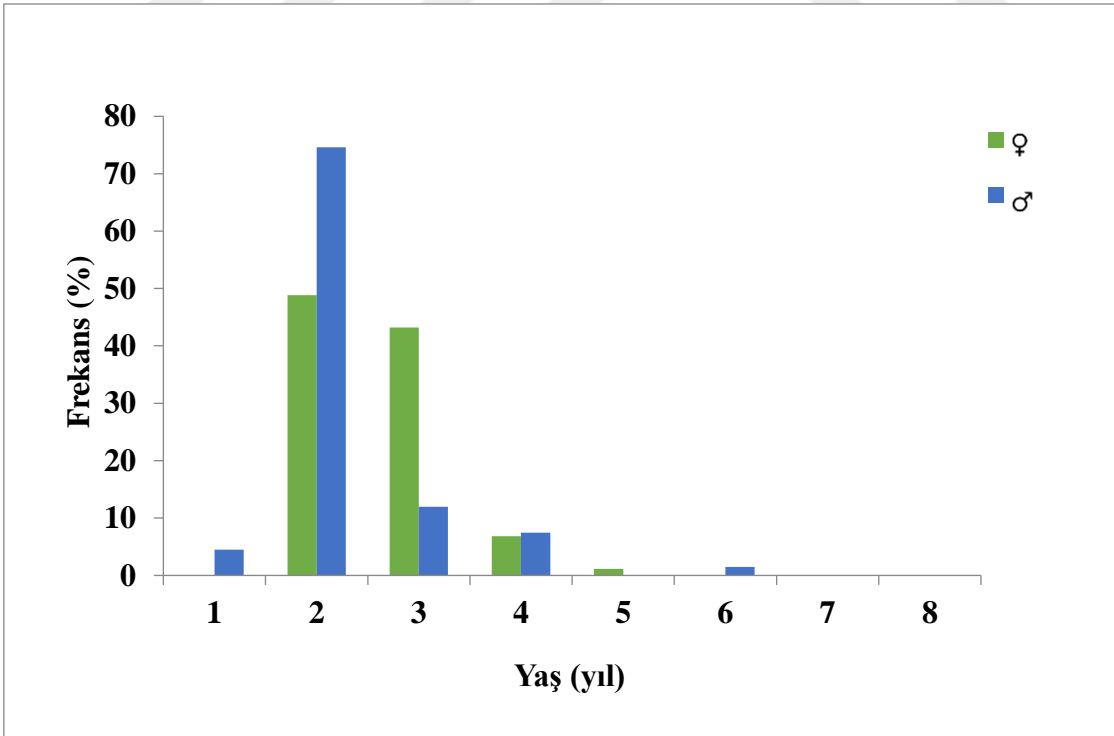
Akdeniz’de kırlangıç balığı bireylerinin yaş dağılım aralığı 1 ila 3 arasında değişim göstermektedir. Erkeklerde baskın yaşın %72,7 ile 1 yaş, dişilerde ise %70,5 ile 2 yaş olduğu tespit edilmiştir (Şekil 32). Akdeniz’deki 1 yaşındaki erkek bireylerin boy dağılımının 16,5 ile 18,8 cm aralığında olduğu, dişi bireylerin ise 15,7 ile 18,6 cm aralığında olduğu saptanmıştır. Denizdeki 2 yaşındaki dişi bireylerin 19,0 ile 24,9 cm aralığında, erkek bireylerin ise 19,0 ile 22,4 cm aralığında olduğu belirlenmiştir. Denizde 3 yaşında erkek bireylere rastlanmaz iken, 3 yaşındaki dişi bireyler 26,0 ile 28,1 cm aralığındadır (Tablo 10).



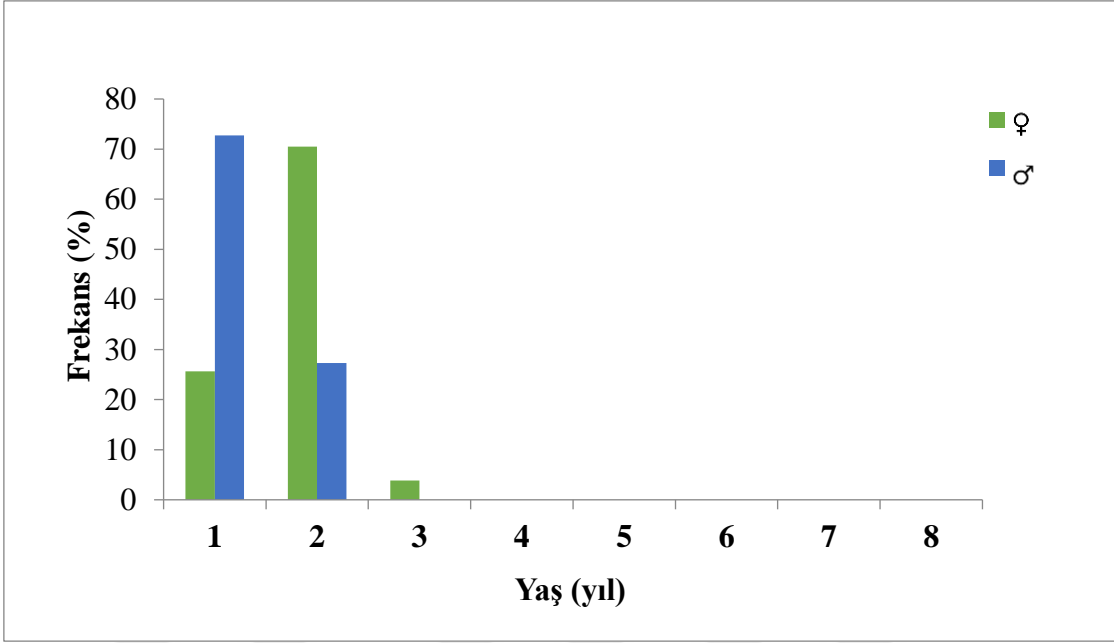
Şekil 29. Karadeniz’de dişi ve erkek kırlangıç balıklarının yaş-frekans dağılımı (♀; dişi, ♂; erkek)



Şekil 30. Marmara Denizi'nde dişi ve erkek kırlangıç balıklarının yaş-frekans dağılımı (♀; dişi, ♂; erkek)



Şekil 31. Ege Denizi'nde dişi ve erkek kırlangıç balıklarının yaş-frekans dağılımı (♀; dişi, ♂; erkek)



Şekil 32. Akdeniz’de dişi ve erkek kırlangıç balıklarının yaş-frekans dağılımı (♀; dişi, ♂; erkek)

Tablo 10

Chelidonichthys lucerna'nın yaşlara göre ortalama, minimum ve maksimum toplam boyları (Ort: ortalama, SS: standart sapma, Min: minimum, Maks: maksimum, N: birey sayısı)

Yaş	Karadeniz		Marmara		Ege		Akdeniz	
	Dişi	Erkek	Dişi	Erkek	Dişi	Erkek	Dişi	Erkek
	Ort±SS (Min-Maks) N	Ort±SS (Min-Maks) N	Ort±SS (Min-Maks) N	Ort±SS (Min-Maks) N	Ort±SS (Min-Maks) N	Ort±SS (Min-Maks) N	Ort±SS (Min-Maks) N	Ort±SS (Min-Maks) N
I	15,4±2,3 (12,8-18,7) N=16	16,4±0,8 (15,0-17,8) N=12	18,4±0,4 (17,9-19,0) N=7	18,0±0,6 (17,5-18,7) N=9	–	18,4±0,5 (17,7-19,0) N=3	17,6±0,7 (16,5-18,8) N=20	17,3±1,0 (15,7-18,6) N=16
II	22,2±1,7 (19,0-24,9) N=27	20,2±1,6 (18,0-23,7) N=31	22,4±1,3 (19,1-24,5) N=34	20,6±1,2 (19,0-24,1) N=33	23,1±1,2 (19,2-24,9) N=43	22,2±1,6 (18,9-24,7) N=50	21,1±1,4 (19,0-24,9) N=55	20,3±1,1 (19,0-22,4) N=6
III	26,0±1,2 (25,0-27,8) N=4	25,2±0,0 (25,2-) N=1	27,2±1,4 (25,0-29,5) N=18	25,1±0,1 (25,0-25,3) N=4	26,6±1,4 (25,0-29,6) N=38	26,3±0,9 (25,0-28,0) N=8	26,8±1,1 (26,0-28,1) N=3	–
IV	–	–	31,2±1,2 (20,1-33,8) N=10	–	32,9±1,8 (30,3-35,0) N=6	32,5±1,4 (31,0-34,4) N=5	–	–
V	–	–	35,0±0,0 (35,0-) N=1	35,2±0,0 (35,2-) N=1	35,3±0,0 (35,3-) N=1	–	–	–
VI	–	–	38,6±0,7 (38,0-39,5) N=3	–	–	40,9±0,0 (40,9-) N=1	–	–
VII	–	–	–	–	–	–	–	–
VIII	–	–	–	44,8±0,0 (44,8-) N=1	–	–	–	–

4.4. Eşey Oranı ve İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu

Karadeniz’de dişi erkek oranı 1,1:1,0 olarak belirlenmiştir (Tablo 11). Erkek ve dişi olgunluk aşamalarının incelenmesi, *C. lucerna*'nın erkeklerinin %50'sinin olgunlaştığı toplam boyun 18,9 cm ve dişilerinin %50'sinin olgunlaştığı toplam boyun ise 20,6 cm olduğunu göstermiştir. (Şekil 33).

Marmara Denizi’nde dişi erkek oranı 1,5:1,0 olarak belirlenmiştir (Tablo 11). Erkek ve dişi olgunluk aşamalarının incelenmesi, *C. lucerna*'nın erkeklerinin %50'sinin olgunlaştığı toplam boyun 20 cm ve dişilerinin %50'sinin olgunlaştığı toplam boyun ise 23,5 cm olduğunu göstermiştir. (Şekil 34).

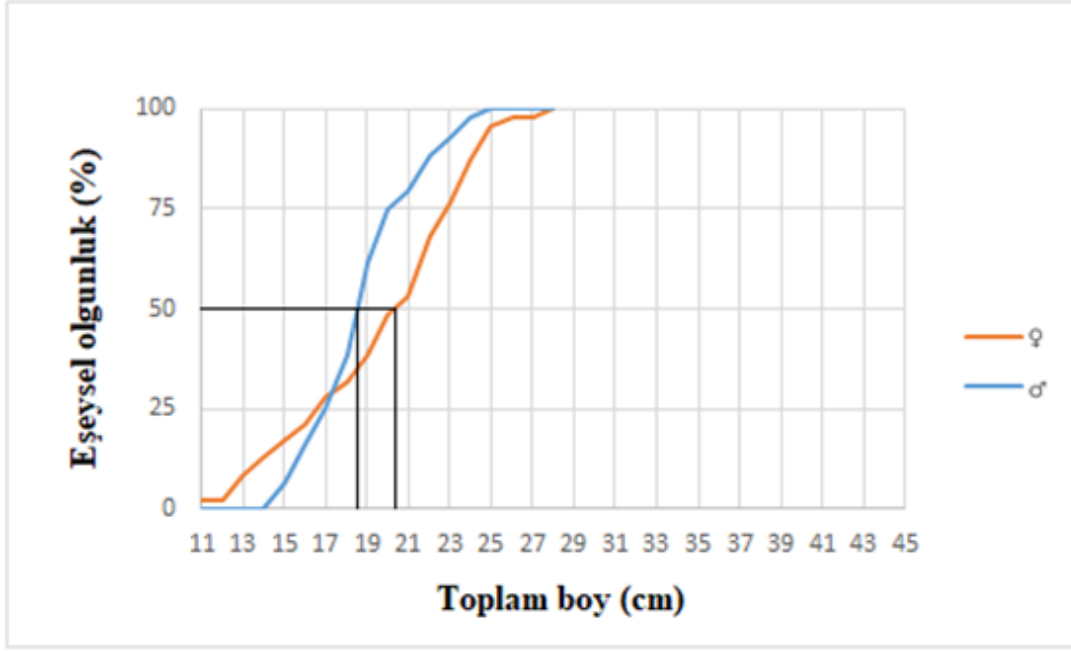
Ege Denizi’nde dişi erkek oranı 1,3:1,0 olarak belirlenmiştir (Tablo 11). Erkek ve dişi olgunluk aşamalarının incelenmesi, *C. lucerna*'nın erkeklerinin %50'sinin olgunlaştığı toplam boyun 22,9 cm ve dişilerinin %50'sinin olgunlaştığı toplam boyun ise 24,5 cm olduğunu göstermiştir. (Şekil 35).

Akdeniz’de dişi erkek oranı 3,5:1,0 olarak belirlenmiştir (Tablo 11). Erkek ve dişi olgunluk aşamalarının incelenmesi, *C. lucerna*'nın erkeklerinin %50'sinin olgunlaştığı toplam boyun 17,3 cm ve dişilerinin %50'sinin olgunlaştığı toplam boyun ise 19,9 cm olduğunu göstermiştir. (Şekil 36).

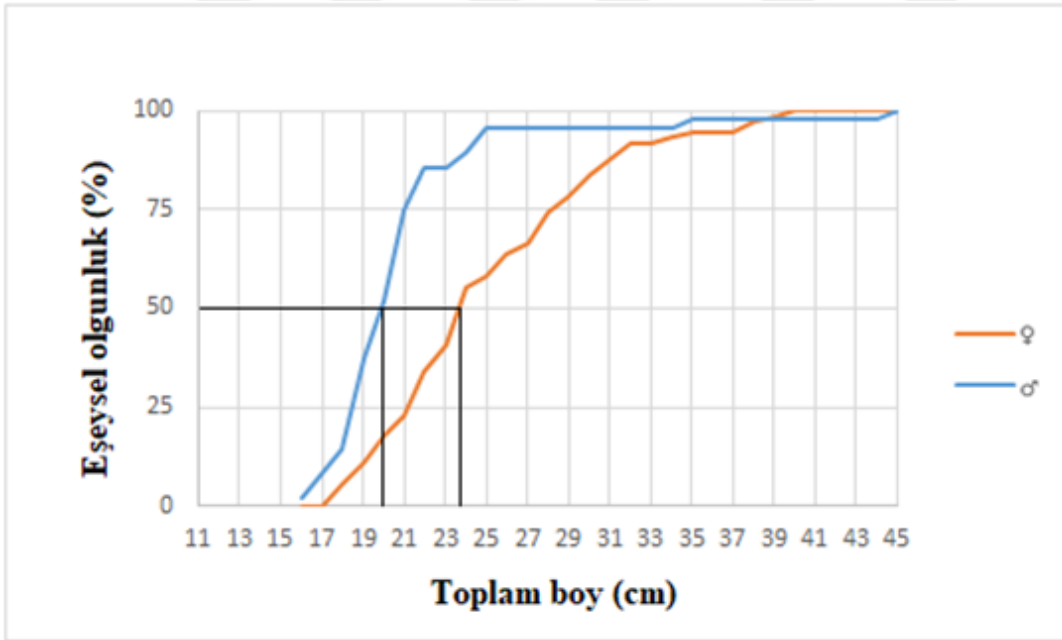
Tablo 11

Chelidonichthys lucerna ‘nın denizlere göre dişi:erkek oranı

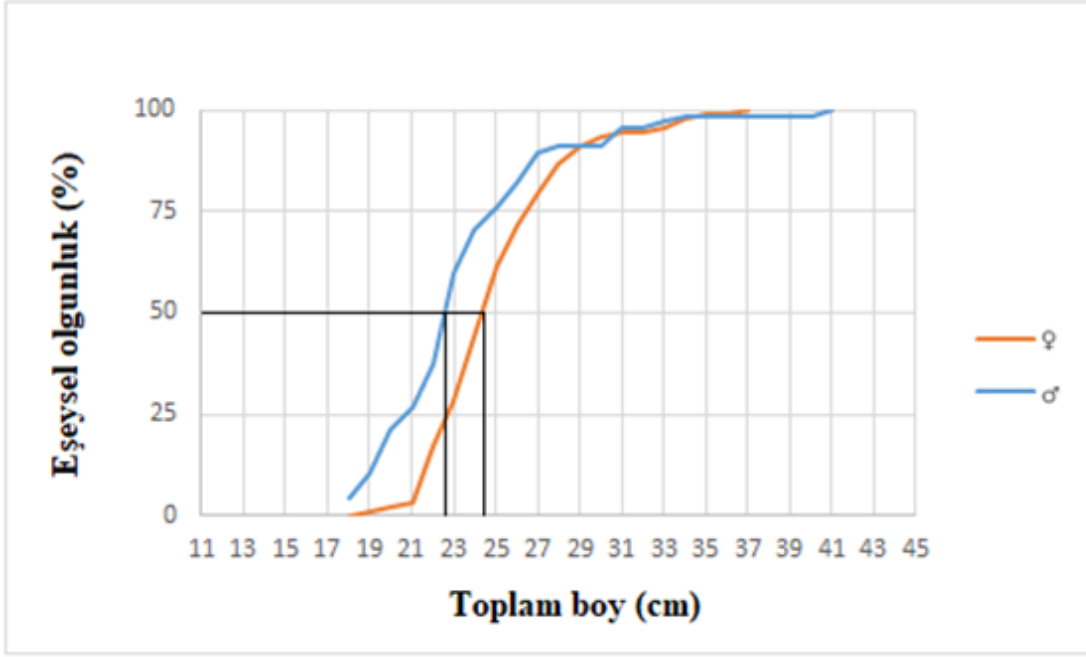
Deniz	Dişi/Erkek Oranı
Karadeniz	1,1:1,0
Marmara	1,5:1,0
Ege	1,3:1,0
Akdeniz	3,5:1,0
Genel	1,5:1,0



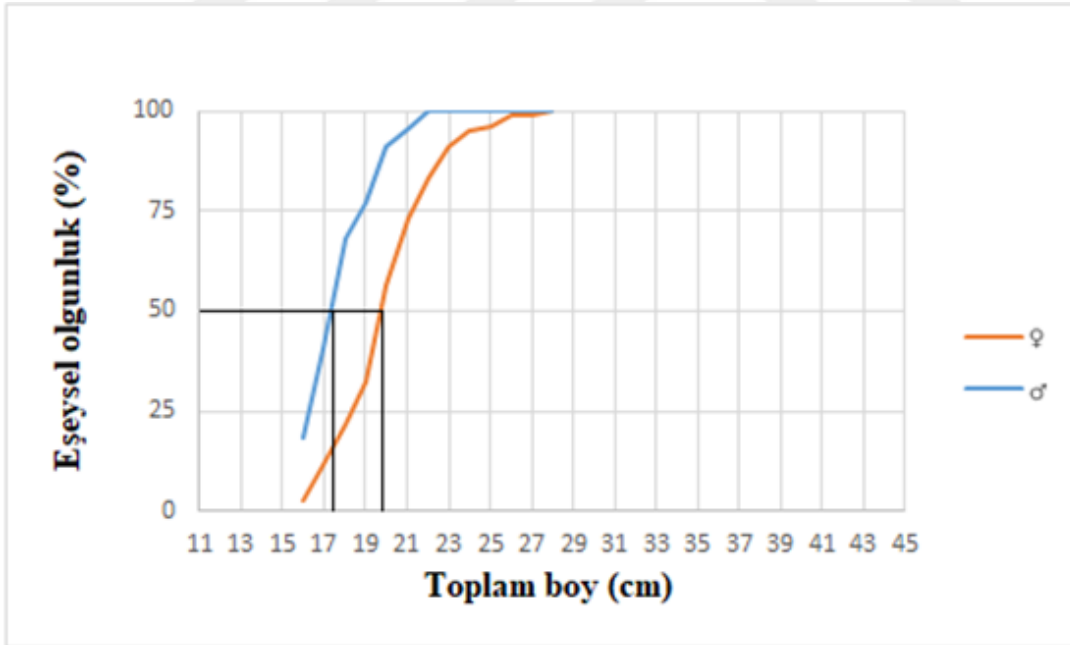
Şekil 33. *Chelidonichthys lucerna* dişi ve erkeklerinin Karadeniz’de ilk eşeyssel olgunluk boyu (♀; dişi, ♂; erkek)



Şekil 34. *Chelidonichthys lucerna* dişi ve erkeklerinin Marmara Denizi’nde ilk eşeyssel olgunluk boyu (♀; dişi, ♂; erkek)



Şekil 35. *Chelidonichthys lucerna* dişi ve erkeklerinin Ege Denizi'nde ilk eşeyssel olgunluk boyu (♀; dişi, ♂; erkek)



Şekil 36. *Chelidonichthys lucerna* dişi ve erkeklerinin Akdeniz'de ilk eşeyssel olgunluk boyu (♀; dişi, ♂; erkek)

4.5. Otolit Şekil İndeksleri

Otolit morfolojisi ve kimyasını test etmek için seçilen 19-25 cm boy aralığındaki tüm bireylerin sağ otolitlerine şekil indeksleri uygulanmıştır. Denizlerdeki *C. lucerna* bireylerinin sagittal otolitlerinin boyu (OL), genişliği (OWi), yarıçapı (Or) , ağırlığı (OW), alanı (OA), çevresi (OP), form faktörü (FF), yuvarlaklığı (RO), dikdörtgenlik (RE), eliptiklik (EL), daireselliği (CL) ve çerçeve oranı (AR) ölçülmüştür. Tablo 12’de Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz’deki kırlangıç balıklarının şekil indekslerine ait tanımlayıcı istatistikler verilmiştir.



Tablo 12

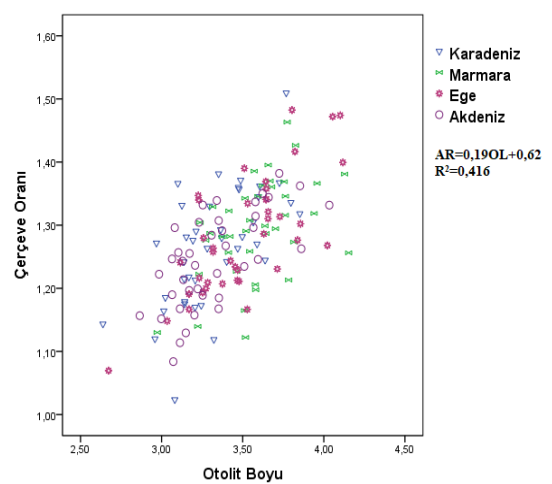
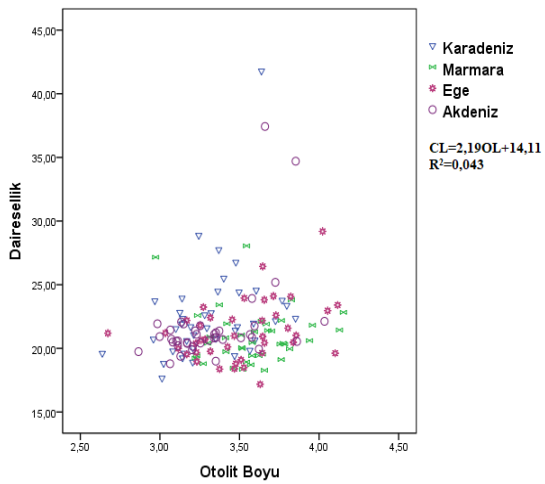
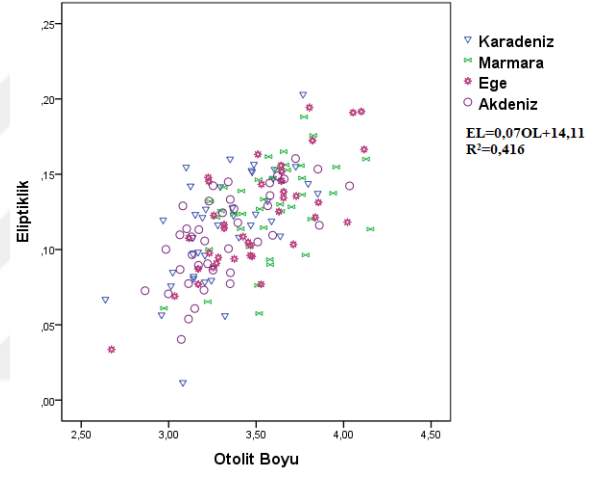
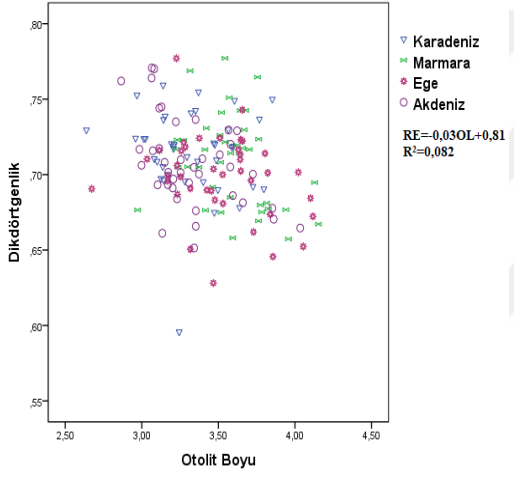
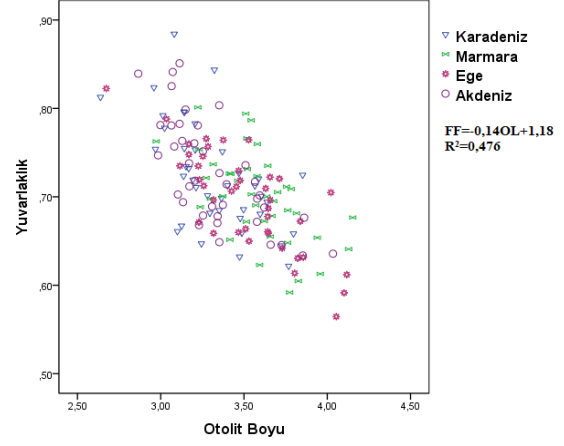
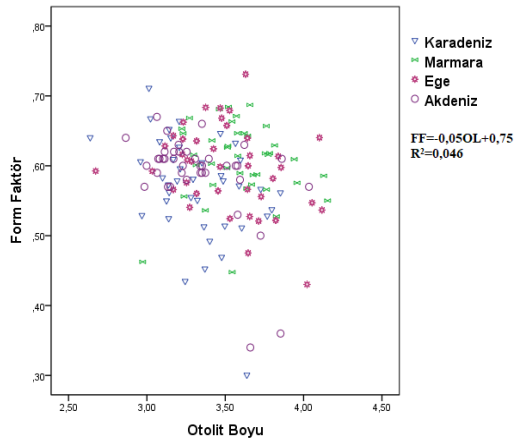
Chelidonichthys lucerna'nın sağ sagittal otolitlerinin denizlerdeki şekil indeksleri (OL: otolit boyu (mm), OWi: otolit genişliği (mm), Or: otolit yarıçapı (mm), OW: otolit ağırlığı (g), OA: otolit alanı (mm²), OP: otolit çevresi (mm), FF: form faktör, RO: yuvarlaklık, RE: dikdörtgenlik, EL: eliptiklik, CL: dairesellik, AR: çerçeve oranı)

Bölge		OL	OWi	Or	OW	OA	OP	FF	RO	RE	EL	CL	AR
Karadeniz	Minimum	2,638	2,269	2,368	0,004	4,440	9,331	0,301	0,622	0,596	0,012	17,658	1,024
	Maksimum	3,852	3,01	3,255	0,010	8,441	17,361	0,711	0,884	0,759	0,203	41,792	1,510
	Ortalama	3,319	2,626	2,792	0,007	6,247	11,828	0,569	0,723	0,715	0,116	22,569	1,266
	Standart Sapma	0,263	0,175	0,179	0,001	0,793	1,377	0,075	0,060	0,029	0,036	3,964	0,092
Marmara	Minimum	2,973	2,482	2,585	0,006	5,292	10,674	0,448	0,592	0,657	0,058	18,28	1,122
	Maksimum	4,153	3,306	3,392	0,016	9,160	14,46	0,687	0,801	0,777	0,188	28,049	1,463
	Ortalama	3,584	2,774	2,966	0,009	7,050	12,103	0,606	0,700	0,709	0,127	20,902	1,294
	Standart Sapma	0,247	0,189	0,167	0,002	0,793	0,848	0,054	0,050	0,031	0,031	2,092	0,079
Ege	Minimum	2,673	2,395	2,412	0,005	4,613	9,888	0,43	0,565	0,628	0,034	17,181	1,070
	Maksimum	4,117	3,172	3,555	0,012	8,950	16,163	0,731	0,822	0,777	0,194	29,189	1,482
	Ortalama	3,509	2,737	2,904	0,008	6,715	11,931	0,596	0,697	0,698	0,122	21,295	1,283
	Standart Sapma	0,312	0,167	0,200	0,002	0,845	1,177	0,061	0,056	0,027	0,036	2,336	0,093
Akdeniz	Minimum	2,865	2,377	2,565	0,006	5,221	10,332	0,336	0,634	0,651	0,040	18,794	1,084
	Maksimum	4,034	3,058	3,194	0,015	8,120	16,007	0,668	0,851	0,771	0,160	37,429	1,382
	Ortalama	3,324	2,668	2,801	0,008	6,279	11,642	0,589	0,726	0,708	0,109	21,709	1,247
	Standart Sapma	0,267	0,161	0,158	0,002	0,723	1,267	0,064	0,060	0,030	0,030	3,539	0,075

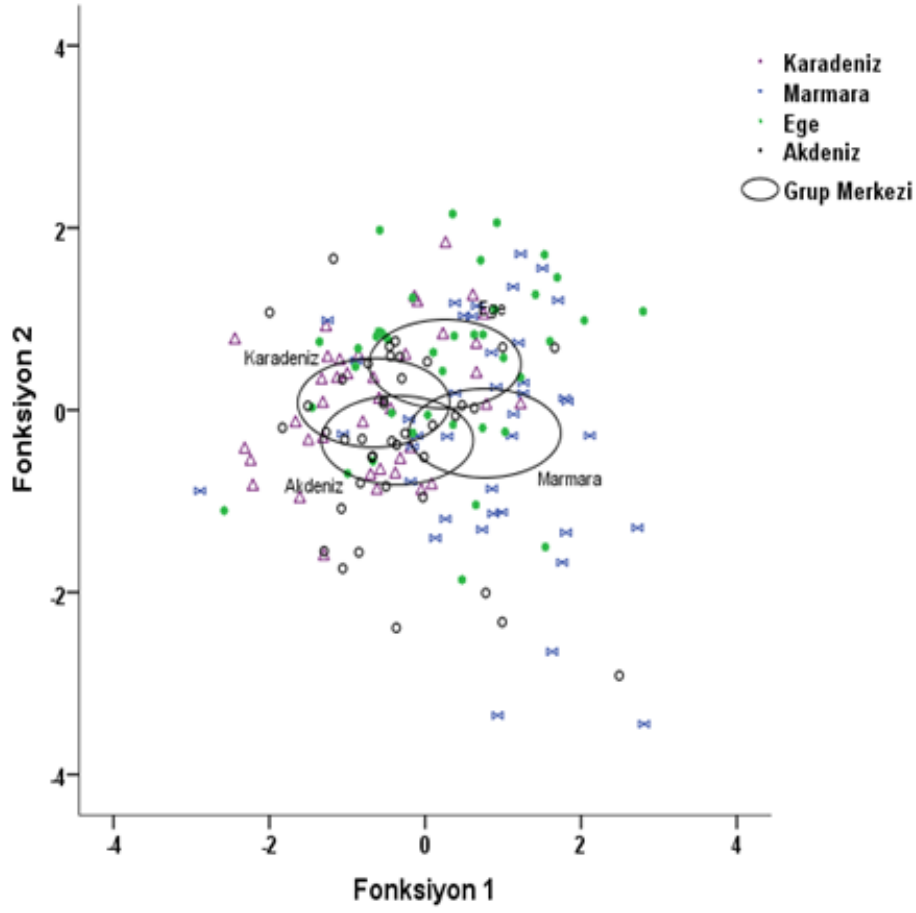
Denizler arasında otolit şekil indekslerinin otolit uzunluğu ile olan ilişkisi Şekil 37’de gösterilmiştir. Bu verilere göre otolit uzunluğu ile otolit şekil indekslerinden eliptiklik, dairesellik ve çerçeve oranı arasında doğrusal ilişki, form faktör, yuvarlaklık ve dikdörtgenlik arasında ise doğrusal olmayan ilişki olduğu belirlenmiştir. Otolit şekli balığın ontogenetik gelişimi boyunca değişebildiği için balık boyutunun (yani otolit uzunluğunun) her bir şekil indeksi üzerindeki etkisini ortadan kaldırıp denizler arasında şekil indeksleri açısından farklılık olup olmadığını test etmek için ANCOVA kullanılmıştır (faktör:deniz, kovaryant: otolit uzunluğu). Yapılan istatistiksel analizler sonucunda Marmara Denizi’ndeki stokların Karadeniz’deki stoklardan form faktör şekil indeksi açısından farklı olduğu ancak bu farkın anlamlı olmadığı saptanmıştır ($F_{3,156}= 1,263$ $p=0,09$). Dairesellik şekil indeksi açısından ise tüm denizlerdeki stokların birbirinden farklı olduğu saptanmıştır ($p<0,05$) (Tablo 13).

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda otolit ağırlığının Marmara Denizi’nde tüm diğer denizlerden anlamlı derecede farklı olduğu saptanmıştır ($F_{3,156}=10,245$, $p=0,00$). Karadeniz’de otolit boyu, genişliği, yarıçapı ve alanı açısından Marmara ve Ege denizlerinden farklı olduğu ve farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Akdeniz’de otolit boyu ve yarıçapı açısından Marmara ve Ege denizlerinden anlamlı derecede farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Yapılan ayırım analizi sonucunda üç adet ayırım fonksiyonu üretilmiş olup birinci ve ikinci ayırım fonksiyonlarının toplam varyansa %72,6 ve %26,1 oranında katkıda bulunması toplam varyansın çoğunluğunun ilk iki kanonik değişken tarafından açıklandığını gösterir. Analiz sonucunda şekil indeksleri açısından tüm denizlerde örtüşme gözlenmiştir. Birbirinden kısmi olarak ayrılan denizler ise Karadeniz ve Marmara denizleri olmuştur (Şekil 38). Bireylerin orijinal gruplarına göre doğru sınıflandırılması otolit şekline göre yapıldığında %45 ile %47,5 arasında değişim göstermektedir (Tablo 13).



Şekil 37. *Chelidonichthys lucerna*'nın denizler arasında otolit uzunluğuna göre otolit şekil indeksleri



Şekil 38. *Chelidonichthys lucerna*'nın otolit şekil indeksleri için mekansal farklılıkları gösteren doğrusal ayırım fonksiyon analizleri (LDA) grafiği (Verilerin etrafındaki elipsler %95 güven aralığını temsil eder. Her veri noktası birer balık bireyine tekabül eder. Denizler; Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz)

Tablo 13

Kırlangıç balıklarına ait otolit şekil indekslerinin denizler arasındaki farklılıkları (ANOVA)

Şekil indeksleri	F	p
Form faktör	5,825	0,001
Yuvarlaklık	0,856	0,465
Dikdörtgenlik	1,806	0,148
Eliptiklik	0,948	0,419
Dairesellik	5,137	0,020
Çerçeve oranı	1,012	0,389

4.6. Otolit Element Analizi

Her bir denizde *C. lucerna* otolitlerinin element konsantrasyonlarının ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 14’de verilmiştir. Denizlere göre bakıldığında otolitlerde en çok bulunan element kalsiyumdur (Ca). Kalsiyumdan sonra en bol bulunan elementin ise Karadeniz, Ege ve Akdeniz’de sodyum (Na) iken, Marmara Denizi’nde stronsiyum (Sr) elementi olduğu saptanmıştır.

Tablo 14

Chelidonichthys lucerna otolitlerinin denizlerdeki element konsantrasyonlarına ait ortalama \pm standart sapma değerleri ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)

Element	Türkiye Denizleri			
	Karadeniz	Marmara	Ege	Akdeniz
Li	0,125 \pm 0,199	0,190 \pm 0,095	0,145 \pm 0,074	0,149 \pm 0,056
Na	2880,506 \pm 774,304	1994,501 \pm 652,776	2819,171 \pm 514,167	3464,755 \pm 350,622
Mg	37,557 \pm 46,864	30,756 \pm 22,627	41,514 \pm 28,861	45,305 \pm 60,435
Mn	9,166 \pm 4,407	3,893 \pm 2,827	6,796 \pm 3,284	10,691 \pm 3,688
Fe	1,669 \pm 2,383	2,584 \pm 2,464	3,906 \pm 5,217	5,247 \pm 3,839
Co	0,125 \pm 0,182	0,245 \pm 0,115	0,295 \pm 0,135	0,404 \pm 0,128
Ni	0,089 \pm 0,126	0,207 \pm 0,160	0,173 \pm 0,086	0,383 \pm 0,143
Cu	0,200 \pm 0,417	0,226 \pm 0,201	0,352 \pm 0,449	0,885 \pm 0,587
Zn	2,329 \pm 2,875	0,852 \pm 1,783	2,999 \pm 3,085	6,058 \pm 5,247
Sr	1788,536 \pm 222,610	2455,781 \pm 618,544	2570,556 \pm 465,945	2593,074 \pm 311,311
Ba	4,031 \pm 1,683	2,251 \pm 1,089	2,113 \pm 1,133	2,517 \pm 1,060
Pb	0,115 \pm 0,071	0,130 \pm 0,051	0,147 \pm 0,054	0,223 \pm 0,069
K	891,110 \pm 222,764	591,507 \pm 189,985	750,438 \pm 228,759	1168,619 \pm 217,295
P	20,382 \pm 9,726	16,972 \pm 7,831	20,987 \pm 13,770	17,309 \pm 10,368
Ca	282322,123 \pm 72520,386	335844,768 \pm 25712,011	368453,928 \pm 61253,449	405112,887 \pm 34269,534

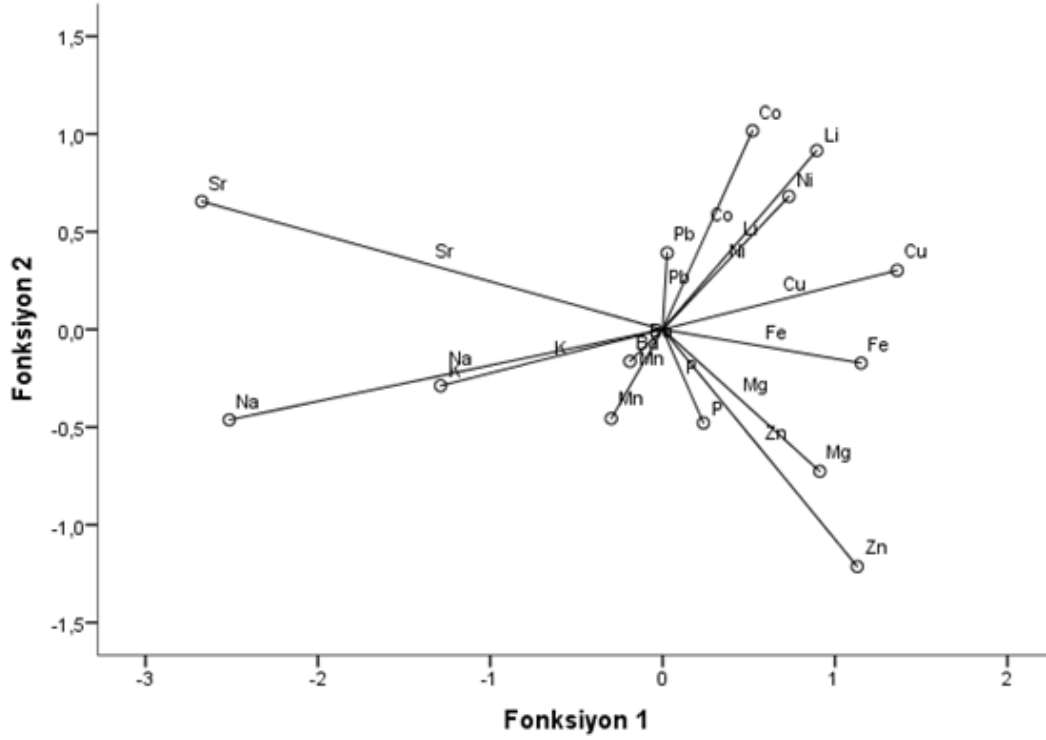
Element/Ca değerlerine normallik testi uygulanmıştır. Normal dağılım şartını taşıyıp taşımadıkları olgusu Shapiro-Wilk testi ve arpıklık basıklık değerleri olan Skewness ve Kurtosis sonuçlarına göre değerlendirilmiştir. Buna göre Li/Ca, Mn/Ca, Co/Ca, Ni/Ca, Cu/Ca, Sr/Ca, Ba:Ca, Pb/Ca, K:Ca ve P:Ca oranları normal dağılım gösterirken, Na:Ca, Mg:Ca, Fe:Ca, Zn:Ca oranlarının normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Bu nedenle normal dağılım şartını taşımayan verilere Log₁₀ dönüşümü uygulanmış ve verilerin normal

dağılması sağlanmıştır. Varyansların homojenliği varsayımı için Levene testi uygulanmış ve tüm verilerin homojenlik şartını taşıdığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca Element:Ca konsantrasyonu ile otolit ağırlığı arasındaki ilişki kovaryans analizi (ANCOVA, kovaryant: otolit ağırlığı) ile test edilmiş ve Element: Ca oranlarının otolit ağırlığı ile anlamlı düzeyde ilişkili olmadığı tespit edilmiştir (ANCOVA, $p > 0.05$). Denizler arasında Element:Ca konsantrasyonlarında anlamlı farklılık olup olmadığı Tek Yönlü ANOVA analizi kullanılarak test edilmiştir. Analiz sonucunda Li:Ca, Mn:Ca, Fe:Ca, Co:Ca, Ni:Ca, Cu:Ca, Zn:Ca, Sr:Ca, Ba:Ca ve K:Ca konsantrasyonlarında denizsel olarak anlamlı farklılıklar olduğu saptanmıştır ($p < 0,05$) (Tablo 15). Birinci ve ikinci ayırım fonksiyonları için gruplar arasında ayırım yapılmasında birincil öneme sahip elementler sırasıyla Sr, K, Zn, Fe, Cu, Ni, Li, Co olmuştur (Şekil 39).

Tablo 15 Element:Ca konsantrasyonlarının denizler arasındaki farklılıkları (ANOVA)
Element:Ca konsantrasyonlarının denizler arasındaki farkları (ANOVA)

Element K.	F	p
Li:Ca	3,592	0,015
Mn:Ca	13,152	0,000
Fe:Ca	14,784	0,000
Co:Ca	2,816	0,041
Ni:Ca	12,330	0,000
Cu:Ca	9,061	0,000
Zn:Ca	8,289	0,000
Sr:Ca	8,389	0,000
Ba:Ca	16,765	0,000
K:Ca	7,574	0,000

Öklid Uzaklık Modeli



Şekil 39. *Chelidonichthys lucerna*'ya ait otolit element konsantrasyonlarının ayırım fonksiyonu

Otolitlerin çok elementli konsantrasyonlarında denizler arasında farklılıklar saptanmıştır (MANOVA, Pillai's Trace: $F_{3,156}=9,699$ $p=0,00$). Ayrıca çoklu element karşılaştırmaları da yapılmış ve denizler arasında anlamlı farklılıklar olduğu saptanmıştır (Hotelling T kare testi $p<0,05$). Sr:Ca içeriği denizler arasında farklılık göstermektedir ($p=0,00$), diğer denizlere kıyasla Marmara Denizi'ndeki otolitlerde en yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir. Zn:Ca element oranının Marmara Denizi'nde tüm denizlerden az olduğu, Karadeniz'de Ege Denizi'nden fazla olduğu tespit edilmiştir. Mn:Ca, Ni:Ca, K:Ca ve Cu:Ca konsantrasyonları açısından tüm denizlerin birbirinden anlamlı derecede farklı olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Karadeniz'de Fe:Ca oranının diğer üç denizden fazla olduğu ve bu sonucun da istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır. Li:Ca konsantrasyonunun Marmara Denizi'nde Ege ve Akdeniz'den farklı olduğu belirlenmiştir Co:Ca ve Ba:Ca element oranlarının Karadeniz'de Marmara ve Ege denizlerinden anlamlı derecede farklı olduğu diğer denizlere oranla otolitlerde fazla bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. (Şekil 40).

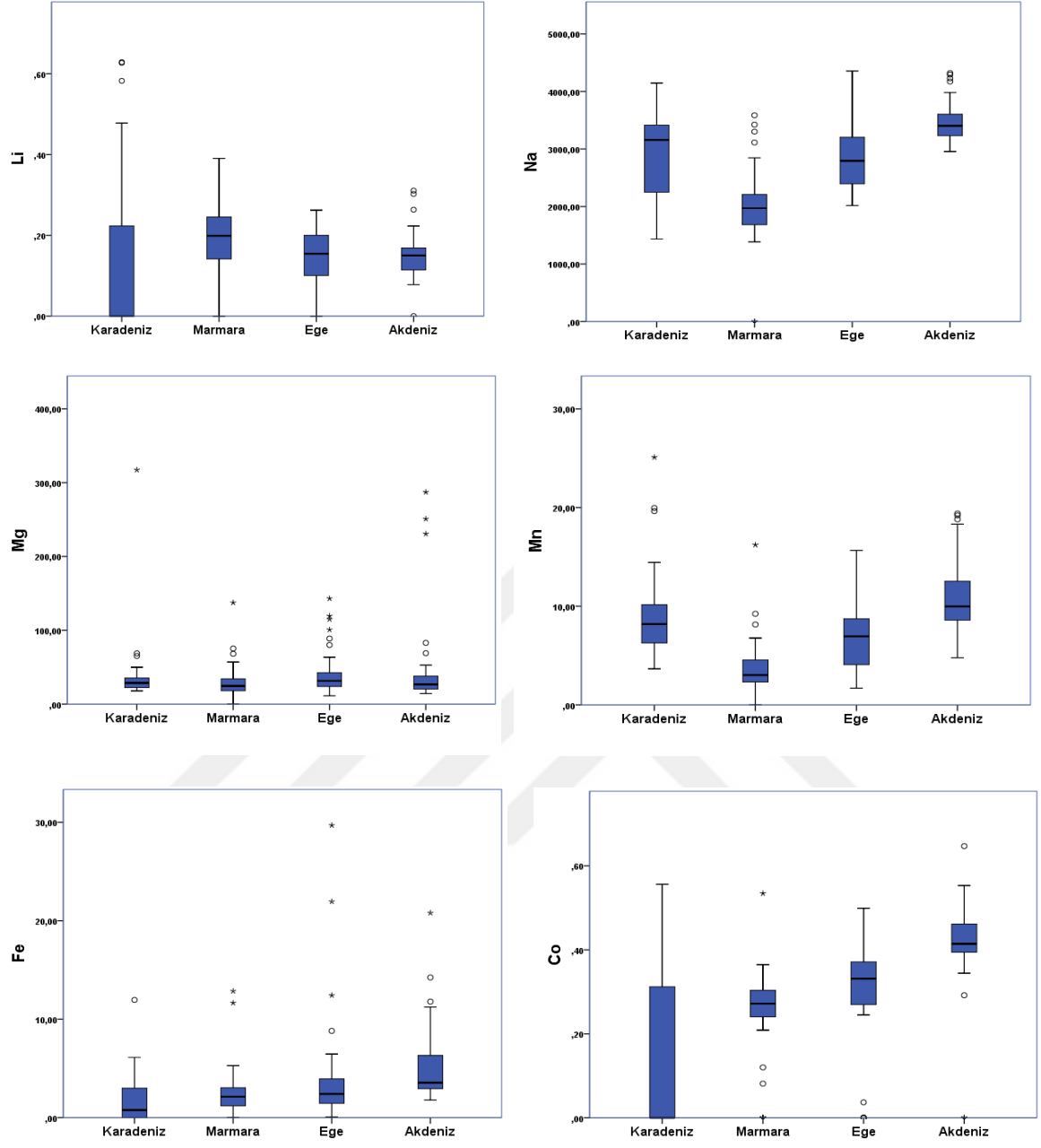
Otolit kimyasına ilişkin ayırım analiz grafiği Şekil 41’de verilmiştir. Yapılan analiz sonucunda üç adet fonksiyon üretilmiş olup, ilk iki fonksiyon sırasıyla %54,4 ve %35,2 oranları ile varyansın çoğunluğunu açıklamaktadır. Grafiğe bakıldığında fonksiyon 1’in Marmara ve Karadeniz, fonksiyon 2’nin ise Marmara ve Akdeniz popülasyonlarını ayırdığı gözlenmektedir. Marmara ve Ege popülasyonlarında ise kısmen de olsa örtüşme olduğu sonucuna varılmıştır.

Bireylerin orijinal gruplarına göre doğru sınıflandırılması otolit kimyasına göre yapıldığında ise %70 ile %85 arasında değişim göstermektedir. En yüksek yeniden sınıflandırma oranı açıkça izole olan Akdeniz örneklerinde gözlenmiştir. Otolit kimyası açısından dört denizde de balıklar nispeten yüksek bir doğruluk derecesiyle orijinal konumlarına göre yeniden sınıflandırılabilir (Tablo 16).

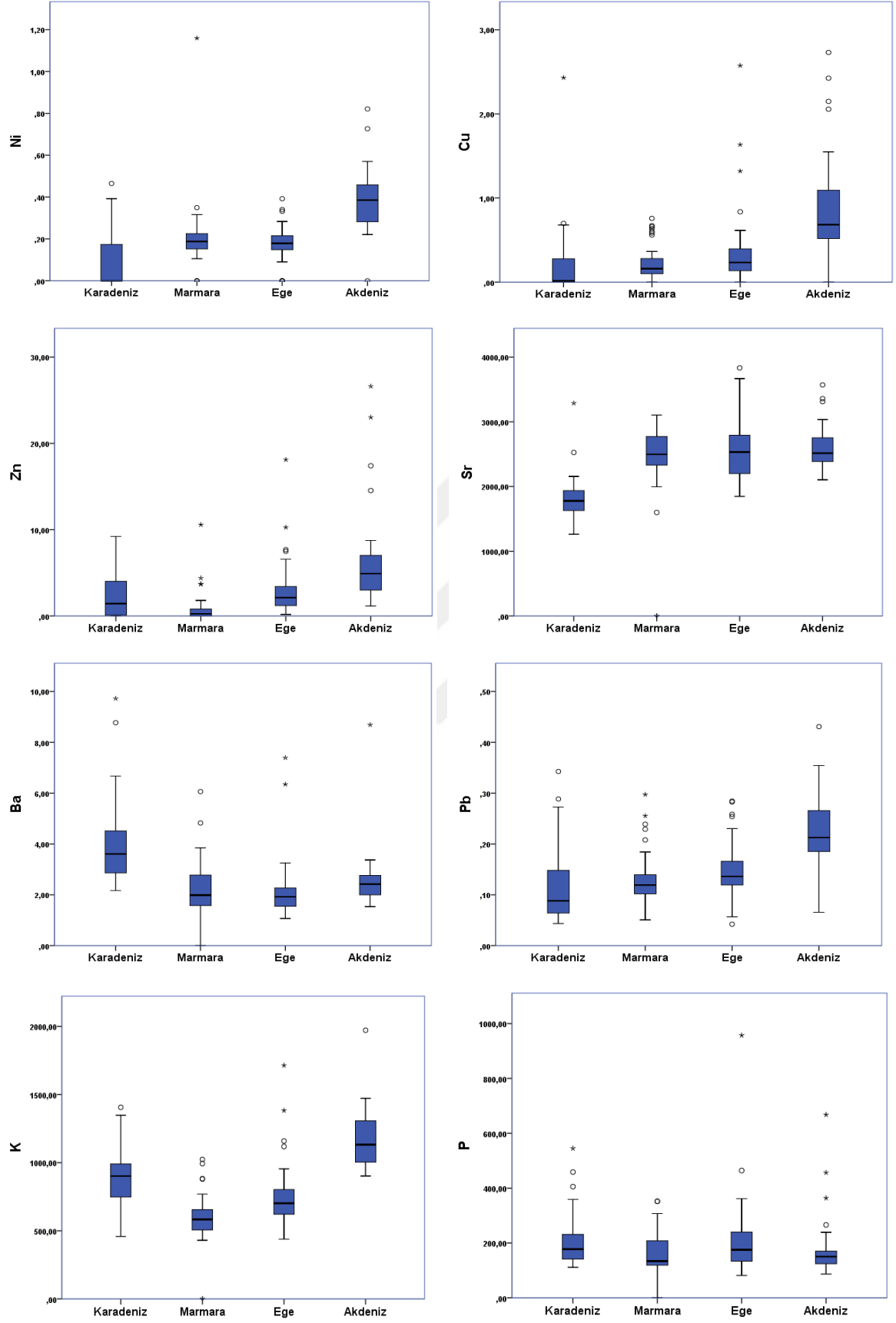
Tablo 16

Chelidonichthys lucerna'nın otolit şekli, otolit kimyası ve tüm doğal etiketlerine dayalı Jackknifed çapraz doğrulamalı yeniden sıralama matrisi

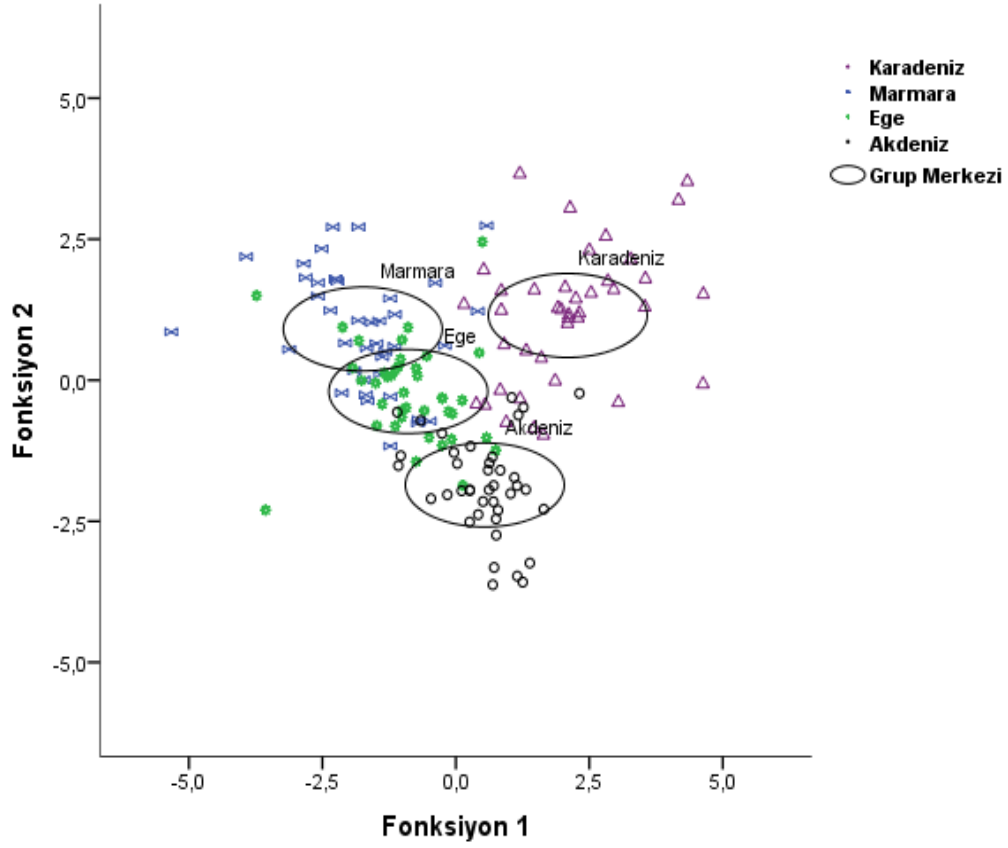
Otolit Şekli		Tahmini Lokasyon					
Orijinal							
Lokasyon	Karadeniz	Marmara	Ege	Akdeniz	Toplam	%	
Karadeniz	19	2	9	10	40	47,5	
Marmara	4	18	11	7	40	45	
Ege	10	9	18	3	40	45	
Akdeniz	9	7	5	19	40	47,5	
Otolit Kimyası		Tahmini Lokasyon					
Orijinal							
Lokasyon	Karadeniz	Marmara	Ege	Akdeniz	Toplam	%	
Karadeniz	32	0	5	3	40	80	
Marmara	2	28	8	2	40	70	
Ege	1	4	32	3	40	80	
Akdeniz	3	1	2	34	40	85	
Tüm Doğal Etiketler		Tahmini Lokasyon					
Orijinal							
Lokasyon	Karadeniz	Marmara	Ege	Akdeniz	Toplam	%	
Karadeniz	33	0	4	3	40	82,5	
Marmara	2	30	7	1	40	75	
Ege	0	3	34	3	40	85	
Akdeniz	2	0	2	36	40	90	



Şekil 40. *Chelidonichthys lucerna*'nın sağ otolitlerinde kaydedilen element konsantrasyon grafikleri (µg.g⁻¹).



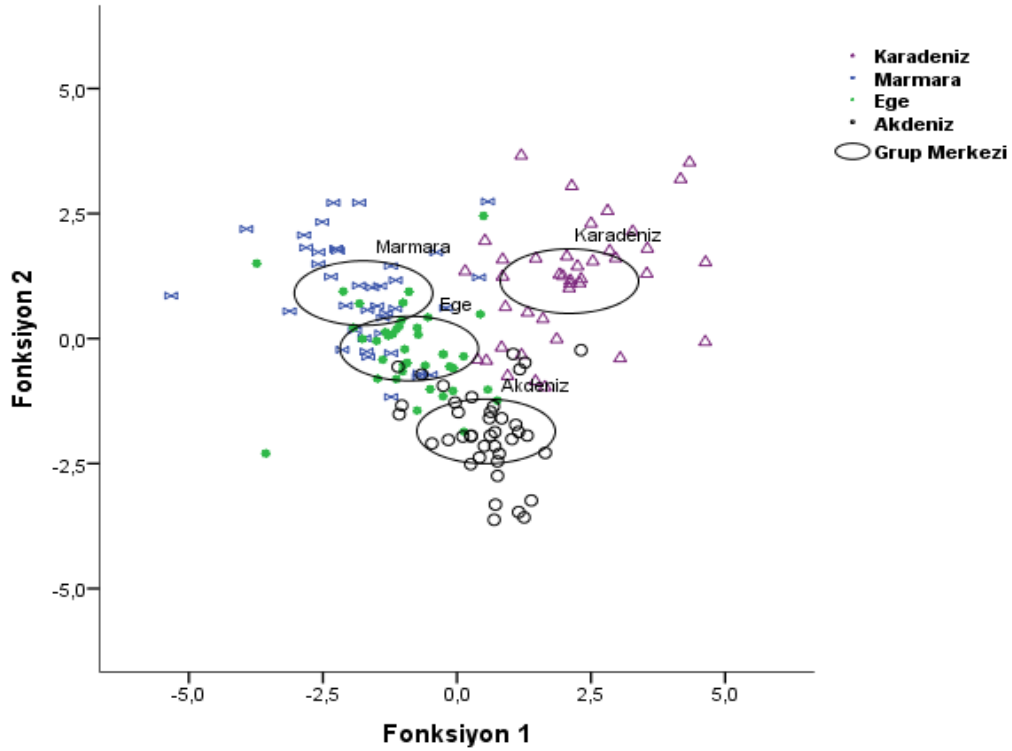
Şekil 40'in devamı. *Chelidonichthys lucerna*'nın sağ otolitlerinde kaydedilen element konsantrasyon grafikleri (µg.g⁻¹).



Şekil 41. *Chelidonichthys lucerna*'nın otolit kimyası için mekansal farklılıkları gösteren doğrusal ayırım fonksiyon analizleri (LDA) grafiği (Verilerin etrafındaki elipsler %95 güven aralığını temsil eder. Her veri noktası birer balık bireyine tekabül eder. Denizler; Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz)

4.7. Otolit Element ve Şekil Analizi

Tüm doğal otolit etiketler bir araya getirildiğinde (otolit şekil indeksleri ve otolit kimyası), denizler arasında istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edildi (MANOVA, Pillai's Trace $F_{3,156} = 7,345$, $p=0,00$). Dört denizden gelen balıklar yakalanma konumlarına göre oldukça yüksek bir doğruluk derecesiyle yeniden sınıflandırıldı (%75 ile %90 arasında) (Tablo 16). Tüm doğal etiketlere yapılan ayırım analizi sonucunda üç adet fonksiyon üretilmiştir, %54,4 ve 35,9 oranında katkıda bulunması, toplam varyansın çoğunluğunun ilk iki kanonik değişken tarafından açıklandığını göstermektedir. Tüm örneklerin ilk iki ayırım fonksiyonu üzerine grafiği, Marmara, Akdeniz ve Karadeniz'in birbirlerinden ve Ege Denizi'nden önemli ölçüde ayrıldığını ve de Marmara ve Ege denizlerinin kısmen de olsa örtüştüğünü göstermektedir (Şekil 42).



Şekil 42. *Chelidonichthys lucerna*'nın tüm doğal etiketleri (şekil indeksleri ve elementler) için mekansal farklılıkları gösteren doğrusal ayırım fonksiyon analizleri (LDFA) grafikleri (Verilerin etrafındaki elipsler %95 güven aralığını temsil eder. Her veri noktası birer balık bireyine tekabül eder. Denizler; Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz)

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Boy Ağırlık Dağılımı

Papaconstantinou (1984) yaptığı çalışmada Thermaikos'ta yakalanan en büyük dişinin 76,7 cm olduğunu, maksimum boyun ise Karadeniz'de 60 cm ve Adriyatik Denizi'nde 70 cm civarında olduğunu bildirmiştir. İşmen vd. (2004) İskenderun Körfezi'nde yaptıkları çalışmada maksimum toplam boyun 45 cm olduğunu bildirmiştir. Vallisneri vd. (2011) Adriyatik Denizi'nde yaptıkları çalışmada maksimum boyun 41,5 cm olduğunu rapor etmiştir. Eryılmaz ve Meriç (2005) Marmara Denizi'nde yaptıkları çalışmada maksimum toplam boyun 41,5 cm olduğunu saptamıştır. Bu çalışmada maksimum boy Karadeniz'de dişilerde 27,8 cm, erkeklerde 25,2 cm, Marmara Denizi'nde dişilerde 39,5 cm, erkeklerde 44,8 cm, Ege Denizi'nde dişilerde 37,0 cm, erkeklerde 40,9 cm, Akdeniz'de dişilerde 28,1 cm, erkeklerde 22,4 cm olarak ölçülmüştür. Denizsel olarak karşılaştırıldığında en büyük bireye Marmara Denizi'nde en küçük bireye ise Karadeniz'de (10,7 cm) rastlanmıştır.

Daha önce yapılan çalışmalar balık büyüklüğü ve derinlik arasında bir ilişki olduğunu bildirmiştir; genç balıklar, yiyeceğin bol ve daha büyük olduğu haliçler gibi sığ kıyı sularında daha sık bulunurken, yaşlı balıklar denize doğru daha fazla dağılmıştır (Papaconstantinou 1984; Ferreira, 2023). Yaptığımız çalışma bu olguyu desteklemektedir. Bu çalışmada balıklar hem trol avcılığı ile derinlerden hem de sığ kıyıya yakın denizlerden yakalanmıştır. Karadeniz'den yakalanan küçük balıklar genellikle sığ kısımlardan yakalanmıştır.

Literatüre göre *C. lucerna* dişileri erkeklerden daha uzun boylara ulaşmaktadır (Serena vd., 1998; İşmen vd., 2004; Eryılmaz ve Meriç 2005; Boudaya vd., 2008). Her ne kadar Marmara ve Ege denizlerinde maksimum toplam boy erkek bireylerde olsa da Marmara'da dişi bireylerin çoğunluğu 24 cm iken erkek bireylerin çoğunluğu 21 cm, Ege'de dişi bireylerin çoğunluğu 25 cm iken, erkek bireylerin çoğunluğu 24 cm olarak belirlenmiştir. Karadeniz ve Akdeniz de bu olguyu desteklemektedir.

Bu çalışmada 1-5 yaş arasındaki balıkların ortalama büyüme oranının 3 ile 6 cm arasında değiştiği saptanmıştır. Büyüme Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdenizde de ilk 2 yıl her iki cinsiyette de hızlıdır. Collignon (1968) Papaconstantinou (1984), İşmen vd. (2004), 1-5 yaşındaki balıkların ortalama yıllık büyüme hızlarını sırasıyla yaklaşık 5,5 cm, 4,2 cm ve 5 cm olarak bildirmişlerdir. Büyüme oranlarındaki farklılıklar farklı biyo-ekolojik koşullara bağlanabilir.

Türkiye genelinde her denizde tüm bireylere uygulanan analizler sonucunda b değerlerinin yaklaşık 3 olması türün izometrik büyüme tipi sergilediğini göstermektedir. Marmara Denizi'nde Eryılmaz ve Meriç (2005) yaptıkları çalışmada boy ağırlık ilişkisini $W = 0.0092TL^{3.019}$ ($R^2 = 0.989$) olarak, Demirel ve Dalkara (2012) yaptıkları çalışmada boy ağırlık ilişkisini $W = 0.009TL^{3.000}$ ($R^2 = 0.976$), büyüme tipini ise izometrik olarak tespit etmiştir. Çalışmamızda Marmara Denizi'nde hesaplanan $W = 0.007TL^{3.068}$ ($R^2 = 0.970$) boy ağırlık ilişkisi bu çalışmalar ile uyumludur. Ege Denizi'nde Papaconstantinou (1984) yaptığı çalışmada *C. lucerna* bireylerinde boy ağırlık ilişkisini dişilerde $W = 0.007L^{3.110}$ ($R^2 = 0.997$), erkeklerde $W = 0.007TL^{3.147}$ ($R^2 = 0.992$) olarak, Papaconstantinou vd. (1994) ise dişilerde $W = 0.05TL^{3.187}$ ($R^2 = 0.950$), erkeklerde $W = 0.010TL^{2.977}$ ($R^2 = 0.900$), tüm bireylerde ise $W = 0.009TL^{3.011}$ ($R^2 = 0.930$) olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada Ege Denizi'nde *C. lucerna* bireylerinin boy ağırlık ilişkisi dişilerde $W = 0.007TL^{3.086}$ ($R^2 = 0.934$), erkek bireylerde $W = 0.010L^{2.948}$ ($R^2 = 0.990$), tüm bireylerde ise $W = 0.009L^{2.990}$ ($R^2 = 0.913$) olarak hesaplanmıştır. İşmen vd. (2004) Akdeniz'de yaptıkları çalışmada boy ağırlık ilişkisinin dişilerde $W = 0.0095TL^{2.99}$ ($R^2 = 0.98$) erkeklerde ise $W = 0.0089TL^{3.01}$ ($R^2 = 0.99$) olduğunu ve türün izometrik büyüme sergilediğini saptamıştır. Sangun vd. (2007) Kuzeydoğu Akdenizde yaptıkları çalışmada *C. lucerna* türünün boy ağırlık ilişkisinin $W = 0.0166TL^{2.743}$ ($R^2 = 0.95$) olduğunu ve türün negatif allometrik büyüme sergilediğini tespit etmiştir. Vallisneri vd. (2011) Akdeniz'de (Adriyatik Denizi) yaptıkları çalışmada dişilerde $W = 0.000013TL^{2.952}$ ($R^2 = 0.98$) erkeklerde ise $W = 0.000008TL^{3.038}$ ($R^2 = 0.97$) olduğunu saptamıştır. Bu çalışmada Akdeniz'de boy ağırlık ilişkisi dişilerde $W = 0.012TL^{2.949}$ ($R^2 = 0.867$), erkeklerde $W = 0.008TL^{3.066}$ ($R^2 = 0.883$) olarak hesaplanmış ve türün izometrik büyüme sergilediği saptanmıştır. Bu çalışma İşmen vd. (2004) ve Vallisneri vd. (2011)'nin yaptığı çalışmalar ile desteklenmektedir.

5.2. Balık Boyu-Otolit Biyometrisi İlişkisi

Başusta ve Bıyıklı (2022), Kuzeydoğu Akdeniz’de *C. lucerna* türünün otolit biyometrisini çalışmışlardır. Çalışmada toplam boy ile otolit boyu, otolit genişliği ve otolit ağırlığı arasındaki ilişkiler sırasıyla $y=0.1325x-0.9428$ ($R^2=0.686$), $y=0.0922x-0.9869$ ($R^2=0.673$), $y=0.0011x+0.0126$ ($R^2=0.722$) olarak bulunmuştur. Toplam boy ile otolit boyu arasında kuvvetli bir ilişki ve otolit boyu ile otolit genişliği arasında orta dereceli bir ilişki bulunduğu saptanmıştır. Çalışmamızda otolit boyu balık boyu ilişkisi Karadeniz’de $OL=0,057 TL +1,987$ ($R^2=0,174$), Marmara Denizi’nde $OL=0,094TL+1,520$ ($R^2=0,649$), Ege Denizi’nde $OL=0,087TL +1,705$ ($R^2=0,496$), Akdeniz’de ise $OL=0,101TL+1,139$ ($R^2=0,553$) olarak hesaplanmıştır. Otolit genişliği balık boyu ilişkisi Karadeniz’de $OWi = 0,039TL +1,725$ ($R^2=0,172$), Marmara Denizi’nde $OWi =0,065TL+1,343$ ($R^2=0,709$), Ege Denizi’nde $OWi=0,069TL +1,236$ ($R^2=0,706$), Akdeniz’de ise $OWi=0,073TL+1,081$ ($R^2=0,585$) olarak tespit edilmiştir. Otolit ağırlığı balık boyu ilişkisi Karadeniz’de $OW = 0,0002TL +0,001$ ($R^2=0,147$), Marmara Denizi’nde $OW =0,0007TL-0,004$ ($R^2=0,604$), Ege Denizi’nde $OW =0,0005TL-0,003$ ($R^2=0,494$), Akdeniz’de ise $OW =0,0006TL-0,005$ ($R^2=0,613$) olarak belirlenmiştir. Karadeniz’de otolit biyometrisi balık boyu ilişkilerinin daha düşük çıkması Karadeniz’den ölçülen bireylerin toplam boy aralığının daha dar olmasından veya Karadeniz’in ekolojik/hidrografik özelliklerinin farklılığından kaynaklanmış olabilir.

5.3. Yaş Dağılımı

Otolitlerdeki yıllık halkalardan bireylerin yaşları hesaplanmıştır. Uzunluktaki artış ilk yıl hızlıdır ve daha sonra yavaşlar. Dişilerin büyüme hızı erkeklerden biraz daha hızlıdır ve erkek bireyler diş bireylere oranla daha küçük boyutlarda olgunlaşmaktadır. Eryılmaz ve Meriç (2005) Marmara Denizi’nde yaptıkları çalışmada *C. lucerna* türünde yaştan 1 ile 6 arasında değişim gösterdiğini saptamıştır. İşmen vd. (2004) Akdeniz’de yaptıkları çalışmada *C. lucerna* türünde 1 yaş grubunun baskın olduğunu, maksimum yaşı dişilerde 4, erkeklerde ise 3 olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada Karadeniz Marmara ve Ege denizlerinde hem diş hem de erkeklerde baskın yaş 2 iken, Akdeniz’de dişilerde 2, erkeklerde 1 yaş olduğu saptanmıştır. Ayrıca Karadeniz ve Akdeniz’de yaş 1 ile 3 arasında, Marmara Denizi’nde 1

ila 8 arasında, Ege Denizi'nde ise 1 ila 6 arasında değişim göstermektedir. Balık büyümesindeki mekansal çeşitlilik su kalitesi, besin bulunabilirliği, gözlemlenen uzunluk aralıkları ve tuzluluk ve sıcaklıktaki değişikliklerden kaynaklanabilmektedir (Froese, 2006).

5.4. Eşey Oranı ve İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu

Collignon (1968), Fas kıyılarındaki yaptıkları çalışmada dişi:erkek oranının 1,65:1,0 olduğunu, Papaconstantinou (1984), Thermaikos Körfezi'nde yaptıkları çalışmada cinsiyet oranının 1,0:1,0 civarında olduğunu, İşmen vd. (2004) İskenderun Körfezi'nde yaptıkları çalışmada dişi:erkek oranının 1,4:1,0 olduğunu bildirmişlerdir. Bizim yaptığımız çalışmada da Karadeniz'de 1,1:1,0, Marmara'da 1,5:1,0, Ege'de 1,3:1,0, Akdeniz'de 3,5:1,0 dişi:erkek oranı ile dişi sayısı erkek sayısından daha fazladır.

McCarthy ve Marriott (2018) Kuzeybatı Gallerde yaptıkları çalışmada erkeklerde ilk olgunlaşma yaşının 2,8 yaş (29.1 cm TL), dişilerde ise 2,7 yaş (27.7 cm TL) olduğunu bildirmişlerdir. Sonuçlarımız *C. lucernus*'un Karadeniz, Marmara ve Ege denizlerinde 2 yaşında olgunlaştığını göstermektedir. Akdeniz'de ise dişiler diğer denizlerde olduğu gibi 2 yaşında (19,9 cm) olgunlaşırken erkeklerin ise 1 yaşında (17,3 cm) eşeyssel olgunluğa ulaştığı tespit edilmiştir. Altun vd. (1996), Akdeniz'de (Yumurtalık Körfezi) yaptıkları çalışmada kırlangıçların birinci yıldan itibaren cinsel olgunluğa eriştiklerini belirtmiştir. İşmen vd. (2004) Akdeniz'de yaptıkları çalışmada dişilerin 20 cm (2 yaş) erkelerin ise 18 cm (2 yaş) toplam boyda ilk eşeyssel olgunluğa ulaştığını belirlemişlerdir. Akdeniz'de yapılan diğer bir çalışmada dişilerin %50'sinin eşeyssel olgunluğa ulaştığı boyun 25,5 cm, erkeklerin ise 23, 8 cm olduğunu tespit edilmiştir (Vallisneri vd., 2011). Eryılmaz ve Meriç (2005) Marmara Denizi'nde yaptıkları çalışmada *C. lucerna*'nın ilk eşeyssel olgunluk boyunu dişilerde 18,97 cm , erkeklerde 18,5 cm olduğunu ve bireylerin yaşamının 3. yılında olgunlaştığını belirtmiştir. Bizim çalışmamızda Marmara Denizi'nde ilk eşeyssel olgunluk boyu dişilerde 23,5 cm, erkeklerde ise 19,9 cm olarak hesaplanmıştır. Papaconstantinou (1984) Ege Denizi'nde (Thermaikos Körfezi) yaptıkları çalışmada dişilerin 4 yaşında, erkeklerin ise 3 yaşında olgunlaştığını bildirmiştir. Bu çalışmada Ege Denizi'nde erkeklerin (22,9 TL) de dişilerin (24,5 TL) de 2 yaşında olgunlaştığı sonucuna varılmıştır. Büyüme oranlarındaki farklılıklar farklı biyoekolojik koşullara bağlanabilir.

5.5. Stok Ayırımı

Balık stoklarının ayırt edilmesi güvenli balıkçılık kaynak yönetimi için gereklidir (Begg ve Waldman, 1999). Stokların tanımlanması popülasyonlar arası bağlantıların veya farklılıkların ilişki düzeylerinin belirlenmesine imkân verir (Gillanders ve Kingsford, 1996; Campana ve Thorrold, 2001). Ticari olarak sömürülen balık stoklarının çoğu, geçici bir karışımla güçlü habitat örtüşmeleri gösterir. Özellikle stoklar üretkenlik bakımından farklılık gösterdiğinde stok karışımlarının dikkate alınmaması, özgün yumurtlayan bireylerin aşırı sömürüsüne yol açabilir (Kerr ve Campana, 2014). Bu nedenle, karışım stoklarındaki bireylerin, yüksek sınıflandırma doğruluğu olan güvenilir stok ayırma yöntemleri kullanılarak stok orijinlerinin belirlenmesi gerekmektedir (Cadrin vd., 2014).

Balıklarda stok ayırımına ilişkin Türkiye denizlerinde yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Atay (1985), kırlangıç balıklarının Marmara, Ege ve Akdeniz'de bolca bulunduğunu, Karadeniz'de ise nadiren bulduklarını belirtmiştir. Turan vd. (2004) yaptıkları çalışmada Karadeniz, Ege ve Kuzeydoğu Akdeniz'deki hamsinin (*Engraulis encrasicolus* L.) morfometrik yapısını incelemiş, denizler arasında yüksek derecede (%93) farklılık olduğunu, denizlerdeki hamsilerin farklı kümelenmeleri temsil ettiğini, özellikle de Akdeniz'deki hamsi popülasyonlarının Ege ve Karadeniz'den morfolojik olarak farklı olduğunu saptamıştır. Bizim çalışmamızda da *C. lucerna*'nın Akdeniz popülasyonunun diğer denizlerden önemli ölçüde ayrıldığı sonucuna varılmıştır. Turan (2004) yaptığı çalışmada sarı kuyruk istavrit, *Trachurus mediterraneus*'un Karadeniz, Marmara, Ege ve Doğu Akdeniz'deki stokları arasındaki morfolojik farklılıkları incelemiştir. Marmara Denizi örneklerinin hem morfometrik hem de meristik karakterler açısından diğerlerinden en izole örnekler olduğu, Ege Denizi ve Akdeniz'de bir dereceye kadar örtüşme olduğu belirlenmiştir. Ergüden ve Turan (2005) yaptıkları çalışmada levrek, *Dicentrarchus labrax*'ın Karadeniz, Marmara, Ege ve Kuzeydoğu Akdeniz'deki popülasyonlarının genetik ve morfolojik yapısının incelemiş, popülasyonların morfolojik olarak birbirinden ayrıştığını saptamıştır. Turan (2006) yaptıkları çalışmada Karadeniz, Marmara, Ege ve Kuzeydoğu Akdeniz'deki lüfer (*Pomatomus saltatrix*) stokları arasındaki morfometrik ve meristik değişimlerini incelemiştir. Çalışmada hem morfometrik hem de meristik analizlerde en yüksek yeniden sınıflandırma oranının, en net izole edilen gruplar olan Doğu Karadeniz ve

Kuzeydoğu Akdeniz örneklerinde olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada da *C. lucerna* bireylerinin morfolometrik analizler (otolit şekil indeksleri) açısından en yüksek yeniden sınıflandırma oranının Karadeniz ve Akdeniz’de (%47,5) olduğu saptanmıştır. Dürrani ve Seyhan (2024) yaptıkları çalışmada *Trachurus mediterraneus* türünün Marmara ve Karadeniz'deki vücut ve otolit şekil analizlerini kullanarak stoklarının tanımlanmasını amaçlamışlardır. Çalışmada şekil indeksleri ve eliptik fourier analizi kullanılarak yapılan otolit şekil analizi, üç farklı *T. mediterraneus* stokunun varlığını desteklemiş, Doğu Karadeniz, Orta Karadeniz ve Marmara Denizi arasında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Saygın (2024) yaptığı çalışmada Ege, Karadeniz ve Akdeniz’de yaşayan *Mullus barbatus* türünün sagittal otolit morfolometrisini incelemiştir. Çalışma sonunda Eliptik Fourier analizinin (%68,6) Karadeniz’i Akdeniz ve Ege denizlerinden ayırırken, Wavelet analizinin (%69,3) Ege Denizi’ni Akdeniz ve Karadeniz’den ayırdığı saptanmıştır.

5.5.1. Otolit Şekil İndeksleri

Balıkların iç kulağında bulunan kalsiyum karbonat yapılı otolitler yaygın olarak kullanılan stok ayırma tekniklerinden biridir (Campana ve Casselman 1993). Otolit şekil ölçümleri, spesifik ayırım, stok analizi ve otolit morfolojisi çalışmalarında şekil farklılıklarının işlevinin ve ekolojik öneminin test edilmesinde bir indeks olarak kabul edilmektedir (Cardinale vd., 2004). Otolit şekil analizleri, balık popülasyonları arasında ayırım yapmak için değerli bir araçtır (Moreira vd., 2018). Otolit şeklinin bir dizi çevresel (Tuset vd., 2003a) ve endojen faktörlerden (Cardinale vd., 2004) etkilenmekte ve bir türün stokları arasında farklılık gösterebildiği gibi, aynı stok içindeki yaş, cinsiyet ve yıl sınıfları arasında da farklılık gösterebilmektedir (Campana ve Casselman 1993; Cardinale vd., 2004). Otolit şekli çoğunlukla çevresel ve genetik faktörlerin bir kombinasyonu tarafından yönlendirilir ve farklı stokların ilgili bir işareti olarak kullanılabilen stoğa özgü özellikler içerir (Berg vd., 2018)

Otolit ağırlığı, büyüme oranındaki değişikliklere karşı duyarlıdır ve güçlü bir ayırıcıdır (Foresberg ve Neal, 1993; Zorica vd., 2010; Amouei vd., 2014). Bostancı vd. (2015) dört allopatrik *Alburnus* türünün tanımlanması amacıyla yaptıkları çalışmada otolit şekli ve morfolometrisini kullanmıştır. Yapılan çalışmada otolit ağırlığının *Alburnus* türleri

için güçlü bir ayırıcı olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada otolit ağırlığının denizler arasında anlamlı farklılıklar gösterdiği, yapılan istatistiksel analizler sonucunda ise Marmara Denizi'nde tüm diğer denizlerden anlamlı derecede farklı olduğu saptanmıştır.

Dairesellik (CL) minimum 4π (12.57) değerini alan ve otolitin tam bir daireye ne kadar benzediği ile ilgili bilgi veren otolit şekil indeksidir (Tuset 2003b). Tuset vd. (2008) yaptıkları çalışmada *C. lucerna* türü için daireselliğin minimum 15,4 cm maksimum 26,0 olduğunu belirtmişlerdir. Çiçek vd. (2021) ise *C. lucerna* türü için ortalama daireselliği 17,378 olarak belirlemiştir. Bu çalışmada ortalama dairesellik Karadeniz'de 22,5 cm, Marmara Denizi'nde 20,9 cm, Ege Denizi'nde 21,2 cm, Akdeniz'de 21,7 cm olarak tespit edilmiştir.

Dikdörtgenlik (RE) otolit şekil indeksi uzunluk ve genişliğin alana göre olan değişikliklerini tanımlar, diğer bir deyişle alanın uzunluk ve genişliğin çarpımına oranıdır. Dikdörtgenlik için 1,0 değeri otolitin tam bir kare olduğunu ifade eder (Tuset 2003b). *C. lucerna* türü için dikdörtgenlik Tuset vd. (2008)'nin çalışmasında 0,1, Çiçek vd. (2021)'nin çalışmasında ise 0,683 olarak belirtilmiştir. Bu çalışmada Karadeniz'de 0,715, Marmara Denizi'nde 0,709, Ege Denizi'nde 0,698, Akdeniz'de 0,708 olarak saptanmıştır.

Form faktörü (FF); mükemmel bir daire olduğunda 1,0 değerini alan, düzensizleştikçe de 0'a yaklaşan, yüzey alanı düzensizliğini tahmin etmek için kullanılan otolit şekil indeksidir. Yuvarlaklık (RO); daireye benzerlik hakkında bilgi veren otolit şekil indeksidir. Eliptiklik (EL), otolit eksenlerindeki değişikliklerin orantılı olup olmadığını gösterir (Tuset 2003b). Çerçeve oranı (AR) otolit uzunluğu ile otolit genişliği arasındaki orandır, bu faktör otolitin şekil eğilimini ifade eder; balığın otoliti ne kadar uzun olursa çerçeve oranı da o kadar büyük olur (Zorica vd., 2010). Çiçek vd. (2021) yaptıkları çalışmada *C. lucerna* türü için ortalama form faktör 0,723, yuvarlaklık 0,630, eliptiklik 0,160, çerçeve oranı ise 1,382 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada ortalama form faktörü Karadeniz'de 0,568, Marmara Denizi'nde 0,606, Ege Denizi'nde 0,596, Akdeniz'de 0,589 olarak belirlenmiştir. Ortalama yuvarlaklık Karadeniz'de 0,723, Marmara Denizi'nde 0,700, Ege Denizi'nde 0,697, Akdeniz'de 0,726 olarak tespit edilmiştir. Ortalama eliptiklik

Karadeniz’de 0,116, Marmara Denizi’nde 0,127, Ege Denizi’nde 0,122, Akdeniz’de 0,109 olarak saptanmıştır. Ortalama çerçeve oranı ise Karadeniz’de 1,266, Marmara Denizi’nde 1,294, Ege Denizi’nde 1,283, Akdeniz’de 1,247 olarak tespit edilmiştir.

Özpiçak vd. (2019) Karadeniz’de lüfer balığının otolit şekil indeksleri üzerine yaptıkları çalışmada otolit uzunluğu artarken çerçeve oranı, eliptiklik ve daireselliğin arttığı, form faktörü, yuvarlaklık ve dikdörtgenlik değerlerinin ise azaldığı sonucuna varmıştır. Bu çalışmada da otolit uzunluğu artarken; çerçeve oranı ve eliptiklik artarken, yuvarlaklık ve dikdörtgenliğin azaldığı tespit edilmiştir. Ferreira vd. (2019) Portekiz’de *C. lucerna* bireylerinin stok ayırımı ile ilgili yaptıkları çalışmada form faktör, dikdörtgenlik ve dairesellik şekil indeksleri açısından denizlerin birbirinden ayrıştığı sonucuna varmışlardır. Bizim çalışmamızda form faktör ve dairesellik şekil indeksleri stokları ayırmada istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. *C. lucerna* otolitlerinin şekil indekslerine yapılan ayırım analizi, denizlerde örtüşmeler olsa da Karadeniz ve Marmara denizlerinin otolit morfometrisi açısından birbirinden farklı olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ayrıca, yapılan istatistiksel analizler dairesellik şekil indeksi açısından tüm denizlerdeki stokların birbirinden farklı olduğunu, form faktör şekil indeksi açısından ise Karadeniz’deki stokların Marmara Denizi’ndeki stoklardan farklı olduğunu açığa çıkarmıştır.

Literatürde bireylerin otolit şekil indeksleri ile orijinal konumlarına göre doğru sınıflandırılmasıyla ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Tuset vd. (2003b) *Serranus cabrilla*’da Kanarya Adaları ile Alicante arasında denizsel farklılıkları %68,8 doğrulukla ortaya koymuştur. Bourehail vd. (2015) Cezayir’de *Sphyræna sphyræna* ve *Sphyræna viridensis* stoklarını ayırmak için otolit şekil indekslerini kullanmış ve çalışmada bireylerin %80’inin otolit şekli ile doğru şekilde sınıflandırılabilceği sonucuna varmışlardır. Özpiçak vd. (2018) Karadeniz’deki dört lokaliteden örneklenen kefalın utriküler ve lagenar otolit şekillerinin popülasyon içi ve popülasyonlar arası varyasyonlarını belirledikleri çalışmada, bireylerin otolit şekline göre %65 oranında doğru şekilde sınıflandırıldığını tespit etmişlerdir. Ferreira vd. (2019) Portekiz’de *C. lucerna* bireylerinin stok ayırımı ile ilgili yaptıkları çalışmada otolit şekil indeksleri ile bireylerin orijinal denizlerine yeniden tahsis başarısının düşük olduğu (%51) sonucuna varmıştır. Bu çalışmada ise *C. lucerna* bireylerinin orijinal denizlerine göre doğru sınıflandırılması otolit şekline göre yapıldığında başarı çok düşük olmuştur (%47,5).

Bu nedenle de sadece şekil indeks analizi sonuçlarına bakarak denizlerdeki *C. lucerna* popülasyonlarını sınıflandırmada yeterli olmadığı düşünülmektedir.

5.5.2. Otolit Element Analizi

Balık otolitlerindeki element konsantrasyonlarının kronolojik kayıtları, bireysel balıkların yaşadığı çevresel koşulları anlamak için yaygın olarak kullanılan bir araçtır (Hüssy vd., 2024). Otolit element bileşiminin balık stoklarının popülasyon yapısını ve popülasyonların bağlantısını belirlemede yararlı bir teknik olduğu kanıtlanmıştır (Moreira vd., 2018). Turan vd. (2006) *T. mediterraneus* ile yaptıkları çalışmada Na:Ca ve K:Ca oranlarının Karadeniz ve Ege denizlerinin ayrılmasında önemli ölçüde rol aldığını rapor etmişlerdir. Gillanders ve Kingsford (2005) yaptıkları çalışmada benzer habitatlardaki çipura türleri arasında lityum (Li) ve manganez (Mn) elementleri açısından önemli farklılıklar bulunduğunu bildirmiştir. Bal ve Esen (2021) Marmara Denizi'nde iki demersal balık türünün *Merluccius merluccius* ve *Mullus surmuletus*'un otolit kimyası ve otolit morfolojisi üzerine yaptıkları çalışmada otolitlerde Sr:Ca ve Mg:Ca konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Çalışmada iki balık türü için stronsiyum (Sr), magnezyum (Mg) ve kalsiyum (Ca) miktarları arasındaki önemli fark olduğu, Sr ve Mg elementlerinin *Merluccius merluccius* türünde daha fazla olduğu rapor edilmiştir. Schroeder vd. (2022) Atlantik okyanusunda *S. brasiliensis* ile ilgili yaptıkları çalışmada Ba:Ca, Cu:Ca, Li:Ca, Mg:Ca, Mn:Ca, Sr:Ca ve Zn:Ca element oranlarının denizsel olarak farklılıklarını rapor etmişlerdir. Ferreira vd. (2023) Portekiz kıyılarında yaptıkları çalışmada *C. lucerna* türünün otolitlerindeki Sr:Ca ve Ba:Ca oranını kullanarak acı ve deniz suları arasındaki tür hareketini değerlendirmiştir. Çalışmada juvenil bireyler kullanılmış ve çoğu bireyin (%97) nehir ağzına bağlı bir profile sahip olsa da tüm yaşamı boyunca orada olmadığı, %63'ünün yaşamının erken dönemlerinde deniz sularında bulunduğu saptanmıştır. Koochaknejad vd. (2024) otolit element analizi ile Basra Körfezi'nde *Tenualosa ilisha* balığının göç davranışlarını ve stok yapısını belirledikleri çalışmada otolitlerdeki Sr:Ca, Ba:Ca ve Li:Ca oranlarını analiz etmiştir. Bu örneklerden de anlaşıldığı üzere elementlerin stok ayırımı üzerindeki etkisi türlere göre değişim göstermektedir. Çalışmamızda *C. lucerna* otolitlerinin kimyasal analizi sonucunda diğer kıyı deniz türlerinde bulunan genel konsantrasyon aralıkları dahilinde olan 10 elementin (Li, Mn, Fe, Co, Ni, Cu Zn, Sr, Ba, K) bilgilendirici seviyelerde varlığı tespit

edilmiştir. Na:Ca, Mg:Ca, Pb:Ca, P:Ca elementlerinin oranları çalışma alanı boyunca denizsel bir değişiklik göstermemiştir. Türkiye'nin dört denizinden yakalanan türün otolitlerinde hemen hemen tüm element:Ca oranları denizsel farklılıklar göstermiştir.

Karadeniz, Ege ve Akdeniz'de kalsiyumdan sonra en bol bulunan element sodyum (Na) iken, Marmara Denizi'nde stronsiyum (Sr) elementi olmuştur. Ferreira vd. (2019) Portekiz'de yaptıkları çalışmada da stronsiyum (Sr) elementinin *C. lucerna* otolitlerinde en bol bulunan element olduğunu rapor etmişlerdir. Sr elementinin tuzluluk ile pozitif korelasyona sahip olduğunu ve bu nedenle genellikle yüksek tuzluluk ortamlarıyla ilişkilendirilen bir eser element olduğunu belirten birçok çalışma mevcuttur (Moreira vd., 2018). Ancak, Hüsey vd. (2024) yaptıkları çalışmada beklenenin aksine çevresel kontrol altındaki elementlerden olan Sr elementinin tuzlulukla ilişkili olmadığını belirtmişlerdir. Otolitlerdeki Sr elementinin fazla olması suyun tuzluluk oranıyla ilgili olabilir ya da balık büyümesi ve yumurtlama gibi intogenetik süreçlerden kaynaklanabilmektedir. Ayrıca, Ferreira vd. (2023) Portekiz kıyılarında yaptıkları çalışmada *C. lucerna*'nın yüksek çevresel esneklik ve adaptasyon göstererek farklı tuzluluk derecelerine sahip habitatlara yerleşebildiği ve göç edebildiğini belirlemişlerdir. Diğer denizlerdeki *C. lucerna* otolitlerinde sodyum elementinin fazla çıkması da yine suyun tuzluluk oranı ile ya da balık bireylerinin beslenme, büyüme gibi fizyolojik süreçleri ile ilişkili olabilir (Avigliano vd., 2017). Sr ve Ba elementleri genellikle zıt yönlerde değişen tuzluluk gradyanlarıyla ilişkilidir. Sr elementi Marmara Denizi'nde fazla iken, Ba elementi ise tuzluluk oranı daha düşük olan Karadeniz'de Marmara Denizi'ne oranla daha fazla olduğu belirlenmiştir. Br konsantrasyonu genellikle karasal tatlı su kaynakları ve kıyıdaki yükselme süreçleriyle ilişkilidir (Bath vd., 2000).

Mn:Ca, Ni:Ca, Co:Ca, Cu:Ca, Zn:Ca konsantrasyonlarının tüm denizlerde anlamlı derecede farklı olduğu saptanmıştır. Balık otolitlerinde Cu, Zn, Co ve Ni gibi geçiş metallere varlığı, çevresel bir etkiden çok, esas olarak fizyolojik rollerinden kaynaklanmaktadır (Thomas vd., 2017). Ayrıca, Co, Cu gibi ağır metallerin otolitlerde fazlalığı, balıkların su kirliliğine çevresel olarak maruz kalma geçmişiyle tutarlı olabilir. Co elementi Karadeniz'de Marmara ve Ege denizlerine oranla daha fazla bulunmuştur. Bu da Karadeniz'de su kirliliği olma ihtimalini akıllara getirmektedir. Zn:Ca element oranı

Marmara Denizi'nde tüm diğer denizlere oranla daha fazladır. Teleost balıklarında Zn alımının birincil kaynağı beslenmedir (Mathews ve Fisher, 2009). Ayrıca, Thomas vd. (2017) yaptıkları çalışmada dişilerin otolitlerindeki Zn:Ca oranını *Pleuronectes platessa* türünün yumurtlama zamanı ile ilişkili olduğunu saptamışlardır. Hüseyin vd. (2024) ise fizyolojik kontrol altında olan Zn elementinin yumurtlayan bireylerde fazla olduğunu belirtmiştir. Marmara Denizi'nde Zn elementinin fazla çıkması büyük ölçekte suyun besin açısından zengin olduğunun göstergesi olabilir ya da benzer boy aralığında bireylerin kullanıldığı bu çalışmada Zn elementinin fazla çıkması türün eşeyssel olgunluğa erişmiş olması ile ilişkili olabilir.

C. lucerna populasyon yapısı üzerindeki iki otolit doğal etiketinin sinerjistik bir kombinasyonu, bunların populasyon etkileşimlerini anlama konusundaki faydalarını ve potansiyellerini karşılaştırmak için fırsat sağlamaktadır. Ayrım analizi sonucunda %95 güven aralığı ile yapılan elipslerden de açıkça görülmektedir ki Marmara ve Karadeniz stokları hem otolit şekli hem de kimyası açısından birbirinden farklıdır. Bu da iki stokun yüksek düzeyde ayrıştığını, populasyonlarının sınırlı miktarda karıştığını ya da hiç karışmadığını düşündürmektedir. Yine Akdeniz tüm diğer denizlerden otolit kimyası açısından ayrılmaktadır. Bu da Akdeniz'deki tür dağılım alanının muhtemelen otolitlerin kimyasını etkileyebilecek çevresel farklılıkların bir sonucu olarak diğer denizlerden izole edildiğini göstermektedir. Marmara ve Ege denizleri stoklarının hem otolit şekli hem de kimyası açısından örtüştüğü belirlenmiştir. Bu durum bitişik denizlerdeki ortam koşullarının benzerliği nedeniyle olabilir. Tüm doğal etiketler (otolit şekil indeksi ve otolit kimyası) birlikte değerlendirildiğinde dört denizde de balıklar nispeten yüksek bir doğruluk derecesiyle (%75-%90) orijinal konumlarına göre yeniden sınıflandırılabilir.

Sonuç olarak, otolit şekil analizleri ve otolit kimyası birlikte değerlendirildiğinde Türkiye'nin dört denizindeki (Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz) örneklemelerde *C. lucerna* bireylerini yüksek oranda ayırt edebilmiştir. Yapılan analizler sonucunda Marmara ve Ege denizlerinde habitat bağlantıları bulunsa da, Karadeniz ve Akdeniz'in *C. lucerna* stokları açısından izole denizler olduğu belirlenmiştir. Bu balık stoklarının balıkçılık amacıyla ayrı ayrı yönetilmesi gerektiğini göstermiştir.

KAYNAKÇA

- Akyol, O. (2013). “New maximum length of Tub gurnard, *Chelidonichthys lucerna* (Linnaeus, 1758)(Osteichthyes: Triglidae) in the Southern Aegean Sea, Turkey”. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 19 (1), 138-142.
- Altun, A., Göksu, M. Z. L., Türel, C. ve Erdem, Ü. (1996). “Yumurtalık (Adana) Körfezindeki Dil Balığı (*Solea vulgaris* Quensel, 1806) ve Kırlangıç Balığı (*Trigla lucerna* LINNAEUS, 1758) Türlerinin Bazı Biyolojik Özellikleri”. *XII. Ulusal Biyoloji Kongresi*, 17-20 Eylül 1996, İstanbul, 147-158.
- Amouei, F., Valinassab, T., Haitov, A. (2014). “Age determination and morphology of otolith in *Alburnus chalcoides* (Guldenstaedt, 1772) in the southern Caspian Sea”. *Caspian Journal of Environmental Sciences*. 12 (2), 205-214.
- Atay, D. (1985). *Deniz Balıkları ve Üretim Tekniği*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: Ankara, 943 Ders Kitabı No: 268, 278s.
- Atılğan, E., Erbay, M., Aydın, İ. (2010). “Doğu Karadeniz'deki Ekonomik Bazı Balık Türlerinin Otolit Özellikleri”. *Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Yunus Araştırma Bülteni*, 3, 12-15.
- Atılğan, E., Başçınar, N. S., Erbay, M. (2012). “Doğu Karadeniz'deki İstavrit, *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868)'in Otolit Özellikleri ve Bazı Populasyon Parametreleri”. *Journal of FisheriesSciences. com*, 6 (2), 114-124.
- Avigliano, E., Domanico, A., Sánchez, S., Volpedo, A. V. (2017). “Otolith elemental fingerprint and scale and otolith morphometry in *Prochilodus lineatus* provide identification of natal nurseries”. *Fisheries Research*, 186, 1-10.
- Avşar, D. (2005). *Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği*. Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi. Ders Kitabı No: 5, Baki Kitap Evi: Adana, 303s
- Bal, H., Esen, S. (2021). “Preliminary study on otolith chemistry and otolith morphology of two demersal fish species, European hake (*Merluccius merluccius* Linnaeus, 1758) and striped red mullet (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758) in the Sea of Marmara”. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 38 (4), 515-521.

- Baron, J. (1985). “Les triglidés (Téléostéens, Scorpaeniformes) de la baie de Douarnenez. II: La reproduction de *Eutrigla gurnardus*, *Trigla lucerna*, *Trigloporus lastoviza* et *Aspitrigla cuculus*”. *Cybium (Paris)*, 9 (3), 255-281.
- Bastacı, S. (2005). İskenderun körfezi ve Karataş kıyılarındaki kırlangıç balığı (*Chelidonichthys lucernus* Linnaeus, 1758) popülasyonunun üreme, büyüme ve ölüm oranlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Başusta, A., Bal, H., Aslan, E. (2013a). “Otolith biometry-total length relationships in the population of Hazar Bleak, *Alburnus heckeli* (Battalgil, 1943) inhabiting Lake Hazar, Elazığ, Turkey”. *Pakistan Journal of Zoology*, 45 (1), 1180–1182.
- Başusta, A., Bıyıklı, N. D. (2022). “Kuzeydoğu Akdeniz’de Yaşayan *Chelidonichthys lucerna* (Linnaeus, 1758) Türünün Otolit Biyometrisi”. *Ecological Life Sciences*, 17 (4), 187-202.
- Başusta, A., Özer, E. I., Girgin, H. (2013b). “Munzur Nehri’ndeki kırmızı benekli alabalığın (*Salmo trutta macrostigma* (Dummeril, 1858)) otolit boyutları- balık boyu arasındaki ilişki”. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 7 (1), 22–29.
- Başusta, A., Özer, E. I., Girgin, H. (2013c). “Akdeniz’deki *Lepidotrigla dieuzeidei* (Blanc and Hureau, 1973) popülasyonunda otolit biyometrisi- balık boyu uzunluğu arasındaki ilişki”. *Yunus Araştırma Bülteni*, 3, 3–9.
- Bath, G. E., Thorrold, S. R., Jones, C. M., Campana, S. E., McLaren, J. W., Lam, J. W. (2000). “Strontium and barium uptake in aragonitic otoliths of marine fish”. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 64 (10), 1705-1714.
- Begg, G. A., Waldman, J. R. (1999). “An holistic approach to fish stock identification”. *Fisheries Research*, 43 (1-3), 35-44.
- Ben-Tuvia, A. (1953). “Mediterranean fishes of Israel”. *Bull. Sea Fish. Res. Stn.*, 8, 1-40.
- Berg F., Almeland O.W., Skadal J., Slotte A., Andersson L., Folkvord A. (2018). “Genetic factors have a major effect on growth, number of vertebrae and otolith shape in Atlantic herring (*Clupea harengus*)”. *PLoS One*, 13 (1): e0190995.
- Bostancı, D., Polat, N., Kurucu, G., Yedier, S., Konaş, S., 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.

Boudaya, L., Neifar, L., Rizzo, P., Badalucco, C., Bouain, A., Fiorentino, F. (2008). “Growth and reproduction of *Chelidonichthys lucerna* (Linnaeus) (Pisces: Triglidae) in the Gulf of Gabès”, Tunisia”. *Journal of Applied Ichthyology*, 24 (5), 581-588.

Bourehail, N., Morat, F., Lecomte-Finiger, R., Kara, M. H. (2015). “Using otolith shape analysis to distinguish barracudas *Sphyraena sphyraena* and *Sphyraena viridensis* from the Algerian coast”. *Cybium*, 39 (4), 271-278.

Ben-Tuvia, A. (1971). “Revised list of the Mediterranean fishes of Israel”. *Israel Journal of Ecology and Evolution*, 20 (1), 1-39.

Cadrin, S. X., Karr, L. A., Mariani, S. (2014). “Stock identification methods: an overview”. *Stock identification methods*, 1-5.

Campana, S. E., Annand, M. C., McMillan, J. I. (1995). “Graphical and statistical methods for determining the consistency of age determinations”. *Transactions of the American Fisheries Society*, 124 (1), 131-138.

Campana, S. E. and J. M. Casselman, (1993). “Stock discrimination using otolith shape analysis”. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 50 (5): 1062–1083.

Campana, S. E., Chouinard, G. A., Hanson, J. M., Frechet, A., Brattey, J. (2000). “Otolith elemental fingerprints as biological tracers of fish stocks”. *Fisheries Research*, 46 (1-3), 343-357.

Campana, S. E., Neilson, J. D. (1985). “Microstructure of fish otoliths”. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 42 (5), 1014-1032.

Campana, S. E. (1999). “Chemistry and composition of fish otoliths: pathways, mechanisms and applications”. *Marine Ecology Progress Series*, 188, 263-297.

Campana, S. E., ve Thorrold, S. R. (2001). “Otoliths, increments, and elements: keys to a comprehensive understanding of fish populations?”. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58 (1), 30-38.

- Cardinale, M., Doering-Arjes, P., Kastowsky, M., 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, 158–167.
- Cengiz, Ö., Özekinci, U., İşmen, A., Öztekin, A. (2012a). "Saroz Körfezi'ndeki (Kuzey Ege Denizi, Türkiye) benekli pisi balığının, *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810) toplam boy-otolit boyu arasındaki ilişki". *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 28 (5), 429-434.
- Cengiz, Ö., Özekinci, U., Öztekin, A. (2012b). "Çanakkale Boğazı ve Gelibolu Yarımadası (Kuzeydoğu Akdeniz, Türkiye) kıyılarında yakalanan lüfer balığının *Pomatomus saltatrix*, (Linnaeus, 1766) toplam boy-otolit boyu arasındaki ilişki". *Journal of the Institute of Science and Technology*, 2 (1), 31-34.
- Collignon, J. C. (1968). "Les Trigles des Eaux Marocaines (Ière note), Generalités: L'espece *Trigla lucerna*". *Bul. Inst. Peches Marit. Maroc*, 16, 3-13.
- Crec'hriou, R., Neveu, R., Lenfant, P. (2012). "Length–weight relationship of main commercial fishes from the French Catalan coast". *Journal of Applied Ichthyology*, 28 (5), 861-862.
- Çiçek, E., Avsar, D., Ozyurt, C. E., Yeldan, H., Manasırlı, M. (2008). "Age, growth, reproduction and mortality of tub gurnard ((*Chelidonichthys lucernus* (Linnaeus, 1758)) inhabiting in Babadillimani Bight (Northeastern Mediterranean Coast of Turkey)". *Journal of Biological Science*, 8 (1), 155-160.
- Çiçek, E., Avşar, D., Yeldan, H., Manaşırlı, M. (2020). "Comparative morphology of the sagittal otolith of mullet species (Mugilidae) from the Iskenderun Bay, north-eastern Mediterranean". *Acta Biologica Turcica*, 33 (4), 219-226.
- Çiçek, E., Avşar, D., Yeldan, H., Manaşırlı, M. (2021). "Otoliths atlas of 77 fish species from the Iskenderun Bay, Northeastern Mediterranean Sea". *Fishtaxa-Journal of Fish Taxonomy*, 19, 9-55.
- Dainys, J., Putys, Z., Bacevicius, E., Shiao, J. C., Iizuka, Y., Jakubaviciute, E., Lozys, L. (2017). "First record of tub gurnard, *Chelidonichthys lucerna* (Linnaeus, 1758), from the south-eastern Baltic Sea (Lithuania)". *Journal of Applied Ichthyology*, 33 (6), 1223-1225.

- Demirel, N., Dalkara, M.E. (2012). "Weight-length relationships of 28 fish species in the Sea of Marmara". *Turkish Journal of Zoology*, 36 (6), 785-791.
- Demirci, S., Özyılmaz, A., Simsek, E. (2015). "Otolith Chemistry of Barracuda (*Sphyraena sphyraena*, Linnaeus, 1758) in Iskenderun Bay". *Aquaculture Studies*, 15 (1), 027-032.
- Dörtbudak, M., Özcan, G. (2015). "İkizce Çayı'ndaki (Şırnak) siraz balığının [*Capoeta umbla* (Heckel, 1843)] otolit biyometrisi-balık boyu arasındaki ilişki". *Aquaculture Studies*, 15 (1), 67-72.
- Dulcic, J., Glamuzina, B. (2006). "Length–weight relationships for selected fish species from three eastern Adriatic estuarine systems (Croatia)". *Journal of Applied Ichthyology*, 22 (4), 254-256.
- Dulcic, J., Grubisic, L., Katavic, I., Skakelja, N. (2001). "Embryonic and Larval Development of the Tub Gurnard *Trigla lucerna* (Pisces Triglidae)". *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 81 (2), 313-316.
- Ergüden, D., Turan, C. (2005). "Examination of genetic and morphologic structure of sea-bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) populations in Turkish coastal waters". *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29 (3), 727-733.
- Ergüden, D., Alagöz Ergüden, S. (2013). "İskenderun Körfezi'ndeki Karagöz İstavrit *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758)'in otolit Özellikleri ve balık boy-ağırlık ilişkileri". *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 28 (2), 133-148.
- Eryılmaz, L., Meriç, N. (2005). "Some biological characteristics of the tub gurnard, *Chelidonichthys lucernus* (Linnaeus, 1758) in the Sea of Marmara". *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29 (2), 367-374.
- Faltas, S.N. ve Abdallah, M. (1997). "Growth, Mortality and Relative Yield Per Recruit of Two Triglid Species From the Egyptian Mediterranean, off Alexandria". *Bulletin of the National Institute of Oceanography and Fisheries, A.R.E.*, 23, 473-484.
- FAO (1971). Species Identification Sheets for Fishery Purposes Mediteranean and Black Sea, Fishing Area: Rome, 37, 1.

- Ferreira, I., Santos, D., Moreira, C., Feijó, D., Rocha, A., Correia, A. T. (2019). "Population structure of *Chelidonichthys lucerna* in Portugal mainland using otolith shape and elemental signatures". *Marine Biology Research*, 15 (8-9), 500-512.
- Ferreira, I., Daros, F. A., Moreira, C., Feijó, D., Rocha, A., Mendez-Vicente, A., Pisonero, J., Correia, A. T. (2023). "Is *Chelidonichthys lucerna* (Linnaeus, 1758) a Marine Estuarine-Dependent Fish? Insights from Saccular Otolith Microchemistry". *Fishes*, 8 (7), 383.
- Frimodt, C. (1995). *Multilingual illustrated guide to the world's commercial coldwater fish*. Fishing News Books, Osney Mead, Oxford, England. 215 p.
- Froese, R. (2006). "Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations". *Journal of Applied Ichthyology*, 22 (4), 241-253.
- Gillanders, B. M., Kingsford, M. J. (1996). "Elements in otoliths may elucidate the contribution of estuarine recruitment to sustaining coastal reef populations of a temperate reef fish". *Marine Ecology Progress Series*, 141, 13-20.
- Gillanders, B. M. (2005). "Using elemental chemistry of fish otoliths to determine connectivity between estuarine and coastal habitats". *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 64 (1), 47-57.
- Girgin, H., Başusta, A. (2022). "Kuzeydoğu Akdeniz'de Yaşayan Yalancı Isparoz ((*Pomadasys stridens* (Forsskal, 1775) Türünün Otolit Biyometrisi)". *Ecological Life Sciences*, 17 (4), 245-256.
- Girgin, H., Başusta, N. (2023). "The Relationships of Otolith Dimensions (Length-Breadth) with Weight and Total Length of Greater Forkbeard (*Phycis blennoides* (Brünnich, 1768)) Captured from northeastern Mediterranean Sea". *Natural and Engineering Sciences*, 8 (3), 151-158.
- Gökçe, M. A., Shackley, S. E., ve Çek, Ş. (2001). "Üç Kırlangıç Balığı Türünün (*Trigla lucerna*, *Aspitrigla cuculus*, *Eutrigla gurnardus*) Yumurtlama Modelleri". *XI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, 4-6 Eylül 2001, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay, 1, 368-375.

- Gökçe, G., Çekiç, M., Filiz, H. (2010). “Length-weight relationships of marine fishes off Yumurtalık coast (İskenderun Bay), Turkey”. *Turkish Journal of Zoology*, 34 (1), 101-104.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., Black, W. C. (1998). *Multivariate data analysis. Englewood Cliff. New Jersey, USA*, 5 (3), 207-2019.
- Haşimoğlu, A., Ak, O., Kasapoğlu, N., Atılğan, E. (2016). “New maximum length report of *Chelidonichthys lucerna* (Linnaeus, 1758) in the Black Sea, Turkey”. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 22, 149-154.
- Hüssy, K., Haase, S., Mion, M., Hilvarsson, A., Radtke, K., Thomsen, T. B., Sturrock, A. M. (2024). “Into the wild: coupling otolith and archival tag records to test assumptions underpinning otolith chemistry applications in wild fish”. *Frontiers in marine science*, 11, 1365023.
- Holden, M. J., Raitt D.F.S., (1974) “Manual of Fisheries Science. Part 2-Methods of recourse investigation and their application”. *FAO Fisheries Technical Paper*, 115 (1), 214 p.
- ICES (2006). Report of the ICES Advisory Committee on Fishery Management, Advisory Committee on the Marine Environment and Advisory Committee on Ecosystems. ICES Advice, 1.
- İşmen, A., İşmen, P., Başusta, N. (2004). “Age, growth and reproduction of Tub Gurnard (*Chelidonichthys lucerna* L. 1758) in the Bay of Iskenderun in the eastern Mediterranean”. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28 (2), 289-295.
- İşmen, A., Ozen, O., Altınagac, U., Ozekinci, U., Ayaz, A. (2007). “Weight-length relationships of 63 fish species in Saros Bay, Turkey”. *Journal of Applied Ichthyology*, 23 (6), 707-708.
- Jawad, L., Al-Mamry, J., Al-Busaidi, H. (2011). “Relationship between fish length and otolith length and width in the lutjanid fish, *Lutjanus bengalensis* (Lutjanidae) collected from Muscat City coast on the Sea of Oman”. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 17 (2), 116-126.

- Kabaklı, F., Ergüden, D. (2018). “Relationships between fish length and otolith dimensions of Redcoat, *Sargocentron rubrum* (Forsskal, 1775) in the Southeastern Mediterranean Sea, Turkey”. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, 4 (2), 156-162.
- Kamakhidze, A., Diasamidze, D., and Guchmanidze, A. (2003). “Workshop on Demersal Resources In the Black Sea Azov Sea”. *Georgian Marine Ecology and Fisheries Research Institute Black Sea Regional Activity Center for Biodiversity Conservation 51 Rustaveli str. B.O. Box 58, 384500 Batumi-Georgia*,130p.
- Karachle, P. K., Başusta, A., Başusta, N., Bostanci, D., Buz, K., Girgin, H., Vasilakopoulos, P. (2015). “New fisheries-related data from the Mediterranean Sea (April 2015)”. *Mediterranean Marine Science*, 285-293.
- Kerr, L.A.; Campana, S.E. (2014). “Chemical composition of fish hard parts as a natural marker of fish stocks. In: Stock identification methods”. *Academic Press*, pp. 205-234.
- Keskin, Ç., Gaygusuz, Ö. (2010). “Length-weight relationships of fishes in shallow waters of Erdek Bay (Sea of Marmara, Turkey)”. *European Journal of Biology*, 69 (1), 25-32.
- Koochaknejad, E., Closs, G. P., Jarvis, M., Eskandari, G., Savari, A., Safahieh, A., Reid, M. (2024). “Preliminary microchemical analyses of North-western Persian Gulf hilsa shad otolith trace elements: Indications of complex migratory behavior and stock structure”. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 571, 151981.
- Mantel, N. (1967). “Ranking procedures for arbitrarily restricted observation”. *Biometrics*, 65-78.
- Mata, A. J., Morales, J., Marquez, L. (2008). “Weight-length relationships for 26 demersal fish species of the Spanish South-Atlantic coastal waters”. *Journal of Applied Ichthyology*, 24 (3), 330-333.
- Mater, S., Kaya, M., Ve Bilecenoğlu, M. (2003). *Türkiye Deniz Balıkları Atlası*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No:68 Yardımcı Ders Kitapları Dizisi, No:11, 169s.

- Mathews, T., Fisher, N. S. (2009). “Dominance of dietary intake of metals in marine elasmobranch and teleost fish”. *Science of the Total Environment*, 407 (18), 5156-5161.
- McCarthy, I. D., Marriott, A. L. (2018). “Age, growth and maturity of tub gurnard (*Chelidonichthys lucerna* Linnaeus 1758; Triglidae) in the inshore coastal waters of Northwest Wales, UK”. *Journal of Applied Ichthyology*, 34 (3), 581-589.
- MEDITS, 2016. *Handbook-International Bottom Trawl Survey*. MEDITS Working Group: Version no: 8, 177 p.
- Montanini, S., Vallisneri, M., Benni, E., Pérez-Mayol, S., Morales-Nin, B. (2015). “Pelagic Larval Duration and Settlement Marks on The Otoliths of Tub Gurnard, *Chelidonichthys lucerna*, From Adriatic Sea/Durata Del Periodo Pelagico Larvale E Marcatori Microstrutturali In Otoliti Di Gallinella, *Chelidonichthys lucerna*, Dell'adriatico”. *Biologia Marina Mediterranea*, 22 (1), 172.
- Morales-Nin, B. Y. O. (1987). “The influence of environmental factors on microstructure of otoliths of three demersal fish species caught off Namibia. *South African Journal of Marine Science*, 5 (1), 255-262.
- Moreira, C., Froufe, E., Sial, A. N., Caeiro, A., Vaz-Pires, P., Correia, A. T. (2018). “Population structure of the blue jack mackerel (*Trachurus picturatus*) in the NE Atlantic inferred from otolith microchemistry”. *Fisheries Research*, 197, 113-122.
- Morte, M.S., Redon, M.J., Sanz-Brau, A. (1997). “Trophic Relationships Between Two Gurnards *Trigla lucerna* and *Aspitrigla obscura* From the Western Mediteranean”. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 77 (2), 527-537.
- Quinn, G. P., Keough, M. J. (2002). *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge University Press: England.
- Özaydın, O., Uçkun, D., Akalın, S., Leblebici, S., Tosunoğlu, Z. (2007). “Length–weight relationships of fishes captured from Izmir Bay, Central Aegean Sea”. *Journal of Applied Ichthyology*, 23 (6), 695-696.

- Özdemir, S., Özsandıkçı, U., Büyükdeveci, F. (2019). “A new maximum length with length–weight relationship of tub gurnard (*Chelidonichthys lucerna* Linnaeus, 1758) from Central Black Sea coasts of Turkey”. *Marine Science and Technology Bulletin*, 8 (2), 85-91.
- Özpiçak, M., Saygın, S., Hançer, E., Aydın, A., Yılmaz, S., Polat, N. (2018). “Length-weight and length-length relationships of chub (*Squalius cephalus*, L., 1758) inhabiting a few inland waters of the Middle Black Sea Region”. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35 (2), 175-179.
- Özpiçak, M., Saygın, S., Polat, N. (2019). “Otolith Shape Analysis of Bluefish, *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766) in the Black Sea Region (Samsun, Turkey)”. *Acta Aquatica Turcica*, 15 (4), 507-516.
- Papaconstantinou, C. (1983). “Observations on the Ecology of Gurnards (Pisces: Triglidæ) of the Greek Seas”. *Cybium*. 7 (4): 71-88.
- Papaconstantinou, C. (1984). “Age and Growth of the Yellow Gurnard (*Trigla lucerna* L., 1758) from the Thermakios Gulf (Greece) with Some Comments on its Biology”. *Fisheries Research*, 2, 243-255
- Papaconstantinou, C., Politou, C. Y., Caragitsou, E., Stergiou, K. I., Mytilineou, C., Vassilopoulou, V., Fourtouni, A, Karkani, M., Kavadas, S., Petrakis, G., Siapatis, A., Chatzinikolaou, M., Giagnisi, M. (1994). “Investigations on the Abundance and Distribution of Demersal Stock of Primary Importance in the Thermaikos Gulf and the Thracian Sea (Hellas)”. *National Centre for Marine Research, Athens, Hellas, Technical Report, North Aegean Sea Series*, 4, 356 p.
- Ricker, W. E. (1975). “Computation and interpretation of biological statistics of fish populations”. *Fisheries Research Board of Canada Bulletin*, 191, 1-382.
- Rooker, J. R., Secor, D. H., Zdanowicz, V. S., Itoh, T. (2001). “Discrimination of northern bluefin tuna from nursery areas in the Pacific Ocean using otolith chemistry”. *Marine Ecology Progress Series*, 218, 275-282.
- Sangun, L., Akamca, E., Akar, M. (2007). “Weight-length relationships for 39 fish species from the North-eastern Mediterranean coast of Turkey”. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7, 37-40.

- Saygın, S. (2024). “Otolith shape analysis of red mullet, *Mullus barbatus* (Mullidae) in Turkish Waters of the Aegean, Black, and Mediterranean Seas”. *Journal of Ichthyology*, 1-11.
- Schroeder, R., Schwingel, P. R., Correia, A. T. (2022). “Population structure of the Brazilian sardine (*Sardinella brasiliensis*) in the Southwest Atlantic inferred from body morphology and otolith shape signatures”. *Hydrobiologia*, 849 (6), 1367-1381.
- Serena, F., Voliani, A. and Auteri, R. (1998). “Nursery Areas and Some Biological Information of Tub Gurnard (*Trigla lucerna* L., 1758) off Tuscany Coasts (Italy)”. *Rapp. Comm. Int. Mer. Mediterranean*, 35p.
- Serpin, D. (2007). Differences in the metric, meristic characters and otolith element composition of the Brushtooth Lizardfish, *Saurida undosquamis* (Richardson, 1848), from the different locations. Doctoral Dissertation, Master Thesis, Mustafa Kemal University, Antakya, Hatay, Turkey.
- Slastanenko, E. P. (1956). “The Fishes of the Black Sea”. *EBK, Ist*, 711p.
- Somerton, D. A. (1980). “A computer technique for estimating the size of sexual maturity in crabs”. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37 (10), 1488-1494.
- Thomas, O. R., Ganio, K., Roberts, B. R., Swearer, S. E. (2017). “Trace element–protein interactions in endolymph from the inner ear of fish: implications for environmental reconstructions using fish otolith chemistry”. *Metallomics*, 9 (3), 239-249.
- Torres, M. A., Ramos, F., Sobrino, I. (2012).” Length–weight relationships of 76 fish species from the Gulf of Cadiz (SW Spain)”. *Fisheries Research*, 127, 171-175.
- Turan, C., Ergüden, D., Gürlek, M., Başusta, N., Turan, F. (2004). “Morphometric structuring of the anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in the Black, Aegean and Northeastern Mediterranean Seas”. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28 (5), 865-871.
- Turan, C. (2006). “The use of otolith shape and chemistry to determine stock structure of Mediterranean horse mackerel *Trachurus mediterraneus* (Steindachner)”. *Journal of Fish Biology*, 69, 165-180.

- Tuset, V. M., Lozano, I. J., Gonzalez, J. A., Pertusa, J. F., Garcia-Diaz, M.M. (2003a). "Shape indices to identify regional differences in otolith morphology of comber *Serranus cabrilla* (L., 1758)". *Journal of Applied Ichthyology*, 19, 88–93.
- Tuset, V. M., Lombarte, A. G. J. A., Gonzalez, J. A., Pertusa, J. F., Lorente, M. A. J. (2003b). "Comparative morphology of the sagittal otolith in *Serranus* spp". *Journal of Fish Biology*, 63 (6), 1491-1504.
- Tuset, V. M., Lombarte, A., Assis, C. A. (2008). "Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic". *Scientia Marina*, 72 (1), 7-198.
- Ünsal, N. (1988). "Marmara Denizi'nin Kuzeyinde Yaşayan Kırlangıçgiller (Triglidae) Familyası Türlerinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma". *İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi*, 2 (2), 175-178.
- Vallisneri, M., Stagioni, M., Montanini, S., Tommasini, S. (2011). "Body size, sexual maturity and diet in *Chelidonichthys lucerna* from the Adriatic Sea, North Eastern Mediterranean". *Acta Adriatica: International Journal of Marine Sciences*, 52 (1), 141-147.
- Yedier, S., Bostanci, D. (2021). "Morphologic and morphometric comparisons of sagittal otoliths of five *Scorpaena* species in the Sea of Marmara, Mediterranean Sea, Aegean Sea and Black Sea". *Cahiers de Biologie Marine*, 64 (4), 357-369.
- Yüksel, B., Arica, E. (2018). "Assessment of toxic, essential, and other metal levels by ICP-MS in Lake Eymir and Mogan in Ankara, Turkey: An environmental application". *Atomic Spectroscopy*, 39 (5), 179-184.
- Wheeler, A. (1969). *The Fishes of the British Isles and North-West Europe*. Michigan State University Pres. East. Laressing: ABD, 613p.
- Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.L., Hureau, J.C., Nielsen, J., Tortonese, E. (1986). "Fishes of the North-Eastern Atlantic and Mediterranean". *UNESCO*, 2, 517-1007.
- Zar, J.H. (1999) *Biostatistical Analysis*. 4th ed. Prentice-Hall, New Jersey, 663 p
- Zorica, B., Sinovic, G. and Cikes Kec, V. (2010). "Preliminary data on the study of otolith morphology of five pelagic fish species from the Adriatic Sea (Croatia)". *Acta Adriatica*, 51 (1), 89-96.