



T. C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ZARGANA, *Belone belone* (LINNAEUS, 1760)'NİN
KARADENİZ VE MARMARA DENİZİ
POPÜLASYONLARINDA OTOLİT ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

ZEYNEP ÇAYIR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

ORDU 2020

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.



ZEYNEP ÇAYIR

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

ZARGANA, *Belone belone* (LINNAEUS, 1760)'NİN KARADENİZ VE MARMARA DENİZİ POPÜLASYONLARINDA OTOLİT ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

ZEYNEP ÇAYIR

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 68

(TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. DERYA BOSTANCI)

Bu araştırmada, Kocaeli'nin Karadeniz ve Marmara Denizi kıyılarından Ekim-Kasım 2018 tarihleri arasında yakalanan 221 adet Zargana (*Belone belone* Linnaeus, 1761) bireyinin otolit özelliklerinin, morfometri ve biyometrilerinin, total boy ile ilişkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Karadeniz örnekleri Kocaeli Kandıra'dan (79 ♀, 29 ♂), Marmara Denizi örnekleri Kocaeli Darıca'dan (87 ♀, 26 ♂) yakalanmıştır. Çalışmada elde edilen örneklerin total boyları Karadeniz'de 30.4-44.5 cm iken, Marmara Denizi'nde 27.9-51.6 cm aralığındadır. Ağırlıkları ise Karadeniz'de 32.6-92.0 g ve Marmara Denizi'nde 15.4-91.6 g arasında dağılım göstermektedir. Her iki popülasyon için, dişi ve erkek bireylerde tüm değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunduğundan ($P>0.05$), hesaplamalar tüm bireyler üzerinden yapılmıştır. Her bir otolit çifti için otolit ağırlığı, boyu, genişliği, alanı ve çevresi ölçülmüştür. Paired-t testi sonuçlarına göre, sol ve sağ otolitler arasında istatistiksel manada fark olmadığından ($P>0.05$) her iki popülasyon için de tüm hesaplamalarda sol otolitler tercih edilmiştir. Karadeniz örneklerinde şekil faktörü, yuvarlaklık, OB/OG oranı, dairesellik, dikdörtgenlik, eliptiklik ortalamaları sırasıyla, 0.649, 0.529, 1.787, 18.562, 0.706, 0.281, Marmara Denizi örneklerinde ise 0.672, 0.519, 1.834, 17.931, 0.710, 0.292 olarak hesaplanmıştır. Her bir otolit değişkeni açısından, Kandıra ve Darıca popülasyonları arasında fark olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$). İki popülasyon için, otolit biyometrileri ile balık boyu arasındaki ilişkiler de ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Balık boyuyla otolit biyometrileri arasındaki ilişki katsayıları, popülasyonlar arasında karşılaştırıldığında, Darıca'dan (Marmara Denizi) yakalanan bireylerde ilişki katsayılarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Hem ışık hem de elektron mikroskopunda, türün farklı iki popülasyonuna ait otolitleri karşılaştırılarak Karadeniz ve Marmara Denizi popülasyonlarında daha önce tespit edilmemiş olan otolit morfolojileri ve biyometri verileri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Belone belone*, Karadeniz, Marmara Denizi, Otolit Morfometrisi

ABSTRACT

DETERMINATION OF OTOLITH CHARACTERISTICS IN BLACK SEA AND MARMARA SEA POPULATIONS GARFISH, *Belone belone* (LINNAEUS, 1760)

ZEYNEP ÇAYIR

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED
SCIENCES

MOLECULAR BIOLOGY AND GENETIC

MASTER THESIS, 68

(SUPERVISOR: Prof. Dr. DERYA BOSTANCI)

This study aimed to determine the relationships between total length and otolith characteristics, morphometry and biometrics in 221 Garfish (*Belone belone* Linnaeus, 1761) individual caught between October and November 2018 in the Sea of Marmara and Black Sea coasts of Kocaeli. Black Sea samples were caught from Kocaeli Kandıra (79 ♀, 29 ♂), Sea of Marmara samples from Kocaeli Darıca (87 ♀, 26 ♂). The total length of the samples obtained in the study is between 30.4 cm and 44.5 cm in the Black Sea and 27.9 cm and 51.6 cm in the Sea of Marmara. Their weights range between 32.6 g and 92.0 g in the Black Sea and between 15.4 g and 91.6 g in the Sea of Marmara. Since the differences between all values of male and female individuals in both populations were not statistically different ($P > 0.05$), calculations were made from all individuals. The otolith weight, length, width, area and perimeter were measured for each pair of otoliths. According to Paired-t test results, left otoliths were preferred in all calculations for both populations since there was no statistically significant difference between left and right otoliths ($P > 0.05$). The form factor, roundness, OB/OG ratio, circularity, rectangularity, ellipticity average values were calculated as 0.649, 0.529, 1.787, 18.562, 0.706, 0.281 in the Black Sea samples, and 0.672, 0.519, 1.834, 17.931, 0.710, 0.292 in the Sea of Marmara samples, respectively. In terms of each otolith variable, it was determined that there was no difference between Kandıra and Darıca populations ($P > 0.05$). The relationships between otolith biometrics and fish size were also evaluated separately for the two populations. When the correlation coefficients between fish size and otolith biometrics were compared between populations it was determined that the correlation coefficients were higher in individuals caught from Darıca (Marmara Sea). Otolith morphologies and biometry data that were not previously detected in the Black Sea and Sea of Marmara populations were determined by comparing otoliths belonging to two different populations of the species using both light and electron microscopes.

Key Words: *Belone belone*, Black Sea, Sea of Marmara, Otolith Morphometry

TEŞEKKÜR

Tez konunun belirlenmesi, çalıőmanın yurütölmesi, yazımı esnasında baőta sevgili danıőman hocam Sayın Prof. Dr. Derya BOSTANCI'ya ve tez yazım aőamasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen Sayın Arő. Gör. Dr. Serdar YEDİER, Arő. Gör. Dr. Seda KONTAŞ, Dr. Gülőah KURUCU, Alev ALDAŐ ve Tansu ÇOŞKUN'a çok teşekkür ederim.

Aynı zamanda, manevi desteklerini her an üzerimde hissettiğim anneme, babama, kardeőlerime sonsuz teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

| | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| TEZ BİLDİRİMİ | I |
| ÖZET | II |
| ABSTRACT | III |
| TEŞEKKÜR | IV |
| İÇİNDEKİLER | V |
| ŞEKİL LİSTESİ | VI |
| ÇİZELGE LİSTESİ | VII |
| SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ | IX |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1 Genel Bilgiler..... | 1 |
| 1.2 Otolit Biyometrisi..... | 4 |
| 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR | 11 |
| 3. MATERYAL ve YÖNTEM | 14 |
| 3.1 Çalışma Materyali..... | 14 |
| 3.1.1 Belone belone Linnaeus, 1761..... | 14 |
| 3.1.2 Sistematikteki Yeri..... | 14 |
| 3.1.3 Morfolojik Karakterleri..... | 14 |
| 3.2 Yöntem..... | 15 |
| 3.2.1 Çalışma Alanı ve Örneklerin Temini..... | 15 |
| 3.2.2 Boy ve Ağırlık Ölçümleri..... | 17 |
| 3.2.3 Eşey Tayini..... | 18 |
| 3.2.4 Boy ve Ağırlık Dağılımları..... | 19 |
| 3.2.5 Otolitlerin Morfometrik İncelemeleri..... | 20 |
| 3.2.6 Otolitlerin Standardizesi..... | 22 |
| 3.2.7 Otolitlerin SEM Analizleri..... | 22 |
| 3.2.8 Boy-Ağırlık ve Boy-Boy İlişkileri..... | 24 |
| 3.2.9 Kondisyon Faktör..... | 24 |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULAR | 25 |
| 4.1 Popülasyonların Eş Dağılımları..... | 25 |
| 4.2 Popülasyonların Boy ve Ağırlık Dağılımları..... | 26 |
| 4.3 Popülasyonların Otolit Özellikleri..... | 29 |
| 4.4 Popülasyonların Balık Boyu-Otolit Biyometrisi İlişkileri..... | 39 |
| 4.5 Otolitlerin Elektron Mikroskop Çalışması..... | 45 |
| 4.6 Boy-Ağırlık ve Boy-Boy İlişkileri..... | 53 |
| 4.7 Kondisyon Faktörü..... | 55 |
| 5. TARTIŞMA ve SONUÇ | 56 |
| 5.1 Otolit Biyometrisi..... | 56 |
| 5.2 Boy-Ağırlık ilişkisi ve Kondisyon Faktörü..... | 57 |
| 6. KAYNAKLAR | 62 |
| ÖZGEÇMİŞ | 68 |

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

| | |
|---|----|
| Şekil 1.1 Bölgelere Göre Avlanan Deniz Balıkları..... | 2 |
| Şekil 3.1 Belone belone'nin Genel Görünüşü..... | 15 |
| Şekil 3.2 Çalışma Alanı | 16 |
| Şekil 3.3 B. belone Türünün Dünya Denizlerindeki Yayılışı | 17 |
| Şekil 3.4 Ağırlık ve Boy Ölçümleri | 18 |
| Şekil 3.5 Dişi Bireyin Gonadları..... | 19 |
| Şekil 3.6 Erkek Bireyin Gonadları..... | 19 |
| Şekil 3.7 B. belone Sagittal Otolit Çiftinin Boy ve Genişlik Ölçüleri | 21 |
| Şekil 3.8 SEM Cihazının Genel Görüntüsü | 23 |
| Şekil 3.9 Numunelerin Görüntü Düzenlenmesinin ve Takibinin Yapıldığı Ekran.... | 23 |
| Şekil 4.1 Popülasyonun Cinsiyet Dağılımları (Kandıra, Karadeniz)..... | 25 |
| Şekil 4.2 Popülasyonun Cinsiyet Dağılımları (Darıca, Marmara Denizi) | 25 |
| Şekil 4.3 Tüm Bireyler İçin Boy – Frekans Dağılımı (Kandıra, Karadeniz)..... | 27 |
| Şekil 4.4 Tüm Bireyler İçin Boy – Frekans Dağılımı (Darıca, Marmara Denizi) | 27 |
| Şekil 4.5 Tüm Bireyler İçin Ağırlık – Frekans Dağılımı (Kandıra, Karadeniz)..... | 28 |
| Şekil 4.6 Tüm Bireyler İçin Ağırlık – Frekans Dağılımı (Darıca, Marmara Denizi) | 28 |
| Şekil 4.7 En Küçük - En Büyük Saggital Otolit Çiftlerinden Alınan Ölçümler (Kandıra, Karadeniz) | 31 |
| Şekil 4.8 En Küçük - En Büyük Saggital Otolit Çiftlerinden Alınan Ölçümler (Darıca, Marmara Denizi)..... | 31 |
| Şekil 4.9 TB-Şekil Faktörü İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)..... | 36 |
| Şekil 4.10 TB-Şekil Faktörü İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi) | 36 |
| Şekil 4.11 TB-Yuvarlaklık İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)..... | 36 |
| Şekil 4.12 TB-Yuvarlaklık İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi) | 36 |
| Şekil 4.13 TB-OG/OB İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)..... | 37 |
| Şekil 4.14 TB-OG/OB İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi)..... | 37 |
| Şekil 4.15 TB-Eliptiklik İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)..... | 37 |
| Şekil 4.16 TB-Eliptiklik İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi) | 37 |
| Şekil 4.17 TB-Dikdörtgenlik İlişkisi (Kandıra, Karadeniz) | 38 |
| Şekil 4.18 TB-Dikdörtgenlik İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi)..... | 38 |
| Şekil 4.19 TB-Dairesellik İlişkisi (Kandıra, Karadeniz) | 38 |
| Şekil 4.20 TB-Dairesellik İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi) | 38 |
| Şekil 4.21 Total Boy-Sol Otolit Ağırlığı İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)..... | 40 |
| Şekil 4.22 Total Boy-Sol Otolit Ağırlığı İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi)..... | 40 |
| Şekil 4.23 Total Boy-Sol Otolit Genişliği İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)..... | 41 |
| Şekil 4.24 Total Boy-Sol Otolit Genişliği İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi)..... | 41 |
| Şekil 4.25 Total Boy-Sol Otolit Boyu İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)..... | 42 |
| Şekil 4.26 Total Boy-Sol Otolit Boyu İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi)..... | 42 |
| Şekil 4.27 Total Boy-Sol Otolit Alanı İlişkisi (Kandıra, Karadeniz) | 43 |
| Şekil 4.28 Total Boy-Sol Otolit Alanı İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi)..... | 43 |
| Şekil 4.29 Total Boy-Sol Otolit Çevresi İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)..... | 44 |
| Şekil 4.30 Total Boy-Sol Otolit Çevresi İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi) | 44 |
| Şekil 4.31 B. belone Otolitlerinin SEM Cihazına Yerleştirilmesi ve Görüntü Takibi | 46 |

| | | |
|-------------------|--|----|
| Şekil 4.32 | 30.4 cm Boyundaki Örneğin Otolitinin Distalden SEM Görünüm(a:Sol Otolit, b:Sağ Otolit) (Kandıra, Karadeniz) | 47 |
| Şekil 4.33 | 27.9 mm Boyundaki Örneğin Otolitinin Distalden SEM Görünümü(a:Sol Otolit, b:Sağ Otolit) (Darıca, Marmara Denizi) | 47 |
| Şekil 4.34 | 30.4 mm Boyundaki Örneğin Otolitinin Distalden 1.00k Yakınlaştırılmış SEM Görünümü (Kandıra, Karadeniz)..... | 48 |
| Şekil 4.35 | 27.9 mm Boyundaki Örneğin Otolitinin Distalden 1.00k Yakınlaştırılmış SEM Görünümü (Darıca, Marmara Denizi)..... | 48 |
| Şekil 4.36 | 44.5 mm Boyundaki <i>B. belone</i> Otolitinin Distalden SEM Görünüm (a:Sol Otolit, b: Sağ Otolit) (Kandıra, Karadeniz)..... | 49 |
| Şekil 4.37 | 51.4 mm Boyundaki <i>B. belone</i> Otolitinin Distalden SEM Görünüm (a:Sol Otolit, b:Sağ Otolit) (Darıca, Marmara Denizi)..... | 49 |
| Şekil 4.38 | 44.5 mm Boyundaki Örneğin Otolitinin Distalden 1.00k Yakınlaştırılmış SEM Görünümü (Kandıra, Karadeniz)..... | 50 |
| Şekil 4.39 | 51.4 mm Boyundaki Örneğin Otolitinin Distalden 1.00k Yakınlaştırılmış SEM Görünümü (Darıca, Marmara Denizi)..... | 50 |
| Şekil 4.40 | 30.4 mm Boyundaki Örneğin Otolitinin Proksimalden SEM Görünümü (Kandıra, Karadeniz) | 51 |
| Şekil 4.41 | 27.9 mm Boyundaki Örneğin Otolitinin Proksimalden SEM Görünümü (Darıca, Marmara Denizi)..... | 51 |
| Şekil 4.42 | 44.5 mm Boyundaki Örneğin Otolitinin Proksimalden SEM Görünümü (Kandıra, Karadeniz) | 52 |
| Şekil 4.43 | 51.4 mm Boyundaki Örneğin Otolitinin Proksimalden SEM Görünümü (Darıca, Marmara Denizi)..... | 52 |
| Şekil 4.44 | Total Boy-Ağırlık İlişkisi (Kandıra, Karadeniz) | 53 |
| Şekil 4.45 | Total Boy-Ağırlık İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi)..... | 53 |
| Şekil 4.46 | SB-TB İlişkisi (Kandıra, Karadeniz) | 54 |
| Şekil 4.47 | SB-TB İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi) | 54 |
| Şekil 4.48 | TB-ÇB İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)..... | 55 |
| Şekil 4.49 | TB-ÇB İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi) | 55 |
| Şekil 4.50 | SB-ÇB İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)..... | 55 |
| Şekil 4.51 | SB-ÇB İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi) | 55 |

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

| | |
|--|----|
| Çizelge 4.1 Sol ve Sağ Otolit Bölge Arasındaki Paired t Testi Sonuçları (Kandıra, Karadeniz) | 30 |
| Çizelge 4.2 Sol ve Sağ Otolit Bölge Arasındaki Paired t Testi Sonuçları (Darıca, Marmara Denizi)..... | 30 |
| Çizelge 4.3 Sagitta Otoliti İçin Dişi ve Erkek Bireyler Arasındaki t Testi Sonuçları (Kandıra,Karadeniz)..... | 32 |
| Çizelge 4.4 Sagitta Otoliti İçin Dişi ve Erkek Bireyler Arasındaki t Testi Sonuçları (Darıca, Marmara Denizi)..... | 33 |
| Çizelge 4.5 Sol Otolite Ait Şekil İndis Değerleri (Kandıra, Karadeniz) | 34 |
| Çizelge 4.6 Sol Otolite Ait Şekil İndis Değerleri (Darıca, Marmara Denizi)..... | 34 |
| Çizelge 4.7 Kandıra ve Darıca Otolit Verilerinin Karşılaştırılması..... | 35 |
| Çizelge 4.8 <i>B. belone</i> ' in Boy-Ağırlık İlişkisi Parametreleri (Kandıra, Karadeniz).. | 54 |
| Çizelge 4.9 <i>B. belone</i> ' in Boy-Ağırlık İlişkisi Parametreleri (Darıca,Marmara Denizi) | 54 |
| Çizelge 4.10 Tüm Bireyler İçin Kondisyon Değerleri..... | 55 |
| Çizelge 5.1 Türkiye'de Farklı Lokalitelerdeki Araştırmalar Sonucunda Zargana (<i>B. belone</i>) Balığında Elde Edilen Boy-Ağırlık İlişki Parametreleri..... | 59 |
| Çizelge 5.2 <i>B. belone</i> Yurtdışı Çalışmalarında Farklı Lokalitelerde Belirlenen Boy-Ağırlık İlişki Parametreleri..... | 60 |

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

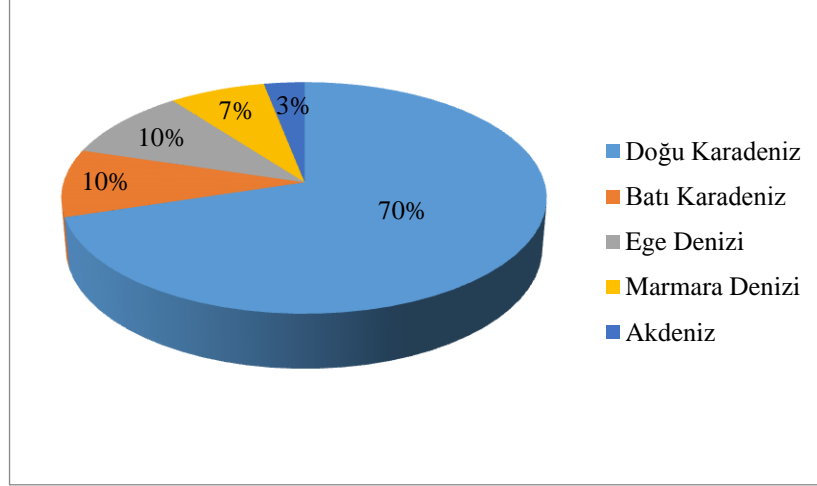
| | |
|-----------------------|--|
| OB | : Otolit Boyu |
| OG | : Otolit Genişliği |
| OA | : Otolit Ağırlığı |
| OÇ | : Otolit Çevresi |
| A | : Otolit Alanı |
| Ark | : Arkadaşları |
| mm | : Milimetre |
| mm² | : Milimetrekare |
| g | : Gram |
| b | : Regresyon Denklemindeki Doğrunun Eğim Değeri |
| a | : Regresyon Denkleminin Kesişme Noktası |
| N | : Örnek Sayısı |
| L_∞ | : Balıkların Ulaşabileceği Teorik Maksimum Boy |
| K | : Balıkların Büyüme Katsayısı |
| t₀ | : Balık boyunun Teorik Olarak Sıfır Olduğu Yaş |
| K | : Kondisyon Faktörü |
| W | : Ortalama Ağırlık |
| L | : Ortalama Total boy |
| SS | : Standart Sapma |
| Ort | : Ortalama |
| TB | : Total Boy |
| ÇB | : Çatal Boy |
| SB | : Standart Boy |
| Min | : Minimum |
| Maks | : Maksimum |
| MS | : Standardize |
| Tl | : Tüm Balıkların Ortalama Boyu |
| TL | : Balık Boyu |

1. GİRİŞ

1.1 Genel Bilgiler

Deniz-kara dağılımı göz önüne alındığında Dünya'nın büyük oranda denizlerden oluşması nedeniyle tarih boyunca deniz balıkçılığı insanlar için önemini korumuştur. Dünya nüfusunun devamlı artmasıyla birlikte su ürünlerine istek artmış ve su ürünleri üretimi yükselişe geçmiştir (Ayyıldız, 2019). Dünyada üretim ve avcılıktan elde edilen su ürünlerinin %85'ine yakını insan tüketiminde değerlendirilmekte, %15'i balık girdi hammaddesi olan balık unu ve balık yağı elde etmede kullanılmakta bir kısmı da anaç olarak değerlendirilmektedir (Coşkun ve ark., 2014). Dünya geneline bakıldığında su ürünleri yetiştiriciliği ve ticaretini yapan ortalama 58 ülke bulunmaktadır. FAO verilerine göre; dünya su ürünleri üretimi her geçen yıl artarken, artan nüfus ve sağlıklı beslenme gereksinimi nedeniyle kişi başına düşen tüketim miktarı da aynı büyüklükte artmaktadır (Anonim, 2012).

Türkiye tatlı su ve deniz balıkları bakımından zengindir. Türkiye, coğrafi konum olarak üç tarafı denizlerle çevrili olan bir yarımada olmasıyla birlikte su ürünleri istihsalini 8333 km'lik kıyı şeridinden sağlamaktadır. Deniz balıkları su ürünleri üretiminde en fazla paya sahiptir. TÜİK, (2019) verileri, deniz balıklarının üretiminde Karadeniz'in doğusunda %70 ve batısında %10'luk bir dağılımın gösteren en yoğun deniz olarak tespit etmiştir. Karadeniz'in ardından ikinci sırada gelen Ege Denizi zengin balık çeşitliliğine sahip ve farklı iki su kütesinin özelliklerini barındıran balıkçılıkta önemli bir denizdir. Deniz balıkları üretimindeki payı %10 olarak Marmara ve Akdeniz'den öndedir. Akdeniz balıkçılıkta tür kompozisyonu bakımından çeşitliliğe sahip olsa da verimliliği en az deniz olarak üretimdeki yüzdesi %3'dür (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Bölgelere Göre Avlanan Deniz Balıkları (TÜİK, 2019)

Kocaeli Karadeniz ve Marmara Denizi'ne kıyısı olan bir sahil kentidir. Marmara Denizi tamamı ülkemiz sınırları içerisinde yer alan iç deniz özelliği göstermektedir. Marmara Denizi'ni Karadeniz ile Ege ve Akdeniz'e bağlayan iki önemli su yolundan biri Çanakkale Boğazı'dır. Marmara Denizi'nin dip suları, organik madde bakımında üç ayrı kaynağın etkisi altındadır. Bunlar Karadeniz'den, Marmara'nın kentsel-endüstriyel yerleşim bölgelerinden ve kendi biyolojik üretiminden kaynaklanan organik ve inorganik maddelerdir (Güngör ve ark., 2007). Etrafında yoğun yerleşim ve endüstrinin olması Marmara Denizi'nin ileri boyutta kirlenmesine neden olmuştur. İstanbul Boğazı yoluyla senede 10 ton cıva, 3000 ton kadmiyum, 600-4200 ton bakır ve 19000 ton çinko Marmara Denizi'ne taşınmaktadır (Güngör ve ark., 2007). Karadeniz'in çevre sorunları, Karadeniz'in ekolojik sistemi ve biyoçeşitliliği yanında, deniz balıkçılığını da olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Tüm bu çevresel sorunlar sahil devletlerde ekonomik ve sosyal doku üzerinde de onarılması giderek güçleşen sorunları ortaya çıkmaktadır (Alkan ve ark., 2008).

Günümüzde nüfusun çoğalması ile beraberinde getirdiği açlık sorunu, karada tüketilen canlıların sınırlı üretilmesi su ürünlerinin önemini artırmıştır. Su ürünleri sindirilmesi kolay, yüksek besin değerine sahip olup insanın ihtiyacı olan proteinin büyük kısmını içeren önemli bir besin kaynağıdır. Bu durum birçok ülke tarafından su ürünleri üretimine olan çabayı artırmıştır. Mevcut kaynaklardan sağladıkları üretimi yeni teknik ve metotlar izleyerek daha fazla verim alma sistemine gidilmiştir. Yürütülen ve yapılan çalışmalarda ülkelerin sahip olduğu tabii kaynaklarına uygun

tür ve zemin göz önünde bulundurulmuştur. Üretim teknikleri geliştirilerek yaygınlaştırılması amaçlanmıştır (Alpbaz ve Hoşsucu, 1996; Yılmaz ve ark., 2008).

Kulak taşı da denilen otolit, CaCO_3 (Kalsiyum karbonat) kristallerinin birikmesi ile oluşmuştur. Balıklarda otolitler denge organıdır. Bu yapılar balığın yaşı ile aynıdır. Otolitlerde herhangi bir yenileme olayı olmadığı gibi, balığın yumurtadan çıktığı anda oluşmuş olmaları sebebiyle de yaş tayini sırasında ilgili balık örneğinin yaşını gerçek yaştan daha düşük belirleme gibi bir hataya neden olmaz. Kemikli balıklarda üç çift otolit bulunur. İç kulakta labirent kanalları, biri sol ve diğeri sağ iç kulakta olmak üzere üç çift yarım daire kanalları bulunmaktadır. Bu kanalların her birine bağlı, üç çift kese bulunur. Bu keselerden utrikulus içindeki otolite lapillus, lagena içinde yer alana asteriscus, sakkulus kesenin içindeki ise sagitta olarak adlandırılmaktadır. İç kulakta bulunduğu keseye mahsus olan bu otolit çiftlerinden sadece sagitta, morfolojik olarak gözle görülebilecek boyutlardadır. Lapillus ve asteriscus küçük boyutta olduğu için, kemikli balıklarda genelde yaş tayini ve morfometrik çalışmalar için tercih edilmemektedir. Sagittalar, lapillus ve asteriscusdan genellikle daha büyük yapıdadırlar.

Otolitler, yaş tayini, yaş doğrulama ve büyüme parametrelerinin hesaplamasında kullanılan kemiksi yapılardır. Buna ilave olarak balık boyu ile otolit boyutları arasında kuvvetli bir ilişki vardır. Otolit boyutu (boy veya ağırlık bakımından) hesaplanmışsa balığın boyunu hesaplamak da mümkündür. Otolitlerin bu maksatla kullanımının yanında, farklı türlerde farklı otolit morfolojisi olmasından yararlanılarak türler arasında karşılaştırma çalışmaları yapılmaktadır. Otolitler kalsiyum karbonat yapısı nedeniyle bozulmaya karşı dayanıklıdırlar. Bu nedenle paleontolojik çalışmalar için de kullanmak mümkündür (Battaglia ve ark., 2010). Otolitlerde yaşın belirlenmesinin yanı sıra; tür tayinlerinde ve özellikle de farklı bölgelerde yaşayan balıkların birbiriyle karşılaştırılmasında da yararlanılmaktadır. Türlerin, otolit morfolojilerinin belirlenmesi, morfometri ilişkileriyle ilgili çalışmaların yapılması balıkçılık biyolojisi için önemlidir.

Balıkçılık biyolojisi ve popülasyon dinamiği çalışmalarının aslı ticari öneme sahip balıkların popülasyondaki hayat süreci içerisinde büyüme, üreme, ölüm ve göç hareketleri gibi değişimlerine dayanmaktadır. Popülasyon dinamiği çalışmalarında

balık stokları türün devamlılığının ve üremesinin sağlanması açısından en önemli hamledir. Stokların gelişmesi, bireylerin hangi büyüklükte üreme yeteneğine eriştiğinin bilinmesiyle ve genç bireylerin stoğa katılımıyla artış sağlarken aşırı ve bilinçsizce avlanma, ölümlerin artışı da düşüşe neden olmaktadır. Stoklarda artış-azalışların dengede kalması ve sürdürülebilir bir balıkçılık için, avcılığı yapılan türlerin belirlenmesi, bu bireylerin ilk olgunluğa erişme boyu, büyüme parametreleri ve yaş tespitleri yapılarak stokların koruma altına alınması gerekir (Kınacıgil ve ark., 2008). Biyolojik veriye sahip olunması tür hakkında bilgilerin doğru metotlarla analiz edilmesi ve balık stoklarının verimli bir şekilde kullanılabilmesi için gerekmektedir (Çoşkun, 2019).

1.2 Otolit Biyometrisi

Türkiye balık faunasındaki türlerin otolitleriyle yapılan çalışmalar genellikle yaş tayiniyle ilgilidir. Ülkemizde tatlı su ve deniz balıklarına ait otolitlerin biyometrisi ve morfolojisini belirlemeye yönelik çalışmaların belirli sayıda olduğu bilinmektedir. İlerleyen teknolojiyle birlikte görüntü analiz sistemlerinin kullanımı artmış böylece otolit büyümesi ve otolit görüntülenmesi çalışmaları hız kazanmıştır (Kontaş, 2012).

Otolitler, kolay ulaşılabilmesi ve morfolojik çeşitlilik, kimyasal kompozisyon, boyut gibi özelliklerinden dolayı çalışmalarda kemiksi yapılar arasından en çok tercih edilen yapı olarak karşımıza çıkmaktadır. Otolit morfolojisi balık biyolojisine yönelik çok farklı alanlardaki çalışmalarda; yeni balık türlerinin teşhisi, ekomorfoloji araştırmaları, filogenetik ilişkilerin belirlenmesi, balık türlerinin anatomik yapıları, fosil balıkların ve günümüzde yaşayan balıkların büyüme özellikleri arasındaki benzerlikleri, balık büyümesi ile otolit büyümesi arasındaki bağıntı gibi çalışmalarda kullanılmaktadır (Bostancı ve ark., 2012). Balıkların kemiksi yapıları ile balık boyu büyümesi birbiriyle ilişkilidir. Kemiksi yapıya göre değişmekle beraber en, boy, ağırlık gibi çeşitli yapı boyut ölçümleri alınarak bunlar balık boyu ile ilişkilendirilmektedir. Bu ilişkiye göre büyüme oranının belirlenmesi son zamanlarda yaygın olarak sürdürülen çalışmalar arasındadır (Samsun ve Samsun, 2006).

Şekil analiz sistemlerinin gelişmesiyle birlikte, geleneksel metotların yanında türlerin sınıflandırılmasında ya da stok tayininde bir araç olarak kullanılan morfometriye yönelim artmıştır. Otolit analizleri birçok karşılaştırma çalışmalarında kullanılmaktadır (Tuset ve ark., 2003; Ponton, 2006; Tuset ve ark., 2008; Zorica ve ark., 2010; Skeljo ve Ferri, 2012). Yapılan bu çalışmalarda; sagitta otolitlerinin karakterlerinin belirlenmesi, şekil indisleri kullanılarak türler arasında görülen otolit morfolojilerindeki değişimlerin karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Bu sistemlerle otolitlerin boyu (OB), genişliği (OG), alanı (A) ve çevresi (OÇ) kolayca analiz edilmektedir. Bu kemik yapıların şekil analizleri olan şekil faktörü, yuvarlaklık, OB/OG oranı (Zorica ve ark., 2010), dikdörtgenlik (Tuset ve ark., 2008), eliptiklik (Tuset ve ark., 2003) gibi otolit özellikleri, morfolojik olarak belirlenmektedir.

Şekil faktörü, otolitin ölçülen çevresi ve alanı kullanılarak hesaplanan, çevresinin karesi ve aynı yüzeyin alanıyla ters orantılı olarak tanımlanan bir değişkendir. Bir otolitin kenar yapısında ne kadar girinti çıkıntı az olursa, şekil faktörü değeri de o kadar büyük olur. Yuvarlaklık, otolitin ölçülen boyu ile otolit alanı esas alınarak hesaplanan alan arasındaki orandır. Buna göre, otolitin şekli yuvarlaklaştıkça, bu faktör büyümektedir. OB/OG oranı ise, otolit genişliği ve otolit boyu arasındaki orandır. Bu faktör otolitin şekil eğilimini belirler; balığın otoliti ne kadar kısa olursa bu oranın değeri o kadar azalır (Zorica ve ark., 2010). Dikdörtgenlik, otolitin görüntü analiz sistemi ile belirlenen alanının, ölçülen otolit genişliği ve boyunun çarpımına bölünmesiyle hesaplanır. Eliptiklik ise, otolitin boyu ve genişliği arasındaki farkın, bu iki değer toplamına bölünmesi sonucu elde edilir (Tuset ve ark., 2003; Tuset ve ark., 2008).

Tür içi varyasyonların saptanmasında morfometrik özellikler oldukça önemli belirteçlerdir. Morfometri, stok tanımlaması için kullanılan çoklu yöntemlerden sadece birisidir (Ihsen ve ark., 1981). Morfometrik ölçümlerin verileri, incelenen türlerin farklı habitatlarda yaşayan bireyleri arasındaki benzerlik ya da farklılıkların bilinmesine, balık türlerinin otolit morfolojilerinin belirlenmesine olanak sağlar. Otolit morfolojisinde tür içinde ya da türler arasında değişiklikler gözlenebildiği gibi aynı türlerin bireylerinde, bireylerin eşyeleri arasında bile otolit yapısındaki farklılıklar araştırmalar sonucunda ortaya konmuştur. Aynı türün farklı alanlarda yaşayan popülasyonları arasındaki farklılıklar morfometrik çalışmalar ile

açıklanabilmektedir. Şekil ölçümleri ile birlikte morfometrik çalışmalar, popülasyonlar arasındaki varyasyonların anlaşılmasını, tanımlanmasını ve analiz edilmesini sağlamaktadır (Caneco ve ark., 2004).

Ceyhan ve Akyol (2006), araştırmalarında Marmara Denizi'nden elde edilmiş lüferleri (*Pomatomus saltatrix*) balık boyu ile otolit boyu ilişkisi açısından incelemiştir. Regresyon analizi sonuçlarına göre, lüferlerin balık boyu-otolit boyu arasında kuvvetli bir bağıntı olduğunu bildirmişlerdir.

Tuset ve ark., (2008) Kuzey ve Ortadoğu Atlantik Denizi ile Akdeniz'den yakalanan 348 türe ait sagittal otolitlerin morfometrik ve morfolojik özelliklerini tespit edilmiştir. Kemiksi yapı karakterinin oluşmasında kullanılan otolit kanalı, kenar yapısı ve otolit şeklinin özellikleri morfolojik; otolit alanı, çevresi, yüksekliği ve boyu ise morfometrik özellikleri belirlemektedir. Aynı zamanda morfometrik özelliklerin değerlendirilmesinde şekil indeksleri olarak şekil faktörü, yuvarlaklık, OB/OG ve dikdörtgenlik oranı kullanılmıştır. Bostancı ve ark., (2009a), çalışmalarında Eğirdir Gölü'nden yakalanan *Sander lucioperca* bireylerinin balık boyu-otolit boyutları arasındaki ilişkilerini ve bazı popülasyon parametrelerini değerlendirmiştir.

Bostancı (2009a), tarafından yapılan araştırmada, Marmara Denizi'nde yaşayan *Trachurus mediterraneus* türünün balık boyu-otolit boyutları ilişkileri ve bazı popülasyon parametreleri tetkik edilmiştir. Çalışmada çatal boy ile otolit boyu, otolit genişliği ve otolit ağırlığı arasındaki ilişki denklemleri sırasıyla; $y=2.208+2.0186x$, $y=4.7834x+0.1801$ ve $y=519.52x+7.7646$ olarak hesaplamıştır.

Bostancı (2009b), araştırmasında dört balık türüne ait (*Sander lucioperca*, *Cprinus carpio*, *Squalius cephalus*, *Carassius gibelio*) otolit biyometrisi ile balık boyu arasındaki ilişki tespit edilmiştir. Türlerin otolit boyu, ağırlığı ve genişliği ölçülmüştür. Ayrıca çatal boy - otolit büyüklüğü arasındaki ilişki değerlendirmiştir.

Bostancı ve ark., (2009b) Karadeniz'de yaşayan *Uranoscopus scaber* türünün otolit biyometrisini aynı balıkta ve farklı eşeyde değerlendirmiştir. Yapılan hesaplamalarda bireylerin sağ otolitinde genişlik ve ağırlık sol otolitlerine göre daha büyük ve aralarındaki fark yapılan hesaplamalarda önemli ($P<0.05$), boylar arasındaki fark önemsiz ($P>0.05$) olarak çözümlenmiştir. Otolitler eşey farklılığına

göre incelendiğinde, dişilerin otolitleri erkeklerin otolitlerinden boy, genişlik ve ağırlık olarak daha büyük; dişi ve erkek bireylerin otolitlerindeki bu farklılıkların ise istatistiksel açıdan önemli ($P < 0.05$) oluşu tespit edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda total boy ile otolit biyometrisi arasında kuvvetli ilişki olduğunu rapor edilmiştir.

Zorica ve ark., (2010) araştırmalarda Adriyatik Denizi'nden örneklenen beş pelajik balık türünün (*Engraulis encrasicolus*, *Belone belone*, *Sardina pilchardus*, *Scomber scombrus*, *Scomber japonicus*) sagitta otolitlerinin morfometrik özelliklerini incelemişlerdir. Otolitlere ait şekil faktörü, OB/OG oranlarını ve yuvarlaklık belirlenmiş ve otolit boyu ile ilişkilendirmişlerdir.

Jawad ve ark., (2011) yaptıkları çalışmalarında Umman Denizi'nden örnekleddikleri *Rastrelliger kanagurta* türünün balık boyu - otolit biyometrisi ilişkilerini belirlemişlerdir. Otolit biyometrisi-total boy ve otolit biyometrisi-çatal boy ilişkilerinin regresyon katsayısı değerlerinin düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Bostancı ve ark., (2011) araştırmalarında Karadeniz'de Ordu kıyılarından örneklenen mezgıt, istavrit, barbun ve dil balıklarının otolit morfolojisi ve biyometrisini incelemişlerdir. Türlerin otolit özellikleri olan boy (mm), alan (mm^2) en (mm), çevre (mm) ve ağırlık (g) değerlerini hesaplamışlar ve bu verileri kullanarak her bir tür için otolit şekil faktörü, yuvarlaklık ve OB/OG oranını değerlendirmişlerdir.

İlkyaz ve ark., (2011) çalışmada orta Ege Denizi'ndeki üç kaya balığı türünün; (*Lesueurigobius friesii*, *Gobius niger*, *Deltentosteus quadrimaculatus*) otolit boyu ve ağırlığının yaş tayininde kullanımını araştırmışlardır. Bu türlerin otolitleri analiz edilmiş ve otolit ağırlığı – balık yaşı, otolit boyu – balık yaşı arasındaki matematiksel ilişki tespit edilmiştir. Total boy - otolit ağırlığı ve total boy - otolit boyu arasındaki ilişkiler de belirlenmiştir. Otolit ağırlığı – balık yaşı arasındaki ilişkilerin incelenen türlerin yaş tahmini için en uygun eşitlik olduğu gözlemlenmiştir.

Bostancı ve ark., (2012a) çalışmalarında Karadeniz'de Samsun açıklarında yakalanan *Scorpaena porcus*'un otolit özelliklerini ve otolit biyometrisini araştırmışlardır. Dişi bireylerin her üç otolit biyometrisinde erkek bireylere göre daha büyük verilerinin olduğu bulunmuştur. Hesaplamalar sonucunda aralarındaki

farklılık önemli ($P<0.05$) olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca otolit çiftleri sol ve sağ olarak karşılaştırılmış, aralarındaki büyüklük farklılığı önemli olmadığı ($P>0.05$) sonucuna varılarak sol ve sağ otolit farkı gözetilmeden değerlendirilebileceğini ifade etmişlerdir.

Atılgan ve ark., (2012) çalışmalarında Trabzon açıklarından yakalanan 439 adet *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868)'in balık boyu ile otolit boyutları arasında ilişkileri ve canlının bazı popülasyon parametreleri incelenmiştir. Her bir örnekten çıkarılan otolitlerin ağırlığı, boyu ve genişliği ölçülmüş ve sırasıyla 0.0079 ± 0.00015 g, 4.38 ± 0.03 mm ve 2.44 ± 0.02 mm ve olarak hesaplanmıştır.

Bostancı ve ark., (2012b) tarafından yapılan çalışmada, İzmir Körfezi'nde *Arnoglossus laterna* popülasyonunun otolit biyometrisi ve otolit morfolojisi incelenmiştir. Gözlu bölge otolitleri kör bölge otolitlerinden boy, ağırlık ve genişlik bakımından daha büyük olarak hesaplanmıştır. Karşılaştırma yapıldığında istatistiksel hesaplamalarda önemli farklar bulunmuştur. Balık boyu ile otolit biyometrisi arasındaki denklemlerin her bir parametresinde regresyon analiz değerlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Ergüden ve Ergüden (2013), araştırmalarında İskenderun Körfezi'nden yakalanan *Trachurus trachurus* bireylerinin otolit özelliklerini ve boy-ağırlık ilişkilerini değerlendirmiştir. Çalışmada balık boyu ve ağırlığı ile boy-ağırlık ilişkisi, otolit genişliği, ağırlığı, boyu arasındaki regresyon ilişkileri istatistiksel açıdan önemli ($P<0.001$) bulunmuştur.

İşmen ve ark., (2013) çalışmalarında Saros Körfezi'nde yakalanan Fangri balığının toplam ağırlık ile toplam boy arasındaki ilişki, büyüme, yaş ve balık boyu - otolit boyu, otolit boyu - otolit ağırlığı, otolit boyu - otolit genişliği, balık ağırlığı - otolit boyu, arasındaki morfometrik ilişkilerini incelemişlerdir.

Başusta ve ark., (2013) araştırmalarında, *Salmo trutta macrostigma* popülasyonunun 153 bireyinde otolit boyutları ile balık boyu arasındaki ilişkiyi değerlendirmişlerdir. Otolitlerin genişliği, ağırlığı ve boyu hesaplanarak sırasıyla 1.17-2.12 mm, 0.0001-0.0013 g ve 2.12-3.76 mm olarak belirlenmiştir. Balığın otolit boyutları ile total boyu arasındaki ilişki denklemleri $TB=20.42OG - 5.604$ ($R^2 =$

0.888); $TB=0.058OB + 1.265$ ($R^2 = 0.735$) olarak tespit edilmiştir. Otolit boyu ile balık boyu arasında korelasyonu yüksek ($R^2 =0.735$) doğrusal bir ilişki bulunmuştur.

Kasapoğlu ve Düzgüneş (2013), yaptıkları çalışmada Güneydoğu Karadeniz Bölgesinden elde edilen istavrit (*Trachurus mediterraneus*)'in otolit boyutları ve somatik büyüme arasındaki ilişkileri incelemiştir. Balık boyu ve otolit boyutları arasında anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.

Emre ve ark., (2014) çalışmalarında Menzelet Barajı ve Fırınz Çayı'ndan Ağustos 2011 ve Kasım 2012 tarihleri arasında *Capoeta angorae* bireyi yakalamıştır. Büyüme oranları, yaş ve otolit (asteriskus) morfometrik ölçümleri belirlenmiştir. Otolit morfometrik ölçümleri ile toplam boy arasında kuvvetli doğrusal ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Dörtbudak ve Özcan (2015), çalışmalarında İkizce Çayı'ndan (Şırnak) yaptıkları örneklemede *Capoeta umbla* türünün otolit boyu (OB) - otolit genişliği (OG), otolit genişliği (OG) - toplam boy (TB) ve otolit boyu (OB) - toplam boy (TB) arasındaki bağıntıyı incelemiştir. Yapılan analizler sonucunda otolit boyu ile balık boyu arasında kuvvetli bir ilişki bulunmuştur. Dişi ve erkek bireylerde, otolit genişliği ve otolit boyu arasında istatistiksel olarak fark olmadığından eşey farklılığının otolit biyometrisine etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Kontaş ve Bostancı (2015), yaptıkları çalışmada Melet Irmağı'ndan (Ordu) örneklenen *Barbus tauricus* türünün otolit büyüklüğü, otolit morfolojisi ve biyometrisi ile balık boyu arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Otolitlerin morfolojisini belirlemek için elektron mikroskop görüntüleri alınmıştır. İstatistiksel açıdan yapılan hesaplama sonucunda sol ve sağ otolitler arasında fark önemli ($P<0.05$) bulunmuş, ayrıca erkek ve dişi bireyler arasında farklılık gözlenmiştir.

Bostancı ve ark., (2016) Ege Denizi'nde yaşayan *Diplodus puntazzo* bireylerinde sol ve sağ otolitlerin biyometrisi, morfolojisi ve şekil indekslerini tetkik etmişlerdir. Otolit çiftlerinin morfometrik ölçümleri yapılarak, şekil faktörü, yuvarlaklık, dairesellik, dikdörtgenlik, eliptiklik ve boy-en oranı gibi şekil indekslerini de hesaplamışlardır. Otolit genişliği ve eliptiklik oranı sol ve sağ otolitlerde yapılan istatistik hesaplamalar sonucunda önemli ($P<0.05$) derecede farklı bulunmuştur.

Yedier ve ark., (2016) araştırmalarında Kangal Balıklı ermik kaplıcasında (Sivas) *Garra rufa* türünün genç ve yetişkin bireylerinde otolit morfometrisini ve Şekil indekslerini lapillus ve asteriscus otolitlerinde tetkik etmişlerdir.

Bostancı ve ark., (2017) yaptıkları çalışmalarında *Atherina boyeri* türünün  farklı popülasyonunda (Eğirdir Gölü, Hirfanlı Baraj Gölü ve İznik Gölü) total boy-otolit ölçümleri; total boy-otolit indislerinin kendi aralarındaki ilişkilerini belirleyerek popülasyonların arasındaki farklılıkları incelemişlerdir.

Marmara Denizi Gemlik Körfezi'nden Ocak-Mart 2017 tarihleri arasında yakalanan 213 adet Gümüş balığı (*Atherina hepsetus* Linnaeus, 1758) bireyinde boy-ağırlık ilişkisi, boy ve ağırlık dağılımları, kondisyon faktörü ve otolit özellikleri incelenmiştir. Otolit boyunda sol ve sağ otolit çiftleri aralarındaki farkın istatistiksel bakımdan önemli olmadığı bulunmuştur. ($P>0.05$). Otolit ağırlığı, genişliği, çevresi ve alanı için değerlendirme yapıldığında sol ve sağ otolit çiftleri aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Bu fark nedeniyle, yuvarlaklık, dairesellik, dikdörtgenlik, eliptiklik, OB/OG oranı ve Şekil faktörü parametreleri sol ve sağ otolit çiftleri için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Trn sol ve sağ otolit çiftlerinin proksimal ve distal kısımlarından elektron mikroskop görüntüleri de sunulmuştur (oşkun, 2019).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Önceki çalışmalarda görüldüğü gibi tez konusunu oluşturan *Belone belone* türü için yapılmış sınırlı sayıda çalışma vardır. Ancak *Belone* cinsi için morfometrik, meristik, yaş, büyüme ve üreme biyolojisine ait çalışmalar bulunmaktadır.

***B. belone* ile ilgili yurt içinde yapılan çalışmalar ise;**

Bilge (2003), tarafından yapılan çalışmada Ege Denizi'nin Çandarlı Körfezi'nde yakalanan 410 adet *B. belone* bireyinin boy-ağırlık ilişkisi incelenmiştir. Çalışmaya göre a değeri 0.0003, b değeri 3.381 ve R^2 değeri 0.97 olarak tespit edilmiştir.

Uçkun ve ark., (2004) çalışmalarında Ege Denizi'nin İzmir Körfezi'nde 347 adet *B. belone*'in çatal uzunluğu ve toplam ağırlığı sırasıyla 26.0 ile 54.5 cm ve 16.51 ile 281.73 g arasında değişmektedir. Çalışmada ticari olarak önemli bir pelajik balık türü olan *B. belone*'nin büyüme parametreleri belirlenmiştir.

Özaydın ve Taşkavak (2006), yaptığı çalışmada Ege Denizi'nin İzmir Körfezi'nde yakalanan 416 adet *B. belone* bireyinin boy-ağırlık ilişkisini incelemiştir. Çalışmaya göre a değeri 0.0003, b değeri 3.365 ve R^2 değeri 0.96 olarak hesaplanmıştır.

Polat ve ark., (2009) çalışmalarında Karadeniz'de 278 adet *B. belone* bireyinin çatal boyları 23.7 cm ile 60.3 cm arasında dağılım göstermiş olup, ortalama çatal boy 36.07 (Ss= 4.78) cm'dir. Ağırlıkları ise 12 g ile 277 g arasında dağılmıştır. Ortalama ağırlık 61.84 (Ss=34.77) g'dır. Çalışmaya göre a değeri 0.0005, b değeri 3.245 ve R^2 değeri 0.97 olarak tespit edilmiştir.

Karadeniz, Akdeniz, Marmara ve Ege Denizi'nde yakalanan *B. belone* bireylerinin kas ve karaciğer ağır metal miktarları çalışılmıştır. Balıkların büyüklüğü ve dokulardaki metal konsantrasyonları arasındaki ilişkiler doğrusal regresyon analizi ile incelenmiştir (Türkmen ve ark., 2009).

Bilge ve ark., (2014) çalışmalarında Ege Denizi'nde yakalana *B. belone* yakalana 44 adet bireyinin boy-ağırlık ilişkisi incelenmiştir. Çalışmaya göre a değeri 0.0003, b değeri 3.395 ve R^2 değeri 0.95 olarak tespit edilmiştir.

Altın ve ark., (2015) çalışmalarında Ege Denizi'nin Gökçeada'sında yakalana 49 adet *B. belone* bireyinin boy-ağırlık ilişkisi incelenmiştir. Çalışmaya göre a değeri 0.000, b değeri 3.280 ve R² değeri 0.96 olarak hesaplanmıştır.

Bal ve ark., (2018) yaptıkları çalışmada Ege Denizi'nde 50 adet *B. belone* total boyları 22.5 cm ile 65.2 cm ve ağırlıkları ise 11.4 g ile 221.6 arasında dağılım göstermiştir. Total boy ve otolit morfolojileri (otolit uzunluğu, otolit genişliği, otolit alanı, otolit çevresi) arasındaki ilişkileri belirlenmiştir. R² değerleri sırasıyla 0.707, 0.455, 0.709, 0.752 olarak tespit edilmiştir.

Acarlı ve ark., (2018) çalışmalarında Ege Denizi'nin Gökçeada'sında yakalana *B. belone* 'nin total boyu 93.3 cm ve ağırlığı 1120 g olarak belirlenmiştir. Elde edilen boy Ege Denizi ve Türkiye'nin diğer kıyıları için maksimum gözlenen total boyu ve Dünya'nın tüm denizlerinde tespit edilen ikinci total boya sahip olduğu belirlenmiştir.

***B. belone* ile ilgili yurt dışında yapılan çalışmalar ise;**

Dorman (1991), yaptığı çalışmada Baltık Deniz'inin batı sahillerinde 738 birey üzerinden zargana balığının yaş ve boy kompozisyonu, gonat gelişim safhaları ve morfometrik özelliklerini incelemiştir.

Koutrakis ve Tsikliras (2003), yaptığı çalışmada Yunanistan kıyılarında yakalanan 48 adet *B. belone* bireyinin boy-ağırlık ilişkisini incelemiştir. Çalışmaya göre a değeri 0.0009, b değeri 3.040 ve R² değeri 0.85 olarak hesaplamıştır.

Borges ve ark., (2003) çalışmalarında Güneydoğu Portekiz kıyılarında yakalanan 43 adet *B. belone* bireyinin boy-ağırlık ilişkisi incelenmiştir. Çalışmaya göre a değeri 0.00069, b değeri 3.112 ve R² değeri 0.98 olarak tespit edilmiştir.

Dulcic ve Glamuzina (2006), yaptığı çalışmada Güney Hırvatistan Cetina Halici'nden yakalanan 52 adet *B. belone* bireyinin boy-ağırlık ilişkisini belirlemişlerdir. Çalışmalarında a değeri 0.0009, b değeri 3.050 ve R² değeri 0.880 olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada, Bosna Hersek Neretva Halici'nden yakaladıkları 44 adet *B. belone* bireyinin boy-ağırlık ilişkisini de hesaplamışlar, a değeri 0.0008, b değeri 3.100 ve R² değeri 0.920 olarak hesaplanmıştır.

Zorica ve ark., (2011) çalışmalarında Hırvatistan kıyı şeridi boyunca Adriyatik Denizi'nin doğu kesiminde (*Belone belone*, L. 1761) balığının üreme zamanı, cinsi olgunluğu boyu ve yumurta verimini belirlemişlerdir. Balık örnekleri (N=3393) 6 yıllık bir süre boyunca (2003-2008) toplanmıştır. Total boyları 20.8-75.4 cm arasında değişmektedir. Erkek ve dişi bireylerin cinsel olgunluklarının, total boy uzunluğu 28.0-31.5 cm arasındadır. Yumurtlama Ocak ayın da başladığı, Mart-Mayıs aylarında zirve yaptığı belirlenmiştir. Olgunluk evrelerine, gonad ağırlığına ve gonadosomatik endeksine göre, erkek bireyler Nisan ayında, dişi bireyler Mayıs ayında doğmaya başladığını tespit etmişlerdir.

Zorica ve Kec (2013), yaptığı çalışmada Adriyatik Denizi'nin doğu sahillerinde yakalanan 3393 adet *B. belone* bireyin büyüme ve ölüm oranların belirlenmiştir. Çalışmaya göre b değeri 3.4818 olarak hesaplanmıştır. Sagittal otolitlerde yaş, 1+ ile 8+ yıl arasında belirlenmiştir. Bertalanffy modeli büyüme parametreleri $L_{\infty} = 90.3$ cm, $K = 0.158$ ve $t_0 = 20.109$ olarak hesaplanmıştır.

Belonidae familyasına dâhil olan *Belone cinsine* ait dünyada 5 tür bulunmakla birlikte, ülkemiz denizlerinde 3 tür ile temsil edilmektedir (Froese ve Pauly, 2019).

Belone belone türüne ait yurdumuzda yapılan çalışmalarda balığın boy-ağırlık ilişkisiyle ve bazı biyolojik özellikleri ve Ege Denizi'nde Edremit Körfezi popülasyonunda otolit özellikleri belirlenmiştir. Bu çalışmada, türün, Karadeniz ve Marmara Denizi popülasyonu için daha önce belirlenmemiş olan otolit biyometri ve morfometri özellikleriyle birlikte bazı biyolojik özellikleri de incelenecektir. Otolit morfolojik özelliklerine ilave olarak otolit çiftleri arasındaki farklılıkla birlikte otolit ağırlığı, boyu, genişliği ile balık boyu arasındaki ilişkilerin incelemesi yapılarak, sonraki çalışmalarda bu türün farklı lokalitelerdeki popülasyonları ile karşılaştırma imkânı sağlanacaktır. Hem ışık hem de elektron mikroskobunda, türün farklı iki popülasyonuna ait otolitlerinin karşılaştırılarak Karadeniz ve Marmara Denizi popülasyonlarında daha önce tespit edilmemiş olan otolit morfolojilerinin, biyometrilere ve balık boyuyla ilişkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Çalışma Materyali

3.1.1 *Belone belone* Linnaeus, 1761

3.1.2 Sistematikteki Yeri

Alem: Animalia (Hayvanlar)

Şube: Chordata (Kordalılar)

Sınıf: Osteichthyes (Kemikli balıklar)

Altsınıf: Actinopterygii (Işın yüzgeçli balıklar)

Takım: Beloniformes

Alttakım: Belonoidei

Aile: Belonidae

Cins: *Belone* (Cuvier, 1816)

Tür: *Belone belone* (Linnaeus, 1761)

3.1.3 Morfolojik Karakterleri

Zargana Balığı (*Belone belone* Linnaeus, 1761)

Zargana (*Belone belone* L.,1761) 1761 yılında Linne tarafından tespit edilmiştir. *B. belone*'nin 3 alt türü bulunmaktadır. Bu üç alt tür, dorsal yüzgeçte bulunan yüzgeç ışın ve omurga sayısı gibi meristik karakterleriyle birbirlerinden ayrılırlar (Collette ve Parin 1986). Ülkemiz sularında bulunan *B. belone* halk arasında “Zargana balığı–Sargana” olarak bilinen ve yayılış gösterdiği denizlerin kıyılarındaki ülkeler için ekonomik değere sahip bir türdür.

Zargana balığı gagaya benzer çeneye, ince ve uzun vücuda sahiptir. Göçmen ve pelajik bir balıktır. Vücut yapısıyla hızlı yüzen ve gayet çevik bir balıktır. Kendini korumak için su yüzeyine sıçrayarak ilerleyebilir. Ortalama 18 yıl yaşar. Hamsi, kıraça ve çamuka gibi balıklarla beslenir. Yumurtaları demersal ve yumurtalarının üzerinde değişik noktalardan çıkan uzantılar vardır. Bu uzantılar, yumurtanın yabancı maddelere ve bitkilere tutunmasını sağlar. Pulların çoğunda yeşil renk mevcuttur. Bu yeşil pigment, pulun belirli bir bölgesini kaplar ve pulun kenarından orta kısma

doğru devam eder (Yüce, 1975). Bu yeşil renk bir kalsiyum tuzu olan biliverdinden kaynaklanmaktadır (Çağlar, 1950).



Şekil 3.1 *Belone belone*'nin Genel Görünüşü

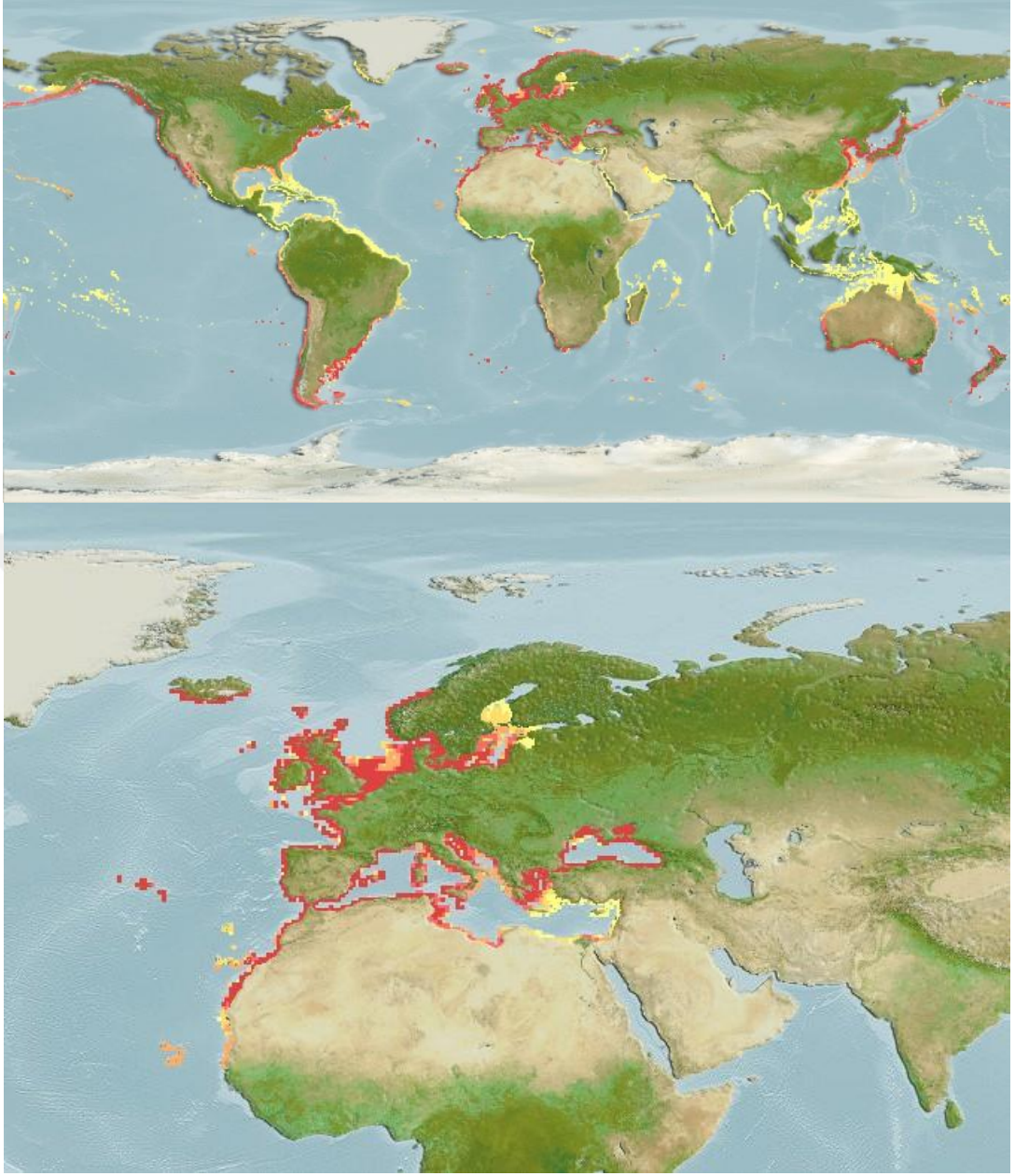
3. 2 Yöntem

3.2.1 Çalışma Alanı ve Örneklerin Temini

Araştırma materyalini oluşturan zargana balığı (*Belone belone* L.,1761) örnekleri, Kocaeli'nin Kandıra ilçesi ve Darıca ilçesi balıkçılarından temin edilmiştir. Çalışma materyali olan *B. belone* (Şekil 3.4) türüne ait olan toplam 221 (Kandıra; 79 dişi, 29 erkek ve Darıca; 87 dişi, 26 erkek) örnek Ekim-Kasım 2018 tarihleri arasında örneklenmiştir.



Şekil 3.2 Çalışma Alanı



Şekil 3.3 *B. belone* Türünün Dünya Denizlerindeki Yayılışı (Froese ve Pauly, 2019)

3.2.2 Boy ve Ağırlık Ölçümleri

Balıkçılardan temin edilen örnekler, Ordu Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Hidrobiyoloji Laboratuvarı'na getirildikten sonra derin dondurucuda saklanmış, en kısa sürede incelenmeye başlanmıştır. Ağırlık ölçümleri, her bir örnek üzerindeki yabancı maddeler temizlendikten sonra ± 1 g hassasiyetle Desis marka hassas terazi kullanılarak yapılmıştır. 221 bireyin biyometrik ölçümleri için total, çatal, standart boyları ölçülmüştür.



Şekil 3.4 Ağırlık ve Boy Ölçümleri

3.2.3 Eşey Tayini

Balık örneklerinin anüslerinden itibaren göğüslerine kadar bir makasla kesilmiştir. İç organları dışarıya çıkarıldıktan sonra gonadlarından eşey tayini yapılmıştır. Örnekler doğrudan gözlemlenerek cinsiyetteki morfolojik farklılıklar göz önünde bulundurularak tespit edilmiştir. Dişi bireylerin gonadlarının turuncu sarı renkte ve bol kılcıl damarlı (Şekil 3.5), erkek bireylerin gonadlarının ise beyaz ve düz bir yapıda olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.6). Cinsiyet tespiti yapılan 221 örneğin eşey dağılımları incelenmiş ve popülasyonun eşey oranı belirlenmiştir.



Şekil 3.5 Dişi Bireyin Gonadları



Şekil 3.6 Erkek Bireyin Gonadları

3.2.4 Boy ve Ağırlık Dağılımları

İncelenen tüm bireyler (n=221) için ağırlık-frekans ve boy-frekans ilişkisinin dağılımları belirlenmiştir. Dişi ve erkek bireyler için de ayrı ayrı hesaplanarak, ortalama ağırlık ve boy değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olup olmadığı, t testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda, dişi ve erkek bireyler arasında fark bulunmadığından ($P>0.05$), dağılım grafikleri eşey ayrımı yapılmadan tüm bireyler için grafiklerle verilmiştir.

3.2.5 Otolitlerin Morfometrik İncelemeleri

Balığın başı vücuttan ayrıldıktan sonra baş-burun ucu yönünde, bir makasla dikkatlice kesilmiştir. Baş kısmının sertliğinden dikkat edilerek baş kesildiği yerden iki yana ayrılarak otolitler zarar verilmeden sacculus keselerinden çıkartılmıştır. Temizlenerek kuru olarak incelemeler için eliza kabına alınarak muhafaza edilmiştir. Ardından otolitlerin biyometrik ölçümlerinin yapılması amacıyla siyah zeminli kaba alınarak, saf alkol içerisinde üstten aydınlatma ile stereo mikroskopta incelenmiştir. Temizlenmiş ve zarar görmemiş ve sagitta otolitlerinin ağırlıkları Radwag AS 220. R2 markalı hassas terazide ± 0.0001 g hassasiyetle ölçülmüştür. Balığın hem sağ hem de sol otolitlerinin boy, alan, çevre ve genişlik gibi biyometrik ölçümlerinin yapılması için bilgisayara bağlı Leica S8APO marka mikroskop ve 'Leica Application Suit' görüntü analiz programı kullanılmıştır. Her otolitin ölçüm sonrası fotoğrafı çekilip, elde edilen veriler kataloglara yazılmıştır. Morfometrik analizler için kaydedilen ölçümler aşağıdaki gibidir;

A : Otolit alanı (mm^2)

Ç : Otolit çevresi (mm)

OB : Otolit boyu (mm)

OG : Otolit genişliği (mm)

OA : Otolit ağırlığı (g)

Ponton, (2006) tarafından otolitin şeklini tanımlamak için üç boyutlu şekil indisleri hesaplanmıştır:

$$\text{Şekil faktörü} = 4 \cdot \pi \cdot A \cdot \text{Ç}^{-2} \quad (3.1)$$

$$\text{Yuvarlaklık} = 4 \cdot A \cdot (\pi \cdot \text{OB}^2)^{-1} \quad (3.2)$$

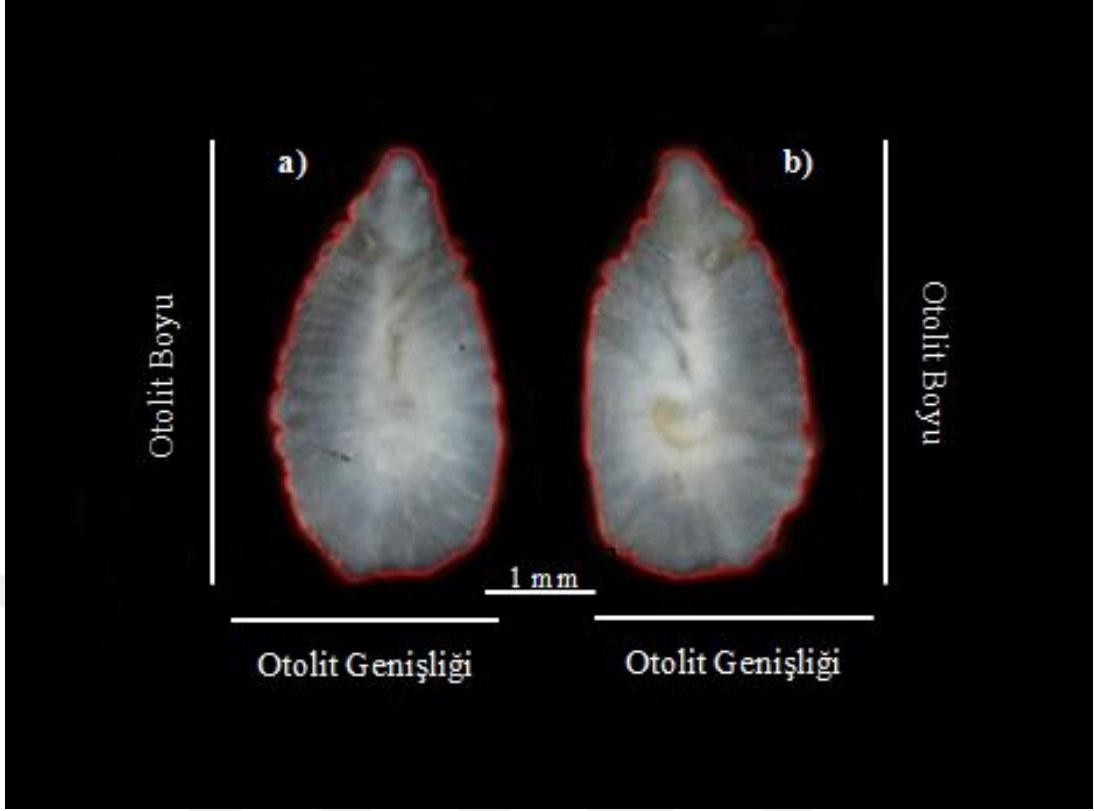
$$\text{Boy-en oranı} = \text{OB} \cdot \text{OG}^{-1} \quad (3.3)$$

$$\text{Dairesellik} = (\text{P}^2/\text{A}) \quad (3.4)$$

$$\text{Dikdörtgenlik} = (\text{A}/(\text{OL} \cdot \text{OH})) \quad (3.5)$$

$$\text{Eliptiklik} = (\text{OL} - \text{OH}) / (\text{OL} + \text{OH}) \quad (3.6)$$

Otolit boyu, otolitin anterior ucundan posterior ucuna doğru, otolit genişliği ise dorsoventral doğrultudaki eksen boyunca ölçülmüştür (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 *B. belone* Sagittal Otolit Çiftinin Boy ve Genişlik Ölçüleri (a: Sol Otolit; b: Sağ Otolit)

Balığın sol ve sağ bölgesinde sakkular kanalında yer alan sagittal otolitlerin biyometrileri ve otolit değişkenlerinin (boy, alan, ağırlık, çevre, genişlik), tanımlayıcı istatistikler olan ortalama, minimum, maksimum, standart hata, standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Şekil indekslerinden, şekil faktörü, dikdörtgenlik, OB/OG oranı, yuvarlaklık, dairesellik ve eliptiklik değerleri hesaplandıktan sonra her biri otolit boyu ile ilişkilendirilmiş ve grafikler oluşturularak gösterilmiştir. Bireyin total boy-otolit boyu, total boy-otolit genişliği ve total boy-otolit ağırlığı arasındaki bağıntı linear regresyon modeline uygun grafiksel olarak sunulmuştur.

Dişi ve erkek bireylerin otolit biyometrileri arasında farklılığın olup olmadığını belirlemek için t testi uygulanmıştır. Aynı zamanda, tüm bireylerin sagittal otolitlerinin sol ve sağ bölgelerinde değişkenleri arasında farkın varlığı ya da yokluğu ayrı ayrı paired-t testi yapılarak değerlendirilmiştir. Ortalama, minimum, maksimum, standart sapma ve standart hata hesaplamaları yapılmıştır. İstatistik testlerin uygulanması ve hesaplamalarda MINITAB 17.0 analiz programı kullanılmıştır.

3.2.6 Otolitlerin Standardizesi

İki popülasyonun karşılaştırılması;

$$MS=MO(TI / TL)^b \quad (3.8)$$

formülden yararlanılarak hesaplanmıştır.

MS : Standardize

MO : Otolit (mm)

TI : Tüm balıkların ortalama boyu (mm)

TL: Balık boyu (mm)

b : İlişki katsayı

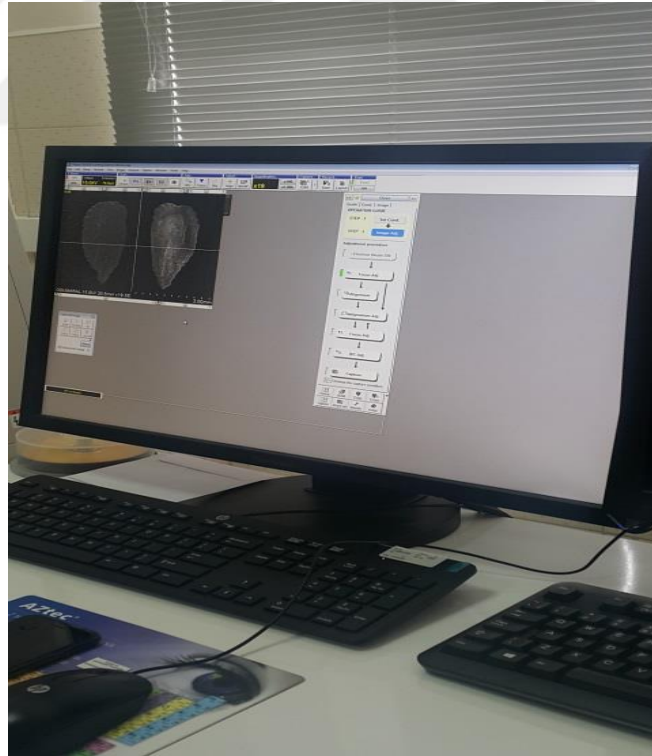
3.2.7 Otolitlerin SEM Analizleri

Otolitler incelemeler için Ordu Üniversitesi ODUMARAL (Ordu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı) binasının mikroskop laboratuvarında çekime hazırlanmıştır. Elektron mikroskobunda SEM çekimi için yapılan ön hazırlıkta öncelikle otolitler çift taraflı karbon bant üzerine yapıştırılarak sabitlenmiştir. Otolitlerin Hitachi SU 1510 tarayıcı elektron mikroskobuna (SEM) görüntü almak için yerleştirilmiştir. İstenilen görüntüler farklı boyutlarda alınmıştır.

İncelemede Karadeniz'in 30.4 cm, Marmara Deniz'in 27.9 cm total boya sahip en küçük örneğin sol ve sağ otolit çiftinin distalde x20, proksimalde x20 ve belirlenen bölgelerinde distalde 1.00k büyütme yapılarak çekimleri yapılmıştır. Çalışmada Karadeniz'in 44.5 cm, Marmara Deniz'in 51.6 cm total boya sahip en büyük örneğin sol ve sağ otolit çiftinin distalde x20, proksimalde x20 ve belirlenen bölgelerinden distalde 1.00k büyütme yapılarak çekimleri yapılmıştır.



Şekil 3.8 SEM Cihazının Genel Görüntüsü



Şekil 3.9 Numunelerin Görüntü Düzenlenmesinin ve Takibinin Yapıldığı Ekran

3.2.8 Boy-Ağırlık ve Boy-Boy İlişkileri

Balık boyu ve ağırlığı birbiriyle ilişkilidir. Balığın ağırlığındaki artış boyun bir kuvveti şeklindedir. Bu ilişki;

$$W=aL^b \quad (3.9)$$

formülden yararlanılarak hesaplanmıştır (Ricker, 1975). Burada;

W : Balık ağırlığı (g),

L : Total boy (cm),

a : Regresyon denkleminin kesişme noktası,

b : Regresyon denklemindeki doğrunun eğim değeri,

şeklinde ifade edilir.

Total boy - standart boy ilişkisi;

$$y=a+bx \quad (3.10)$$

formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır.

Çalışmada boy-ağırlık ve boy-boy ilişkileri tüm bireyler için değerlendirilmiştir.

3.2.9 Kondisyon Faktörü

Kondisyon faktörü, Ricker (1975) tarafından;

$$K=W/L^3*100 \quad (3.11)$$

şeklinde hesaplanmıştır. Bu eşitlikte;

K : Kondisyon Faktörü

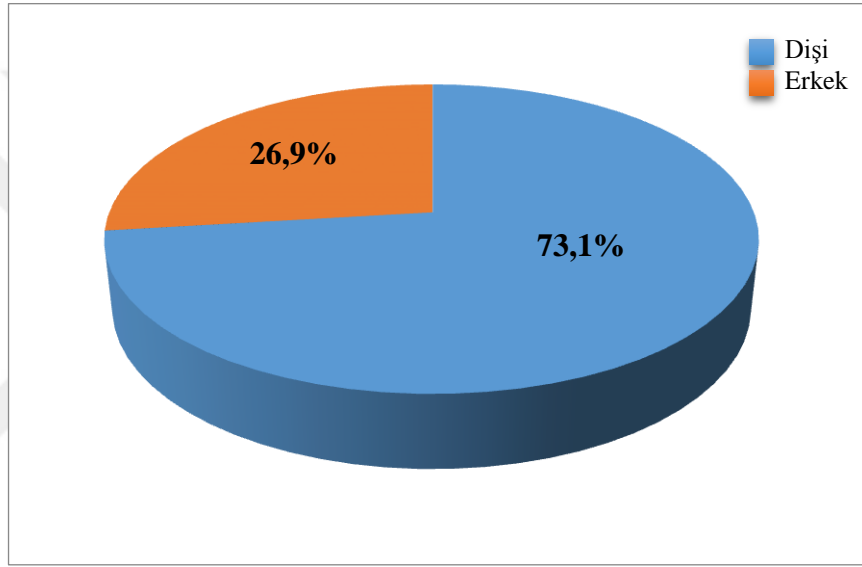
W : Ortalama ağırlık (g)

L : Ortalama total boy (cm) şeklinde ifade edilir.

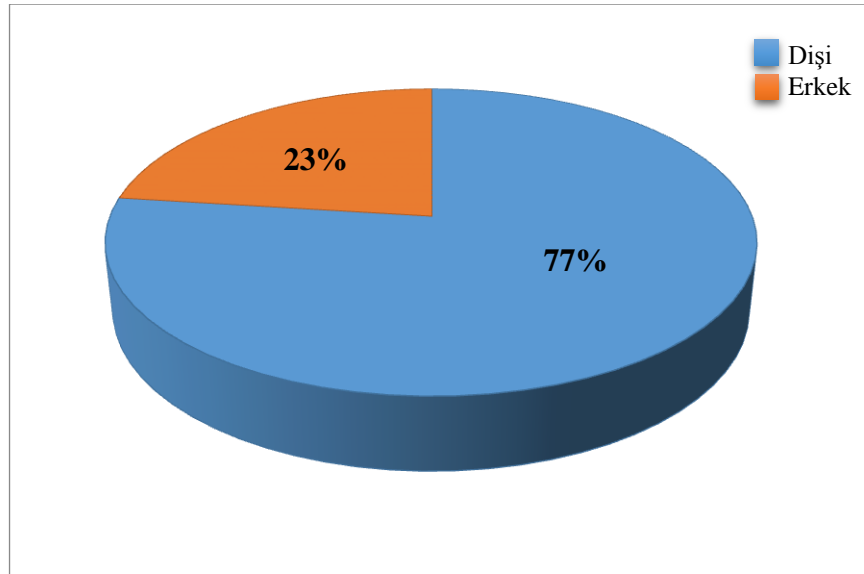
4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Popülasyonların Eşey Dağılımları

Bu çalışmada, *B. belone* türüne ait toplam 221 örnek (Kandıra; 79 dişi, 29 erkek ve Darıca; 87 dişi, 26 erkek) incelenmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda bireylerin sırasıyla, %73.1'i dişi, 26.9'u erkek; %77'i dişi, %23'ü erkek olarak belirlenmiş (Şekil 4.1, Şekil 4.2). Çalışmada, popülasyonlarını oluşturan bireylerin sırasıyla, dişi: erkek oranı 2.7:1 olarak, 3.3:1 şeklinde tespit edilmiştir.



Şekil 4.1 Popülasyonun Cinsiyet Dağılımları (Kandıra, Karadeniz)



Şekil 4.2 Popülasyonun Cinsiyet Dağılımları (Darıca, Marmara Denizi)

4.2 Popülasyonların Boy ve Ağırlık Dağılımları

Bu çalışmada, ölçümleri yapılan bireylerin boy dağılımları Kandıra 30.4-44.5 cm, Darıca da ise 27.9-51.6 cm arasında değişmektedir.

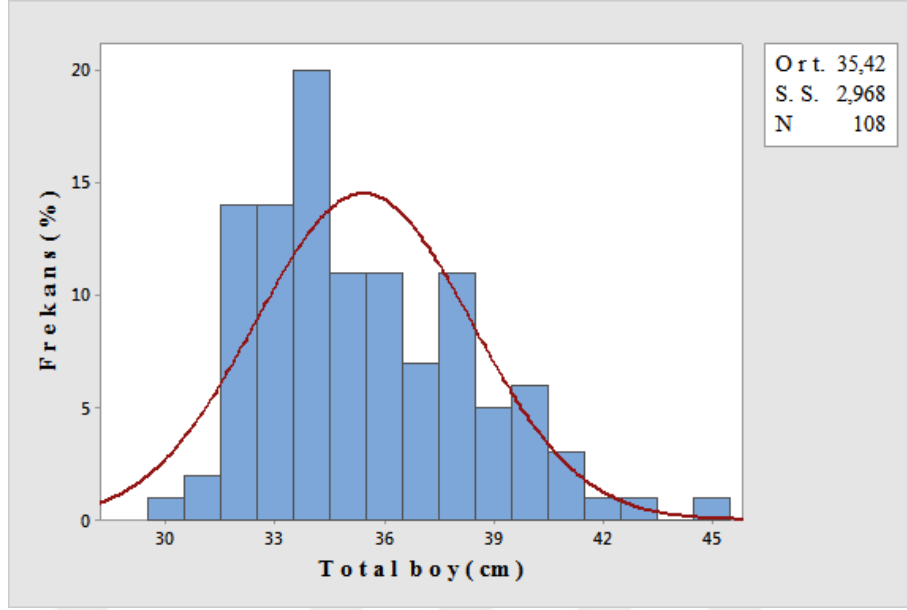
Kandıra ve Darıca'nın dişi-erkek bireylerin ortalama boy değerleri sırasıyla 35.06 -35.43 ve 35.21 -37.31cm; ortalama ağırlık değerleri ise sırasıyla 50.26-51.06 g ve 49.21-56.96 g'dır. Ortalama boy ve ağırlık değerleri bakımından dişi ve erkek bireyler arasında fark bulunmadığından ($P>0.05$), boy-frekans ve ağırlık-frekans grafikleri eşey ayrımı gözetilmeden verilmiştir.

Boy-frekans grafiği ile değerlendirilen bireylerin total boy dağılımlarına bakıldığında, boy değerleri 34 cm olan bireylerin popülasyonda en yoğun olduğu görülmektedir. Tüm bireyler için ortalama boy değeri ise 35.42 cm olarak belirlenmiştir (Şekil 4.3).

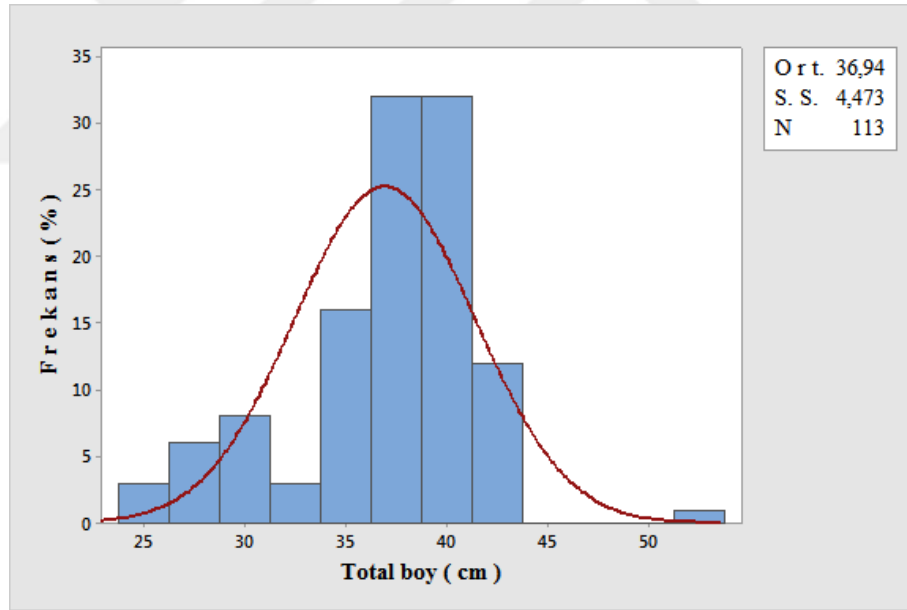
Boy-frekans grafiği ile değerlendirilen bireylerin total boy dağılımlarına bakıldığında, boy değerleri 37 cm olan bireylerin popülasyonda en yoğun olduğu görülmektedir. Tüm bireyler için ortalama boy değeri ise 36.94 cm olarak belirlenmiştir (Şekil 4.4).

İncelenen tüm bireylerin ağırlıkları ise 32.6-92.0 g arasında değişmektedir. Ağırlık-frekans grafiği ile değerlendirilen bireylerin ağırlık dağılımlarına bakıldığında, ağırlık değerleri 40 g olan bireylerin popülasyonda baskın olduğu görülmektedir. Ortalama ağırlık değeri ise 51.14 g olarak belirlenmiştir (Şekil 4.5).

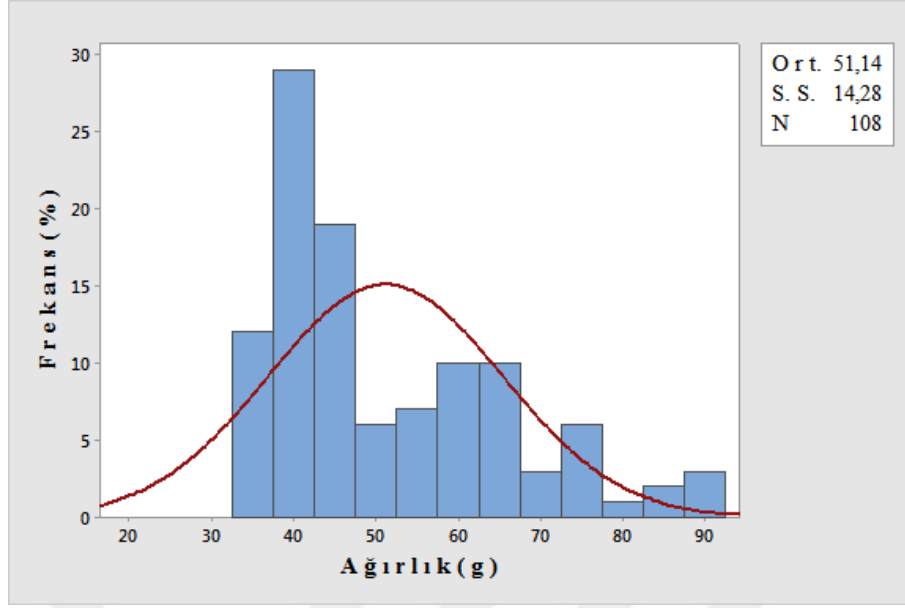
İncelenen tüm bireylerin ağırlıkları ise 15.4-91.6 g arasında değişmektedir. Ağırlık-frekans grafiği ile değerlendirilen bireylerin ağırlık dağılımlarına bakıldığında, ağırlık değerleri 50 g olan bireylerin popülasyonda baskın olduğu görülmektedir. Ortalama ağırlık değeri ise 55.07 g olarak belirlenmiştir (Şekil 4.6).



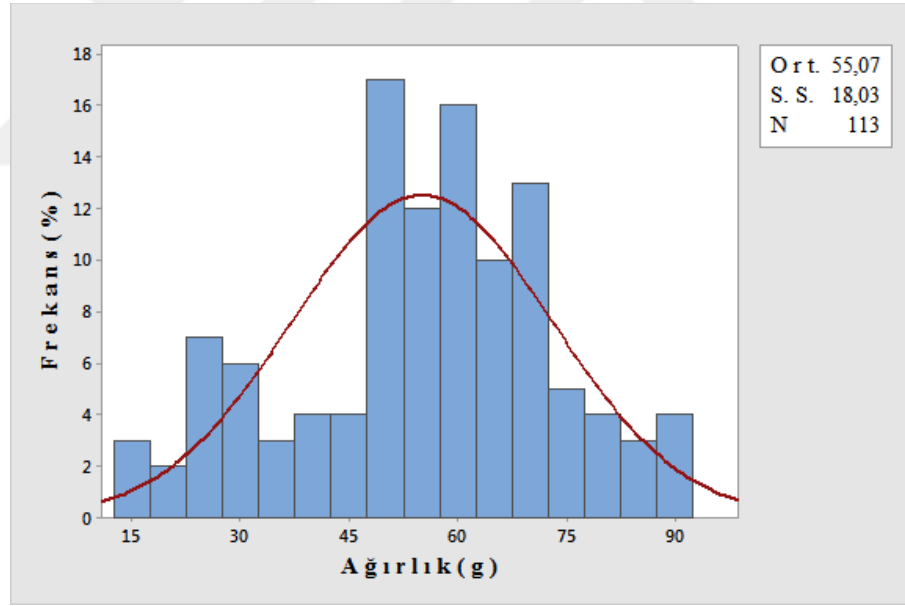
Şekil 4.3 Tüm Bireyler İçin Boy – Frekans Dağılımı (Kandıra, Karadeniz)



Şekil 4.4 Tüm Bireyler İçin Boy – Frekans Dağılımı (Darıca, Marmara Denizi)



Şekil 4.6 Tüm Bireyler İçin Ağırlık – Frekans Dağılımı (Kandira, Karadeniz)



Şekil 4.7 Tüm Bireyler İçin Ağırlık – Frekans Dağılımı (Darıca, Marmara Denizi)

4.3 Popülasyonların Otolit Özellikleri

Tüm bireylerin sol ve sağ otolitlerinin biyometri değerlerine ait ortalama, standart sapma, standart hata, minimum ve maksimum değerleri Çizelge 4.1 görülmektedir. Bireylerin ise otolit morfolojisi incelendiğinde, otolit ağırlık, boyu, genişlik ve alanı değerlerinde sol otolit sağ otolitten büyük olarak belirlenmiştir. Otolit çevresinde sağ otolit sol otolitten büyük değere sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Sol otolit ağırlığı 0.002742 g, sağ otolit ağırlığı 0.002737 g ($P>0.05$); sol otolit boyu 3.2891 mm, sağ otolit boyu 3.2746 mm ($P>0.05$), sol otolit genişliği 1.8418 mm, sağ otolit genişliği 1.8395 mm ($P>0.05$), sol otolit alanı 4.3192 mm², sağ otolit alanı 4.2972 mm² ($P>0.05$), sol otolit çevresi 8.9122 mm, sağ otolit çevresi 8.9000 mm ($P>0.05$) olarak ölçülmüş olup, belirtilen her bir özellik açısından sağ ve sol otolit çiftleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$) (Çizelge 4.1).

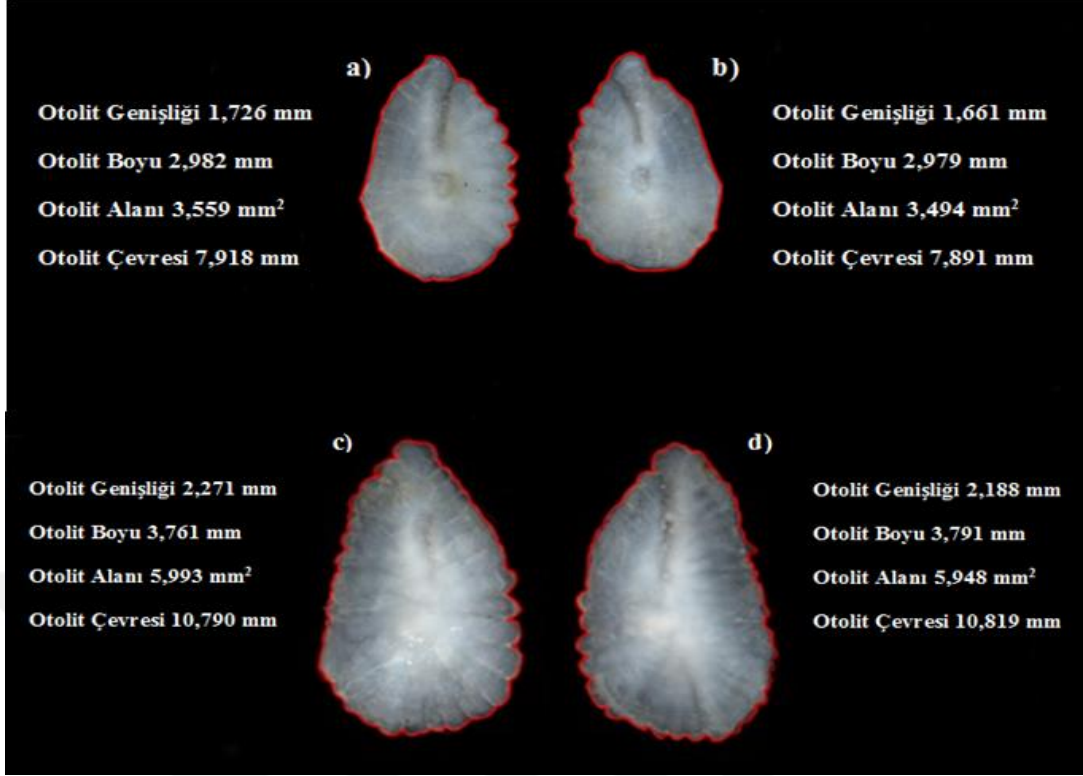
Tüm bireylerin sol ve sağ otolitlerinin biyometri değerlerine ait ortalama, standart sapma, standart hata, minimum ve maksimum değerleri Çizelge 4.2 görülmektedir. Bireylerin otolit morfolojisi incelendiğinde, otolit ağırlık, boyu, alan ve çevresi değerlerinde sol otolit sağ otolitten büyük olarak belirlenmiştir. Otolit genişliğinde sağ otolit sol otolitten büyük değere sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Sol otolit boyu 3.4639 mm, sağ otolit boyu 3.4520 mm ($P>0.05$); sol otolit genişliği 1.8960mm, sağ otolit genişliği 1.8990 mm ($P>0.05$), sol otolit alan 4.6938 mm², sağ otolit alan 4.6918 mm² ($P>0.05$), sol otolit çevresi 9.1262 mm, sağ otolit çevresi 9.0962 mm ($P>0.05$) olarak ölçülmüş olup, belirtilen her bir özellik açısından sağ ve sol otolit çiftleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$) Sol otolit ağırlığı 0.003509 g ve sağ otolit ağırlığı 0.003464 g olarak ölçülmüş olup, aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.1 Sol ve Sağ Otolit Bölge Arasındaki Paired t Testi Sonuçları (Kandıra, Karadeniz)

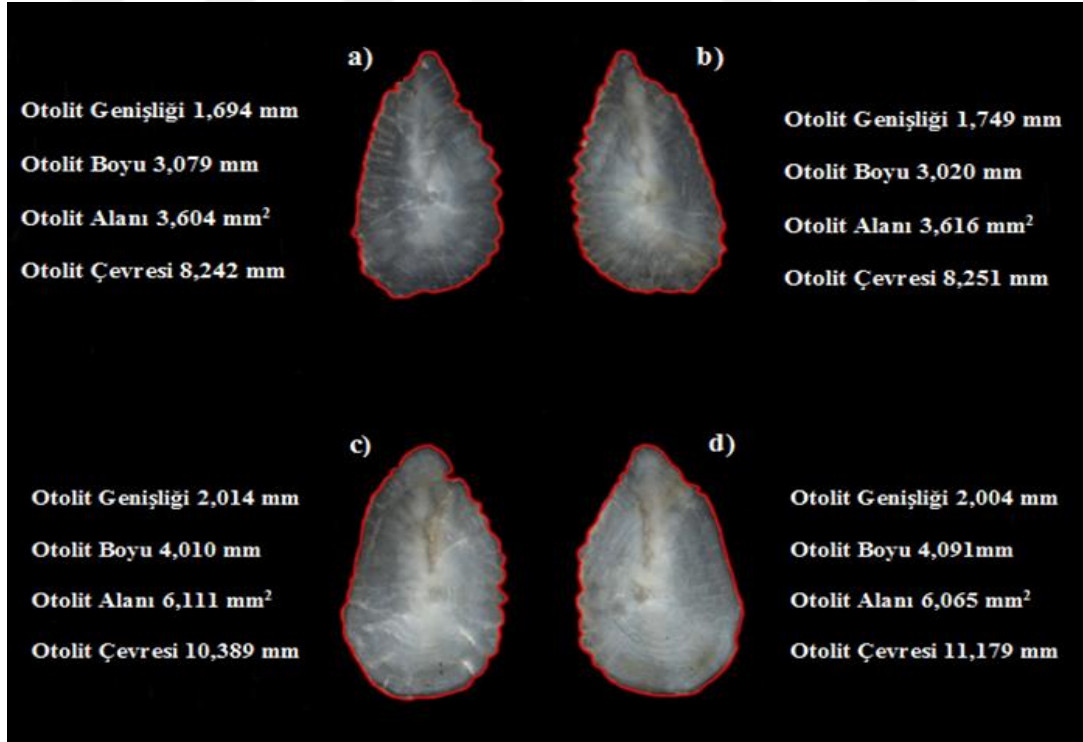
| Değişkenler | | Ortalama | Standart Hata | Standart Sapma | Min. | Max. | P değeri |
|-------------------------|-----------------------------|----------|---------------|----------------|----------|----------|----------|
| Otolit Ağırlığı | Sol | 0.002742 | 0.000065 | 0.000637 | 0.001700 | 0.004200 | P >0.05 |
| | (g) Sağ | 0.002737 | 0.000067 | 0.000653 | 0.001600 | 0.004300 | |
| Otolit Boyu | Sol | 3.2891 | 0.0343 | 0.2894 | 2.6520 | 4.0680 | P >0.05 |
| | (mm) Sağ | 3.2746 | 0.0341 | 0.2870 | 2.5250 | 3.9700 | |
| Otolit Genişliği | Sol | 1.8438 | 0.0171 | 0.1444 | 1.5740 | 2.2820 | P >0.05 |
| | (mm) Sağ | 1.8395 | 0.0169 | 0.1424 | 1.5480 | 2.2010 | |
| Otolit Alanı | Sol | 4.3192 | 0.0753 | 0.6388 | 3.3390 | 5.8310 | P >0.05 |
| | (mm²) Sağ | 4.2972 | 0.0746 | 0.6327 | 3.4030 | 5.9300 | |
| Otolit Çevresi | Sol | 8.9122 | 0.0969 | 0.8162 | 7.3480 | 10.7930 | P >0.05 |
| | (mm) Sağ | 8.9000 | 0.0936 | 0.7883 | 7.2850 | 11.1780 | |

Çizelge 4.2 Sol ve Sağ Otolit Bölge Arasındaki Paired t Testi Sonuçları (Darıca, Marmara Denizi)

| Değişkenler | | Ortalama | Standart Hata | Standart Sapma | Min. | Max. | P değeri |
|-------------------------|-----------------------------|----------|---------------|----------------|----------|----------|----------|
| Otolit Ağırlığı | Sol | 0.003509 | 0.000092 | 0.000854 | 0.001600 | 0.005300 | P <0.05 |
| | (g) Sağ | 0.003464 | 0.000090 | 0.000840 | 0.001400 | 0.005500 | |
| Otolit Boyu | Sol | 3.4639 | 0.0362 | 0.3318 | 2.4460 | 4.1360 | P >0.05 |
| | (mm) Sağ | 3.4520 | 0.0365 | 0.3343 | 2.4980 | 4.2580 | |
| Otolit Genişliği | Sol | 1.8960 | 0.0198 | 0.1816 | 1.4190 | 2.2120 | P >0.05 |
| | (mm) Sağ | 1.8990 | 0.0201 | 0.1841 | 1.3850 | 2.2920 | |
| Otolit Alanı | Sol | 4.6938 | 0.0837 | 0.7672 | 2.6660 | 5.9770 | P >0.05 |
| | (mm²) Sağ | 4.6918 | 0.0852 | 0.7807 | 2.5790 | 6.5460 | |
| Otolit Çevresi | Sol | 9.1262 | 0.0960 | 0.8903 | 6.6210 | 10.9980 | P >0.05 |
| | (mm) Sağ | 9.0962 | 0.0981 | 0.8995 | 6.6590 | 11.1530 | |



Şekil 4.7 En Küçük - En Byk Saggital Otolit iftlerinden Alınan lmler (a: En Küçük Sol Otolit, b: En Küçük Sağ Otolit, c: En Byk Sol Otolit, d: En Byk Sağ Otolit) (Kandıra, Karadeniz)



Şekil 4.8 En Küçük - En Byk Saggital Otolit iftlerinden Alınan lmler (a: En Küçük Sol Otolit, b: En Küçük Sağ Otolit, c: En Byk Sol Otolit, d: En Byk Sağ Otolit) (Darıca, Marmara Denizi)

Sol ve sağ otolitleri incelenen dişi ve erkek bireylerin biyometri ölçümlerine ait ortalama, standart sapma, standart hata, minimum ve maksimum değerleri ile t testi sonuçları Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'de gösterilmektedir. Otolit boyu değerlendirildiğinde, dişi bireylerin sol otoliti sağ otolitinden fazla iken erkek bireylerde sağ otolitin boyu soldakine oranla daha uzundur. Dişi bireylerin sol ve sağ otolitlerine ait alan ve çevre değerlerinin ise erkek bireylerinkinden fazla olduğu belirlenmiştir. Sol ve sağ otolitler dişi ve erkek bireylerde; tüm değerleri için aralarındaki fark istatistiksel manada önemsizdir ($P>0.05$) (Çizelge 4.3, Çizelge 4.4).

Çizelge 4.3 Sagitta Otoliti İçin Dişi ve Erkek Bireyler Arasındaki t Testi Sonuçları (Kandıra, Karadeniz)

| Otolit Değişkenler | | Ortalama | Standart Hata | Standart Sapma | Min. | Max. | P değeri |
|--------------------------|---|----------|---------------|----------------|----------|----------|----------|
| Sol sagitta | ♀ | 0.002768 | 0.000076 | 0.000655 | 0.001800 | 0.004200 | P >0.05 |
| ağırlığı (g) | ♂ | 0.002645 | 0.000129 | 0.000603 | 0.001700 | 0.003800 | |
| Sağ sagitta | ♀ | 0.002745 | 0.000078 | 0.000678 | 0.001600 | 0.004300 | P >0.05 |
| ağırlığı (g) | ♂ | 0.002705 | 0.000126 | 0.000591 | 0.001600 | 0.004100 | |
| Sol sagitta | ♀ | 1.8512 | 0.0203 | 0.1505 | 1.6300 | 2.2820 | P >0.05 |
| genişliği (mm) | ♂ | 1.8144 | 0.0290 | 0.1231 | 1.5740 | 2.0590 | |
| Sağ sagitta | ♀ | 1.8504 | 0.0203 | 0.1506 | 1.5480 | 2.2010 | P >0.05 |
| genişliği (mm) | ♂ | 1.8069 | 0.0245 | 0.1038 | 1.6480 | 2.0070 | |
| Sol sagitta | ♀ | 3.2666 | 0.0384 | 0.2851 | 2.6520 | 3.9530 | P >0.05 |
| boyu (mm) | ♂ | 3.3405 | 0.0739 | 0.3134 | 2.9120 | 4.0680 | |
| Sağ sagitta | ♀ | 3.2561 | 0.0391 | 0.2896 | 2.5250 | 3.8930 | P >0.05 |
| boyu (mm) | ♂ | 3.3270 | 0.0689 | 0.2923 | 2.9290 | 3.9700 | |
| Sol sagitta | ♀ | 4.304 | 0.089 | 0.668 | 3.309 | 5.831 | P >0.05 |
| alanı (mm ²) | ♂ | 4.325 | 0.134 | 0.568 | 3.559 | 5.708 | |
| Sağ sagitta | ♀ | 4.251 | 0.088 | 0.664 | 3.403 | 5.930 | P >0.05 |
| alanı (mm ²) | ♂ | 4.306 | 0.125 | 0.529 | 3.494 | 5.463 | |
| Sol sagitta | ♀ | 8.835 | 0.109 | 0.810 | 7.348 | 10.678 | P >0.05 |
| çevresi (mm) | ♂ | 9.075 | 0.200 | 0.846 | 7.918 | 10.793 | |
| Sağ sagitta | ♀ | 8.872 | 0.108 | 0.799 | 7.285 | 11.178 | P >0.05 |
| çevresi (mm) | ♂ | 8.964 | 0.177 | 0.750 | 7.714 | 10.296 | |

Çizelge 4.4 Sagitta Otoliti İçin Dişi ve Erkek Bireyler Arasındaki t Testi Sonuçları (Darıca, Marmara Denizi)

| Otolit Değişkenler | | Ortalama | Standart Hata | Standart Sapma | Min. | Max. | P değeri |
|--------------------------|---|----------|---------------|----------------|----------|----------|----------|
| Sol sagitta | ♀ | 0.003591 | 0.000103 | 0.000845 | 0.001600 | 0.005300 | P >0.05 |
| ağırlığı (g) | ♂ | 0.003184 | 0.000215 | 0.000938 | 0.001700 | 0.004700 | |
| Sağ sagitta | ♀ | 0.003554 | 0.000103 | 0.000841 | 0.001400 | 0.005500 | P >0.05 |
| ağırlığı (g) | ♂ | 0.003100 | 0.000215 | 0.000937 | 0.001400 | 0.004900 | |
| Sol sagitta | ♀ | 1.9186 | 0.0214 | 0.1750 | 1.4190 | 2.1900 | P >0.05 |
| genişliği (mm) | ♂ | 1.8173 | 0.0461 | 0.2008 | 1.4980 | 2.2120 | |
| Sağ sagitta | ♀ | 1.9237 | 0.0218 | 0.1788 | 1.3850 | 2.2920 | P >0.05 |
| genişliği (mm) | ♂ | 1.8135 | 0.0453 | 0.1973 | 1.5130 | 2.1940 | |
| Sol sagitta | ♀ | 3.5052 | 0.0388 | 0.3174 | 2.4460 | 4.1360 | P >0.05 |
| boyu (mm) | ♂ | 3.3024 | 0.0836 | 0.3643 | 2.5860 | 3.7760 | |
| Sağ sagitta | ♀ | 3.4891 | 0.0388 | 0.3173 | 2.5230 | 4.2580 | P >0.05 |
| boyu (mm) | ♂ | 3.3016 | 0.0883 | 0.3847 | 2.4980 | 3.9140 | |
| Sol sagitta | ♀ | 4.790 | 0.090 | 0.743 | 2.666 | 5.977 | P >0.05 |
| alanı (mm ²) | ♂ | 4.336 | 0.190 | 0.830 | 2.922 | 5.619 | |
| Sağ sagitta | ♀ | 4.791 | 0.093 | 0.764 | 2.579 | 6.546 | P >0.05 |
| alanı (mm ²) | ♂ | 4.326 | 0.193 | 0.843 | 2.922 | 5.835 | |
| Sol sagitta | ♀ | 9.228 | 0.106 | 0.869 | 6.621 | 10.998 | P >0.05 |
| çevresi (mm) | ♂ | 8.724 | 0.206 | 0.898 | 6.918 | 9.9150 | |
| Sağ sagitta | ♀ | 9.180 | 0.109 | 0.893 | 6.659 | 11.153 | P >0.05 |
| çevresi (mm) | ♂ | 8.752 | 0.223 | 0.973 | 6.911 | 10.240 | |

Yapılan hesaplamalar sonucunda Karadeniz ve Marmara Denizi'nde değerlendirilen otolitler, tüm bireyler için boy ve genişlik değerlerinden otolit çiftleri arasında istatistiksel açıdan farklılık olmadığından ($P > 0.05$), şekil faktörü, yuvarlaklık ve OB/OG oranı, dairesellik, dikdörtgenlik ve eliptiklik hesaplamalarında sol otolit tercih edilmiştir. Karadeniz, sol sagittadan yararlanılarak hesaplanan şekil faktörü, yuvarlaklık, OB/OG oranı ortalama değerleri sırasıyla, 0.649, 0.529, 1.787; dairesellik, dikdörtgenlik ve eliptiklik ortalama değerleri ise 18.562, 0.706, 0.281 (Çizelge 4.5) olarak bulunmuştur. Marmara Denizi, sol sagittadan yararlanılarak hesaplanan şekil faktörü, yuvarlaklık, OB/OG oranı ortalama değerleri sırasıyla, 0.672, 0.519, 1.834; dairesellik, dikdörtgenlik ve

eliptiklik ortalama değerleri ise 17.931, 0.710, 0.292 (Çizelge 4.6) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.5 Sol Otolite Ait Şekil İndis Değerleri (Kandıra, Karadeniz)

| Değişken | Ortalama | Standart Hata | Standart Sapma | Minimum | Maksimum |
|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------------|----------------|-----------------|
| Şekil Faktörü | 0.649 | 0.045 | 0.004 | 0.487 | 0.762 |
| Yuvarlak | 0.529 | 0.041 | 0.004 | 0.449 | 0.666 |
| OG/OB oranı | 1.787 | 0.121 | 0.013 | 1.437 | 2.010 |
| Dairesellik | 18.562 | 1.347 | 0.147 | 15.728 | 24.599 |
| Dikdörtgenlik | 0.706 | 0.020 | 0.002 | 0.661 | 0.767 |
| Eliptiklik | 0.281 | 0.031 | 0.003 | 0.179 | 0.335 |

Çizelge 4.6 Sol Otolite Ait Şekil İndis Değerleri (Darıca, Marmara Denizi)

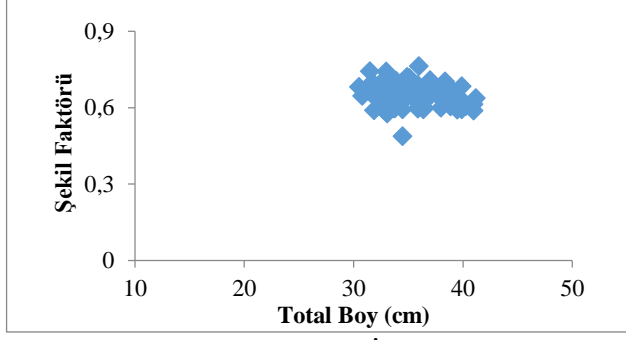
| Değişken | Ortalama | Standart Hata | Standart Sapma | Minimum | Maksimum |
|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------------|----------------|-----------------|
| Şekil Faktörü | 0.672 | 0.046 | 0.004 | 0.537 | 0.766 |
| Yuvarlak | 0.519 | 0.044 | 0.004 | 0.423 | 0.709 |
| OG/OB oranı | 1.834 | 0.130 | 0.013 | 1.396 | 2.206 |
| Dairesellik | 17.931 | 1.291 | 0.134 | 1.654 | 22.325 |
| Dikdörtgenlik | 0.710 | 0.021 | 0.002 | 0.649 | 0.768 |
| Eliptiklik | 0.292 | 0.033 | 0.003 | 0.165 | 0.376 |

Özellikler iki popülasyon karşılaştırmak amacı ile değerlendirilmiş, Anova ile karşılaştırıldığında her bir değişken açısından Kandıra ve Darıca'da popülasyonları arasında fark olmadığı belirlenmiştir ($P > 0.05$) (Çizelge 4.7).

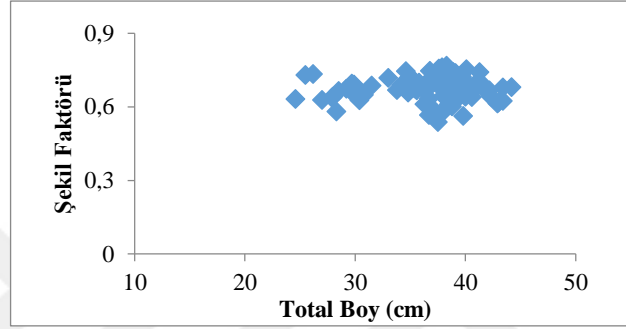
Çizelge 4.7 Kandıra ve Darıca Otolit Verilerinin Karşılaştırılması

| Değişkenler | | Ortalama | P değeri |
|--------------------------------------|---------|-----------------|-----------------|
| Otolit Ağırlığı (g) | Kandıra | 0.002742 | P >0.05 |
| | Darıca | 0.003509 | |
| Otolit Boyu (mm) | Kandıra | 3.2891 | P >0.05 |
| | Darıca | 3.4639 | |
| Otolit Genişliği (mm) | Kandıra | 1.8438 | P >0.05 |
| | Darıca | 1.8960 | |
| Otolit Alanı (mm²) | Kandıra | 4.3192 | P >0.05 |
| | Darıca | 4.6938 | |
| Otolit Çevresi (mm) | Kandıra | 8.9122 | P >0.05 |
| | Darıca | 9.1262 | |
| Şekil Faktörü | Kandıra | 0.649 | P >0.05 |
| | Darıca | 0.672 | |
| Yuvarlak | Kandıra | 0.529 | P >0.05 |
| | Darıca | 0.519 | |
| OG/OB oranı | Kandıra | 1.787 | P >0.05 |
| | Darıca | 1.834 | |
| Dairesellik | Kandıra | 18.562 | P >0.05 |
| | Darıca | 17.931 | |
| Dikdörtgenlik | Kandıra | 0.706 | P >0.05 |
| | Darıca | 0.710 | |
| Eliptiklik | Kandıra | 0.281 | P >0.05 |
| | Darıca | 0.292 | |

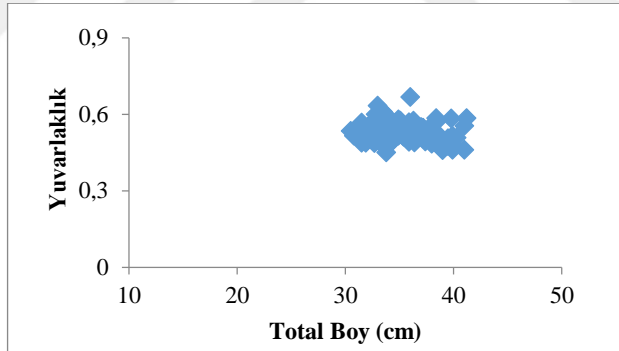
Otolitlere ait, şekil faktörü, yuvarlaklık, OB/OG oranı, dairesellik, dikdörtgenlik ve eliptiklik değerleri total boy ile ilişkilendirilmiş olup Şekil 4.9 – 4.20’de gösterilmiştir.



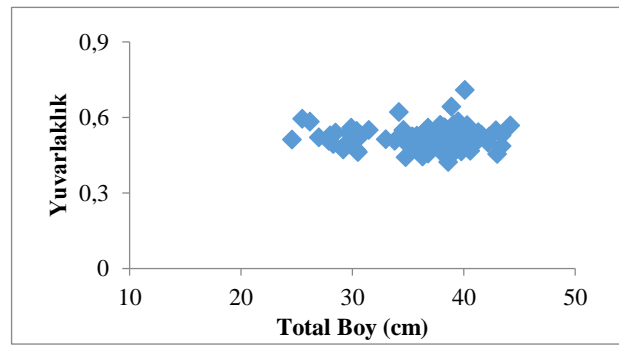
Şekil 4.9 TB-Şekil Faktörü İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)



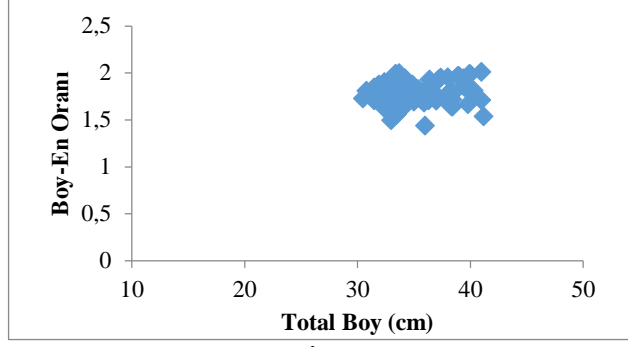
Şekil 4.10 TB-Şekil Faktörü İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi)



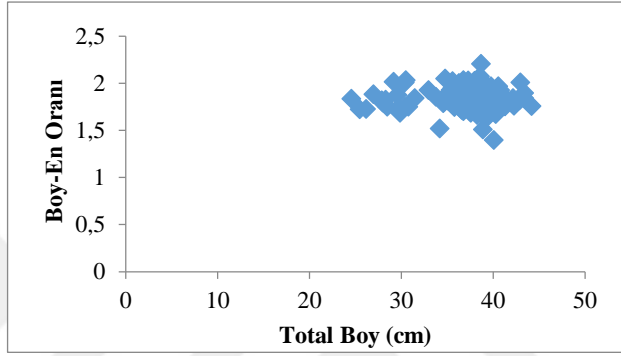
Şekil 4.11 TB-Yuvarlaklık İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)



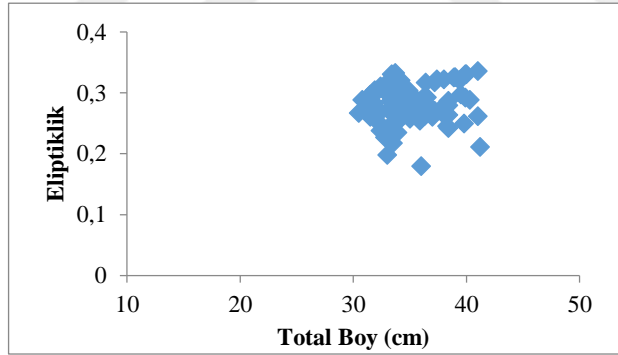
Şekil 4.12 TB-Yuvarlaklık İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi)



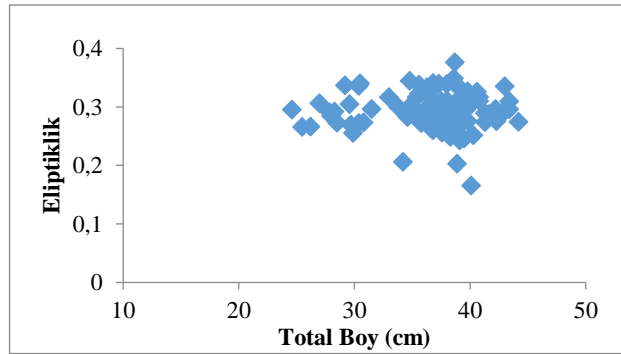
Şekil 4.13 TB-OG/OB İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)



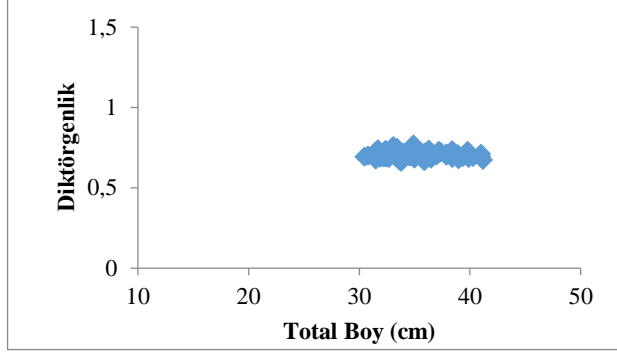
Şekil 4.14 TB-OG/OB İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi)



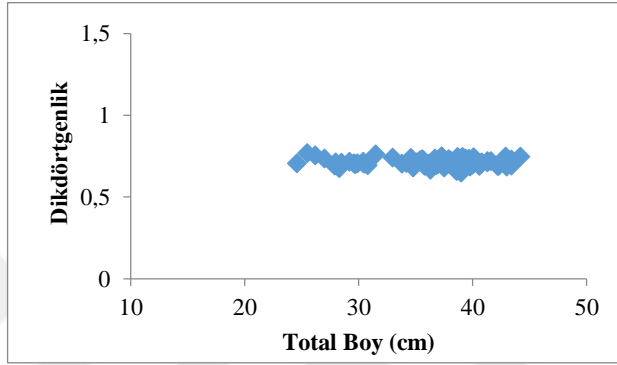
Şekil 4.15 TB-Eliptiklik İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)



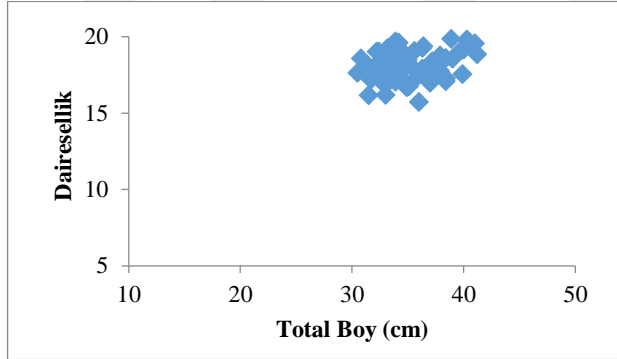
Şekil 4.16 TB-Eliptiklik İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi)



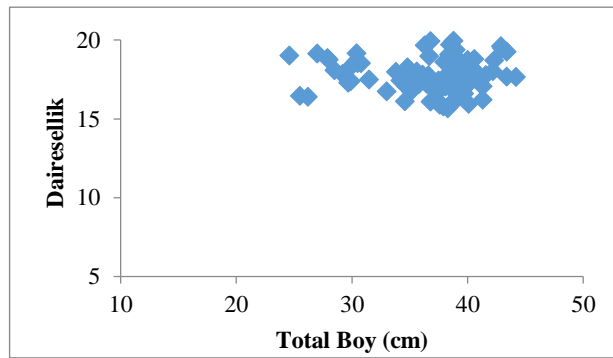
Şekil 4.17 TB-Dikdörtgenlik İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)



Şekil 4.18 TB-Dikdörtgenlik İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi)



Şekil 4.19 TB-Dairesellik İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)



Şekil 4.20 TB-Dairesellik İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi)

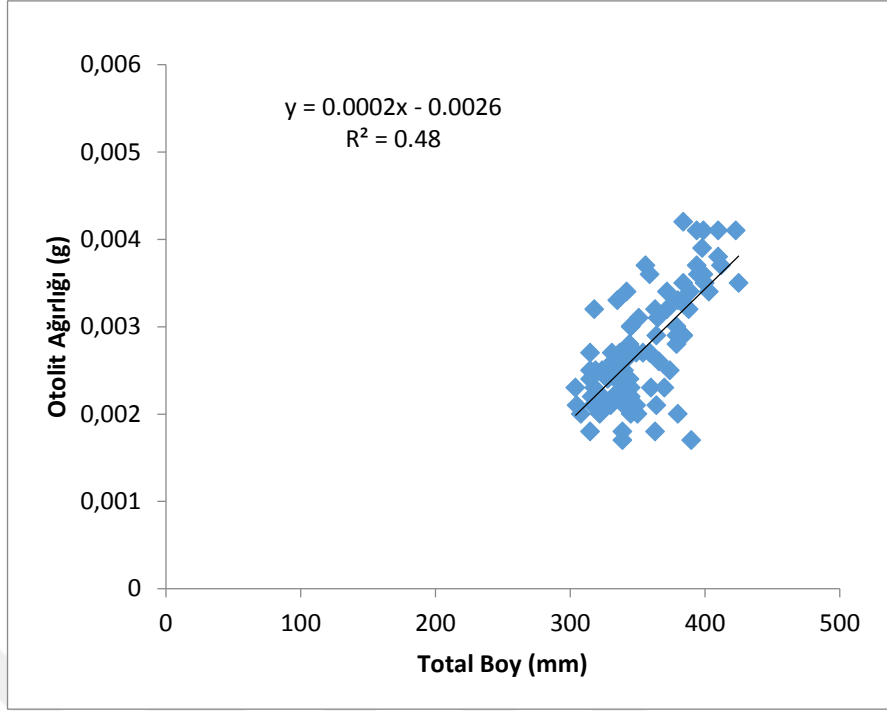
4.4 Popülasyonların Balık Boyu-Otolit Biyometrisi İlişkileri

Tüm bireylerde balığın total boyu (TB) ile sağ ve sol otolit çiftlerinin otolit ağırlıkları (OA), otolit boyları (OB), otolit genişlikleri (OG), otolit alanları (A) ve otolit çevreleri (OÇ) arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. İnceleme sonucunda sağ ve sol bölge otolitlerinin boy değerleri arasında istatistiksel bakımdan önemli bir fark bulunmadığından ($P>0.05$) çalışmada otolitin seçiminde sol sagitta boy ve genişlik değerlerinin sağ sagittadan büyük olması nedeniyle sol otolit tercih edilmiştir. Hesaplamalar yapılırken sol otolit değerleri kullanarak analiz edilmiştir. Tüm bireyler için TB-OA, TB-OB, TB-OG, TB-A ve TB-OÇ ilişki grafikleri, denklemleri ve ilişki katsayıları Şekil 4.21 - 4.30'de gösterilmiştir. Buna göre;

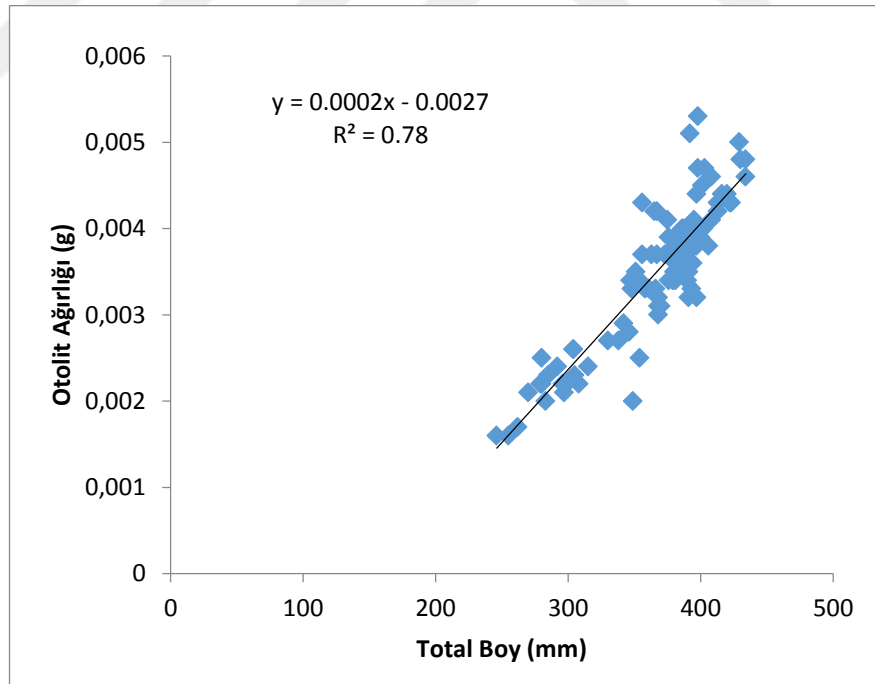
Tüm bireyler için sırasıyla;

| | | | |
|------------------------|----------------|---------|--------------|
| $OA=0.0002TB - 0.0026$ | $(R^2 = 0.48)$ | Kandıra | (Şekil 4.21) |
| $OA=0.0002TB - 0.0027$ | $(R^2 = 0.78)$ | Darıca | (Şekil 4.22) |
| $OG=0.0035TB + 0.6105$ | $(R^2 = 0.48)$ | Kandıra | (Şekil 4.23) |
| $OG=0.0034TB + 0.6473$ | $(R^2 = 0.71)$ | Darıca | (Şekil 4.24) |
| $OB=0.0072TB + 0.769$ | $(R^2 = 0.48)$ | Kandıra | (Şekil 4.25) |
| $OB=0.0062TB + 1.184$ | $(R^2 = 0.65)$ | Darıca | (Şekil 4.26) |
| $A=0.0174TB - 1.8506$ | $(R^2 = 0.62)$ | Kandıra | (Şekil 4.27) |
| $A=0.0158TB - 1.0885$ | $(R^2 = 0.81)$ | Darıca | (Şekil 4.28) |
| $OÇ=0.0201TB + 1.8072$ | $(R^2 = 0.52)$ | Kandıra | (Şekil 4.29) |
| $OÇ=0.0159TB + 3.3013$ | $(R^2 = 0.63)$ | Darıca | (Şekil 4.30) |

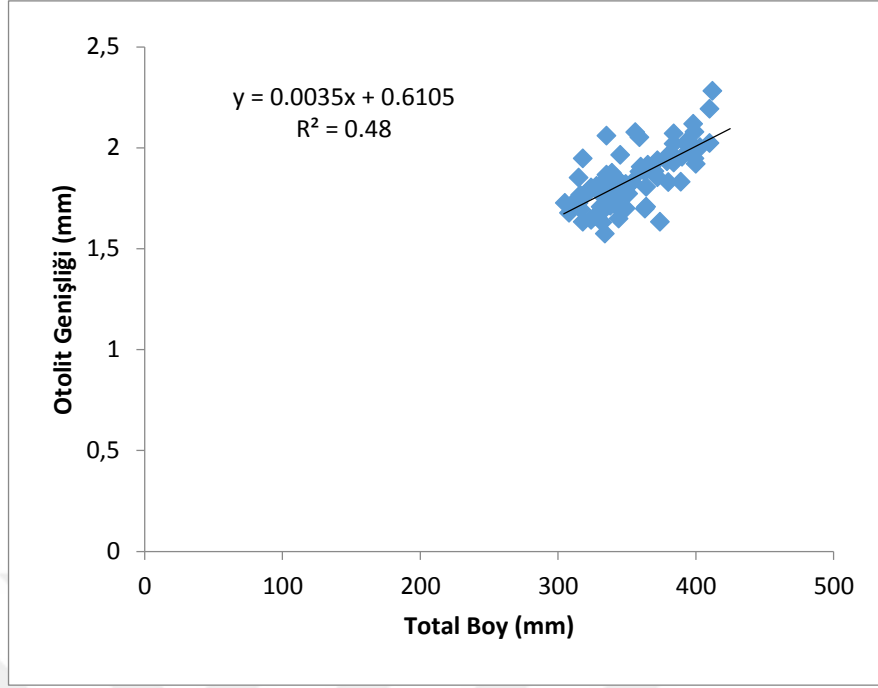
Otolit büyümesiyle balığın boyca büyümesi arasındaki ilişkiler incelendiğinde, popülasyonlar için ilişki katsayısının en yüksek olduğu değerler, otolit alanında olduğu görülmektedir. Balık boyuyla otolit biyometrisi arasındaki ilişki katsayıları, popülasyonlar arasında karşılaştırıldığında, Darıca'dan (Marmara Denizi) yakalanan bireylerde ilişki katsayılarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir.



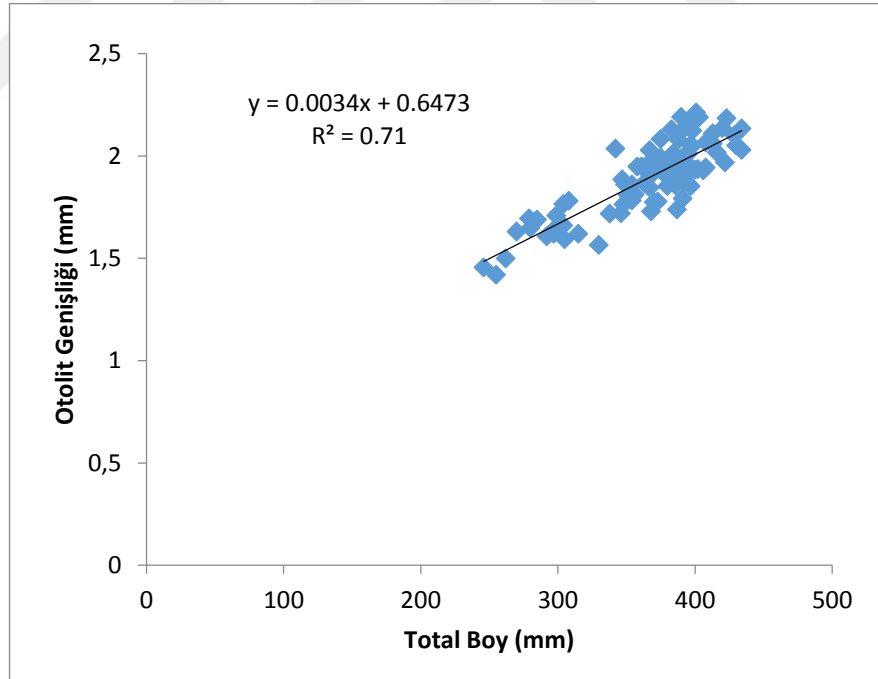
Şekil 4.21 Total Boy-Otolit Ağırlığı İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)



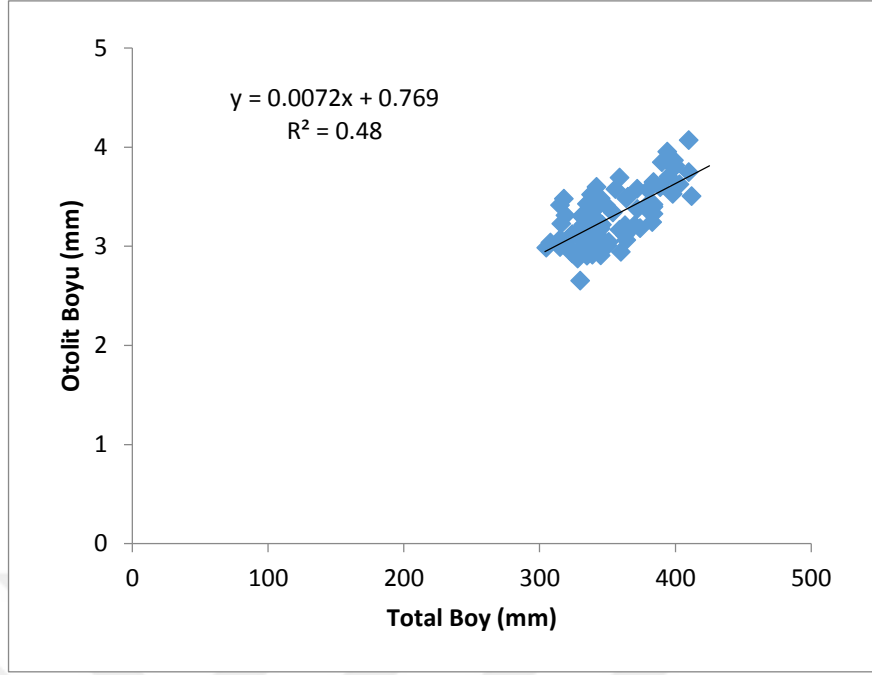
Şekil 4.22 Total Boy-Otolit Ağırlığı İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi)



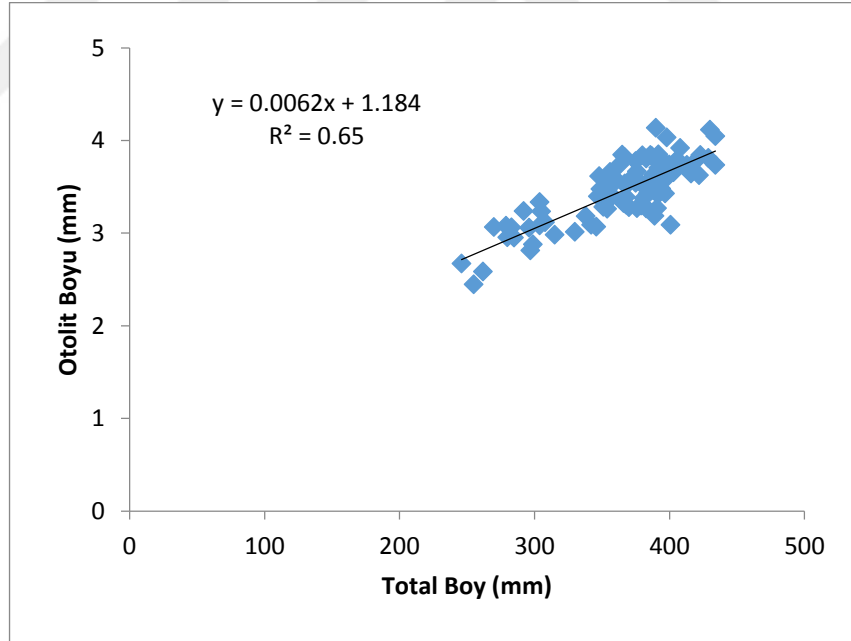
Şekil 4.23 Total Boy-Otolit Genişliği İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)



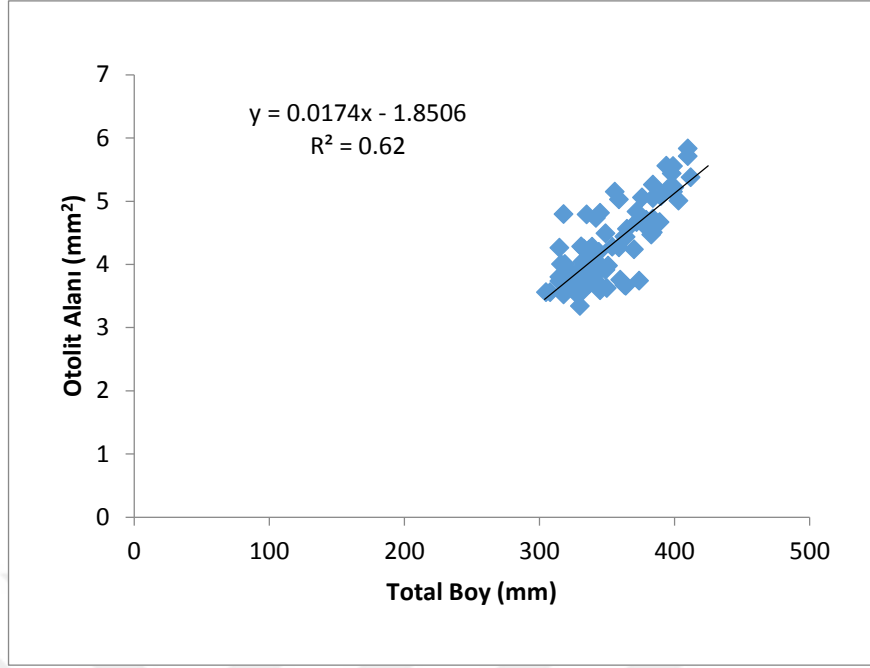
Şekil 4.24 Total Boy-Otolit Genişliği İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi)



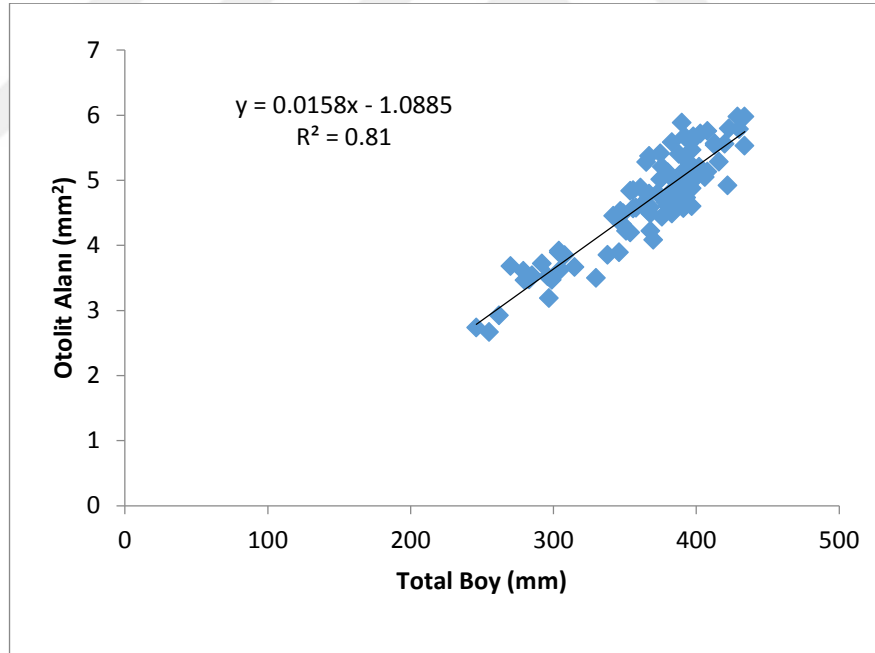
Şekil 4.25 Total Boy-Otolit Boyu İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)



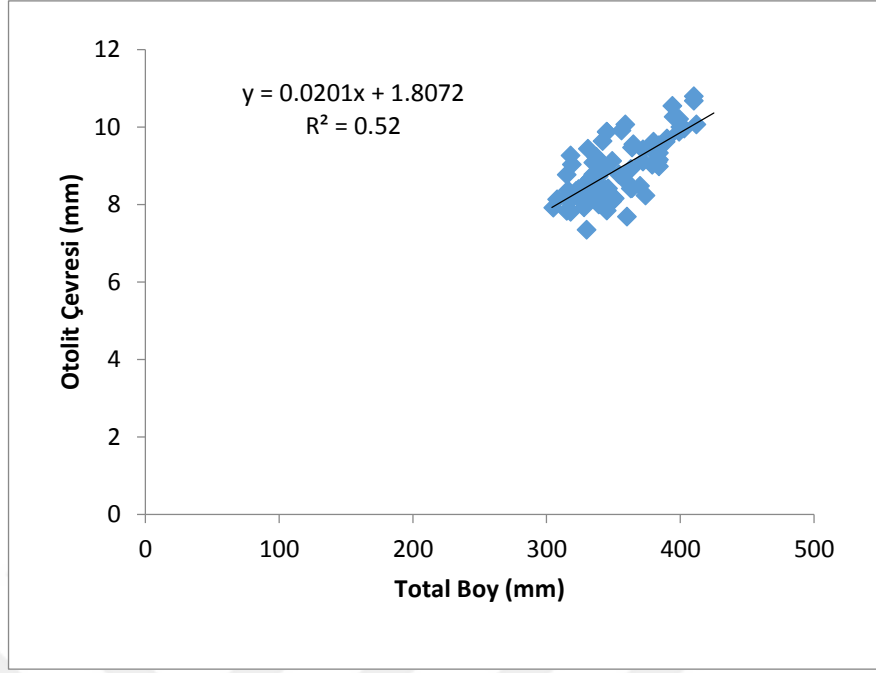
Şekil 4.26 Total Boy-Otolit Boyu İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi)



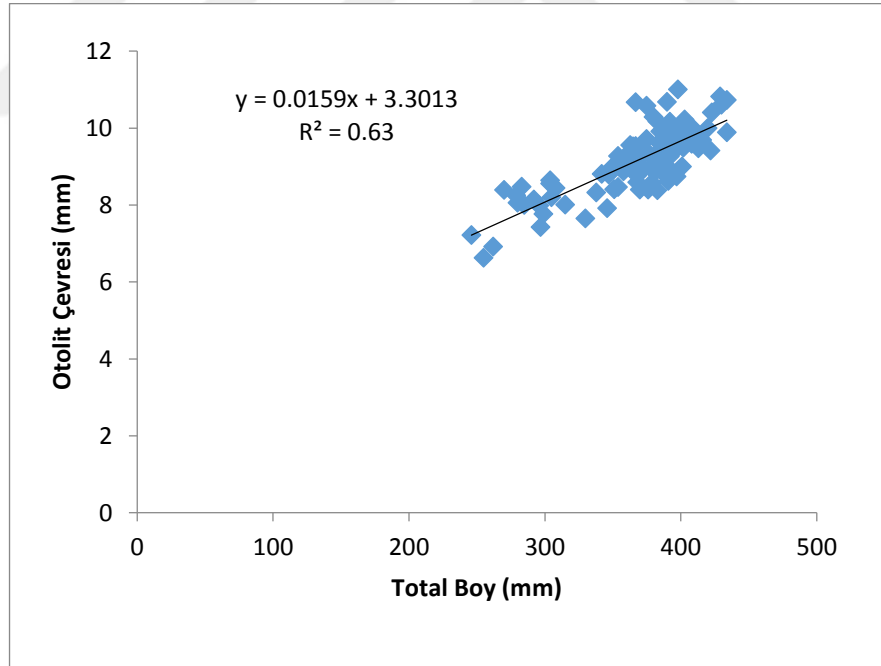
Şekil 4.27 Total Boy-Otolit Alanı İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)



Şekil 4.28 Total Boy-Otolit Alanı İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi)



Şekil 4.29 Total Boy-Otolit Çevresi İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)



Şekil 4.30 Total Boy-Otolit Çevresi İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi)

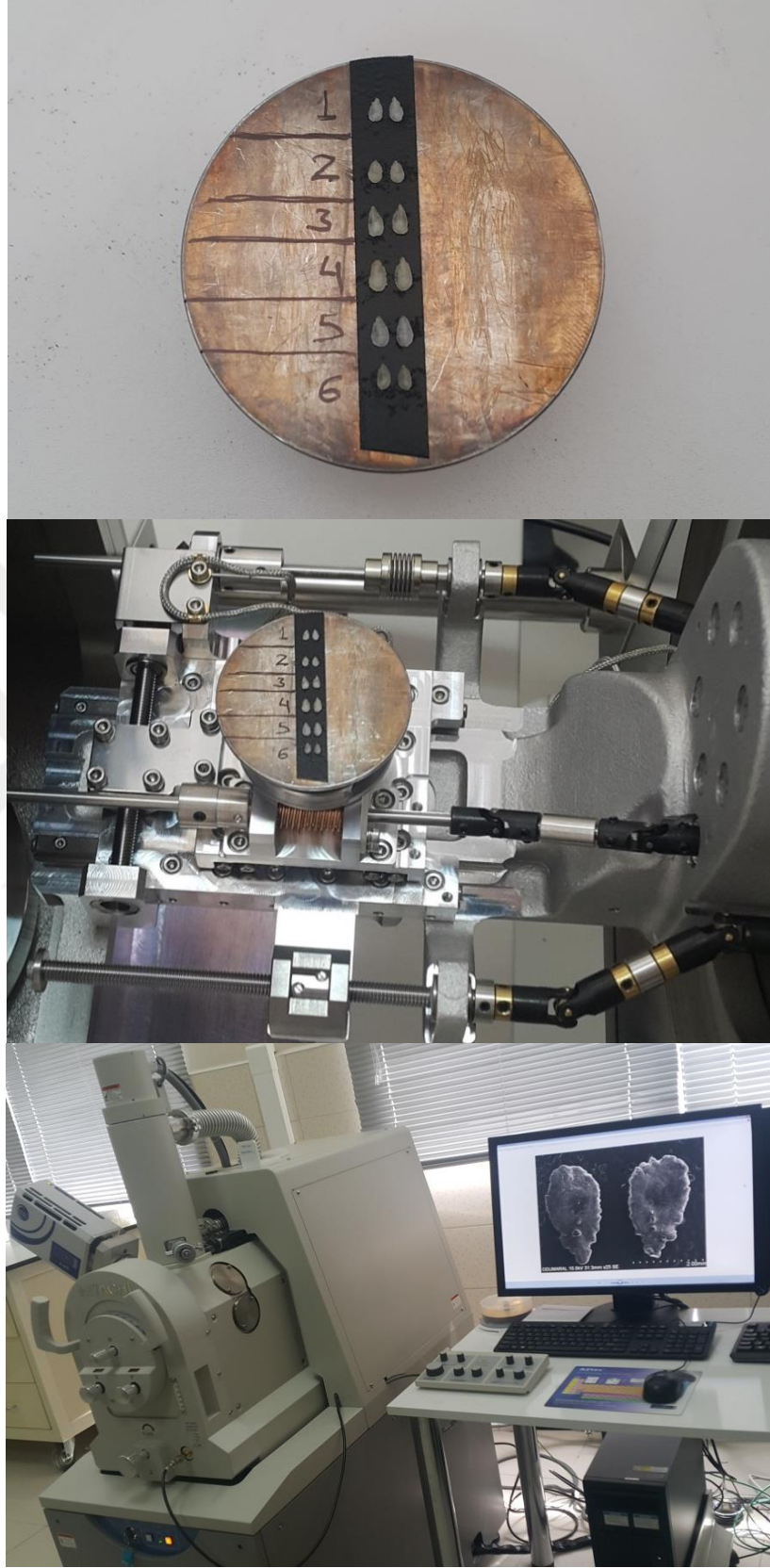
4.5 Otolitlerin Elektron Mikroskop Çalışması

Otolitler dikkatli ve özenli bir şekilde çift taraflı bant üzerine yerleştirilip, elektron mikroskopunda incelenmiştir (Şekil 4.31). Daha sonra numuneler Şekil 4.31'deki gibi SEM cihazına yerleştirilmiştir ve görüntüleme ekranından görüntülere bakılıp otolitlerin distal (ön) ve proksimal (arka yüzeylerine) yakınlaştırarak istenilen boyutlarda çekimler yapılmıştır.

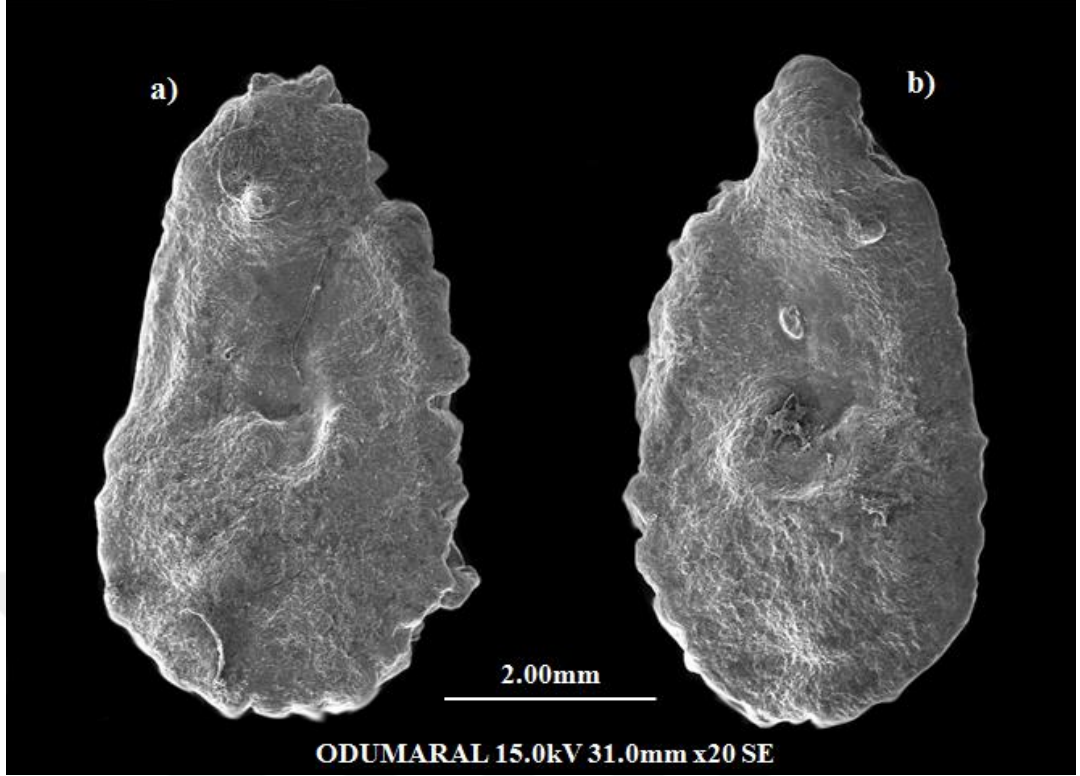
İncelenen popülasyonlardaki en küçük örneğe ait sırasıyla sem görüntüleri sol ve sağ otolit çiftlerinin distal kısımları için x20 büyütme ile (Şekil 4.32, Şekil 4.33), en büyük örnekler olan 44.5 cm ve 51.6 cm boyundaki balıklara ait sem görüntüleri sol ve sağ otolit çiftlerinin distal kısımları için x20 büyütme ile Şekil 4.36, Şekil 4.37'te gösterilmiştir.

Yapılan çalışmada, 30.4 cm ve 27.9 cm boyundaki en küçük örneklere ait otolitlerin proksimal kısmında bulunan sulcus acusticus bölgeleri için x20 ile (Şekil 4.40, Şekil 4.41), en büyük balıklar olan 44.5 cm ve 51.6 boyundaki örneğe ait SEM görüntüleri sol ve sağ otolit çiftlerinin proksimal kısmında bulunan sulcus acusticus bölgeleri için x20 büyütme ile gösterilmiştir (Şekil 4.42, Şekil 4.43).

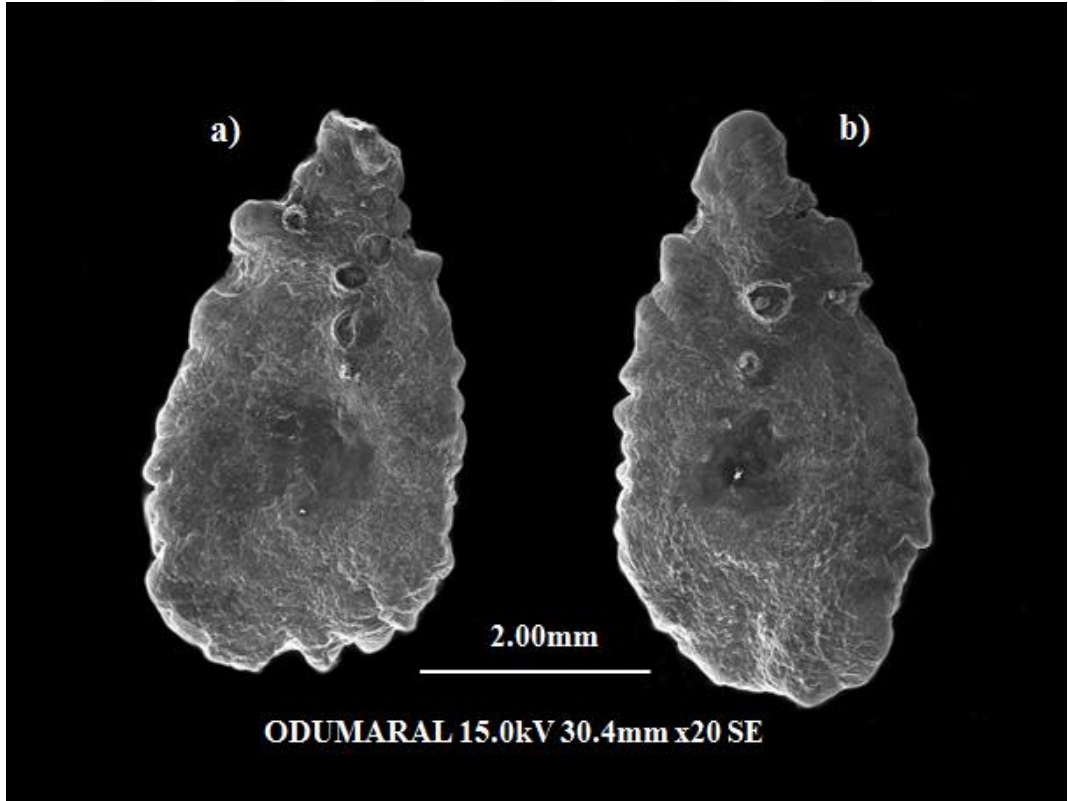
Araştırılan popülasyonlardaki en küçük örnekler ait sol ve sağ otolit çiftinin distalden seçilen kısımlarından 1.00k büyütme (Şekil 4.34, Şekil 4.35), en büyük örneklere ait otolitlerin distal kısımlarının seçilen kısımları ise 1.00k büyütmede Şekil 4.38, Şekil 4.39'de gösterilmiştir.



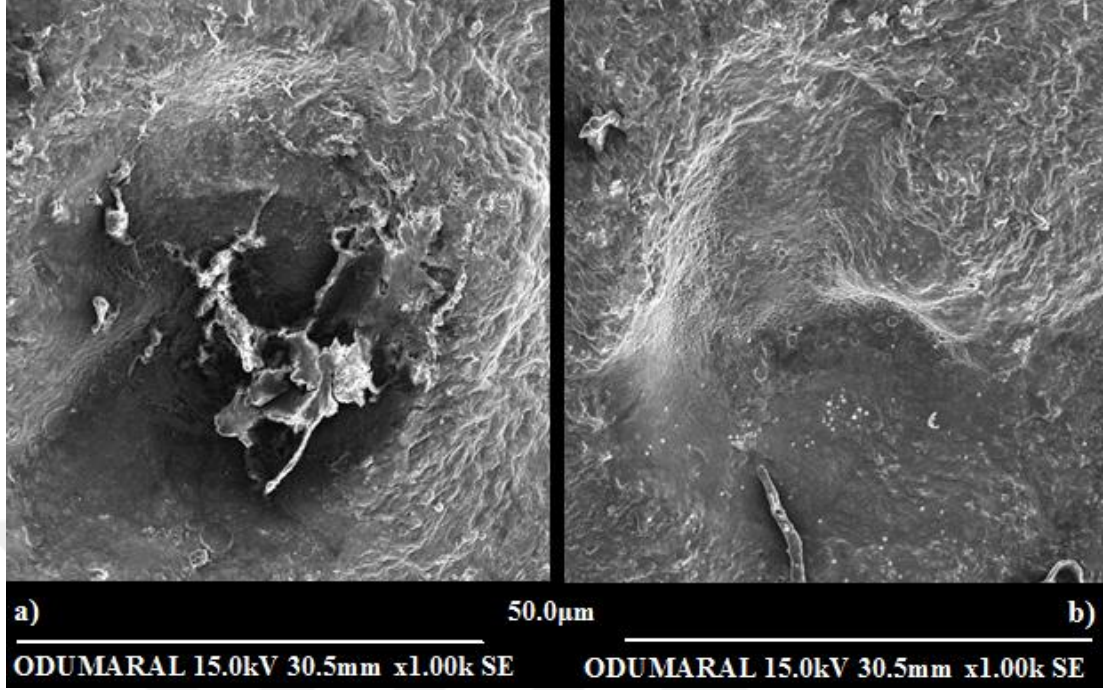
Şekil 4.31 *B. belone* Otolitlerinin SEM Cihazına Yerleştirilmesi ve Görüntü Takibi



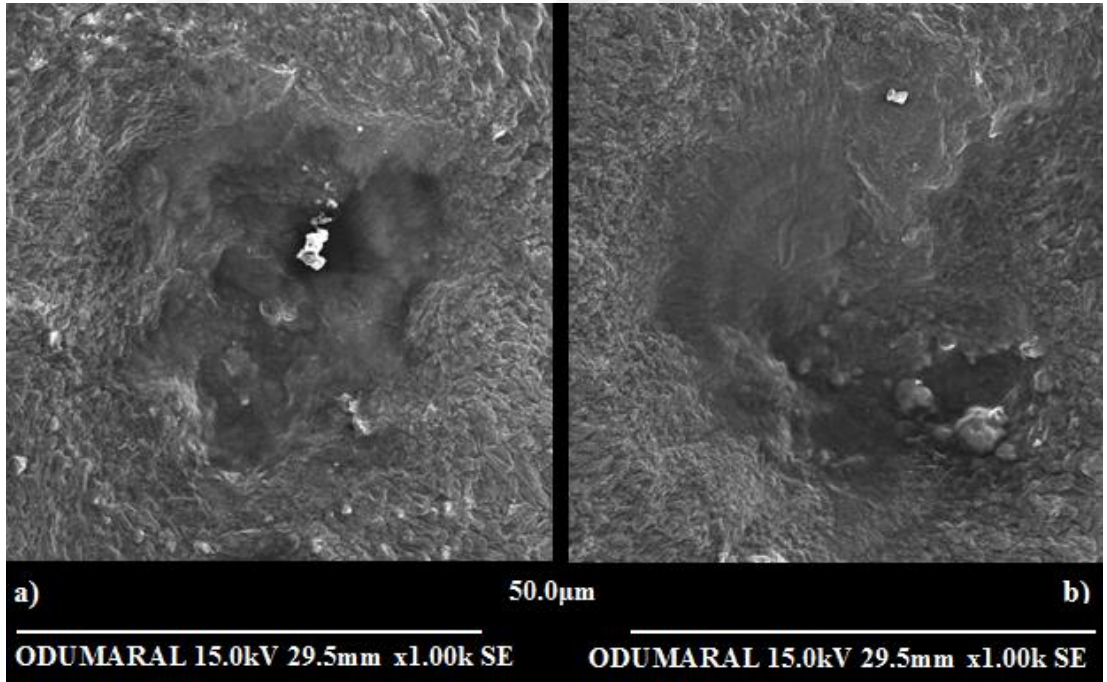
Şekil 4.32 30.4 cm Boyundaki Örneğin Otolitinin Distalden SEM Görünümü (a:Sol Otolit, b:Sağ Otolit) (Kandıra, Karadeniz)



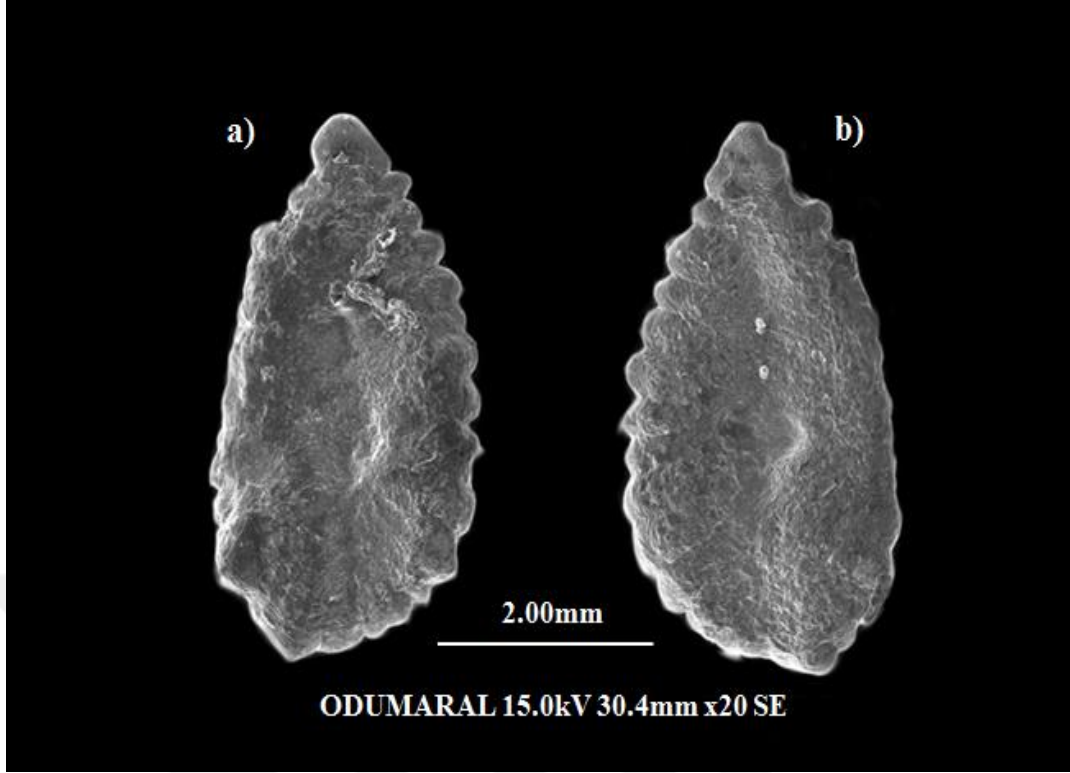
Şekil 4.33 27.9 cm Boyundaki Örneğin Otolitinin Distalden SEM Görünümü (a:Sol Otolit, b:Sağ Otolit) (Darıca, Marmara Denizi)



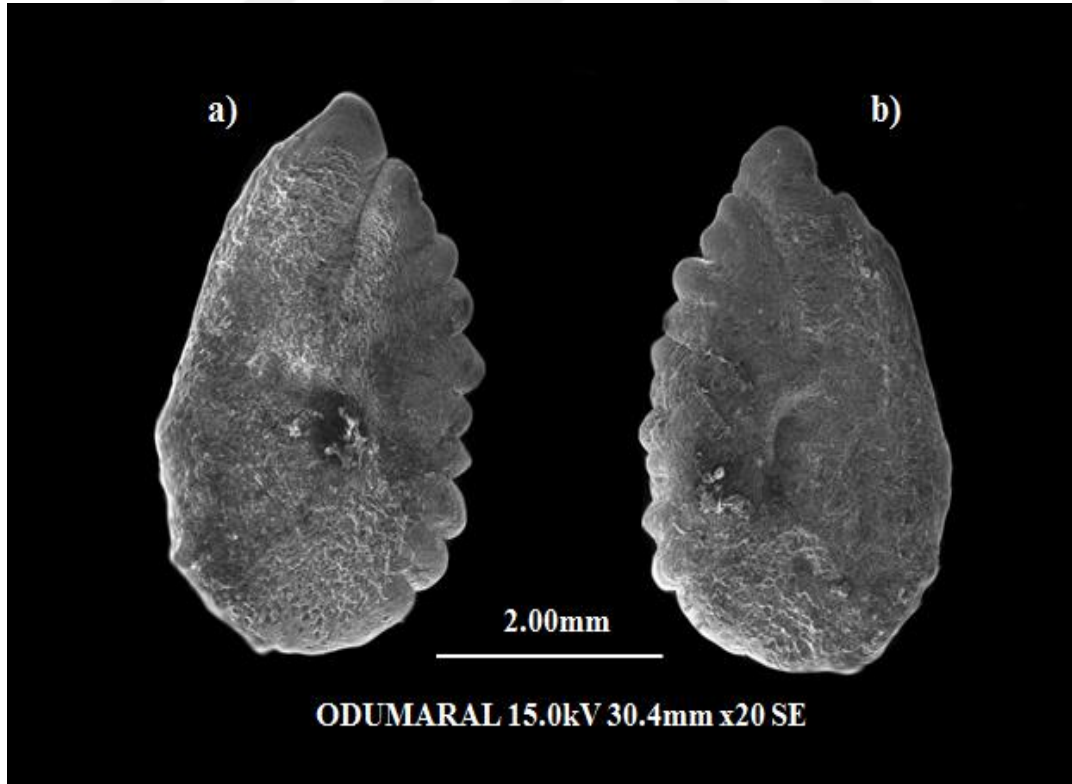
Şekil 4.34 30.4 cm Boyundaki Örneğin Otolitinin Distalden SEM Görünümü (a:Sol Otolit, b:Sağ Otolit) (Kandıra, Karadeniz)



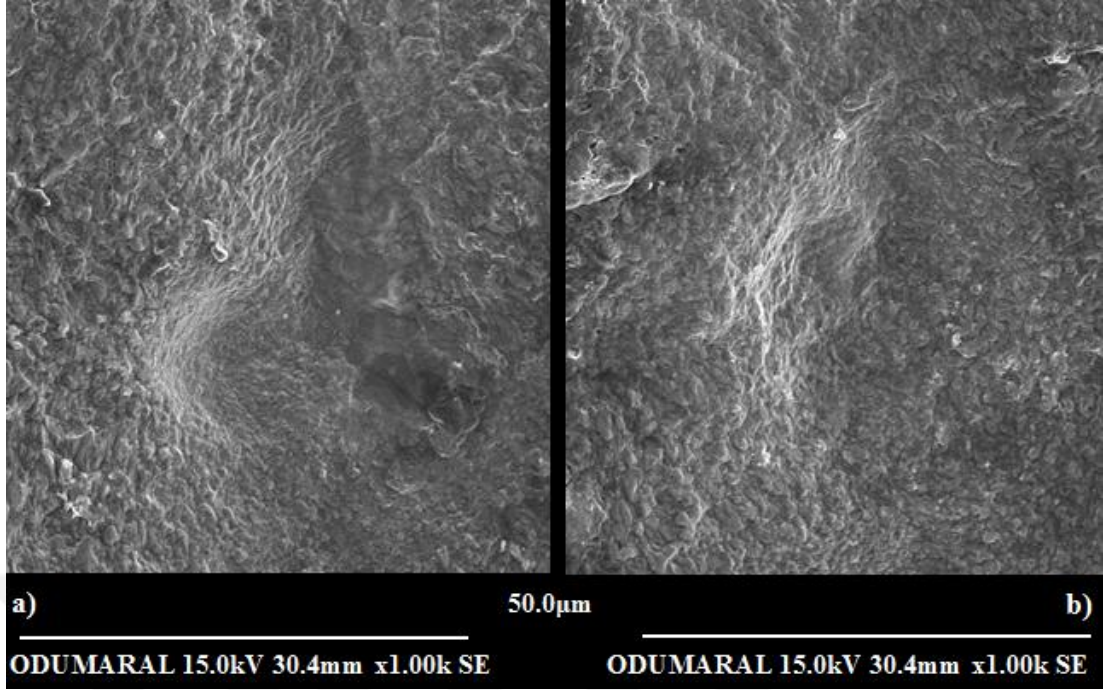
Şekil 4.35 27.9 cm Boyundaki Örneğin Otolitinin Distalden SEM Görünümü (a:Sol Otolit, b:Sağ Otolit) (Darıca, Marmara Denizi)



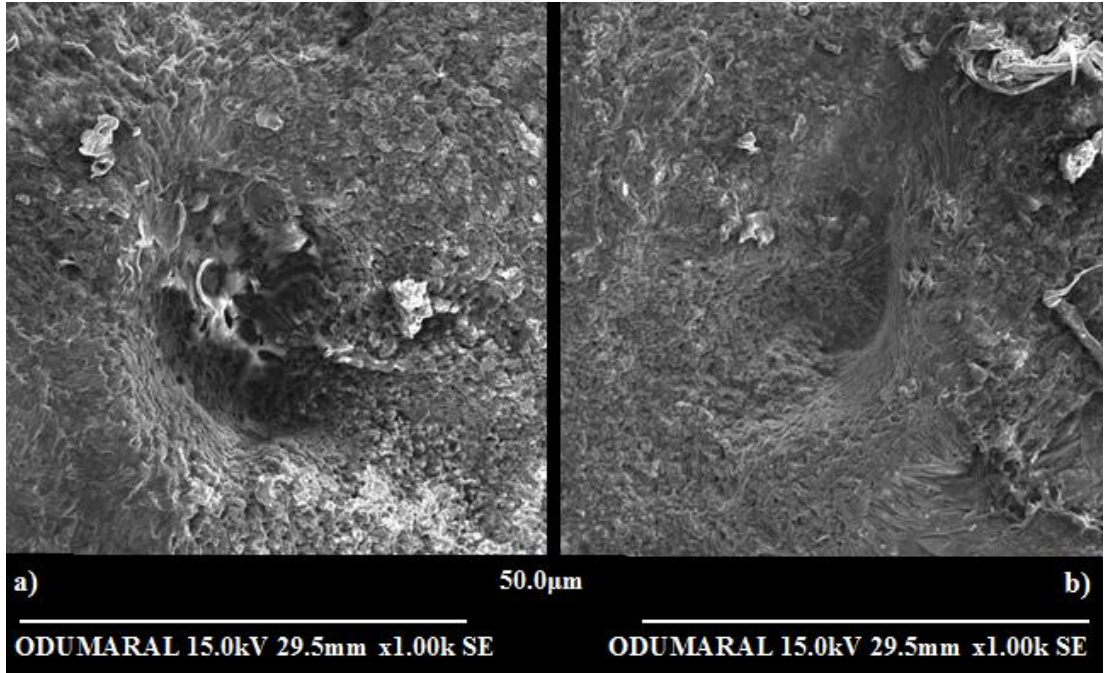
Şekil 4.36 44.5 cm Boyundaki *B. belone* Otolitinin Distalden SEM Görünümü (a:Sol Otolit, b:Sağ Otolit) (Kandıra, Karadeniz)



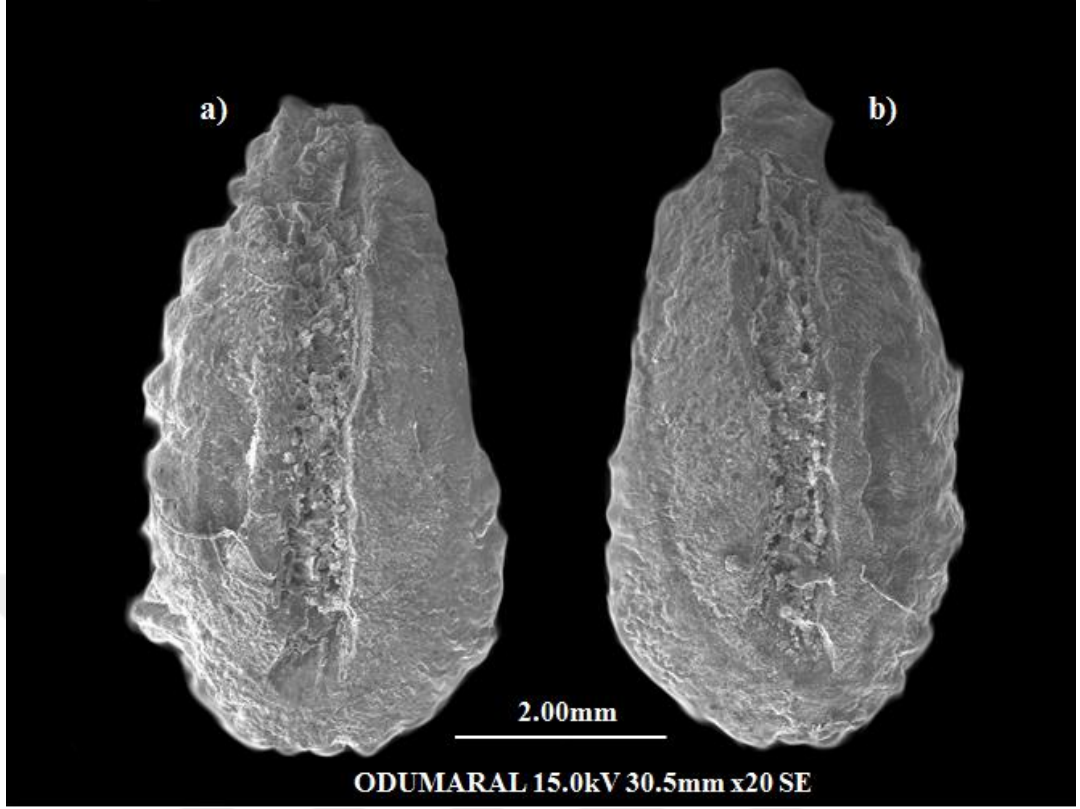
Şekil 4.37 51.4 cm Boyundaki *B. belone* Otolitinin Distalden SEM Görünümü (a:Sol Otolit, b:Sağ Otolit) (Darıca, Marmara Denizi)



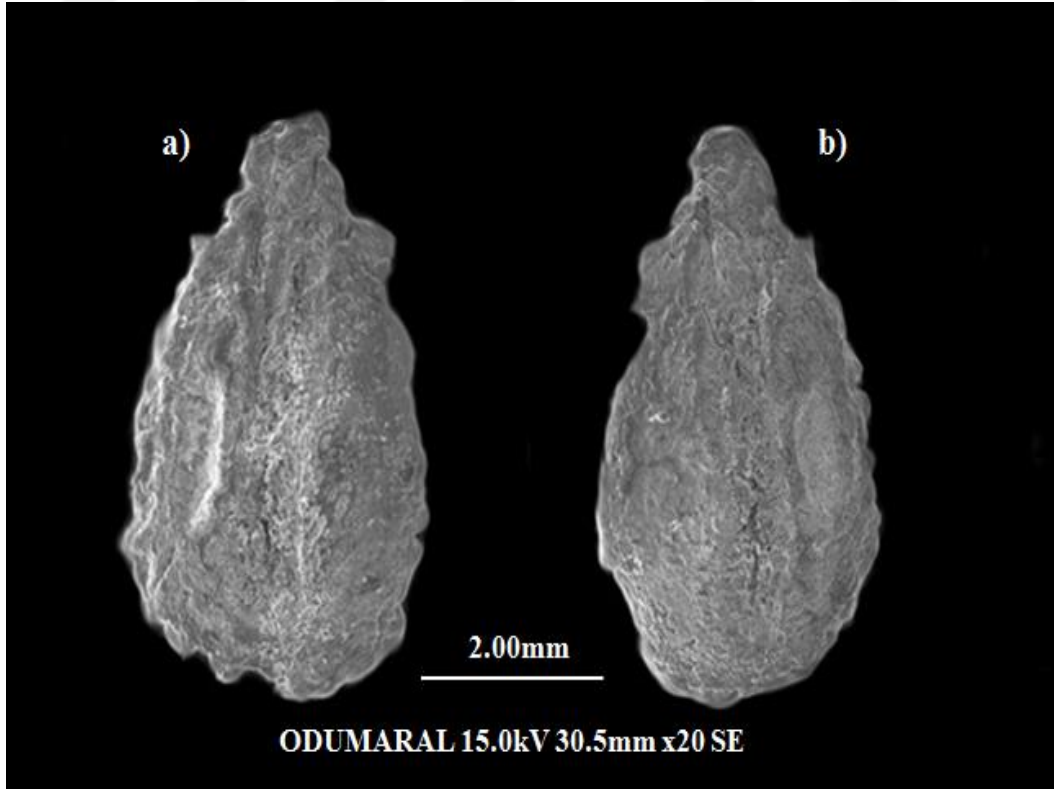
Şekil 4.38 44.5 cm Boyundaki Örneğin Otolitinin Distalden SEM Görünümü (a:Sol Otolit, b:Sağ Otolit) (Kandıra, Karadeniz)



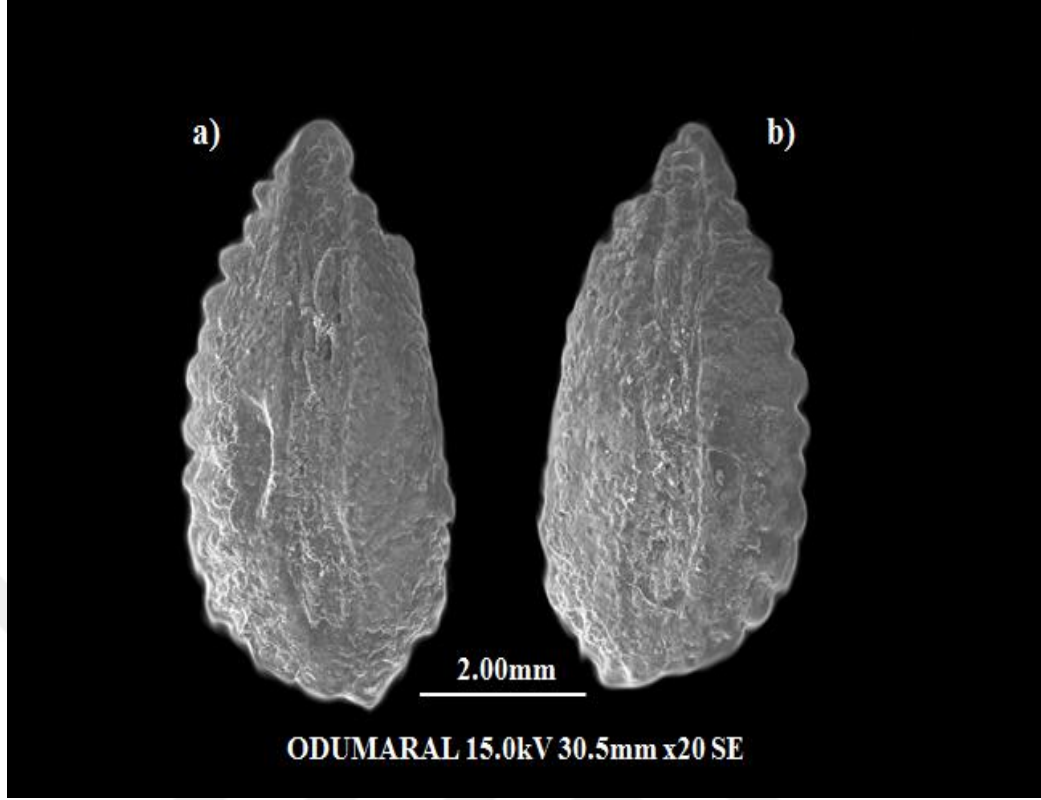
Şekil 4.39 51.4 cm Boyundaki Örneğin Otolitinin Distalden SEM Görünümü (a:Sol Otolit, b:Sağ Otolit) (Darıca, Marmara Denizi)



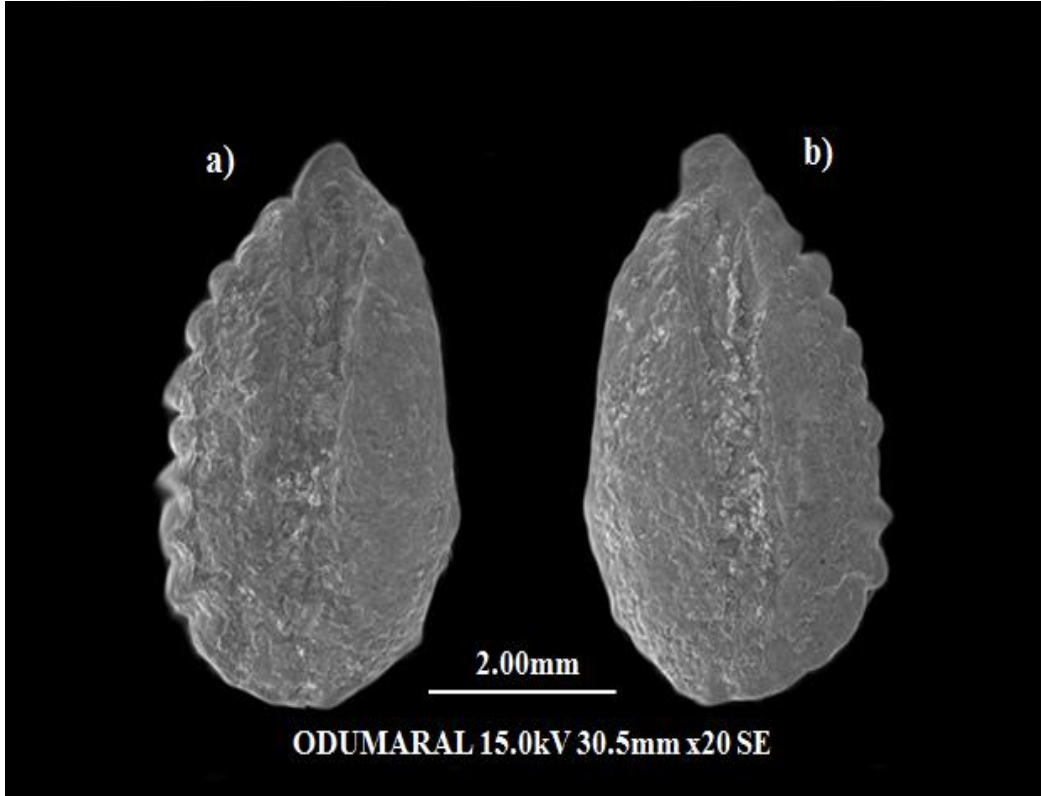
Şekil 4.40 30.4 cm Boyundaki Örneğin Otolitinin Proksimalden SEM Görünümü (a:Sol Otolit, b:Sağ Otolit) (Kandıra, Karadeniz)



Şekil 4.41 27.9 cm Boyundaki Örneğin Otolitinin Proksimalden SEM Görünümü (a:Sol Otolit, b:Sağ Otolit) (Darıca, Marmara Denizi)



Şekil 4.42 44.5 cm Boyundaki Örneğin Otolitinin Proksimalden SEM Görünümü (a:Sol Otolit, b:Sağ Otolit) (Kandıra, Karadeniz)

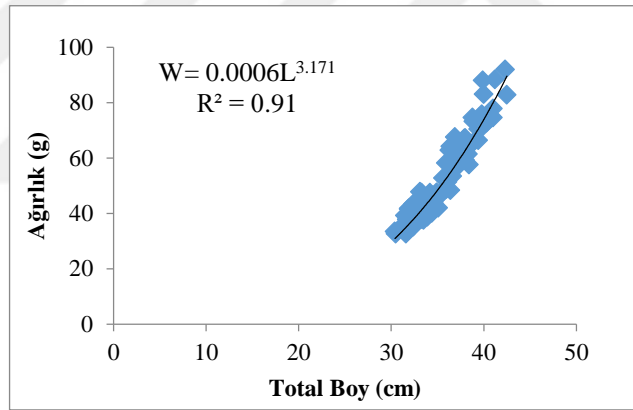


Şekil 4.43 51.4 cm Boyundaki Örneğin Otolitinin Proksimalden SEM Görünümü (a:Sol Otolit, b:Sağ Otolit) (Darıca, Marmara Denizi)

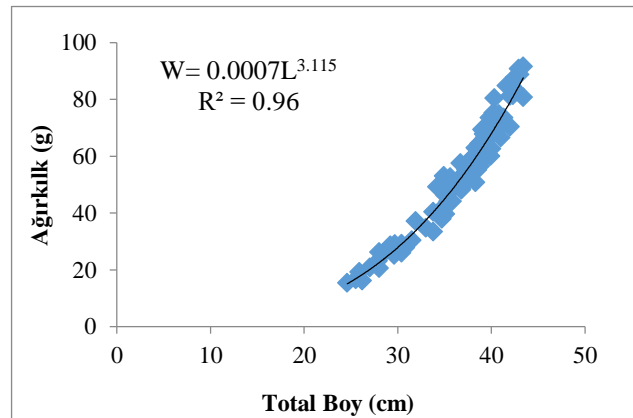
4.6 Boy-Ağırlık ve Boy-Boy İlişkileri

Tüm bireyler için boy-ağırlık ilişkisi hesaplanmış, bu ilişkiye ait grafik Şekil 4.44'de gösterilmiştir. Boy-ağırlık ilişkisi değerlendirildiğinde, denklem $W = 0.0006L^{3.171}$ ilişki katsayısı (R^2) ise 0.91 olarak saptanmıştır. Boy-ağırlık denkleminde 'b' değeri (3.171) 3 değerinin üstünde bulunduğundan bireylerdeki büyümenin pozitif allometrik olduğu belirlenmiştir ve $P < 0.05$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.44).

Tüm bireyler için boy-ağırlık ilişkisi hesaplanmış, bu ilişkiye ait grafik Şekil 4.45'de gösterilmiştir. Boy-ağırlık ilişkisi değerlendirildiğinde, denklem $W = 0.0007L^{3.115}$ ilişki katsayısı (R^2) ise 0.96 olarak saptanmıştır. Boy-ağırlık denkleminde 'b' değeri (3.115) 3 değerinin üstünde bulunduğundan bireylerdeki büyümenin pozitif allometrik olduğu belirlenmiştir ve $P < 0.05$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.45).



Şekil 4.44 Total Boy-Ağırlık İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)



Şekil 4.45 Total Boy-Ağırlık İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi)

Çizelge 4.8 *B. belone*’ in Boy-Ağırlık İlişkisi Parametreleri (Kandıra, Karadeniz)

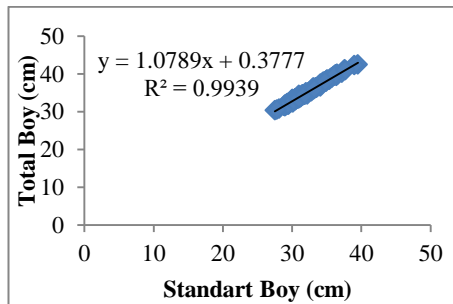
| Boy – Ağırlık İlişki Parametreleri | | | | Total Boy (cm) | Ağırlık (g) |
|------------------------------------|-------|--------------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|
| a | b | b değeri % 95 güven aralığı | R ² | Min.-Maks. (Ort.± S.S.) | Min.-Maks. (Ort.± S.S.) |
| 0.0006 | 3.171 | 3.173-3.181 | 0.91 | 30.4-44.5 35.331±2.835 | 32.60-92.00 51.14±14.28 |

Çizelge 4.9 *B. belone*’ in Boy-Ağırlık İlişkisi Parametreleri (Darıca, Marmara Denizi)

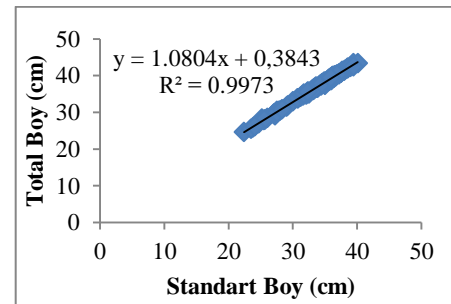
| Boy – Ağırlık İlişki Parametreleri | | | | Total Boy (cm) | Ağırlık (g) |
|------------------------------------|-------|--------------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|
| a | b | b değeri % 95 güven aralığı | R ² | Min.-Maks. (Ort.± S.S.) | Min.-Maks. (Ort.± S.S.) |
| 0.0007 | 3.115 | 3.109-3.117 | 0.96 | 27.9-51.6 36.841±4.289 | 15.40-91.60 55.07±18.03 |

Tüm bireylerde standart boy - total boy (SB-TB), çatal boy – total boy (ÇB-TB) ve standart boy – çatal boy (SB-ÇB) ilişki denklemi ise sırasıyla aşağıdaki gibidir.

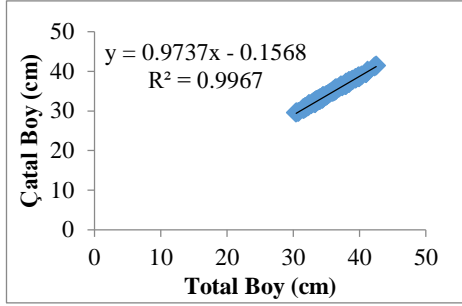
| | | | |
|-------------------------|-------------------------|---------|--------------|
| $TB=1.0789SB + 0.3777$ | (R ² = 0.99) | Kandıra | (Şekil 4.46) |
| $TB=1.0804SB + 0.3843$ | (R ² = 0.99) | Darıca | (Şekil 4.47) |
| $ÇB= 0.9737TB - 0.1568$ | (R ² = 0.99) | Kandıra | (Şekil 4.48) |
| $ÇB= 0.9786TB - 0.3518$ | (R ² = 0.99) | Darıca | (Şekil 4.49) |
| $ÇB=1.0533SB + 0.1218$ | (R ² = 0.96) | Kandıra | (Şekil 4.50) |
| $ÇB= 1.0589SB - 0.0341$ | (R ² = 0.99) | Darıca | (Şekil 4.51) |



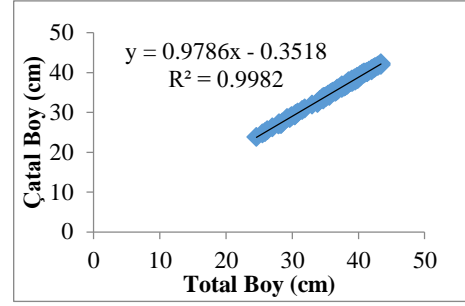
Şekil 4.46 SB-TB İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)



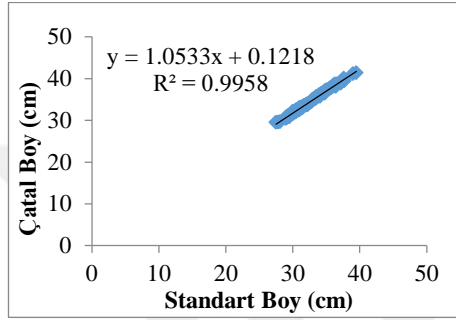
Şekil 4.47 SB-TB İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi)



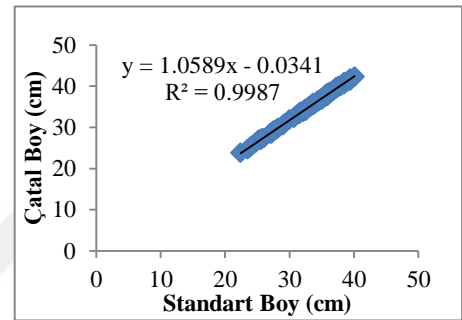
Şekil 4.48 TB-ÇB İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)



Şekil 4.49 TB-ÇB İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi)



Şekil 4.50 SB-ÇB İlişkisi (Kandıra, Karadeniz)



Şekil 4.51 SB-ÇB İlişkisi (Darıca, Marmara Denizi)

4.7 Kondisyon Faktörü

Erkek ve dişi bireylere ait ortalama kondisyon değerleri arasında istatistiksel bakımdan önemli bir fark bulunmadığından ($P > 0.05$), eşey farkı gözlemlenmeden incelenmiştir. Karadeniz ve Marmara Denizi'ndeki bireylerin ortalama kondisyon değerleri sırasıyla; 0.11332 ve 0.10554 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10 Tüm Bireyler İçin Kondisyon Değerleri

| Kondisyon Faktörü | Ortalama | Standart Hata | Standart Sapma | Minimum | Maksimum | N |
|-------------------|----------|---------------|----------------|---------|----------|-----|
| Kandıra | 0.11332 | 0.00876 | 0.000843 | 0.09712 | 0.13854 | 108 |
| Darıca | 0.10554 | 0.00762 | 0.000717 | 0.08650 | 0.12468 | 113 |

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1 Otolit Biyometrisi

Bal ve ark., (2018) yaptıkları çalışmada 22.5-65.2 cm aralığındaki, bireyler olan 50 adet *B. belone* örneğini incelediklerinde minimum otolit boyu 1.19 mm, maksimum otolit boyu 3.98 mm ve otolit boyu için ortalama-standart sapma 30.2 ± 3.47 mm olarak belirlenmiştir. Yine aynı çalışmada minimum otolit ağırlığı 0.90 g, maksimum otolit ağırlığı 2.09 g ve otolit ağırlığı için ortalama-standart sapma 1.30 ± 0.05 g olarak tespit edilmiş, minimum otolit alanı 1.22 mm², maksimum otolit alanı 5.84 mm² ve otolit alanı için ortalama-standart sapma 2.25 ± 0.25 mm² olarak belirlenmiş ve minimum otolit çevresi 4.38 mm, maksimum otolit çevresi 9.88 mm ve otolit çevresi için ortalama-standart sapma 5.94 ± 0.28 mm olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada ise Karadeniz 30.4-44.5 cm ve Marmara Denizi de ise 27.9-51.6 cm boy aralığındaki 221 örnekte sırasıyla; sol otolit için minimum otolit boyu 2.6520 mm, maksimum otolit boyu 4.0680 mm ve otolit boyu için ortalama-standart sapma 3.2891 ± 0.2894 mm, sol otolit için minimum otolit boyu 2.446 mm, maksimum otolit boyu 4.1360 mm ve otolit boyu için ortalama-standart sapma 3.4639 ± 0.3318 mm olarak tespit edilmiştir. Yine sol otolit için minimum otolit ağırlık 0.0017 g, maksimum otolit boyu 0.0042 mm ve otolit ağırlığı için ortalama-standart sapma 0.0027 ± 0.0006 g ve sol otolit için minimum otolit ağırlık 0.0016 g, maksimum otolit boyu 0.0053 mm ve otolit ağırlığı için ortalama-standart sapma 0.0035 ± 0.0008 g olarak belirlenmiştir. Bizim çalışmamızda sol otolit için minimum otolit alanı 3.3390 mm² maksimum otolit alanı 5.8310 mm² ve otolit alanı için ortalama-standart sapma 4.31 ± 0.63 mm², sol otolit için minimum otolit alanı 2.6660 mm², maksimum otolit alanı 5.9770 mm² ve otolit alanı için ortalama-standart sapma 4.69 ± 0.76 mm² olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda sol otolit için minimum otolit çevresi 7.3480 mm maksimum otolit çevresi 10.7930 mm ve otolit çevresi için ortalama-standart sapma 8.91 ± 0.81 mm, sol otolit için minimum otolit çevresi 6.6210 mm, maksimum otolit çevresi 10.9980 mm ve otolit çevresi için ortalama-standart sapma 9.12 ± 0.89 mm olarak belirlenmiştir.

Bal ve ark., (2018) araştırmasında maksimum 65.2 cm boyunda Ege Denizi'nde bireylerle çalışmış, bu çalışmada ise maksimum 44.5 cm boyunda

Karadeniz ve maksimum 51.6 cm boyunda Marmara Denizi'nde örneklerin otolit özellikleri belirlenmiştir. Ekolojik faktörlerin farklılığı ve nedeniyle balık büyümesinin otolit büyümesine etkisi düşünüldüğünde, her üç denizde otolitlerin farklı özellikler taşıyacağı bir gerçektir.

5.2 Boy-Ağırlık ilişkisi ve Kondisyon Faktörü

Balıkların boy ve ağırlıkları arasında doğrusal olmayan ve fonksiyonel bir ilişki bulunmaktadır. Balıklarda 'b' değeri balığın yaşadığı ortamdaki koşullara göre büyüme tipini belirtir. Kemikli balıklarda 'b' değeri 2.5 ve 3.5 arasında değişmektedir. Bu değer 3'e eşit olduğunda izometrik, 3'ün altında olduğunda negatif allometrik ve 3'ün üzerinde ise pozitif allometrik büyümeden bahsedilir (Avşar, 1998).

Kocaeli'nin Karadeniz ve Marmara Denizi'nde elde edilen *B. belone* örneklerinin total boy ve ağırlık değerlerinden boy-ağırlık ilişkileri değerlendirilmiştir. Dişi ve erkek bireylerin istatistiksel açıdan ortalama boy ve ağırlık değerleri arasındaki ilişki incelendiğinde popülasyonlarda farkın olmamasından dolayı ($P>0.05$), tüm bireyler üzerinden hesaplama yapılarak sırasıyla, $W=0.0006L^{3.171}$ ($R^2=0.91$), $W=0.0007L^{3.115}$ ($R^2=0.96$) denklemleri bulunmuştur. Bu çalışmada popülasyonlarda, 'b' değeri 3 değerinin üstünde olduğu için, bireylerin vücut şekillerinin yorumlanmasında regresyon analizi sonucu pozitif allometrik büyüme gösterdiğinin söylenmesi mümkündür.

Bilge (2003), yapılan çalışmada Ege Denizi'nin Çandarlı Körfezi'nde yakalanan 410 adet *B. belone* bireyinin boy-ağırlık ilişkisi incelenmiştir. Çalışmaya göre a değeri 0.0003, b değeri 3.381 ve R^2 değeri 0.97 olarak tespit edilmiştir.

Özaydın ve Taşkavak (2006), yaptığı çalışmada Ege Denizi'nin İzmir Körfezi'nde yakalanan 416 adet *B. belone* bireyinin boy-ağırlık ilişkisi incelenmiştir. Çalışmaya göre a değeri 0.0003, b değeri 3.365 ve R^2 değeri 0.96 olarak hesaplanmıştır.

Polat ve ark., (2009) çalışmalarında Karadeniz'de 278 adet *B. belone* bireyinin çatal boyları 23.7 cm ile 60.3 cm arasında dağılım göstermiş olup, ortalama çatal boy 36.07 ($Ss=4.78$) cm'dir. Ağırlıkları ise 12 g ile 277 g arasında dağılmıştır.

Ortalama ağırlık 61.84 (Ss=34.77) g'dır. Çalışmaya göre a değeri 0.0005, b değeri 3.245 ve R^2 değeri 0.97 olarak tespit edilmiştir.

Bilge ve ark., (2014) çalışmalarında Ege Denizi'nde yakalana *B. belone* yakalana 44 adet bireyinin boy-ağırlık ilişkisi incelenmiştir. Çalışmaya göre a değeri 0.0003, b değeri 3.395 ve R^2 değeri 0.95 olarak hesaplanmıştır.

Altın ve ark., (2015) çalışmalarında Ege Denizi'nin Gökçeada yakalana *B. belone* yakalana 49 adet bireyinin boy-ağırlık ilişkisi incelenmiştir. Çalışmaya göre a değeri 0.000, b değeri 3.280 ve R^2 değeri 0.96 olarak tespit edilmiştir.

Borges ve ark., (2003) çalışmalarında Güneydoğu Portekiz kıyılarında yakalanan 43 adet *B. belone* bireyinin boy-ağırlık ilişkisi incelenmiştir. Çalışmaya göre a değeri 0.00069, b değeri 3.112 ve R^2 değeri 0.98 olarak hesaplanmıştır.

Dulcic ve Glamuzina (2006), yaptığı çalışmada Güney Hırvatistan Cetina Halici'nden yakalanan 52 adet *B. belone* bireyinin boy-ağırlık ilişkisini belirlemişlerdir. Çalışmalarında a değeri 0.0009, b değeri 3.050 ve R_2 değeri 0.880 olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada, Bosna Hersek Neretva Halici'nden yakaladıkları 44 adet *B. belone* bireyinin boy-ağırlık ilişkisini de hesaplamışlar, a değeri 0.0008, b değeri 3.100 ve R^2 değeri 0.920 olarak tespit edilmiştir.

Zorica ve Kec (2013), yaptığı çalışmada Adriyatik Denizi'nin doğu sahillerinde yakalanan 3393 adet *B. belone* bireyin büyüme ve ölüm oranların belirlenmiştir. Çalışmaya göre b değeri 3.4818 ve R^2 değeri 0.99 olarak hesaplanmıştır.

Türkiye'de bazı lokalitelerde yapılan çalışmalar Çizelge 5.1'de, yurt dışında yapılan çalışmalar ise Çizelge 5.2'te verilmiştir.

Çizelge 5.1 Türkiye’de Farklı Lokalitelerdeki Araştırmalar Sonucunda Zargana (*B. belone*) Balığında Elde Edilen Boy-Ağırlık İlişki Parametreleri

| N | Boy | Boy min-maks | | Ağırlık min-maks | | a | b | R ² | Bölge | Kaynak |
|-----|-----|-----------------|------|---------------------|-------|--------|-------|----------------|---------------------------------|-----------------------------|
| 410 | TB | ** | ** | ** | ** | 0.0003 | 3.381 | 0.97 | Candarlı Körfezi Küzey Ege | Bilge, (2003) |
| 347 | ÇB* | 26.0 | 54.5 | 16.51 | 281.7 | 0.0003 | 3.40 | 0.97 | İzmir Körfezi | Uçkun ve ark., (2004) |
| 416 | TB | 26.0 | 60,5 | 16.51 | 303,6 | 0,0003 | 3.365 | 0.93 | İzmir Körfezi | Özaydın ve Taşkavak, (2006) |
| 278 | ÇB* | 23.7 | 60.3 | 12.0 | 277 | 0.0005 | 3.245 | 0.97 | Karadeniz, Samsun kıyıları | Polat ve ark., (2009) |
| 5 | TB | 1.05 | 8.50 | 0.52 | 1.23 | 0,0058 | 1.933 | 0.76 | Candarlı Körfezi, Küzey Ege | Gürkan ve ark., (2010) |
| 10 | TB | 3.40 | 12.0 | ** | ** | 0,0034 | 2.282 | 0.94 | Erdek Körfezi | Keskin ve Gaygusuz, (2010) |
| 44 | TB | 27.8 | 54.5 | ** | ** | 0.0003 | 3.395 | 0.95 | Güney Ege | Bilge ve ark., (2014) |
| 105 | TB | 15.0 | 31.4 | 3.45 | 35.07 | 0,0008 | 3.114 | 0,99 | Homa Dalyanı, İzmir Körfez | Acarlı ve ark., (2014) |
| 49 | TB | 11.8 | 32.5 | 0,94 | 22,8 | 0.000 | 3.280 | 0.96 | Gökçeada, KüzeyEge | Altın ve ark., (2015) |
| 50 | TB | 22.5 | 65.2 | 11.4 | 221.6 | ** | ** | 0.65 | Ege Denizi | Bal ve ark., (2018) |
| 108 | TB | 30.4 | 44.5 | 32.60 | 92.00 | 0.006 | 3.171 | 0.91 | Karadeniz, Kandıra kıyıları | Bu Çalışma. |
| 113 | TB | 27.9 | 51.6 | 15.40 | 91.60 | 0.007 | 3.115 | 0.96 | Marmara Denizi, Darıca kıyıları | Bu Çalışma. |

*Bu çalışmada çatal boy kullanıldığı belirtilmiştir.

**Belirtilmemiş veri.

Çizelge 5.2 *B. belone* Yurtdışı Çalışmalarında Farklı Lokalitelerde Belirlenen Boy-Ağırlık İlişki Parametreleri

| N | Boy | Boy | | Ağırlık | | a | b | R ² | Bölge | Kaynak |
|------|-----|----------|----------|----------|----------|---------|-------|----------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| | | min-maks | min-maks | min-maks | min-maks | | | | | |
| 48 | TB | 16.4 | 27 | ** | ** | 0.0009 | 3.040 | 0.85 | Ege Denizi, Yunanistan | Koutrakis ve Tsikliras (2003) |
| 43 | TB | 25.3 | 91.6 | 12.7 | 802.5 | 0.00069 | 3.112 | 0.98 | Güneydoğu Portekiz kıyıları | Borges ve ark., (2003) |
| 138 | TB | 31.5 | 44.8 | 28.33 | 97.80 | 0.0010 | 3.010 | 0.96 | Akdeniz, Adriyatik | Sinovic ve ark., (2004) |
| 52 | TB | 13.4 | 27,5 | ** | ** | 0.0009 | 3.050 | 0.88 | Güney Hırvatistan, Cetina Halici | Dulcic ve Glamuzina, (2006) |
| 44 | TB | 12.8 | 25.5 | ** | ** | 0.0008 | 3.100 | 0.92 | Bosna Hersek, Neretva Halici | |
| 3393 | TB | 20.8 | 75.4 | 12.21 | 68.53 | ** | 3.481 | 0.99 | Adriyatik Denizi, Hırvatistan kıyısı | Zorica ve ark., (2013) |

**Belirtilmemiş veri.

Kondisyon faktörü, büyüme ve beslenmenin önemli göstergelerinden birisidir. Balık popülasyonlarının incelenmesinde, balıkların beslilik durumları kıyaslanırken ölçüt olarak kullanılan kondisyon katsayıları, boy-ağırlık analizine dayalıdır. Belirli bir boyda daha ağır olan balığın daha iyi kondisyona sahip olduğu kabul edilir (Korkmaz, 2011). Bulgulara göre, Karadeniz'in tüm bireyler için kondisyon faktörü değeri 0.112, Marmara Denizi'nin tüm bireyler için kondisyon faktörü değeri 0.105 olarak hesaplanmıştır. Türün kondisyon faktörüyle ilgili olarak daha önceki yıllara ait veri bulunamadığı için, karşılaştırma yapılamamıştır.

Bilgin ve ark., (2004) yaptıkları çalışmada Sinop ve çevresinden yakalanan 901 adet *Belone euxini* bireyinin kondisyon faktörü sonbaharda 0.110, yazda 0.130 olarak hesaplanmıştır.

Samsun ve ark., (1995) Karadeniz'de Sinop Bölgesi'nde yakalanan 682 zargana balığının (*B. euxini*) bireyinin kondisyon faktörü 0.018 ± 0.00059 olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışmada *B. belone*'nin Karadeniz ve Marmara Denizi'ndeki popülasyonuna ait sol-sağ otolit çiftlerinin morfoloji ve biyometri özelliklerinin belirlenmesi, aralarındaki benzerlik ve farklılıkların tespit edilmesi, morfometrik değerlerinin hesaplanması ile türle ilgili biyolojik bilgi eksikliğinin giderilmesi açısından önemli bir adım oluşturması ve bu türle bundan sonra yapılacak diğer çalışmalara katkı sağlaması beklenmektedir. Belirlenen otolit özelliklerine ilave olarak otolit çiftleri arasındaki farklılıkla birlikte otolit boyu, genişliği ve ağırlığı ile balık boyu arasındaki ilişkilerin incelenmesi yapılarak, sonraki çalışmalarda bu türün farklı lokalitelerdeki popülasyonları ile karşılaştırma imkânı sağlanacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Abdikoğlu, İD. (2015). Tekirdağ ilinde balık tükretim eğilimlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Acarlı, D., Kale, S. & Çakır, K. (2018). A new maximum length for the garfish, *Belone belone* (Linnaeus, 1761) in the coast of Gökçeada Island(Aegean Sea, Turkey). *Cahiers de Biologie Marine*, 59: 385-389.
- Alkan, A., Serdar, S. & Fidan, D. (2008). Karadeniz ve kirlilik. Sümae Yunus Araştırma Bülteni, 8:1.
- Alpbaz, A. & Hoşsucu, H. (1996). İç su balıkları yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 12, Ders Kitapları Dizin No: 3, İzmir, 222s.
- Altın, A., Ayyıldız, H., Kale, S. & Alver, C. (2015). Length–weight relationships of 49 fish species from shallow waters of Gökçeada Island, Northern Aegean Sea. *Turkish Journal of Zoology*, 39:1-5.
- Anonim, (2012). Dünya balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliğinin durumu. Gıda ve Tarım Örgütü. <http://www.fao.org/3/a-i2727e.pdf>- (Erişim tarihi: 12.03.2019)
- Atılğan, E., Başçınar, NS. & Erbay, M. (2012). Doğu Karadeniz'deki İstavrit, *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868)'in otolit özellikleri ve bazı popülasyon parametreleri. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 6(2), 114.
- Avşar, D. (1998). Balıkçılık biyolojisi ve popülasyon dinamiği. Baki Kitabevi, Adana, 303s.
- Ayyıldız, M. (2019). Yalova ili deniz balıkçılığının sosyo-ekonomik durumu. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendislik Anabilim Dalı, Ordu.
- Bal, H., Türker, D. & Zengin, K. (2018). Morphological characteristics of otolith for four fish species in the Edremit Gulf, Aegean Sea, Turkey. *Iranian Journal of Ichthyology*, 5(4): 303-311.
- Bani, A., Poursaeid, S. & Tuset, VM. (2013). Comparative morphology of the sagittal otolith in three species of south Caspian gobies. *Journal of Fish Biology*, 82: 1321–1332.
- Başusta, A., Özer, Eİ. & Girgin, H. (2013). Akdeniz'deki *Lepidotrigla dieuzeidei* (Blanc & Hureau, 1973) popülasyonunda otolit biyometrisi-balık uzunluğu arasındaki ilişki. *Yunus Araştırma Bülteni*, 3, 3-9.
- Battaglia, P., Malara, D., Romeo, T. & Andaloro, F. (2010). Relationships between otolith size and fish size in some mesopelagic and bathypelagic species from the Mediterranean Sea (Strait of Messina, Italy). *Scientia Marina*, 74:3, 605-612.
- Bilge, G. (2003). Çandarlı Körfezi'nde (Kuzey Ege Denizi) zargana balığının (*Belone belone* L., 1761) biyolojisi üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, İzmir.

- Bilgin, S., Samsun, N., Kalaycı, F. & Samsun, O. (2004). Zargana balığı (*Belone belone euxini* Günther, 1866) et veriminin mevsim, yaş ve cinsiyete göre değişimi. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, Cilt II, Sayı XII, 1-6.
- Bilge, G., Yapıcı, S., Filiz, H. & Cerim, H. (2014). Weight-length relations for 103 fish species from the southern Aegean Sea, Turkey. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 44 (3): 263-269.
- Borges, TC., Olim, S. & Erzini, K. (2003). Weight-length relationships for fish species discarded in commercial fisheries of the Algarve (southern Portugal). *Journal od Applied Ichthyology*, 19: 394-396.
- Bostancı, D., Yılmaz, S., Yılmaz, M., Kandemir, Ş. & Polat, N. (2009a). Eğirdir Gölü'nden sudak (*Sander lucioperca* L., 1758)'in otolit boyutları-balık boyu ilişkileri ve bazı popülasyon parametreleri. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 21(1), 9-17.
- Bostancı, D. (2009). Otolith biometry-body length relationships in four fish species (Chub, Pikeperch, Crucian carp and Common carp). *Journal of Freshwater Ecology*, 24(4), 619-624.
- Bostancı, D., Yılmaz, S. & Polat, N. (2009b). Otolit biyometrisinin aynı balıkta ve farklı eşeyde değişimine bir örnek: *Uranoscopus scaber* L., 1758. XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 01-04 Temmuz 2009, Rize.
- Bostancı, D., Polat, N., Konaş, S. & Keskin, G. (2011). Karadeniz'den bazı balık türlerinin otolit morfolojisi ve biyometrisini belirlemeye yönelik bir ön çalışma. FABA 2011 (Fisheries and Aquatic Sciences-Balıkçılık ve Akuatik Bilimler) Sempozyumu, 07-09 Eylül, Samsun.
- Bostancı, D., Yılmaz S., Polat N. & Konaş S. (2012a). İskorpit *Scorpaena porcus* L., 1758'un otolit biyometri özellikleri. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 2(6), 59- 68.
- Bostancı, D., Uçkun İlhan, D. & Akalın, S. (2012b). Küçük pisi balığı, *Arnoglossus laterna* (Walbaum, 1792)'nin otolit özellikleri. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 2(6): 1-10.
- Bostancı, D., Yılmaz, M., Yedier, S., Kurucu, G., Konaş, S., Darçın, M. & Polat, N. (2016). Sagittal otolith morphology of sharpsnout seabream *Diplodus puntazzo* (Walbaum, 1792) in the Aegean Sea. *International Journal of Morphology*, 34(2), 484-488.
- Bostancı, D., Yedier, S., Konaş, S., Kurucu, G. & Polat, N. (2017). Regional variation of relationship between total length and otolith sizes in the three *Atherina boyeri* Risso, 1810 populations, Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1), 11-16.
- Caneco, M., Silva, A. & Morais, A. (2004). Morphometric variation among anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.) populations from the Bay of Biscay and Iberian waters. *ICES Journal of Marine Science*, 60.
- Ceyhan T. & Akyol O. (2006). Marmara Denizi Lüfer (*Pomatomus saltatrix* L., 1766) balıklarının yaş dağılımı ve çatal boy-otolit boyu arasındaki ilişki. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23 - Ek (1/3): 369-372.

- Collette, BB. & Parin, NV. (1986). Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean, Volume II, Unesco, Paris.
- Coşkun, F., Patrona, K. & Metin, A. (2014). Su Ürünleri Yetiştiriciliği Sektör Raporu. Su Ürünleri Yetiştiricileri Üretici Merkez Birliği, Ankara, 8s.
- Çağlar, M. (1950). *Belone belone*'nin yeşil renkli iskelet pigmenti hakkında. *Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Mec*, III, 253-269.
- Coşkun, T. (2019). Marmara Denizi'nde Gümüş balığı (*Atherina hepsetus* Linnaeus, 1758) popülasyonunun bazı Biyolojik özellikleri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı, Ordu.
- Dorman, JA. (1991). Investigations into the biology of the garfish, *Belone belone* (L.) in Swedish waters. *Journal of Fish Biology*, 39, 59-69.
- Dörtbudak, MY. & Özcan, G. (2015). İkizce Çayı'ndaki (Şırnak) Sıraz balığının [*Capoeta umbla* (Heckel, 1843)] otolit biyometrisi-balık boyu arasındaki ilişki. *Yunus Araştırma Bülteni*, 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.
- Emre, Y., Ayyıldız, H., Özen, Ö. & Yağcı, A. (2014). Age, growth and otolith morphometry of *Capoeta angorae* (Cyprinidae) collected from Menzelet Reservoir and Fırın Stream (Turkey). *Su Ürünleri Dergisi*, 31(2), 79-85.
- Ergüden, D. & Alagöz Ergüden, S. (2013). İskenderun Körfezi'ndeki Karagöz İstavrit *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758)'in otolit özellikleri ve boy ağırlık ilişkileri. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 28(2), 133-148.
- Froese, R. & Pauly, D. (2019). Fishbase. worl wide web electronic publication. www.fishbase.org. (Erişim tarihi; 12/2019).
- Gürkan, Ş., Bayhan, B., Akcınar, SC. & Taskavak, E. (2010). Length-Weight Relationship of Fish From Shallow Waters of Candarli Bay (North Aegean Sea, Turkey). *Pakistan Journal of Zoology*, 42(4):495-498.
- Güngör, G., Özen SŞ. & Güngör, H. (2007). Marmara Denizi balıkçılığının sosyo-ekonomik yapısı ve deniz ürünleri pazarlaması: Tekirdağ ili sahil şeridi örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakülesi Dergisi*, 4 (3).
- Ihseen, PE., Brooke, HE., Casselman, JM., Mcglade, JM., Payne, NR. & Utter, FM. (1981). Stock identification: materials and methods. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 38: 1838-1855.
- İlkyaz, AT., Metin, G. & Kınacıgil, HT. (2011). The use of otolith length and weight measurements in age estimations of three Gobiidae species (*Deltentosteus quadrimaculatus*, *Gobius niger*, and *Lesueurigobius friesii*). *Turkish Journal of Zoology*, 35(6), 819-827.
- İşmen, A., Arslan, M., Gül, G. & Yığın, CÇ. (2013). Otolith morphometry and population parameters of red porgy, *Pagrus pagrus* (Linnaeus, 1758) in Saros Bay (North Aegean Sea). *Su Ürünleri Dergisi*, 30(1), 31-35.

- Javor, B., Lo, N. & Vetter, R. (2011). Otolith morphometrics and population structure of Pacific sardine (*Sardinops sagax*) along the west coast of North America. *Fish Bull*, 109(4): 402–415.
- Jawad, LA., Ambuali, A., Al-Mamry, JM. & Al-Busaidi, HK. (2011). Relationships between fish length and otolith length, width and weight of the indian mackerel *rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1817) collected from the sea of oman. *Ribarstvo*, 69(2), 51-61.
- Kasapoglu, N. & Düzgüneş, E. (2013). The relationship between somatic growth and otolith dimensions of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) from the Black Sea. *Journal Applied Ichthyol*, 29, 230–233.
- 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(2), 87-94.
- Kınacıgil, H. T., İlkyaz, A. T., Metin, G., Ulaş, A., Soykan, O., Akyol, O. & Gurbet, R. (2008). Balıkçılık yönetimi açısından Ege Denizi demersal balık stoklarının ilk ürüme boyları, yaşları ve büyüme parametrelerinin tespiti. Tübitak-Çaydag- 103 Y 132 nolu Proje Kesin Raporu, İzmir.
- Kontaş, S. (2012). Aşağı Melet Irmağı'nda (Ordu) yaşayan bıyıklı balık (*Barbus tauricus* Kessler, 1877)'ın yaş, büyüme ve otolit biyometrisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Ordu.
- Kontaş, S. & Bostancı, D. (2015). Morphological and biometrical characteristics on otolith of *Barbus tauricus* Kessler, 1877 on light and scanning electron microscope. *International Journal of Morphology*, 33(4), 1380-1385.
- Korkmaz, AŞ. (2011). Popülasyon dinamiği, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 549 s.
- Koutrakis, ET. & Tsikliras, AC. (2003). Length–weight relationships of fishes from three northern Aegean estuarine systems (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 19: 258–260.
- Kristoffersen, JB. & Magoulas, A. (2008). Population structure of anchovy *Engraulis encrasicolus* L. in the Mediterranean Sea inferred from multiple methods. *Fisheries Research*, 91: 187-195.
- Lombarte, A. & Leonart, J. (1993). Otolith size changes related with body growth, habitat depth and temprature. *Environmental Biology of Fishes*, 37: 297-306.
- Özaydın, O. & Taşkavak, E. (2006). Lengthweight relationships for 47 fish species from İzmir Bay (Eastern Aegean Sea, Turkey). *Acta Adriatica*, 47(2): 211-216.
- Polat, N., İnceismail, Y., Yılmaz, S. & Bostancı, D. (2009). Karadeniz (Samsun)'da yaşayan Zargana (*Belone Belone* L., 1761)'da yaş tayini, yaş-boy ve boy-ağırlık ilişkileri. *Journal of Fisheries Sciences*, 3(3): 187-198.
- Ponton, D. (2006). Is geometric morphometrics efficient for comparing otolith shape of different fish species. *Journal of Morphology*, 267(6): 750-757.

- Samsun, O., Özdamar, E. & Erkoyuncu, İ. (1995). Sinop yöresinde avlanan zargana (*Belone belone euxini*, Günther, 1866) balığının bazı balıkçılık biyolojisi parametreleri ile et veriminin araştırılması. *Doğu Anadolu Bölgesi II. Su Ürünleri Sempozyum*, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 14-16 Haziran, Su Ürünleri Bölümü, Erzurum.
- Samsun, N. & Samsun, S. (2006). Kalkan (*Scophthalmus maeoticus* Pallas, 1811) balığının otolit yapısı, yaş ve balık uzunluğu-otolit uzunluğu ilişkilerinin belirlenmesi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(2), 181-187.
- Sinovic, G., Franicevic, M., Zorica, B. & Cikes-Kes, V. (2004). Length-weight and lengthlength relationships for 10 pelagic fish species from the adriatic sea (Croatia), *Journal of Applied Ichthyology*, 20: 156-158.
- Skeljo, F. & Ferri, J. (2012). The use of otolith shape and morphometry for identification and size-estimation of five wrasse species in predator-prey studies. *Journal of Applied Ichthyology*, 1-7.
- Swan, SC., Geffen, AJ., Morales-Nin, B., Gordon, JDM., Shimmield, T., Sawyer, T. & Massuti, E. (2006). Otolith chemistry: an aid to stock separation of *Helicolenus dactylopterus* (bluemouth) and *Merluccius merluccius* (European hake) in the Northeast Atlantic and Mediterranean. *ICES Journal of Marine Science*, 63: 504-513.
- Tuset, VM., Lombarte, A., Gonzalez, JA., Pertusa, JF. & Lorente, MJ. (2003). Comparative morphology of the sagittal otolith in Serranus spp. *Journal of Fish Biology* 63: 1491–1504.
- Tuset, VM., Lombarte, A. & Assis, CA. (2008). Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*, 72, 7-198.
- TÜİK, (2019) <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=97&locale=tr> (Erişim tarihi: 29 Haziran 2020).
- Türkmen, A., Tepe, Y., Türkmen, M. & Mutlu, E. (2009). Heavy metal contaminants in tissues of the Garfish, *Belone belone* L., 1761, and the Bluefish, *Pomatomus saltatrix* L., 1766, from Turkey Waters. *Bull Environ Contam Toxicol*, 82:70–74.
- Uçkun, S., Akalin, E. & Toğulga, M. (2004). Some biological characteristics of the garfish (*Belone belone* L., 1761) in İzmir Bay, Aegean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 20, 413-416.
- Yedier, S., Konaş, S., Bostancı, D. & Polat, N. (2016). Otolith and scale morphologies of doctor fish (*Garra rufa*) inhabiting kangal balıklı çermik thermal spring (Sivas, Turkey). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 15(4), 1593-1608.
- Yılmaz, M., Bostancı, D., Yılmaz, S. & Polat, N. (2008). İki farklı habitatta [Eğirdir Gölü (Isparta) ve Bafra Balık Gölleri (Samsun)] yaşayan havuz balığı (*Carassius gibelio* Bloch, 1782)'nın beslenme rejimlerinin karşılaştırılması. *Journal of Fisheries Sciences*, 2(3), 233-240.

- Yüce, R. (1975). Zargana balığı *Belone belone* (L) nın Biolojisi. *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Hidrobioloji Araştırma Enstitüsü Yayınları*, 11, 1-257.
- Zorica, B., Sinovic, G. & Kec, VC. (2010a). Preliminary data on the study of otolith morphology of five pelagic fish species from the Adriatic Sea (Croatia). *Acta Adriatica*, 51(1): 89-96.
- Zorica, B., Sinovic, G. & Kec, VC. (2010b). The reproductive cycle, size at maturity and fecundity of garfish (*Belone belone*, L. 1761) in the eastern Adriatic Sea. *Helgoland Marine Research*, 65(4): 435-444.
- Zorica, B., Sinovic, G. & Kec, VC. (2011) Preliminary data on the study of otolith morphology of five pelagic fish species from the Adriatic Sea (Croatia). *Acta Adriatica* 51, 89–97.
- Zorica, B. & Kec, VC. (2013). Age, growth and mortality of the garfish, *Belone belone* (L. 1761) in the Adriatic Sea. *Journal Marine Biological Association*, 93(2), 365–372.

ÖZGEÇMİŞ

| Kişisel Bilgiler | |
|------------------|--|
| Adı Soyadı | Zeynep ÇAYIR |
| Doğum Yeri | İZMİR |
| Doğum Tarihi | 06.05.1993 |
| Uyruğu | <input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer: |
| Telefon | 05303660416 |
| E-Posta Adresi | zeynepcyr5242@gmail.com |
| Eğitim Bilgileri | |
| Lisans | |
| Üniversite | Atatürk Üniversitesi |
| Fakülte | Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi |
| Bölümü | Biyoloji Öğretmenliği |
| Mezuniyet Yılı | 14.06.2017 |

