

**T.C.  
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

*Seminemacheilus lendlii* (Hankó, 1925) ve *Seminemacheilus  
ispartensis* Erk'akan, Nalbant & Özeren, 2007  
**TÜRLERİNİN OSTEOLOJİK VE MORFOMETRİK  
OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Tezi Hazırlayan  
Fatma ŞAHİN**

**Tezi Yöneten  
Doç. Dr. Sevil SUNGUR**

**Biyoloji Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi**

**OCAK 2022  
NEVŞEHİR**



T.C.  
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

*Seminemacheilus lendlii* (Hankó, 1925) ve *Seminemacheilus ispartensis* Erk'akan, Nalbant & Özeren, 2007  
TÜRLERİNİN OSTEOLOJİK VE MORFOMETRİK  
OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Tezi Hazırlayan  
Fatma ŞAHİN

Tezi Yöneten  
Doç. Dr. Sevil SUNGUR

Biyoloji Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi

OCAK 2022  
NEVŞEHİR

**Doç. Dr. Sevil SUNGUR** danışmanlığında **Fatma ŞAHİN** tarafından hazırlanan “*Seminemacheilus lendlii* (Hankó, 1925) ve *Seminemacheilus ispartensis* Erk'akan, Nalbant & Özeren, 2007 Türlerinin Osteolojik ve Morfometrik Olarak Değerlendirilmesi” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

20.01.2022

**JÜRİ:**

Başkan : Prof. Dr. Deniz İNNAL

Üye : Prof. Dr. Erdoğan ÇİÇEK

Üye : Doç. Dr. Sevil SUNGUR

**ONAY:**

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulu'nun /02/2022 tarih ve .../... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

/02/2022

**Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK**  
**Enstitü Müdürü**

## TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ve bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

**Fatma ŞAHİN**

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca ayağım her taşa takılıp tökezlediğimde hiç bıkmadan sabırla bana doğru yolu gösteren, tecrübesini ve emeğini hiç esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Sevil SUNGUR'a,

Yüksek lisans öğrenimim süresince gerek bilgisi gerekse tecrübesi ile yoluma ışık tutan sayın hocam Prof. Dr. Erdoğan ÇİÇEK'e

Tez çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen Burak SEÇER'e,

Teknik ve idari yardımlarından dolayı Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Dekanlığı'na, Biyoloji Bölüm Başkanlığı'na ve Fen Bilimleri Enstitüsü'ne teşekkür ederim.

Aldığım tüm kararlarda, çıktığım her yolculukta daima benimle olan aileme, en büyük destekçim eşim Fatih ŞAHİN'e, hayatıma anlam katan kızlarım Zeynep ve Elif'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 120Y324 numaralı proje ile desteklenmiştir. Bu destek nedeniyle TÜBİTAK'a ayrıca teşekkür ederim.

*Seminemacheilus lendlii* (Hankó, 1925) ve *Seminemacheilus ispartensis* Erk'akan,  
Nalbant & Özeren, 2007 TÜRLERİNİN OSTEOLOJİK VE MORFOMETRİK  
OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Fatma ŞAHİN

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2022

ÖZET

Bu çalışma *Seminemacheilus lendlii* (Hankó, 1925) ve *Seminemacheilus ispartensis* Erk'akan, Nalbant & Özeren, 2007 türlerinin osteolojik ve morfometrik bakımdan benzerlik ve farklılıklarının kıyaslanması amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla iki türe ait bireylerin morfometrik karakterleri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca bireyler clearing-staining yöntemi ile şeffaflandırılarak kemik yapıları boyanmış ve bu osteolojik yapılar kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre iki tür arasında morfometrik karakterler bakımından farklılık olmadığı tüm karakterlerin iç içe geçtiği belirlenmiştir. Osteolojik karakterlerin de büyük bir benzerlik gösterdiği ve ayrı türler olarak değerlendirilmelerini gerektirecek karakter farklılıklarının bulunmadığı tespit edilmiştir. Moleküler karakterler bakımından bildirilen değerlendirmelerde de bu iki tür arasındaki genetik mesafenin %0,1 olduğu görülmüştür. Morfometrik, osteolojik ve moleküler bulgular ışığında bu türlerin tek tür olabileceği ve *S. ispartensis*'in *S. lendlii*'nin sinonimi olarak değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Tatlı su balıkları, Taksonomi, Osteoloji, PCA, sinonim

**Tez Danışman:** Doç. Dr. Sevil SUNGUR

**Sayfa Adedi:** 39

**OSTEOLOGICAL AND MORPHOMETRIC EVALUATION OF  
*Seminemacheilus lendlii* (Hankó, 1925) and *Seminemacheilus ispartensis* Erk'akan,  
Nalbant & Özeren, 2007**

**(M. Sc. Thesis)**

**Fatma ŞAHİN**

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

**January, 2022**

**ABSTRACT**

This study was carried out to compare the osteological and morphometric similarities and differences of *Seminemacheilus lendlii* (Hankó 1925) and *Seminemacheilus ispartensis* Erk'akan, Nalbant & Özeren 2007 species distributed in Turkey. For this purpose, the morphometric characters of the individuals were taken and evaluated statistically. In addition, individuals were made transparent with the clearing-staining method and their bone structures were stained and these osteological structures were compared. According to the results obtained, no different characters could be detected between the two species, which would require them to be evaluated as morphometrically and osteologically different species. In the evaluations reported in terms of molecular characters, it was seen that the distance between these species was 0.1%. When all the results obtained are evaluated together, it has been determined that these species may actually be a single species and *S. ispartensis* should be considered as a synonym for *S. lendlii*.

***Keywords: Freshwater fishes, Taxonomy, Osteology, PCA, synonym***

**Supervisor: Doç. Dr. Sevil SUNGUR**

**Page number: 39**



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa No

KABUL VE ONAY .....	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ .....	x
1. BÖLÜM GİRİŞ .....	1
2. BÖLÜM ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. BÖLÜM MATERYAL VE YÖNTEM.....	7
3.1. Morfometrik Parametrelerin Ölçümü ve İstatistik Değerlendirmesi .....	8
3.2. Şeffaflandırma ve Boyama Prosedürü .....	9
4. BÖLÜM BULGULAR.....	14
4.1. Morfometrik Parametreler ve İstatistik Değerlendirme .....	14
4.2. Osteolojik Karakterlerin Değerlendirilmesi.....	19
4.2.1. Alt ve Üst Çene Yapıları .....	20
4.2.2. Branchial Aparat .....	21
4.2.3. Hyoid Arch.....	22
4.2.4. Omurga, Median ve Lateral Yüzgeçler.....	23
4.2.5. Suspensorium .....	25
4.2.6. Kaudal Kompleks.....	27
4.2.7. Nörocraanium.....	28
5. BÖLÜM TARTIŞMA VE SONUÇ .....	31
KAYNAKLAR .....	34
ÖZGEÇMİŞ .....	39

## TABLULAR LİSTESİ

### Sayfa No

<b>Tablo 3.1.</b>	Örnekleme yapılan türler, birey sayısı, koleksiyon numarası ve örnekleme koordinatları.....	7
<b>Tablo 3.2.</b>	<i>Seminemacheilus</i> popülasyonları için kullanılan morfometrik karakterler ve tanımlamaları .....	9
<b>Tablo 3.3.</b>	Anatomik kısımlara göre değerlendirilen osteolojik karakterler .....	13
<b>Tablo 4.1.</b>	<i>Seminemacheilus</i> popülasyonları morfometrik parametre ölçüm sonuçları.....	15
<b>Tablo 4.2.</b>	<i>Seminemacheilus</i> cinsine ait morfometrik karakterlerin ortalama ve standart sapması, tek yönlü ANOVA, Duncan test ve Kruskal-Walis analizi sonucu elde edilen değerler.....	16
<b>Tablo 4.3.</b>	<i>Seminemacheilus</i> popülasyonlarında PCA analizi sonucu ana bileşenlerin özdeğerleri ve % varyansı .....	17
<b>Tablo 4.4.</b>	<i>Seminemacheilus</i> popülasyonlarında ilk iki temel bileşenlerin yüklenmesi ve her karakterin rolü .....	18
<b>Tablo 4.5.</b>	<i>Seminemacheilus</i> türleri arasındaki morfometrik benzerlik oranları (Bray-Curtis) .....	19

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. <i>Seminemacheilus</i> türleri dağılım haritası. ....	8
Şekil 3.2. Alcian blue ve alizerin red solüsyonunda bireyler .....	10
Şekil 3.3. Alcian blue ve alizerin red işlemleri sonrasında bireyler .....	11
Şekil 3.4. Gliserolde bekletilen bireyler .....	11
Şekil 3.5. Şeffaflandırma-boyama sonrası bireyin görünümü ( <i>Seminemacheilus ispartensis</i> ) .....	12
Şekil 3.6. Şeffaflandırma-boyama sonrası bireyin görünümü ( <i>Seminemacheilus lendlii</i> ) .....	12
Şekil 4.1. İncelenen popülasyonlarda temel bileşenlerin önemli sınırını gösteren Joliffe kesme noktasının (kırmızı çizgi) dağılım grafiği (Joliffe cut-off=17,28) .....	17
Şekil 4.2. <i>Seminemacheilus</i> popülasyonlarının temel bileşenler analizi grafiği (PCA) .....	18
Şekil 4.3. Alt çene yapısı A= <i>Seminemacheilus ispartensis</i> , B= <i>S. lendlii</i> (Den: Dental, Art: Artikular, Cm: Koronomeklan, Rar: Retroartikular) .....	20
Şekil 4.4. Üst çene yapısı A= <i>Seminemacheilus ispartensis</i> , B= <i>S. lendlii</i> (Mx: Maxilla, Pmx: Premaxilla, Ke: Kinethmoid) .....	21
Şekil 4.5. Branchial aparatın yapısı A= <i>Seminemacheilus ispartensis</i> , B= <i>S. lendlii</i> (Bbr: Basibranchial, Hbr: Hypobranchial, Cbr: Ceratobranchial, Ebr: Epibranchial, Pbr: Infrapharingobranchial, Cbr-5: 5. Ceratobranchial) .....	22
Şekil 4.6. Hyoid arch yapısı A= <i>Seminemacheilus ispartensis</i> , B= <i>S. lendlii</i> (Bhy: Basihyal, Chy: Ceratohyal, Ehy: Epihyal, Ihy: Interhyal, Dhy ve Vhy: Dorsal ve Ventral hypohyal, Uhy: Urohyal, Uhye: Extra Urohyal) .....	23
Şekil 4.7. Omurga yapısı A= <i>Seminemacheilus ispartensis</i> , B= <i>S. lendlii</i> .....	24

<b>Şekil 4.8.</b> Pelvik kemer yapısı A= <i>Seminemacheilus ispartensis</i> , B= <i>S. lendlii</i> (Pb: Pelvik kemer, Ra: Radials) .....	24
<b>Şekil 4.9.</b> Pektoral kemer yapısı A= <i>Seminemacheilus ispartensis</i> , B= <i>S. lendlii</i> (Co: Coracoid, Cl: Cleithrum, Mco: Mesocoracoid, Sc: Scapula, Ra: Radials) .....	25
<b>Şekil 4.10.</b> Suspensorium yapısı A= <i>Seminemacheilus ispartensis</i> , B= <i>Seminemacheilus lendlii</i> (Op: Operkül, So: Suboperkül, Po: Preoperkül, Io: Interoperkül, Hym: Hyomandibular, Sym: Symplectic, Q: Quadrate, Mtp: Metapterogoid, Ect: Ectopterogoid, End: Endopterogoid, Apl: Autopalatine) .....	26
<b>Şekil 4.11.</b> Kaudal kompleks yapısı A= <i>Seminemacheilus ispartensis</i> , B= <i>S. lendlii</i> (Pst: Pleurostil, Hp: Hypural, Npu-2: Nöral prosesin 2. merkezi omuru, Hpu-2: Hemal prosesin 2. merkezi omuru, Ph: Parhypural, Rna: Rudimentary neural arch).....	28
<b>Şekil 4.12.</b> Nörocranium dorsal (üstte) ve ventral (altta) A= <i>Seminemacheilus ispartensis</i> , B= <i>S. lendlii</i> .....	29

## SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ

IUZN	: International Commission on Zoological Nomenclature
KOH	: Potasyum Hidroksit
Mak	: Maksimum
Min	: Minimum
mm	: Milimetre
n	: Birey sayısı
NHVUIC	: Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi İhtiyoloji Koleksiyonu
NUIC	: Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi İhtiyoloji Koleksiyonu
Ort	: Ortalama
SD	: Standart sapma

## BÖLÜM I

### GİRİŞ

Türkiye, iç sularında dağılım gösteren 400'ün üzerinde balık türü ile dikkate değer bir ihtiyofauna zenginliğine sahiptir. Bu zenginliğin en önemli elemanlarını da endemik türler oluşturmaktadır. Türkiye iç sularında dağılım gösteren balık türlerinden yaklaşık yarısı endemik türlerden oluşmaktadır [1-6]. Bunlar içerisinde gen merkezi Türkiye olan, tamamı ülkemiz iç sularına endemik olan *Seminemacheilus* Bănărescu & Nalbant, 1995 cinsine mensup altı tür bulunmaktadır [7-8; 1; 9-11]. Bu cins *S. lendlii* Hankó, 1925 türü ile tanımlanmıştır. Uzun yıllar boyunca Türkiye'nin farklı bölgelerinden popülasyonların tamamı bu tür olarak bildirilmiştir. Daha sonra *S. ispartensis* Erk'akan, Nalbant & Özeren, 2007; türü tanımlanmış bunu *S. ahmeti* Sungur, Jalili, Eagderi & Çiçek, 2018; *S. dursunavsari* Çiçek, 2020; *S. attalicus* Yoğurtçuoğlu, Kaya, Geiger & Freyhof, 2020 ve *S. ekmekciae* Yoğurtçuoğlu, Kaya, Geiger & Freyhof, 2020 türleri izlemiştir [9-11].

Günümüzde balıklarda tür tayini amacı ile kullanılan morfometrik karakterlerin değerlendirilmesi ve içerdiği parametrelerin referans aralıklarına göre kıyaslanması kullanılan en yaygın yöntemdir. Bu yöntem pek çok cins için oldukça başarılı sonuçlar vermesine rağmen özellikle dar alanlarda dağılım gösteren, bu alanlarda evrimleşip o habitatın özelliklerine göre fenotipik olarak uyum sağlayan türlerin bu yöntemlerle birbirinden ayırt edilmesinde güçlükler yaşanmaktadır.

Osteolojik yapıların karakterize edilerek kıyaslanması ise morfolojik yapıları benzer olan ve varyasyon aralığı geniş olan türlerin teşhisinde tercih edilebilir bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Habitat değişimlerinden kolay etkilenmeyen yapılar olmaları sebebi ile osteolojik karakterlerin karşılaştırılması farklı türlerin teşhisinde başarılı sonuçlar verebilmektedir. Örneğin çene kemiklerinin yapısı hem tür ayrımında kullanılabilen hem de beslenme alışkanlıkları ile ilgili bilgi veren karakterlerdendir [12]. Dünya'da ihtiyoloji alanında yapılan çalışmalarda gerek tür ayrımı ve filogenetik ilişkiler, gerekse türlerin geçmişi ve birbirleri ile ilişkilerini ortaya koyan çalışmalarda osteolojik karakterlerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır [13-19; 12; 20-22].

*Seminemacheilus lendlii* tip lokalitesi Eskişehir (Sakarya havzası) olarak deskripsiyonu yapılan bir türdür. Uzun yıllar boyunca Türkiye ihtiyofaunası ile ilgili verilen bütün çalışmalarda (Sakarya havzası dışındaki farklı havzalar da dahil olmak üzere) *S. lendlii*'nin farklı popülasyonları olarak verilmiştir. Ancak detaylı yapılan morfometrik çalışmalarda ve moleküler verilerin de desteği ile bu popülasyonların pek çoğunun farklı türler hatta cinslere mensup bireyler olduğu tespit edilmiştir. Geçmişte verilen bu kayıtların bir kısmının *Oxynoemacheilus* cinsine ait olduğu belirlenmiştir. Bir kısmı ise *Seminemacheilus* cinsi altında farklı türler olarak tanımlanmıştır [9-11]. Bugün *S. lendlii* için mevcut dağılım alanı Sakarya havzası ile birlikte Akşehir ve Eber havzaları olarak ifade edilmektedir [23; 11].

*Seminemacheilus ispartensis*'in tip lokalitesi ise Antalya havzasında Eğirdir-Isparta yolu üzeri olarak bildirilmiştir. Yoğurtçuoğlu vd. [11] tarafından bu tür için verilen tip lokalitesinin hatalı olduğu ifade edilmiştir [11]. Türün dağılım alanı Eğirdir ve Salda havzaları ile Isparta bölgesi olarak bildirilmektedir [23].

Daha önceki çalışmada Yoğurtçuoğlu vd. [11] *S. lendlii* ile *S. ispartensis* türlerinin moleküler karakterler bakımından K2P mesafesi % 0,1 olarak çok düşük seviyede bir farklılığa sahip olduğu belirtmişlerdir. Moleküler karakterler morfometrik karakterlere nazaran habitat koşullarına uyumu yansıtmadığından daha kesin belirteçler olarak kabul edilmektedir. Bu sebeple de uzun zamandır yapılan taksonomik çalışmalarda kullanılan geçerli belirteçlerdir. Ancak taksonomik değerlendirmelerin tek karakter çeşidi bazında olması hatalı kayıtlara ve yanlış tür bildirilişlerine sebep olabilmektedir. Bu sebeple bu karakterlerin birlikte değerlendirilerek verilerin bütüncül olarak irdelenmesi ile doğru sonuçlara ulaşılabilir.

Nitekim 2017-2021 yılları arasında yapılan arazi çalışmaları sırasında *S. lendlii* ve *S. ispartensis* türlerinin dağılım alanlarında yapılan örneklemelemlerde popülasyonlar arasında morfometrik ve meristik karakterler temelinde ayırımının bulunmadığı görülmüştür. Morfolojik olarak ayırımı oldukça zor olan bu iki tür üzerinde ileri araştırmalarla tür ayırımını destekleyen karakterlerin belirlenmesi ihtiyacı doğmuştur. Bu nedenle bir çalışma planlanmıştır. Böylece tez çalışması ile literatürde farklı türler olarak bildirilen bu iki türe ait popülasyonların morfometrik, meristik ve osteolojik özelliklerinin ortaya konması, türlerin hangi karakterler bakımından farklılık

gösterdikleri, bu farklılıkların tür ayırımında yeterli olup olmadıklarının tartışılarak bunların ayrı türler mi yoksa *S. lendlii* türünün ayrı popülasyonları mı olduğunun ortaya konması amaçlanmıştır.





## BÖLÜM 2

### ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

*Seminemacheilus* cinsi ile ilgili ilk çalışmalar *Nemacheilus lendlii* Hanks, 1925 türünün Banarescu & Nalbant (1995) tarafından yeni bir cins olarak tanımlanarak bu cinse transfer edilmesi ile başlamıştır. Bu şekilde ülkemize endemik olan sadece Anadolu'da dağılım göstermekte olan cinsin ilk deskripsiyonu tip türü olan *S. lendlii* ile yapılmıştır. Daha sonra Eğirdir-Isparta karayolu üzerinden toplanan bireyler 2007 yılında *S. ispartensis* ismi verilerek yeni bir tür olarak tanımlanmıştır [24].

Takip eden yıllarda bazı faunistik çalışmalarda bu cinse ait popülasyonların farklı lokalite kayıtları verilmiştir [25-27] ve ilgili lokalitelerin bir kısmında tür tanımlamaları cins düzeyinde bırakılarak yeni tür olarak değerlendirilebilecek taksonların varlığına dikkat çekilmiştir [28; 25; 9]. Daha sonra yapılan detaylı çalışmalarda bu popülasyonlardan bazıları yeni türler olarak tanımlanmış olup bugün tür ile temsil edilmektedir [1; 10-11].

Dağılım alanı sadece Sultan Sazlığı ile sınırlı olan *S. ahmeti* [9] yeni tür olarak tanımlanmıştır.

*Seminemacheilus dursunavsari*, Göksu Nehri havzasından tanımlanan bir diğer türdür [10]. Daha sonra bir çalışmada *S. dursunavsari* türünün tip lokalitesinden toplanan bireyler *S. tubae* isimli yeni bir tür olarak verilmiştir. IUZN kuralları gereği öncelik nedeniyle *S. tubae*, *S. dursunavsari* türünün sinonimi olarak kabul edilmiştir [10]. Türün diğer popülasyonları Beyşehir Gölüne bağlanan Sarıçay ve Büyükçay olarak bildirilmiştir [11].

Yoğurtçuoğlu vd. [11] tarafından yapılan revizyonda Antalya Havzası içerisinde kalan Kırkgöz kaynaklarındaki popülasyon *S. attalicus* isimli yeni bir tür olarak tanımlanmıştır. Yine aynı çalışmada Konya Kapalı havzası Tuz Gölü alt havzası popülasyonunun, havzada daha önce bildirilen *S. lendlii* türünden farklı olduğu tespit edilerek *S. ekmekciae* ismi ile yeni tür olarak tanımlanmıştır.

*Seminemacheilus* cinsinin tip türü olan *S. lendlii*'nin dağılım alanı Akşehir, Afyonkarahisar ve Kütahya illeridir (Sakarya ve Akarçay havzaları). Ancak daha önce

de ifade edildiği gibi yürütülen çalışmalarda türün doğal dağılım alanında rastlanan popülasyonlarda hep *S. lendlii* olarak bildirilmiştir. Yeni türlerin tanımlanması ile birlikte bazı bildirişlerin sonradan yeni tür olarak tanımlanan popülasyonlara ait oldukları tespit edilmiştir [29-30].

2007 yılında Isparta çayından tanımlanan *S. ispartensis* türünün dağılım alanı Burdur, Isparta bölgeleri ile Eğirdir ve Salda havzalarıdır. Bu türün tanımlanmasında *S. lendlii* türünden başın daha sivri ve uzun olması, kuyruk yüzgecinin daha düz olması, hava kesesi kapsülünün şekli ve vücut deseninin farklı olmasıyla ayrıldığı bildirilmiştir [24].

*Seminemacheilus* türleri için taksonomik çalışmalar dışında yapılan tek çalışma ise bu türlerin boy-ağırlık ilişkilerinin değerlendirildiği bir çalışmadır [31].

Osteolojik karakterlerin tür ayrımında kullanılması ile ilgili bazı çalışmalar ise aşağıda özetlenmiştir.

Nemacheilidae ve Cobitoidae familyasına mensup olan türler arasında morfolojik benzerlikler oldukça yüksektir. Bu durum söz konusu familyalara mensup türlerin ayrımında daha güvenilir karakterlerin belirlenmesini zorunlu kılmıştır. Bu kapsamda Berg [13], Mester-Bacescu [14], Eastman [15], Prokofiev [32-33] vb. gibi bilim insanlarınca yapılan çalışmalarda osteolojik karakterlerin kullanılmasında başarılı sonuçlar elde edilmiş ve bu karakterlerin daha fazla kullanılabilir hale gelmesini sağlamıştır.

Prokofiev [32-33] Nemacheilinae subfamilyasında osteolojik yapıların analizi ile bu grupta yer alan çok sayıda takson için osteolojik karakterler temelinde değerlendirmeler yapmıştır. Bu çalışmalarda Nemacheilinae mensuplarında preethimoid I yapısının bulunmadığı gruplar tespit edilmiş, özellikle kafatası, operkulum ve çene yapılarının taksonlar arası farkları bulunduğunu belirlemiştir.

Jalili vd. [34-37] tarafından yapılan çalışmalarda sırasıyla *Cobitis linea* ve *C. avicennae*, *Alburnus amirkabiri* ve *Oxynoemacheilus bergianus* türlerinde tanımlayıcı osteolojik karakterizasyon belirlenmiştir.

Mafakheri vd. [38-39] tarafından *Oxynoemacheilus kermanshahensis* ve *O. chomanicus* türlerinin tanımlayıcı osteolojik karakterizasyonları yapılmıştır.

*Barbus* cinsi üzerinde yapıların bir çalışmada *Barbus lacerta* ve *B. cyri* türlerinin tanımlayıcı osteolojik özellikleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada iki tür arasında ayırmda kullanılabilecek farklılıklar belirlenmiştir [39].

Noroozei vd. [40] tarafından *Paraschistura alta* türünün osteolojik karakterleri ortaya konmuştur. Bunun yanı sıra *Paraschistura* cinsinin İran'da dağılım gösteren üç türü ile *P. alta*'yı birbirinden ayıran özellikler tespit edilmiştir.

Sungur vd. [41] tarafından *Garra* cinsine mensup türlerin caudal osteolojileri değerlendirilmiştir. Bu çalışmada monofiletik bir cins olan *Garra* türlerinde tür ayırmda caudal iskelet karakterlerinin kullanılamayacağı belirlenmiştir. Aynı cinse ait bir diğer çalışmada ise Saemi-Komsari vd. [42] tarafından *G. rossica*'nın osteolojik karakterizasyonu yapılmıştır.

Sultan Sazlığında tanımlanan *S. ahmeti*'nin deskripsiyonunda *S. ekmekciae* (*S. lendlii*) ile tür ayırmlarını destekleyen osteolojik karakterlere de yer verilmiştir [9].

Kılıç [43] tarafından yapılan çalışmada *Seminemacheilus* ve *Oxynoemacheilus* cinslerine mensup bazı türlerin osteolojik karakterizasyonu yapılmıştır. Bu çalışma sonuçlarına göre iki cins ve türler arasında ayırımı destekleyen karakterlerin bulunduğu tespit edilmiş ve en fazla farklılığı barındıran bölümlerin caudal kompleks ve nörocranium olduğunu tespit edilmiştir [43-44].

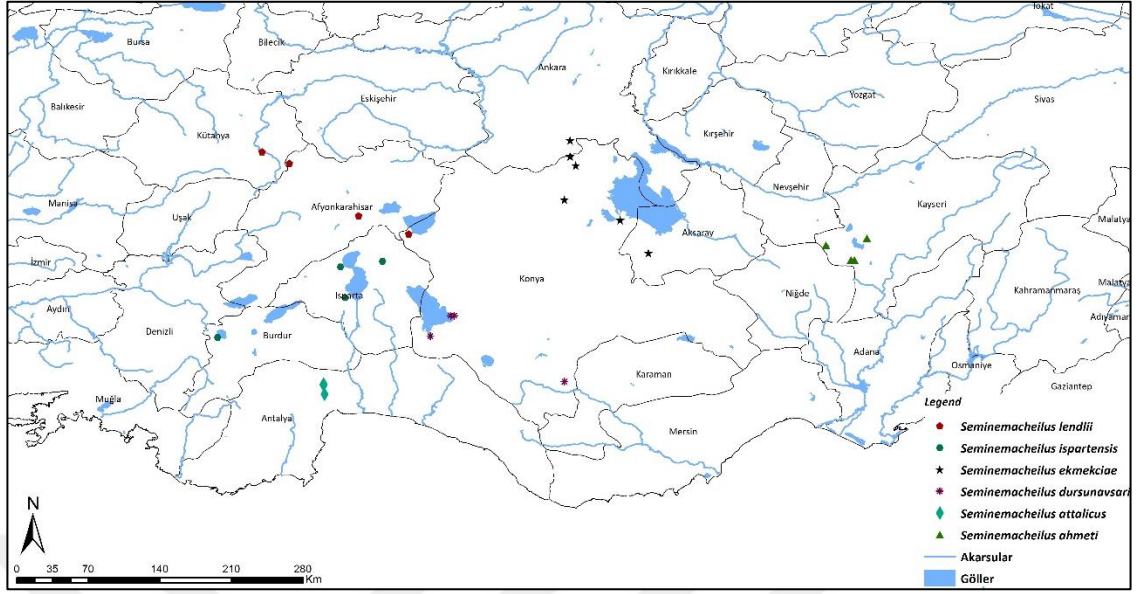
## BÖLÜM 3

### MATERYAL VE YÖNTEM

Tez çalışması kapsamında değerlendirilen bireyler 2017-2021 yılları arasında yapılan arazi çalışmalarından elde edilmiştir. Elektroşoker (SAMUP 1000) kullanılarak toplanan örnekler tespit edilerek %4'lük formaldehit içerisinde getirildikleri Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Hidrobiyoloji Laboratuvarında korunmaktadır. Bu çalışmanın materyali olan türlere ait bireyler tip lokaliteleri olduğu düşünülen alanlardan toplanmıştır. *Seminemacheilus lendlii* örnekleri Afyonkarahisar ili Hacıbeyli köyündeki sulak alandan, *S. ispartensis* ise deskripsiyon makalesinde tip lokalitesi olarak belirtilen tarif takip edilerek Isparta-Eğirdir yolu üzerindeki Sevinçbey köyünden toplanmıştır. Ayrıca morfometrik karakterlerin daha kapsamlı değerlendirilebilmesi amacı ile çalışma kapsamına bu cinse mensup bütün türler dahil edilmiştir. Bu çalışma kapsamında altı türe ait 92 birey incelenmiştir. Çalışma yapılan türlere ait birey sayıları, örneklendikleri koordinat bilgileri, koleksiyon numaraları Tablo 3.1'de verilmiş ve türlerin dağılım alanları Şekil 3.1'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.1.** Örnekleme yapılan türler, birey sayısı, koleksiyon numarası ve örnekleme koordinatları

Türler	Birey Sayısı	Koleksiyon no	Lokaliteler	Koordinat
<i>S. ahmeti</i>	16	NHVUIC 1990-01-16	Kayseri: Sultan Sazlığı, Kızılırmak Havzası	38°12'05.26"N 35°13'19.76"E
<i>S. attalicus</i>	15	NUIC-1714	Antalya: Kırkgöz kaynakları, Akdeniz Havzası	37°05'59.6"N, 30°32'53.4"E
<i>S. dursunavsari</i>	20	NUIC-1812	Konya: Alanözü göletine giren kol, Doğu Akdeniz havzası	37°07'48.8"N, 32°42'19.3"E
<i>S. ekmekciae</i>	20	NUIC- 2017-08-01	Konya: Kozanlı-Kulu, Konya Kapalı havzası	39°02'13"N 032°48'36"E
<i>S. ispartensis</i>	7	NUIC 1813	Isparta: Sevinçbey köyü Eğirdir-Isparta yolu Akdeniz Havzası	37°52'22"N 030°46'47"E
<i>S. lendlii</i>	14	NUIC 1814	Afyonkarahisar: Hacıbeyli köyü, Sakarya havzası	39°03'20.3"N 30°16'49.2"E



**Şekil 3.1.** *Seminemacheilus* türlerinin dağılım haritası

### 3.1. Morfometrik Parametrelerin Ölçümü ve İstatistik Değerlendirmesi

Morfolojik analiz kapsamında *Seminemacheilus* cinsine mensup bireyleri ayırmada kullanılan 30 morfometrik karakter kullanılmıştır [9-11]. Morfometrik ölçümler 0,01 mm hassasiyetli dijital kumpas kullanılarak yapılmıştır (Tablo 3.2). Ölçümü yapılmış olan morfometrik karakterlere öncelikli olarak normalite analizi uygulanmıştır (Kolmogorov-Smirnov). Uygulanan normalite analizine göre normal dağılım sergileyen karakterlere ANOVA ve Duncan testi, normal dağılım sergilemeyen karakterlere ise Kruskal-Walis Analizi uygulanmıştır. Uygulanan analizler sonucunda anlamlı çıkan karakterlere Principal Component Analyses (PCA) ve Kümeleme (Cluster) analizi uygulanmıştır.

İstatistiksel analizler Microsoft Office Excel yazılımı, Past 3.26 ve IBM SPSS 22 programları kullanılarak yapılmıştır.

**Tablo 3.2.** Ölçümü yapılan morfometrik karakterler ve tanımlamaları

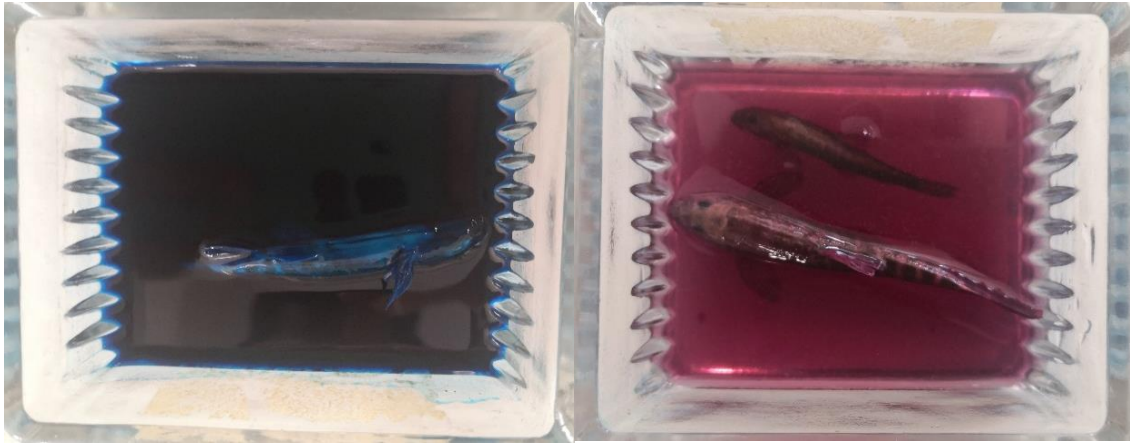
<b>Karakterler</b>	<b>Tanımları</b>
SB	Standart Boy
VY	Vücut Yüksekliği
KSD	Kuyruk Sapı Derinliği
PreD	Predorsal Uzunluk
PostD	Postdorsal Uzunluk
PreP	Prepelvik Uzunluk
PreA	Preanal Uzunluk
KSU	Kuyruk Sapı Uzunluğu
DYTU	Dorsal Yüzgeç Taban Uzunluğu
DYD	Dorsal Yüzgeç Derinliği
AYTU	Anal Yüzgeç Taban Uzunluğu
AYD	Anal Yüzgeç Derinliği
PYD	Pektoral Yüzgeç Derinliği
VYD	Ventral Yüzgeç Derinliği
P-V mesafe	Pektoral-Pelvik Yüzgeç Arası Mesafe
V-A mesafe	Ventral-Anal Yüzgeç Arası Mesafe
KYU	Kuyruk Yüzgeç Uzunluğu
VG	Vücut Genişliği
KSG	Kuyruk Sapı Genişliği
BU	Baş Uzunluğu
BrU	Burun Uzunluğu
GÇ	Göz Çapı
EY	Ense Yüksekliği
PostO	Postorbital Mesafe
GAM	Gözler Arası Mesafe
AG	Ağız Genişliği
IRB	İç Rostral Bıyık
ORB	Dış Rostral Bıyık
MB	Maksillar Bıyık

### **3.2. Şeffaflandırma ve Boyama Prosedürü**

Osteolojik karakterizasyonda amaç; bireylerdeki kemik yapıların çeşitli kimyasal serileri içeren prosedürler ile boyanması, dokuların şeffaflandırılması ve kemiklerin görünür hale getirilmesidir. Bu amaç doğrultusunda *S. lendlii* ve *S. ispartensis* türlerinden üçer birey kullanılarak aşağıda basamakları açıklanan Taylor ve Van Dyke [45] yöntemi optimize edilerek şeffaflandırma-boyama prosedürü gerçekleştirilmiştir. Bu basamaklar;

- Formaldehitin uzaklaştırılması amacı ile örnekler 48 saat süre ile küvetler içerisinde suda bekletilmiştir. Küvetlerdeki su belirli aralıklarla değiştirilmiştir.
- Kıkırdak dokuların boyanması amacı ile örnekler birey büyüklüğüne bağlı olarak 4-12 saat süre boyunca alcian blue çözeltisinde boyanmıştır. Daha sonra akan suda yıkama işlemi yapılmıştır (Şekil 3.2).
- Örnekler 48 saat süre ile %20'lik boraks dekahidrat çözeltisi ile 37C°'de muamele edilmiş ve sonrasında %30'luk boraks ve trypsin çözeltisi ile temizleme yapılmıştır.
- Bireyler kemik dokuların boyanması amacı ile alizarin red solüsyonunda 24 saat bekletilmiş ve akan suda yıkama işlemi tekrarlanmıştır (Şekil 3.3).
- Yıkamadan sonra trypsin muamesi ile tekrar temizleme işlemi yapılan bireyler %0,5'lik KOH (Potasyum Hidroksit) çözeltisinde 48 süre ile bekletilmiştir.
- Son olarak 3/2 oranı ile %0,5'lik KOH ve gliserol çözeltisi hazırlanarak 72 saat bekletilmiştir (Şekil 3.4).

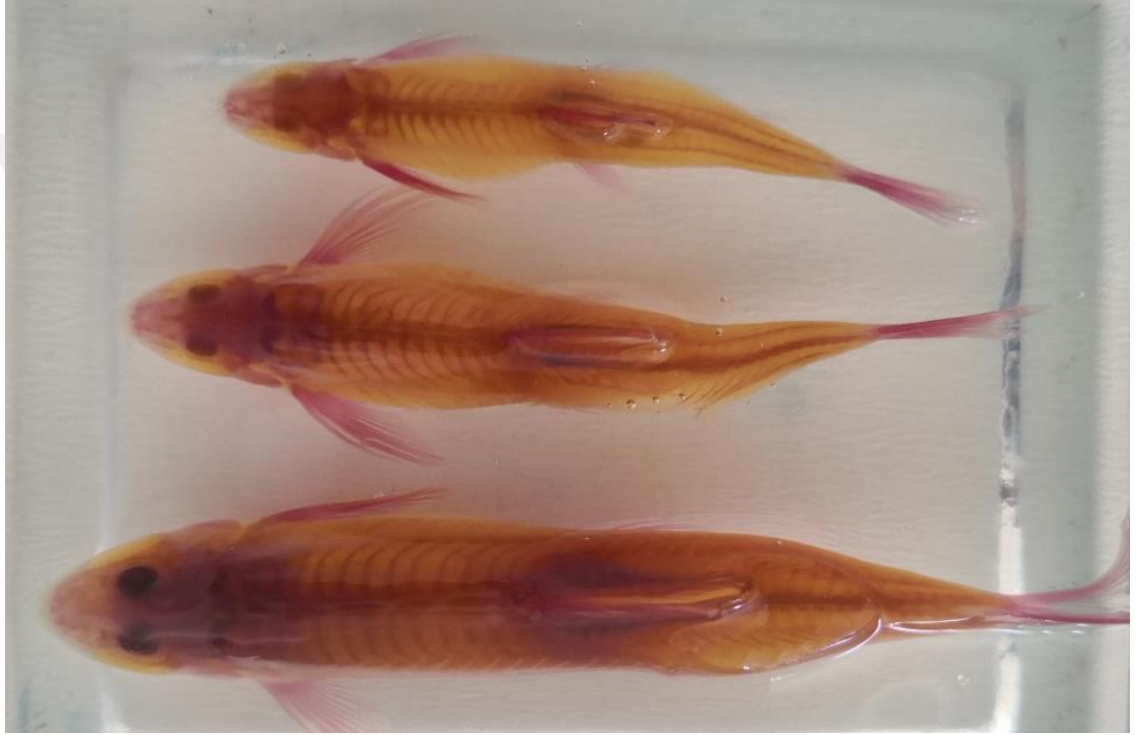
Bu aşamalar sonunda clearing-staining prosedürü tamamlanan bireyler diseksiyon aşamasına kadar gliserol içerisinde muhafaza edilmiştir (Şekil 3.5, 3.6).



**Şekil 3.2.** Alcian blue ve alizerin red solüsyonunda bireyler



**Şekil 3.3.** Alcian blue ve alizerin red işlemleri sonrasında bireyler



**Şekil 3.4.** Gliserolde bekletilen bireyler





Şekil 3.5. Şeffaflandırma-boyama sonrası *Seminemacheilus ispartensis*'in görünümü



Şekil 3.6. Şeffaflandırma-boyama sonrası *Seminemacheilus lendlii*'nin görünümü

Şeffaflandırma ve boyama (Clearing-staining) işlemlerinden sonra kemik yapıların ayrıntılı incelenmesi ve karşılaştırılması amacı ile bireylerin diseksiyonu gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada bireyler silikon zeminde sabitlenerek gliserol içerisinde disekte edilmiştir. İskelet kısımları ayrılan bireylerde ilgili kemik karakterler

incelenerek gerek tür içi ve gerekse türler arası karşılaştırmalar yapılmıştır. Değerlendirilen iskelet kısımları ve kemikler Tablo 3.3.'de verilmiştir. İncelenen diseksiyon işlemleri Leica S9i marka ve modeldeki stereomikroskop altında gerçekleştirilmiş ve işlemler sırasında anatomik bölümler mikroskoba ait dahili kamera sistemi ile fotoğraflanmıştır. Fotoğraflar XPEN grafik tablet ile Corel Draw X6 programında çizilerek adlandırmaları yazılmıştır.

**Tablo 3.3.** Anatomik kısımlara göre değerlendirilen osteolojik karakterler

<b>Osteolojik yapı ve bölüm</b>		
<b>Alt Çene</b>		
Retroartikül	Dental	
Koronomeklan	Artikül	
<b>Üst Çene</b>		
Maksilla	Premaksilla	
<b>Median ve Lateral Yüzgeçler</b>		
Pterygiophore	Radials	
<b>Suspensorium</b>		
Opercle	Quadrate	
Subopercle	Metapterogoid	
Preopercle	Ectopterogoid	
Interopercle	Endopterogoid	
Hyomandibular	Autopalatine	
Symplectic		
<b>Hyoid yay</b>		
Basihyal	Dorsal ve Ventral hypohyal	
Ceratohyal	Urohyal	
Epihyal	Extra Urohyal	
Interhyal		
<b>Branchial Aparat</b>		
Basibranchial	Epibranchial	
Hypobranchial	İnfracaringobranchial	
Ceratobranchial		
<b>Kaudal Kompleks</b>		
Nöral ve hemal prosesler	Pleurostyle	
Birinci preural omur	Hypural	
Parhypural	Kaudal yüzgeç ışınları	
Epurul		
<b>Nörocranium</b>		
Ethemoid	Preetmoid II	Lateral etmoid
	Supraetmoid	Prevomer
Orbital	Frontal	Parasphenoid
	Orbitosphenoid	Pterosphenoidten
Otic	Parietal	Pterotic
	Fontanel	Epiotic
	Sphenotic	Prootic
Occipital	Basioccipital	Basioccipital process
	Eksooccipital	Foramen eksooccipital
	Supraoccipital	

## BÖLÜM 4

### BULGULAR

#### 4.1. Morfometrik Parametreler ve İstatistik Değerlendirme

Morfometrik karakterlerin analizi için 16 *S. ahmeti*, 15 *S. attalicus*, 20 *S. dursunavsari*, 20 *S. ekmekciae*, 7 *S. ispartensis* ve 14 *S. lendlii* bireyi olmak üzere altı türden toplam 92 birey incelenmiştir.

Her bir tür için ölçümü alınan morfometrik özelliklere ait tanımlayıcı istatistik sonuçları Tablo 4.1’de verilmiştir. İstatistik açıdan verileri değerlendirmek amacıyla öncelikle karakterlerin normal dağılım sergileyip sergilemediğini belirlemek amacıyla yapılan Kolmogorov Smirnov analizi sonucunda 29 karakterden 22’sinin normal dağılım, 7 karakterin ise normal olmayan dağılım sergilediği görülmüştür. Normal dağılım gösteren karakterlere ANOVA ve Duncan test uygulanırken normal olmayan karakterlere ise Kruskal-Walis analizi uygulanmıştır. Uygulanan istatistiksel analizler sonucunda prepelvik uzunluk ve burun uzunluğu dışında kalan tüm değerlerin anlamsal farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 4.2).

İncelenen popülasyonlara tek yönlü ANOVA, Duncan ve Kruskal-Walis analizleri uygulandıktan sonra anlamsal farklılık göstermeyen prepelvik uzunluk ve burun uzunluğu çıkarılarak kalan 27 morfometrik karakteri kullanarak öncelikle temel bileşenler analizi (PCA) uygulanmıştır. Uygulanan PCA analizi sonucunda ilk üç temel bileşen toplam varyansın %92,78’ini oluşturmaktadır (Tablo 4.3-Şekil 4.1). Analiz sonucunda incelenen *Seminemacheilus* popülasyonları arasında herhangi bir ayrımın olmadığı tüm popülasyonların iç içe girdiği görülmüştür (Tablo 4.2-Şekil 4.2).

**Tablo 4.1. *Seminemacheilus Seminemacheilus* türlerine ait morfometrik parametre ölçüm sonuçları**

Karakterler	<i>Seminemacheilus ahmeti</i> (n=16)		<i>Seminemacheilus attalicus</i> (n=15)		<i>Seminemacheilus dursunavsari</i> (n=20)		<i>Seminemacheilus ekmekciae</i> (n=20)		<i>Seminemacheilus ispartensis</i> (n=7)		<i>Seminemacheilus lendlii</i> (n=14)	
	min-mak	Ort± SD	min-mak	ort± SD	min-mak	ort± SD	min-mak	ort± SD	min-mak	ort± SD	min-mak	ort± SD
Standard boy (mm)	43,0-55,1	47,6±2,9	51,7-64,4	57,9±3,6	52,4-76,3	63,0±6,3	43,3-63,4	50,7±6,2	39,1-43,9	41,1±1,6	43,7-52,7	48,0±2,3
<b>% Standard boy</b>												
Maksimum vücut yüksekliği	16,7-19,9	18,1±0,9	18,3-22,6	20,0±1,1	16,7-20,0	18,2±0,9	16,9-21,3	18,7±1,2	16,0-20,7	18,8±1,8	18,9-22,5	20,6±2,3
Kuyruk sapı derinliği	12,8-16,7	14,1±1,0	11,9-15,3	13,7±0,8	13,0-15,7	13,8±0,6	11,7-16,3	14,2±1,2	12,6-14,6	13,6±0,7	13,7-14,9	14,4±1,0
Predorsal uzunluk	51,4-54,4	52,8±0,9	51,4-55,8	54,4±1,1	49,5-54,7	51,9±1,3	50,7-55,7	52,6±1,1	49,6-53,3	51,3±1,2	50,1-52,9	51,9±0,4
Postdorsal uzunluk	34,4-39,3	37,3±1,3	30,9-37,3	34,1±1,4	35,8-40,2	38,1±1,2	33,1-41,5	37,0±1,9	35,6-39,3	37,3±1,0	34,6-39,5	36,9±0,8
Prepelvic uzunluk	37,5-60,2	55,6±4,9	53,5-57,6	55,9±1,1	52,0-58,0	54,4±1,4	51,7-59,4	55,2±2,1	53,5-58,3	55,7±1,6	54,7-58,6	56,7±1,3
Preanal uzunluk	74,7-81,7	78,7±1,7	75,9-80,3	77,6±1,1	72,0-87,5	77,1±2,9	72,0-82,9	75,9±2,4	71,2-78,3	75,9±2,2	75,3-79,7	77,5±1,0
Kuyruk sapı uzunluğu	13,7-17,5	15,1±1,0	12,2-14,7	13,4±0,7	14,2-17,8	15,7±0,9	13,2-17,4	15,7±1,1	14,5-16,4	15,7±0,7	13,3-15,9	14,5±1,2
Dorsal-yüzgeç taban uzunluğu	9,8-15,0	12,2±1,5	11,6-14,4	13,3±0,9	10,3-13,8	12,2±0,8	10,8-14,0	12,4±0,9	13,4-15,1	14,1±0,5	11,4-15,9	13,5±0,8
Dorsal- yüzgeç derinliği	18,6-23,8	21,1±1,5	21,2-25,5	23,0±1,2	18,9-25,0	20,3±1,5	19,3-22,8	21,4±1,1	20,7-24,5	21,3±1,3	21,1-24,1	22,8±1,1
Anal yüzgeç taban uzunluğu	8,4-11,5	10,1±0,8	8,2-11,3	10,0±0,9	8,3-11,1	9,5±0,6	8,5-12,5	10,1±0,8	10,4-13,8	11,3±1,0	9,1-11,3	10,1±0,9
Anal yüzgeç derinliği	16,1-19,8	17,4±0,9	17,1-20,2	18,8±0,8	15,9-19,3	17,3±1,0	15,8-19,5	18,0±1,0	15,5-18,6	17,6±1,0	16,0-20,5	18,1±0,7
Pectoral yüzgeç derinliği	18,6-30,7	23,4±3,8	19,1-29,3	23,0±3,2	15,3-28,9	21,4±3,8	19,0-29,2	24,2±3,3	19,2-22,5	20,4±1,0	20,5-28,4	25,0±1,2
Pelvic yüzgeç derinliği	10,3-14,9	12,6±1,3	12,2-16,7	13,7±1,1	11,0-14,6	12,1±0,9	10,5-14,1	12,1±1,0	11,4-14,7	12,6±1,3	12,7-15,1	14,0±2,4
Pectoral-pelvic yüzgeç arası mesafe	27,5-33,3	30,8±1,5	26,9-32,6	29,1±1,4	28,5-32,3	30,7±1,3	26,9-33,1	29,3±1,4	26,5-31,3	29,4±1,7	27,4-31,6	30,1±0,7
Pelvic-anal yüzgeç arası mesafe	18,9-23,0	21,3±1,1	19,7-24,1	21,3±1,1	20,0-23,7	21,9±1,0	17,8-22,4	19,8±1,0	19,1-21,3	20,2±0,7	18,9-21,1	20,2±1,1
Caudal yüzgeç uzunluğu	20,0-24,3	22,5±1,2	19,3-23,0	20,9±1,1	18,3-22,9	21,2±1,1	20,4-23,9	22,5±1,0	20,0-23,1	21,2±1,2	21,7-24,9	23,5±0,7
Vücut genişliği	13,1-17,1	15,2±1,0	11,6-15,5	13,4±1,0	13,1-16,0	14,8±0,8	11,2-16,0	13,8±1,3	13,3-14,5	13,8±0,4	13,2-16,4	14,8±0,9
Maksimum kuyruk sapı genişliği	4,5-5,9	5,5±0,4	4,3-6,3	5,5±0,6	5,5-7,1	6,4±0,5	4,5-7,0	5,5±0,6	5,6-7,2	6,3±0,5	5,1-6,1	5,5±0,9
Baş uzunluğu	24,7-28,6	26,9±0,9	25,7-28,7	27,4±0,9	23,0-26,1	24,1±0,8	24,5-28,9	26,7±1,2	25,2-27,7	26,6±0,8	26,1-27,7	26,9±0,3
<b>% Baş uzunluğu</b>												
Burun Uzunluğu	36,0-43,3	39,8±2,4	36,2-44,8	40,0±2,1	33,8-44,2	40,0±2,6	36,1-43,2	39,2±1,7	36,4-40,5	38,7±1,5	35,6-41,4	38,6±1,7
Göz çapı	15,2-18,4	17,0±0,8	14,8-17,5	16,3±0,7	13,8-17,7	15,7±1,1	10,3-18,3	15,9±1,6	14,5-18,4	16,7±1,3	14,5-18,0	16,3±1,0
Postorbital mesafe	44,2-51,4	48,7±1,7	43,1-50,3	46,3±1,7	40,0-50,8	48,2±2,4	45,3-51,6	49,4±1,3	48,8-53,9	50,5±1,9	45,1-51,1	48,7±1,7
Ense yüksekliği	56,2-65,3	61,6±2,5	58,2-66,8	62,5±2,5	52,6-71,4	65,1±4,5	55,4-66,9	60,3±2,9	54,2-64,9	59,4±3,3	60,0-68,7	65,2±2,4
Baş genişliği	56,5-65,5	61,7±2,4	51,2-62,2	57,6±2,8	49,4-70,5	64,8±4,5	56,2-67,8	62,7±2,6	49,9-58,1	55,9±2,6	56,0-65,6	60,7±2,9
Gözler arası mesafe	35,6-43,2	39,4±2,0	33,4-38,6	35,7±1,6	32,0-42,3	38,2±2,6	32,2-42,3	37,1±2,1	33,2-39,1	36,3±1,8	36,7-43,8	39,7±1,9
Ağız genişliği	33,8-40,7	36,2±1,9	29,3-35,3	31,7±1,5	30,1-41,5	38,0±2,6	34,2-38,5	35,9±1,3	31,2-37,7	34,5±1,8	28,8-34,3	32,5±1,3
İç rostral bıyık	20,0-33,2	28,9±3,2	20,1-26,5	24,0±2,1	23,9-38,5	30,0±3,4	19,3-32,7	23,9±3,3	23,8-30,7	26,8±2,1	24,9-36,0	30,1±3,0
Dış rostral bıyık	30,4-44,6	37,5±3,6	26,1-39,2	31,3±3,6	30,1-43,2	36,7±3,6	24,4-37,2	29,6±3,1	28,3-38,4	33,2±2,9	30,2-39,0	34,3±2,9
Maxillar bıyık	33,6-44,0	38,3±3,0	32,0-46,8	37,7±4,3	32,8-45,6	38,3±3,3	27,6-38,6	32,6±2,7	32,2-39,0	35,3±2,2	36,8-42,4	40,1±1,9

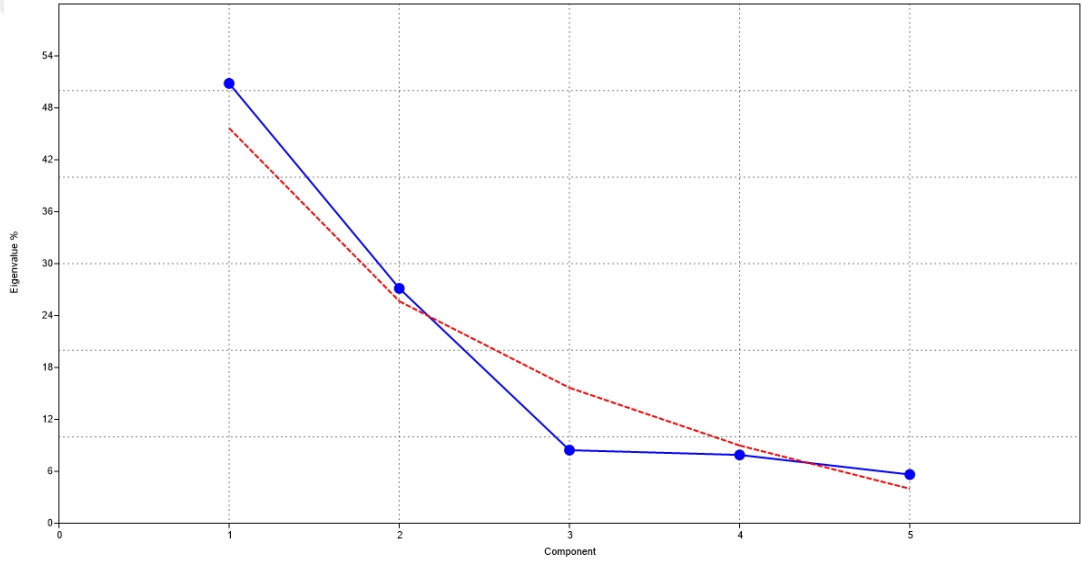
**Tablo 4.2.** *Seminemacheilus* türlerine ait morfometrik karakterlerin ortalama ve standart sapması, tek yönlü ANOVA, Duncan test ve Kruskal-Walis analizi sonucu elde edilen değerler

Karakterler	<i>S. ahmeti</i>		<i>S. attalicus</i>		<i>S. dursunavsari</i>		<i>S. ekmekciae</i>		<i>S. ispartensis</i>		<i>S. lendlii</i>		P
	Ort	±SD	Ort	±SD	Ort	±SD	Ort	±SD	Ort	±SD	Ort	±SD	
SB	47,64	2,99	57,93	3,64	63,00	6,49	50,74	6,38	41,13	1,71	48,82	4,04	0,000
VY	18,11	0,94	20,00	1,17	18,15	0,89	18,74	1,20	18,35	1,93	20,53	1,03	0,000*
KSD	14,12	0,99	13,69	0,84	13,75	0,64	14,24	1,19	13,30	0,74	14,42	0,47	0,000
PreD	52,80	0,98	54,39	1,12	51,93	1,367	52,59	1,16	52,50	1,70	52,01	0,95	0,000
PostD	37,30	1,31	34,13	1,44	38,13	1,25	37,04	1,90	37,28	1,08	36,95	1,35	0,000
PreP	55,58	5,07	55,89	1,11	54,37	1,42	55,23	2,12	54,83	1,59	56,78	1,06	0,105
PreA	78,73	1,77	77,64	1,17	77,08	3,02	75,95	2,47	75,90	2,38	77,46	1,20	0,004
KSU	15,12	1,03	13,37	0,75	15,66	0,92	15,73	1,11	15,81	0,92	14,43	0,90	0,000
DYTU	12,23	1,53	13,26	0,91	12,17	0,82	12,40	0,93	14,14	0,56	13,36	1,14	0,000
DYD	21,08	1,54	22,98	1,19	20,33	1,52	23,38	1,08	20,87	0,69	22,58	1,12	0,000*
AYTU	10,11	0,87	10,02	0,90	9,54	0,57	10,05	0,84	9,39	4,15	9,90	0,80	0,003
AYD	17,36	0,97	18,77	0,78	17,30	1,01	18,00	1,06	17,72	0,76	17,80	1,10	0,001
PYD	23,39	3,97	22,95	3,27	21,40	3,94	24,19	3,40	21,39	2,48	24,95	2,81	0,004
VYD	12,59	1,30	13,66	1,18	12,11	0,95	12,12	1,03	12,72	1,06	13,89	0,87	0,000*
P-V mesafe	30,84	1,54	29,14	1,40	30,71	1,31	29,29	1,41	29,40	1,78	30,25	1,26	0,001
V-A mesafe	21,29	1,13	21,29	1,17	21,88	1,01	19,82	1,07	20,24	0,81	20,14	0,68	0,000*
KYU	22,50	1,21	20,92	1,10	21,17	1,17	22,51	0,98	21,41	1,79	23,43	0,94	0,000*
VG	15,18	1,04	13,43	1,06	14,81	0,79	13,81	1,31	13,91	0,68	14,77	0,93	0,000
KSG	5,49	0,38	5,51	0,58	6,41	0,49	5,52	0,59	5,99	0,42	5,53	0,30	0,000
BU	26,92	0,94	27,37	0,90	24,09	0,81	26,68	1,19	26,55	0,90	26,81	0,62	0,000
BrU	39,81	2,47	40,02	2,11	40,01	2,64	39,23	1,75	38,68	1,59	39,04	2,41	0,422
GÇ	17,04	0,87	16,29	0,75	15,71	1,09	15,88	1,59	16,49	1,16	16,26	0,98	0,013*
PostO	48,72	1,75	46,32	1,75	48,17	2,48	49,35	1,34	50,49	2,02	48,88	1,82	0,000
EY	61,59	2,59	62,49	2,46	65,15	4,62	60,27	2,95	60,79	2,54	65,47	2,65	0,000*
GAM	39,44	2,11	35,72	1,65	38,25	2,63	35,93	2,11	36,39	2,31	39,56	1,91	0,000
AG	36,22	2,01	31,73	1,54	38,03	2,62	23,92	1,30	33,32	2,49	32,41	1,27	0,000*
IRB	28,93	3,27	240,3	2,13	30,01	3,48	29,57	3,38	26,77	2,30	29,75	3,28	0,000
ORB	37,54	3,67	31,26	3,59	36,75	3,73	3,23	3,23	33,18	3,12	35,28	4,12	0,000
MB	38,30	3,06	37,66	4,35	38,30	3,43	32,57	2,79	35,28	2,34	39,56	3,70	0,000

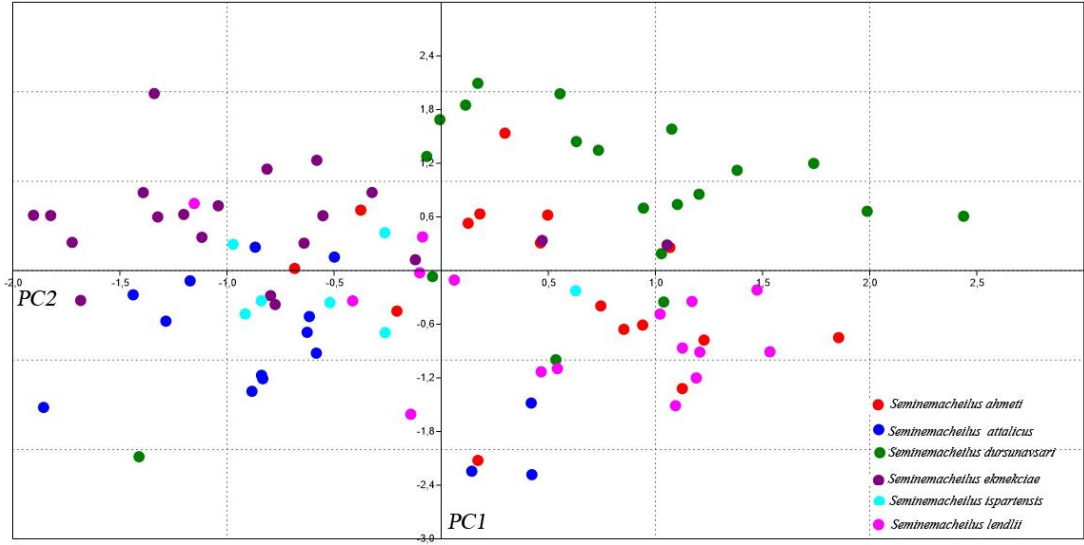
\* Kruskal-Walis analizi sonucu elde edilen değerler

**Tablo 4.3.** *Seminemacheilus* türlerinde PCA analizi sonucu ana bileşenlerin özdeğerleri ve % varyansı

Bileşen	Özdeğer	Varyans
PC1	68,38	55,39
PC2	28,99	23,49
PC3	17,17	13,90
PC4	5,31	4,30
PC5	3,60	2,91



**Şekil 4.1.** *Seminemacheilus* türlerinde temel bileşenlerin önemli sınırını gösteren Joliffe kesme noktasının (kırmızı çizgi) dağılım grafiği (Joliffe cut-off=17,28)



Şekil 4.2. *Seminemacheilus* türlerinin temel bileşenler analizi grafiği (PCA)

Tablo 4.4. *Seminemacheilus* türlerinin ilk iki temel bileşenlerin yüklenmesi ve her karakterin rolü

Karakterler	PC1	PC2
Vücut Yüksekliği	0,013	-0,145
Kuyruk Sapı Derinliği	0,034	0,103
Predorsal Uzunluk	0,033	-0,467
Postdorsal Uzunluk	-0,040	<b>0,553</b>
Prepelvik Uzunluk	-0,075	-0,015
Preanal Uzunluk	0,133	0,184
Kuyruk Sapı Uzunluğu	-0,173	0,304
Dorsal Yüzgeç Taban Uzunluğu	-0,397	-0,161
Dorsal Yüzgeç Derinliği	-0,031	-0,332
Anal Yüzgeç Taban Uzunluğu	0,011	-0,053
Anal Yüzgeç Derinliği	-0,001	-0,447
Pektoral Yüzgeç Derinliği	-0,074	-0,025
Pelvik Yüzgeç Derinliği	-0,079	-0,099
Pektoral-Ventral Yüzgeç Arası Mesafe	0,161	<b>0,445</b>
Ventral-Anal Yüzgeç Arası Mesafe	<b>0,477</b>	0,159
Kuyruk Yüzgeci Uzunluğu	-0,258	0,280
Vücut Genişliği	0,086	<b>0,558</b>
Kuyruk Sapı Genişliği	0,264	0,211
Baş Uzunluğu	-0,495	-0,346
Göz Çapı	0,206	-0,012
Göz Arkası Mesafe	-0,225	0,113
Ense Yüksekliği	-0,455	0,245
Baş Genişliği	<b>0,322</b>	0,327
Gözler Arası Mesafe	0,043	<b>0,548</b>
Ağız Genişliği	<b>0,345</b>	0,379
İç Rostral Bıyık	0,134	<b>0,647</b>
Dış Rostral Bıyık	0,146	<b>0,619</b>
Maksillar Bıyık	0,233	0,341

PCA analizi sonucunda ilk iki temel bileşen kullanılarak *Seminemacheilus* türlerinden ölçümü alınan her karakterin etkisi değerlendirilmiştir. Buna göre ilk bileşene bakıldığında ventral-anal yüzgeç arası mesafe, baş genişliği ve ağız genişliği, ikinci bileşene göre ise postdorsal uzunluk, pektoral-ventral yüzgeç arası mesafe, vücut genişliği, gözler arası mesafe, iç rostral bıyık ve dış rostral bıyığın tür ayrımında en etkili karakterler olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.4).

İncelenen *Seminemacheilus* türlerinden ölçümü yapılan ve anlamlı olan 27 morfometrik karakter kullanılarak popülasyonların benzerliklerinin ortaya konulması amacı ile Bray-Curtis benzerlik indeksi kullanılmıştır. Buna göre incelenen tüm popülasyonlar arasında benzerlik değerlerinin çok yüksek olduğu ve 0,982 ile 0,963 arasında değiştiği, değerlendirilen morfometrik karakterlerin tür ayrımı için yeterli olmadığı görülmüştür (Tablo 4.5).

**Tablo 4.5.** *Seminemacheilus* türleri arasındaki morfometrik benzerlik oranları (Bray-Curtis)

	1	2	3	4	5	6
1. <i>S. ahmeti</i>	1					
2. <i>S. attalicus</i>	0,967	1				
3. <i>S. dursunavsari</i>	0,976	0,964	1			
4. <i>S. ekmekciae</i>	0,977	0,972	0,966	1		
5. <i>S. ispartensis</i>	0,975	0,969	0,963	0,978	1	
6. <i>S. lendlii</i>	0,982	0,971	0,970	0,973	0,972	1

#### 4.2. Osteolojik Karakterlerin Değerlendirilmesi

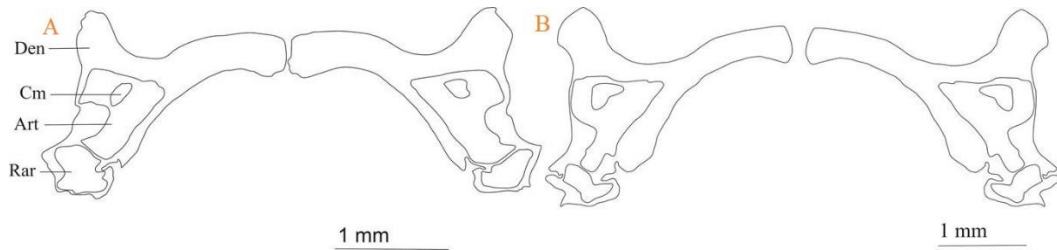
Kemikli balıklarda endoskelet vücuda destek olan ve vücut çatısını oluşturan; baş, omurga, notokord ve kaburgaları kapsayan axial iskelet (eksen iskeleti) ile farklı yapıdaki median (tek) ve lateral (çift) yüzgeç ışınlarını destekleyen ve vücuda bağlanmasını sağlayan appendikular iskeletten (ekstremiter iskeleti) meydana gelmiştir [7].



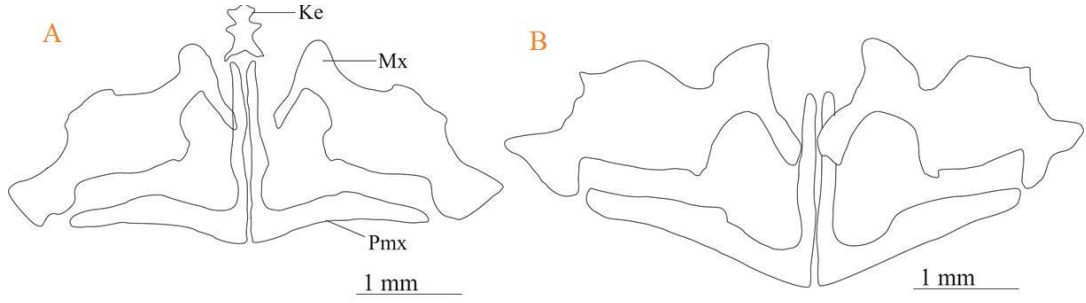
Bu tez çalışması kapsamında *S. ispartensis* ve *S. lendlii* türlerine ait bireyler şeffaflandırma-boyama prosedürü sonrasında diseksiyonu yapılarak iskelet kısımları ayrılmıştır. Kemiksi yapıların (Tablo 3.3) çizimleri yapılarak benzerlik ve farklılıkları değerlendirilmiştir.

#### 4.2.1. Alt ve Üst Çene Yapıları

Alt çene dental, artikül, retroartikül ve koronomeklan kemiklerinden oluşmaktadır. Bu kemiklerden geniş yapılı olan dentaldir, dental üzerinde yatay halde eklemiş olan kemik ise artiküldür. Koronomeklan küçük yapılı, oval şekildedir ve artikül üzerinde eklemli olarak yer alır. *Seminemacheilus ispartensis* ve *S. lendlii* türleri arasında alt çene kemiklerinin yapı ve yerleşimleri bakımından tür ayrımını destekleyen karakterler bulunmadığı tespit edilmiştir (Şekil 4.3). Çift olarak premaksilla ve maksilla kemiklerinden oluşan üst çenede ise premaksilla yassı ve geniş yapılı olup üste doğru incelerken anteriorda kinethmoid ile bağlanır. Geniş laminar yapılı maksilla, aşağı doğru eğimli bir yapıda premaksillaya doğru yönelmiştir. Her iki türde de maxillanın belirgin bir karakteristik yapıya sahip olduğu belirlenmiştir ancak bu yapı tür teşhisinde kullanılmaya elverişli karakter değildir. Hem alt hem de üst çene yapılarında gözlemlenen farklılıklar bireyler arası varyasyonlar şeklindedir ve tür ayrımını destekleyen yapılar tespit edilmemiştir (Şekil 4.4).



**Şekil 4.3.** Alt çene yapısı A= *Seminemacheilus ispartensis*, B= *S. lendlii* (Den: Dental, Art: Artikular, Cm: Koronomeklan, Rar: Retroartikular)



**Şekil 4.4.** Üst çene yapısı A= *Seminemacheilus ispartensis*, B= *Seminemacheilus lendlii* (Mx: Maxilla, Pmx: Premaxilla, Ke: Kinethmoid)

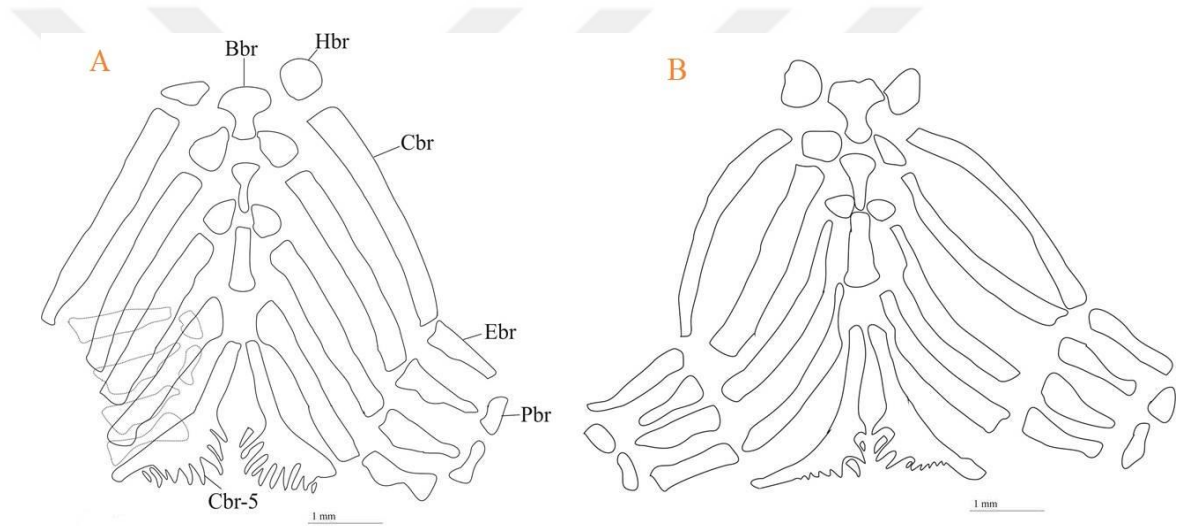
#### 4.2.2. Branchial Aparat

Branchial aparat yaylar ve farinks dişlerini içeren bir yapıdır. Basibranchial, hypobranchial, ceratobranchial, epibranchial ve infrafaringobranchiallerden oluşmaktadır. Her iki türde de beş branchial yaydan oluşan tipik bir branchial aparat yapısı görülmektedir. İlk dört yay solungaç dikenlerini, beşinci yay (ceratobranchial) ise tek sıralı farinks dişlerini taşır.

İncelenen her iki türde basibranchial kemikleri üç tanedir, tek sıra halinde median bölümde konumlanırlar. Birinci basibranchiolun anterior kısmı *S. lendlii* bireylerinden bir tanesinde hafifçe iç bükey olarak gözlemlenmiştir. Ancak diğer iki birey ve *S. ispartensis*'e ait üç bireyde ise normal kavisli formdadır. Bu durum bireysel bir farklılık olarak değerlendirilmiştir.

Basibranchiollerin laterallerinde bunlara oldukça yakın konumlu ancak serbest halde birer çift olmak üzere toplam altı tane hypobranchial yer alır. Dört çift olan ceratobranchial yaylar ise bunların her iki yanında yer almakta olup iç bükey şekilde solungaç dikenlerini taşımaktadırlar. Ceratobranchialler yapı olarak uzun laminar, düzgün birer dikdörtgen şeklindedir. Beşinci ceratobranchial ise mediana doğru karşılıklı olarak birbirine yakın bulunur, şekli diğer dört ceratobranchialden farklı olarak daha kısadır ve anteriorde uzamış olan uç kısmı posteriorde kısadır. Tek sıra

halinde farinks dişlerini taşımaktadır. İlk dört ceratobranchialin devamında, çift halde dörder tane serbest halde epibranchial bulunmaktadır. Her epibranchialin şekli kendine özgü olup genel yapı itibariyle dikdörtgenimsi şeklindedir. Bu yapıların uç kısımlarında ise yine serbest halde bulunan, daha küçük yapılı kenarları düzgün olmayan dikdörtgen şekilli, yatay olarak yerleşmiş infrafaringobranchial kemikler yer alır. İnfrafaringobranchialler toplam dört tane olup ikişer tane olarak karşılıklı yerleşmişlerdir. Branchial aparatta türler arasında herhangi bir fark tespit edilememiştir (Şekil 4.5).

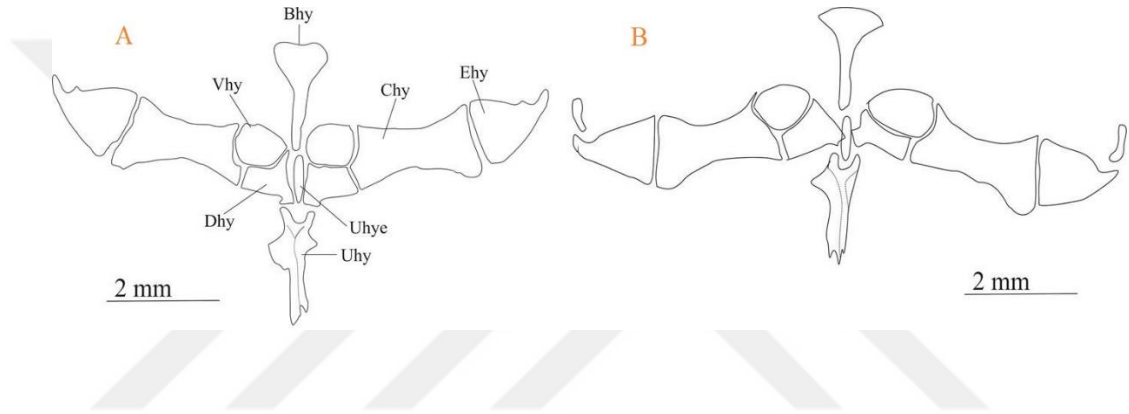


**Şekil 4.5.** Branchial aparatın yapısı A= *Seminemacheilus ispartensis*, B= *Seminemacheilus lendlii* (Bbr: Basibranchial, Hbr: Hypobranchial, Cbr: Ceratobranchial, Ebr: Epibranchial, Pbr: Infrapharyngobranchial, Cbr-5: 5. Ceratobranchial)

#### 4.2.3. Hyoid Arch

Hyoid arch basihyal, ceratohyal, epihyal, interhyal, urohyal, branchiostegal ışınlar ve dorsal ve ventral hipohyallerden oluşmaktadır. Tez çalışması kapsamında değerlendirilen *S. ispartensis* ve *S. lendlii*'de basihyal T şeklindedir ve ön kısmı geniştir. Ceratohyal, hyoid archın en büyük kemiğidir. Orta kısmında az çok belirgin

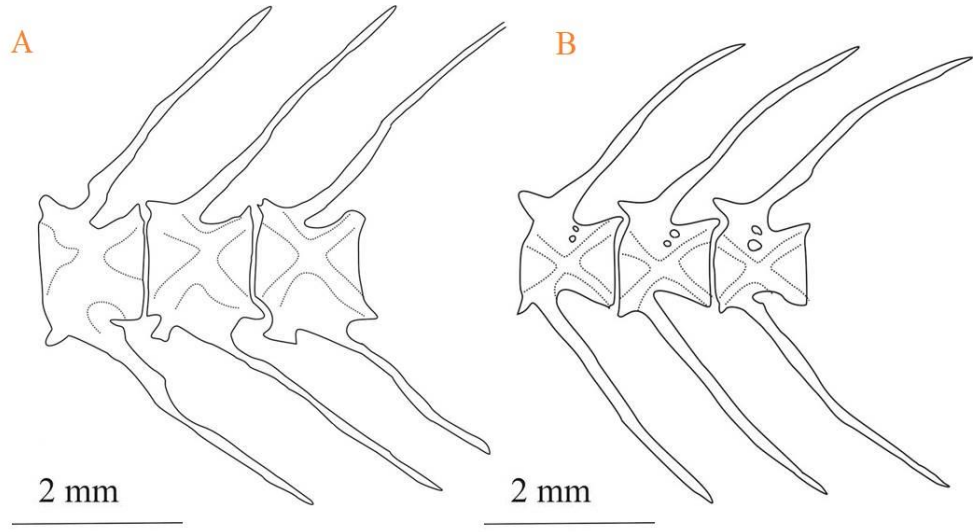
dorsoventral daralma ile silindirik bir şekle sahiptir. Hypohyaller ile epihyal arasında yer almaktadır. Epihyal, neredeyse üçgen şeklindedir. Nemacheilidae familyasında ventral ve dorsal hipohyal sıkıca birbirine bağlıdır ve ventral hipohyal dorsal olandan daha büyüktür. *Seminemacheilus ispartensis* ve *S. lendlii*'de bhy ile vhy arası mesafe fazladır. Urohyal dar olup ventral ve dorsal kısım olarak iki kısımdan oluşur. Sırt kısmı bıçak benzeri ve diktir ventral kısım ise çatallıdır (Şekil 4.6).



**Şekil 4.6.** Hyoid arch yapısı A= *Seminemacheilus ispartensis*, B= *Seminemacheilus lendlii* (Bhy: Basihyal, Chy: Ceratohyal, Ehy: Epihyal, Ihy: Interhyal, Dhy ve Vhy: Dorsal ve Ventral hypohyal, Uhy: Urohyal, Uhye: Extra Urohyal)

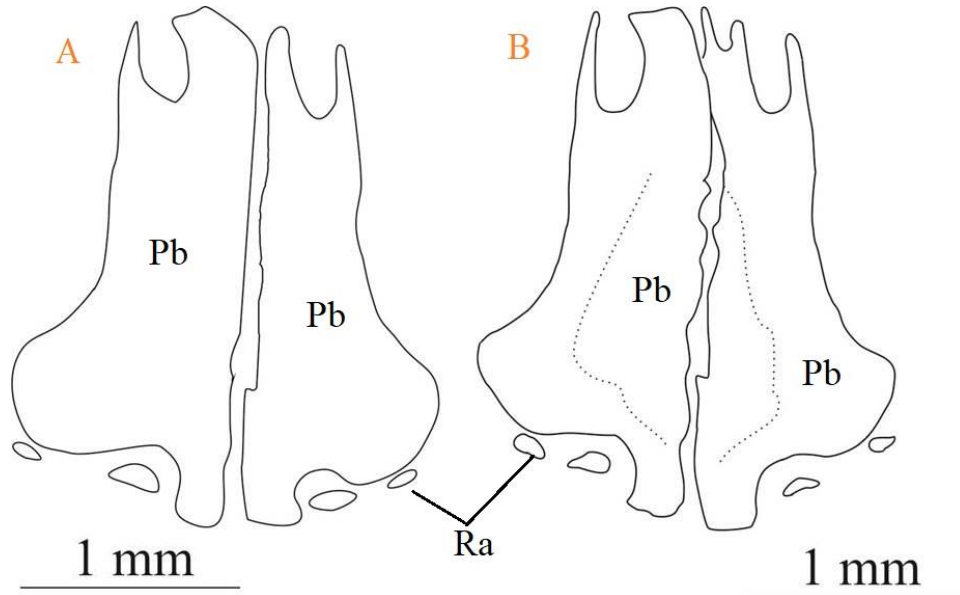
#### 4.2.4. Omurga, Median ve Lateral Yüzgeçler

Omurga kemiklerinin nöral ve hemal prosesleri ince ve uçları sivri yapılıdır. *Seminemacheilus* cinsinde omur sayısı 32-34'tür. İlk 4 omur weber aparatını ve hava kesesini oluşturmaktadır. *Seminemacheilus ispartensis* ve *S. lendlii* türlerinde omur sayısı, nöral ve hemal proses yapılarında tür ayrımını destekleyecek bir karaktere rastlanmamıştır (Şekil 4.7).



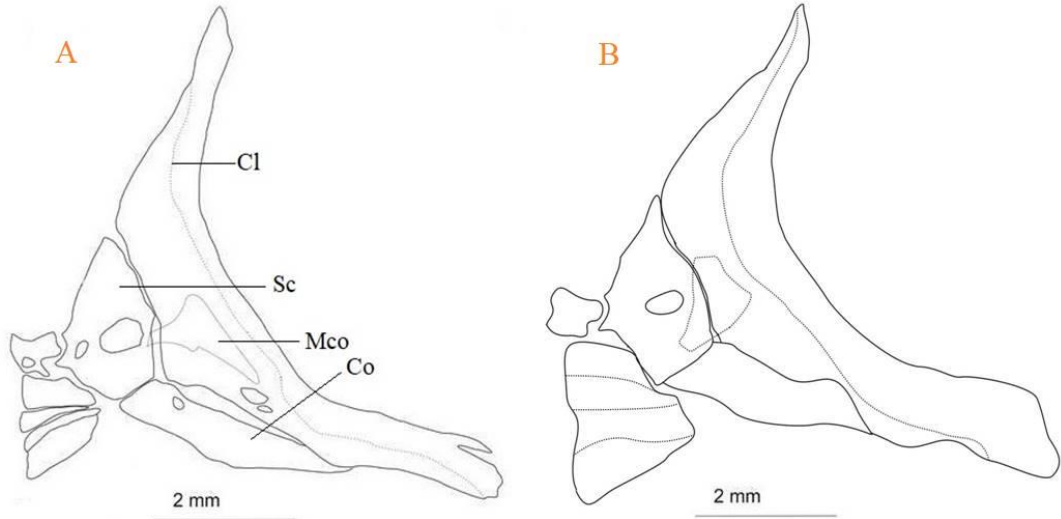
**Şekil 4.7.** Omurga yapısı A= *Seminemacheilus ispartensis*, B= *Seminemacheilus lendlii*

Omurgada yer alan lateral yüzgeçlerden biri olan pelvik yüzgeç çift halde pelvik kemik ve radiallerden oluşmaktadır. Tez çalışması kapsamında değerlendirilen iki türde de pelvik kemerler arası boşluğun oldukça dar olduğu ve iki türde bu yapıların büyük bir benzerlik sergilediği görülmüştür (Şekil 4.8).



**Şekil 4.8.** Pelvik kemer yapısı A= *Seminemacheilus ispartensis*, B= *S. lendlii* (Pb: Pelvik kemer, Ra: Radials)

Pektoral kemer kleitrum, korakoid, mesokorakoid, skapula ve radiallerden oluşmaktadır. Pektoral kemerde bulunan en büyük kemik kleitrumdur. Dorsal olarak suprakleitruma, mezokorakoid ile de korakoide bağlanır. İncelenen her iki türde kleitrum şeklinin bireye özgü olduğu görülmüştür (Şekil 4.9). Korakoidin anterior kısmı dar posterior kısmı ise geniştir. Anterior kısmının uzunluğu tür teşhisi için kullanılabilir. İncelenen türlerde ise korakoid kısa ve kalındır. Mesokorakoid her zaman mevcuttur. Korakoidi kleitrumun arka kısmı ile birleşir ve çoğu zaman serbest halde bulunur. Her iki türde de mesokorakoidin serbest halde bulunduğu görülmüştür. Skapula geniş bir açıklığa (skapula foramen) sahiptir ve kleitrum ile korakoid arasında yer alır.



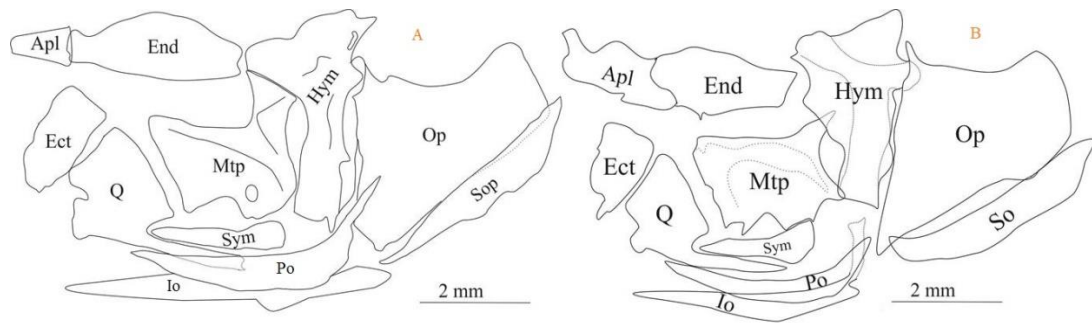
**Şekil 4.9.** Pektoral kemer yapısı A= *Seminemacheilus ispartensis*, B= *Seminemacheilus lendlii* (Co: Coracoid, Cl: Cleithrum, Mco: Mesocoracoid, Sc: Scapula, Ra: Radials)

#### 4.2.5. Suspensorium

Suspensorium; autopalatine, endopterygoid, ectopterygoid, metapterygoid, hyomandibular, quadrate and symplectic kemiklerinden oluşmaktadır. Autopalatine suspensoriumun anterior kısmında bulunan bir kemiktir. Ayrıca, bu kemik önde

prepalatin ve preetmoid ile arkada endopterygoid ile bağlantılıdır. Hyomandibular iki dorsal çıkıntı ve bir ön üçgen kısım taşır. Şekil ve büyüklüğü türler arasında farklılık göstermektedir. Çalışma kapsamındaki her iki türde de hyomandibular ince ve uzun olarak tespit edilmiştir. Hyomandibular anterior ve posterior olmak üzere nörokraniuma bağlantılı iki kondil bulundurur. Ayrıca, operküler kondil, hyomandibuların posterodorsal kenarında bulunur. Endopterygoid, ventral kısımdan ektopterygoid ve metapterygoide bağlı geniş ve uzun bir kemiktir. Metapterygoide yassı bir kemik olup anterior kısımdan quadrate ile bağlıdır. Ayrıca metapterygoide, hyomandibular, symplectic ve interhyal, medial yüzlerini kaplayan bir ligamentöz tabaka ile bağlanır. Quadratin anterior kısmı posterior kısmından daha geniştir. Küçük bir kemik ile önden ektopterygoide bağlanır. Quadrate kondili bu kemiğin ön uç kısmında yer almaktadır. Üçgenimsi bir kemik olan symplectic quadrate, metapterygoide ve hyomandibular arasında konumlanmıştır (Şekil 4.10).

Operkül serisi; operkül, suboperkül, interoperkül ve preoperkülden oluşmaktadır. Operkül, operkül serisinin en büyük elemanıdır ve üçgen şeklindedir. Her iki türde de operkülün anterior kısmının içbükey olduğu tespit edilmiştir. Preoperkül ince uzun ve kavisli olup hyomandibular ve quadratin posterior kısmında yer alır. İnteroperkül, preoperkülün dorsalinde bulunan uzun bir kemiktir (Şekil 4.10).



**Şekil 4.10.** Suspensorium yapısı A= *Seminemacheilus ispartensis*, B= *Seminemacheilus lendlii* (Op: Operkül, So: Suboperkül, Po: Preoperkül, Io: İnteroperkül, Hym: Hyomandibular, Sym: Symplectic, Q: Quadrate, Mtp: Metapterogoid, Ect: Ectoapterogoid, End: Endopterygoid, Apl: Autopalatine)

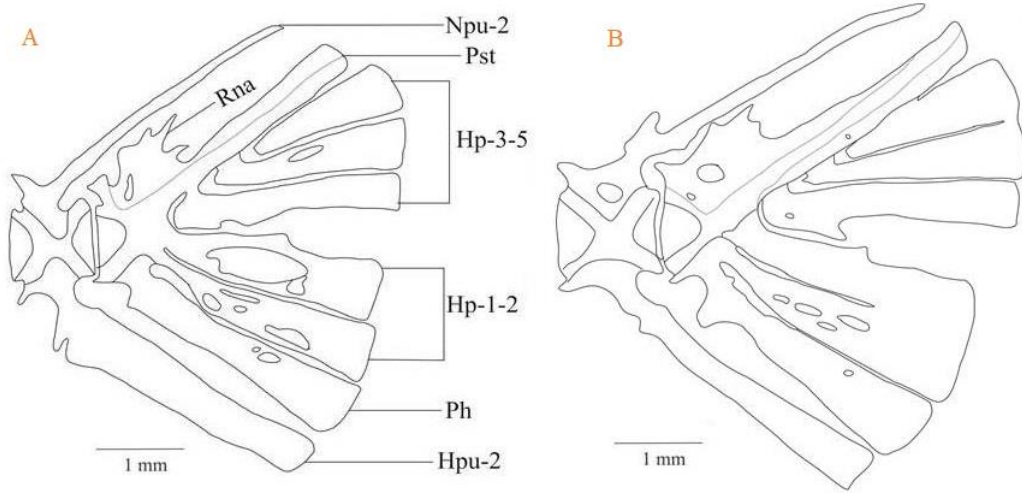
#### 4.2.6. Kaudal Kompleks

Kaudal kompleks ikinci pleural nöral ve hemal proseslerinin çıkıntı ve yaylarını (spine ve arch), birinci preural merkez, parhypural, epural, pleurostyle, hypuralleri, ilkel nöral yay (rudimentary neural arch) ve kuyruk ışınlarını kapsamaktadır. Bu yapı balık taksonlarının ayırımında kullanılan, tür ayırmalarını destekleyen karakterleri bulundurur [46; 43] (Şekil 4.11).

*Seminemacheilus ispartensis* ve *S. lendlii*'de hypurallerin sayısı beş olup ilk dört hypural anterior kenarı kısa posterior kenarı daha uzun olan birer dikdörtgen şeklindedir. Epural bulunmaz. Parhypural ve pleurostil de hypural kemiklerine benzer bir formdadır. Hypurallerin birbiri ile ve parahypural ile bir teması bulunmamakta olup serbest görünümlüdür. Hemal prosesin ikinci merkezi omuru anteriorda kalın bir başlangıca sahiptir, medial bölümde biraz daralarak posteriorde tekrar genişler ve küt bir uçla sonlanır. Nöral prosesin ikinci merkezi omuru ise anteriordan posteriore kadar nerdeyse aynı kalınlıkta uzamış ve uç kısmında yuvarlak yapılıdır. Rudimentary nöral arch iyi gelişmiştir.

*Seminemacheilus lendlii* ve *S. ispartensis*'e ait birer bireyde ilk iki hypural ve son iki hypural posterior bölgede birbirine birleşmiş olarak gözlemlenmiştir. Her iki türe ait birer bireyde gözlemlenen bu durum Şekil 4.11'de verilen *S. lendlii* çiziminde görülmektedir. Diğer bireylerde hypuraller tamamen ayırık halde gözlemlenmiş olup Şekil 4.11'de verilen *S. ispartensis* çiziminde gösterildiği gibidir.





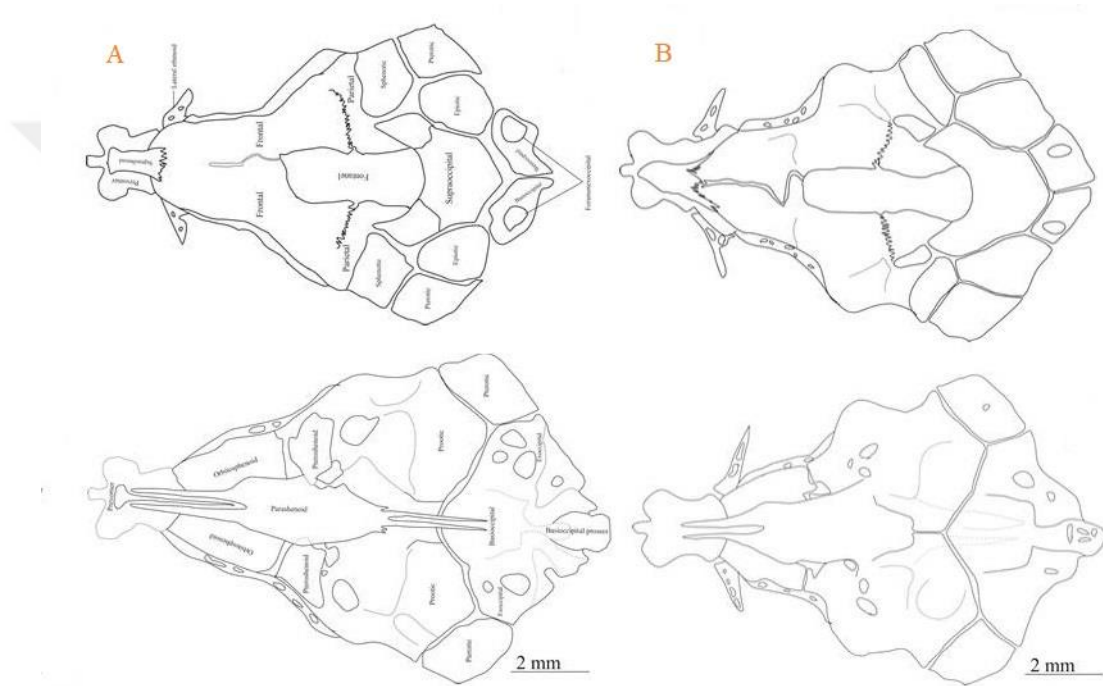
**Şekil 4.11.** Kaudal kompleks yapısı A= *Seminemacheilus ispartensis*, B= *Seminemacheilus lendlii* (Pst: Pleurostil, Hp: Hypural, Npu-2: Nöral prosesin 2. merkezi omuru, Hpu-2: Hemal prosesin 2. merkezi omuru, Ph: Parhypural, Rna: Rudimentary neural arch).

#### 4.2.7. Nörocranium

Nörocranium; beynin yan taraflarını ve notokordun ön tarafını koruyan kemiklerden meydana gelmiştir. Temelde 4 kısımdan oluşmaktadır. Bunlar; ethmoid, orbital, otic ve occipitaldir. Ethmoid; preetmoid II, supraetmoid, lateral ethmoid ve prevomeri içerir. Preetmoid I *Seminemacheilus* türlerinde bulunmamaktadır. Supraethmoid ventral kısımdan prevomer ile birleşmektedir. Supraethmoid ile frontal genellikle keskin tırtıklı bir dikiş ile birleşmektedir. Lateral ethmoidler her iki yanda bulunur ve orbitosphenoide lateral median olarak nazikçe bağlantılıdır.

Orbital; frontal, orbitosphenoid, parasphenoid ve pterosphenoidi içermektedir. Frontal genellikle büyük ve asimetric olup iki parçalıdır. Bu parçaların birleşimi kimi türde anterior kısımda düz, posterior kısımda ise noktalı kimi türlerde ise keskin tırtıklı bir dikiş ile birleşmektedir. Frontal nörocraniumdaki en büyük kemiktir. Lateral olarak orbitosphenoid ve pterosphenoid ile posterior olarak ise parietal ile bağlantılıdır.

Otic bölgesi parietal, fontanel, sphenotic, pterotic, epiotic ve prootic içermektedir. Fontanel (fontanella) nörokraniumda kemikleri orbitosphenoid ve parasphenoid ile frontal arasında bulunan bir alandır. Supraoccipital ile frontal arasında parietal yer almaktadır. Nörokranium yapıları da tıpkı kaudal kompleks gibi ayırıcı karakterleri içermektedir [35; 19; 9; 42; 44]. Tez çalışması kapsamında çalışılan iki türde de nörokranium yapıları kıyaslanmış ve bireysel farklılıklar dışında tür ayrımını destekleyen bir karakter belirlenememiştir.



**Şekil 4.12.** Nörokranium dorsal (üstte) ve ventral (altta) A= *Seminemacheilus ispartensis*, B= *Seminemacheilus lendlii*

### 4.3. Osteolojik Karakterlerin Karşılaştırılması

Tez çalışması kapsamında *S. lendlii* ve *S. ispartensis* türleri yukarıda detayları ile açıklanan osteolojik karakterler bakımından karşılaştırılmıştır. Değerlendirilen tüm karakterler arasında bireysel varyasyon olarak değerlendirilebilecek bazı varyasyonlar dışında ayırıcı karakter olarak tanımlanabilecek bir farklılık

bulunmadığı tespit edilmiştir. Türlerde değerlendirilen karakterlerin genel özellikleri aşağıda özetlendiği şekilde bulunmuştur;

- Her iki türde de hyomandibuların ince ve uzun olduğu tespit edilmiştir.
- Her iki türde de Rna (Rudimentary nöral arch) geniş ve iyi gelişmiştir.
- Her iki türde de ikinci nöral proses düz ve incedir.
- Hem *S. lendlii* hem de *S. ispartensis*'te scapula da yer alan bir boşluk olan foramen scapula birleşiktir.
- Pelvik kemer arası mesafe hem *S. lendlii* hem de *S. ispartensis*'te oldukça dardır.
- Her iki türde de dorsal ve ventral hypohyaller arası genişlik fazladır.
- Her iki türde de basihyal T şeklindedir.
- Her iki türde de operkülün anterior kısmının iç bükey olduğu gözlemlenmiştir.
- Her iki türde de korakoid kısadır.
- Türler arasında nörocranium ve kaudal komplekste yapı, şekil ve yerleşimde karakter olarak değerlendirilebilecek herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir.

## BÖLÜM V

### TARTIŞMA VE SONUÇ

Tez çalışması kapsamında elde edilen bulgularda görüleceği üzere morfometrik karakter bakımından *S. lendlii* ve *S. ispartensis* türlerinde ölçüm değerlerinin aynı değişim aralığında yer aldığı ve yakın ortalama değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Bütün türler birlikte değerlendirildiğinde de türler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir. Özellikle baş uzunluğu ile ilgili ölçümlerde ense yüksekliği, baş genişliği, interorbital mesafe, bıyık uzunlukları gibi karakterler habitat koşullarından ve beslenme şekillerinden en çok etkilenen ve bu koşullara adaptasyonun getirisi olarak ortaya çıkan varyasyonlardır bunların fenotipik plastisiteden kaynaklandığı ileri sürülebilir [47-48]. Dolayısı ile bu farklılıklar da tür içi varyasyonlar olarak değerlendirilebilecek düzeydedir.

Morfometrik karakterlerin temel bileşenler analizi (PCA) ile değerlendirilmesinden elde edilen sonuçlara göre (Şekil 4.2) hiçbir *Seminemacheilus* türünün morfometrik karakterleri belirgin şekilde ayrımını ortaya koymamaktadır. Bütün parametrelere ait ölçüm sonuçlarının üst üste çakıştığı görülmüştür. Bu sonuç morfometrik parametrelerin *Seminemacheilus* cinsine mensup türleri ayırmada yeterli karakterler olmadıklarını açıkça göstermektedir.

PCA analizi temel bileşenleri değerlendirildiğinde ventral-anal yüzgeç arası mesafe, baş genişliği ve ağız genişliği, ikinci bileşene göre ise postdorsal uzunluk, pektoral-ventral yüzgeç arası mesafe, vücut genişliği, interorbital mesafe, iç rostral bıyık ve dış rostral bıyık tür ayrımında en etkili karakterler olduğu belirlenmiştir. Ancak interorbital mesafe, bıyık uzunluğu gibi parametreler özellikle beslenme şekli, habitat karakteristikleri, suyun fizikokimyasal parametreleri gibi değerlerle değişebilmekte olup habitat koşullarından en hızlı etkilenecek karakterler olması sebebi ile tür teşhisinde ayırıcı karakterler olarak değerlendirilmemesi gerekmektedir.

Çalışma kapsamında değerlendirilen osteolojik bulgulara göre kemik yapılarında *S. lendlii* ve *S. ispartensis* arasında fark gösteren herhangi bir karakter tespit edilememiştir. Her iki türde de hyomandibuların ince ve uzun olduğu, Rna (Rudimentary nöral arch) geniş

ve iyi gelişmiş olduğu, dorsal ve ventral hypohyaller arası genişliğin fazla olduğu, pelvik kemer arası mesafenin dar olduğu, basihyalin T şeklinde olduğu ve operkülün anterior kısmının iç bükey olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca gerek diğer cinslerde [35; 19; 46; 42], gerekse *Seminemacheilus* cinsindeki diğer türlerde yapılan çalışmalarda [9; 46] türler arasında en fazla ayırıcı karakter bulunduran kaudal kompleks ve nörocranium yapılarında da farklılık tespit edilmemiştir.

*Rasboroides* cinsine mensup dört tür üzerinde yapılan bir çalışmada pektoral ve pelvik kemerde cleithrium, coracoid ve basipterygium yapılarında türler arası farklılıklar tespit edilmiştir. Kranium, suspensoryum, dentary, hyoid yay, basihyalde de farklı karakterler tespit edilmiştir [46]. *Garra* türlerini içeren bir çalışmada *G. rossica* ve *G. typhlops* nörocranium yapısında, lateral ethmoid ve preethmoid, vomer, maksilla, suspensorium elemanları, pelvik kemer yapılarında farklı karakterler bulunduğu belirtilmiştir [42]. *Cobitis* türleri üzerinde yapılan bir çalışmada ise nörocranium ve branchiol aparat yapılarındaki kemiklerde farklı karakterler tespit edilmiştir [35]. *Alburnus* cinsinde yapılan çalışmalarda ise retroartikularlarda, suspensorium yapısındaki endopterygoid ve metapterygoid türler arasında farklılık bulunduğu tespit edilmiştir [37]. Nikmehr tarafından *Barbus cyri* ve *B. lacerta* için yapılan değerlendirmelerde pharyngobranchial, supranöral, kaudal iskelette ve omurlarda farklı yapılar tespit edilmiştir [46]. Sungur vd. [9] tarafından verilen *S. ahmeti* deskripsiyonunda bu tür ile *S. ekmekciae* (*S. lendlii*) arasında nörocraniumda parasphenoid ve orbitosphenoid yapısında, pektoral kemerde ise actinost, coracoid ve cleithrium yapılarında farklılık tespit edilmiştir. Kılıç [44], *S. ahmeti* ve *S. dursunavsari* türleri arasında hypurallerin sayısı, ikinci nöral proses yapısı ve foramen exooccipital yapılarında farklılık tespit etmiştir. Bu çalışmaların tümü hem *Seminemacheilus* cinsinde hem de farklı cinslerde osteolojik karakterlerin tür ayırımında önemli yapılar içerdiğini ortaya koymaktadır. Tez çalışması kapsamında kıyaslama yapılan bu kemik yapıların hiçbirinde *S. lendlii* ve *S. ispartensis* türleri arasında farklılık görülmemiştir.

DNA barkoding çalışmalarında kullanılan COI bölgesinin *Oxynoemacheilus* cinsinde tür ayırımında %81 oranında başarılı olduğu tespit edilmiş, K2P'ye göre ortalama genetik mesafe %3,6; tür içi ortalama genetik varyasyon %0,45 olarak tespit edilmiş ve aralarında yaklaşık 7 katlık bir sekans farklılığı olduğu belirlenmiştir [49] *Seminemacheilus* cinsine en yakın cinsin *Oxynoemacheilus* olduğu göz önünde

bulundurulduğunda COI gen bölgesi için %0,1 oranındaki bir K2P mesafesinin tür içi bir mesafe olarak kabul edilmesi gerektiği ileri sürülebilir. Sungur vd. [9] tarafından *S. ahmeti* deskripsiyonu verilirken Konya kapalı havzasından toplanan örnekler o dönemde *S. ekmekciae* türü tanımlaması henüz yapılmamış olduğu için *S. lendlii* olarak bildirilmiştir. Dolayısı ile söz konusu çalışmada verilen *S. ispartensis* ve *S. lendlii* arasında verilen %4,3 K2P mesafesi de *S. ekmekciae* ve *S. ispartensis* arası mesafeyi ifade etmektedir.

*Seminemacheilus lendlii* tip lokalitesi Eskişehir (Sakarya havzası) olarak deskripsiyonu yapılan bir türdür. Bugün *S. lendlii* için mevcut dağılım alanı Sakarya havzası ile birlikte Akşehir ve Eber havzaları olarak ifade edilmektedir [23; 11]. *Seminemacheilus ispartensis* ise 2007 yılında [24] Antalya havzasından bildirilmiştir. Yoğurtçuoğlu ve ark. [11] tarafından orijinal deskripsiyonun yapıldığı makalede verilen koordinatta türe rastlanmadığı belirtilmiştir. Tarafımızca yapılan örnekleme çalışmaları sırasında deskripsiyon makalesinde verilen lokasyon takip edilerek (Eğirdir-Isparta yolu üzerindeki demiryolunu geçtikten sonra) istasyona ulaşılmış ve bu türün tip lokalitesinden örnekler alınmıştır. Ayrıca Eğirdir Gölü ile bağlantılı drenaj kanalında bu türe rastlanmıştır. Türün mevcut dağılım alanı ise Eğirdir ve Salda havzaları ile Isparta bölgesi olarak bildirilmektedir [23].

Son zamanlarda Konya Kapalı, Akarçay ve hatta Sakarya havzası türlerinin Antalya havzasında da dağıldığına dair bildirimler söz konusudur [50]. Bu durum Antalya havzası ile bu havzaların arasındaki güncel izolasyonun yakın bir geçmişe dayandığına işaret etmektedir. Bu veriler ışığında *S. lendlii* türünün de Antalya havzasında dağılım gösterdiği ve bu durum göz ardı edilerek Antalya Havzası popülasyonunun yanlışlıkla *S. ispartensis* ismi ile yeni bir tür olarak tanımlandığını [24] söylemek mümkündür.

Sonuç olarak gerek yukarıda detayları ile açıklanan morfometrik ve osteolojik karakterlerin benzerliği, gerekse moleküler karakter temelinde mesafenin de %0,1 olarak bildirildiği [11] düşünüldüğünde *S. ispartensis* ve *S. lendlii* türlerinin farklı türler olmadığına işaret etmektedir. Dolayısı ile *S. lendlii* türünün Sakarya ve Akarçay havzaları dışında Antalya havzasında da dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle *S. ispartensis* türünün *S. lendlii* türünün sinonimi olarak kabul edilmesi önerilmiştir.

## KAYNAKLAR

1. Çiçek, E., Fricke, R., Sungur, S., Eagderi, E., “Endemic freshwater fishes of Turkey”, *FishTaxa*, 3 (4), 1-39, 2018.
2. Çiçek, E., Sungur, S., Fricke, R., “Freshwater lampreys and fishes of Turkey; a revised and updated annotated checklist”, *Zootaxa*, 4809 (2), 241–270, 2020a. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4809.2.2>.
3. Çiçek, E., Eagderi, E., Seçer, B., Sungur, S., “*Capoeta kosswigi* Karaman, 1969 a junior synonym of *Capoeta damascina* (Valenciennes, 1842) (Teleostei: Cyprinidae)”, *Turkish Journal of Zoology*, 45, 235-240, 2021.
4. Çiçek, E., Eagderi, E., Sungur, S., “A review on the alien fishes of Turkish inland waters”, *Turkish Journal of Zoology*, 46, 1-13. 2022.
5. Saygun, S., Ağdamar, S., Özuluğ, M., “*Oxynoemacheilus fatsaensis*, a new nemacheilid loach from the Elekçi Stream in Northern Anatolia (Teleostei: Nemacheilidae)”, *Zoologischer Anzeiger*, 294, 39-49, 2021.
6. Güçlü, S.S., Kalaycı, G., Özuluğ, M., Küçük, F., Turan, D., “*Barbus ida*, a new barbel species from the Southern Marmara Sea basin (Teleostei: Cyprinidae)”, *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 1164, 1-13, 2021
7. Kuru, M., Yerli, S., Mangit, F., Ünlü, E., Alp, A., “Fish Biodiversity in Inland Waters of Turkey”, *Journal of Academic Documents for Fisheries and Aquaculture*, 1, 93-120, 2014.
8. Çiçek, E., Birecikligil, S.S., Fricke, R., “Freshwater fishes of Turkey: A revised and updated annotated checklist”, *Biharean Biologist*, 9, 141–157, 2015.
9. Sungur, S., Jalili, P., Eagderi, S., Çiçek, E., “*Seminemacheilus ahmeti*, a new species of Nemacheilid from Sultan Marshes, Turkey”, *Fishtaxa*, 3 (2), 466-473, 2018.
10. Çiçek, E., “*Seminemacheilus dursunavsari*, a new Nemacheilid species (Teleostei: Nemacheilidae) from Turkey”, *Iranian Journal of Ichthyology*, 7, 68–77, 2020b. <https://doi.org/10.22034/iji.v7i1.494>.
11. Yoğurtçuoğlu, B., Kaya, C., Geiger, M.F., Freyhof, J., “Revision of the genus *Seminemacheilus*, with the description of three new species (Teleostei: Nemacheilidae)”, *Zootaxa*, 4802 (3), 477–501, 2020.

12. Habeb, F.S., Abdullah, A.H.J., Gassem, F.K., “Descriptive and comparative osteology of two sparid fishes from Iraqi marine waters”, *Marsh Bulletin*, 11 (2), 94-104, 2016.
13. Berg, L.S., “Classification of fishes, both recent and fossil”, *Trav. Lust. Zool. Acad. Sci. USSR*, 5 (3), 87-345, 1940.
14. Mester-Bacescu, L., “The morphological comparative study of the shoulder girdle of the fishes belonging to the Cobitidae family from Rumania”, *The Journal of “Grigore Antipa” National Museum of Natural History*, 10, 251-272, 1970.
15. Eastman, J.T., “The caudal skeletons of Catostomid fishes”, *The American Midland Naturalist*, 103(1), 133-148, 1980.
16. Yabe, M., “Comparative osteology and myology of the superfamily Cottoidea (Pisces: Scorpaeniformes), and its phylogenetic classification”, *Memoirs of the Faculty of Fisheries Sciences, Hokkaido University*, 32, 1-130, 1985.
17. Britz, R., Kottelat, M., “Descriptive osteology of the family Chaudhuriidae (Teleostei, Synbranchiformes, Mastacembeloidei), with a discussion of its relationships” *American Museum Novitates*, 3418 (1), 62, 2003.
18. Voskoboinikova, O.S., Chegodaeva, E.A., Nazarkin, M.V., “Comparative osteology, relationships, and systematics of fish of the genus *Zoarces* (Zoarcidae, Perciformes)”, *Journal of Ichthyology*, 50 (9), 704–717, 2010.
19. Batuwita, S., Udugampala, S., Athauda, S., Edirisinghe, U., “Descriptive osteology of fishes referred to Rasboroides Brittan (Teleostei: Cyprinidae)”, *27. Annual Congress, Postgraduate Institute of Agriculture, University of Peradeniya At: Gannoruwa, Kandy, Sri Lanka, November, 2015.*
20. Mousavi-Sabet, H., Eagderi, S., “*Garra lorestanensis*, a new cave fish from the Tigris River drainage with remarks on the subterranean fishes in Iran (Teleostei: Cyprinidae)”, *FishTaxa*, 1 (1), 45-54, 2016.
21. Jalili, P., Eagderi, S., “Osteological description of Iran cave barb (*Iranocypris typhlops* Bruun & Kaiser, 1944)”, *University Journal of Zoology, Rajshahi University*, 33, 01-07, 2014.
22. Zohar, I., Cooke, R., “The role of dried fish: A taphonomical model of fish butchering and longterm preservation”, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 26, 101864, 1-18, 2019.



23. Fricke, R., Eschmeyer, W.N., van der Laan, R., “Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera, Species, References”, Elektronik versiyon, ulaşım tarihi:14.01.2021, 2021.
24. Erk’akan, F., Nalbant, T.T., Özeren, S.C., “Seven new species of *Barbatula*, three new species of *Schistura* and a new species of *Seminemacheilus* (Ostariophysi: Balitoridae: Nemacheilinae) of Turkey”, *Journal of Fisheries International*, 2, 69-85, 2007.
25. Küçük, F., Gümüş, E., Güllü, I., Güçlü, S.S., “The fish fauna of the Göksu River (Türkiye): taxonomic and zoogeographic features”, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7, 53–63, 2007.
26. Yeğen, V., Balık, S., Bilçen, E., Sarı, H.M., Uysal, R., İlhan, A., Bostan, H., “Afyonkarahisar akarsularında yayılış gösteren balık türleri ve dağılımları”, *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 3 (5), 419–428, 2007.
27. Bahadır, M., Emet, K., “Anadolu’da Yayılış Gösteren Omurgalı Endemik Fauna Elemanlarının CBS İle Dağılış Alanlarının Haritalanması”, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6 (24), 34-50, 2013.
28. Geiger, M.F., Herder, F., Monaghan, M.T., Almada, V., Barbieri, R., Bariche, M., Berrebi, P., Bohlen, J., Casal-Lopez, M., Delmastro, G.B., Denys, G.P.J., Dettai, A., Doadrio, I., Kalogianni, E., Kärst, H., Kottelat, M., Kovačić, M., Laporte, M., Lorenzoni, M., Marčić, Z., Özuluğ, M., Perdices, A., Perea, S., Persat, H., Porcelotti, S., Puzzi, C., Robalo, J., Šanda, R., Schneider, M., Šlechtová, V., Stoumboudi, M., Walter, S., Freyhof, J., “Spatial heterogeneity in the Mediterranean Biodiversity Hotspot affects barcoding accuracy of its freshwater fishes”. *Molecular Ecology Resources*, 14: 1210-1221, 2014. <https://doi:10.1111/1755-0998.12257>
29. Ünal, S., Ayata, M.K., Gaffaroğlu, M., “*Seminemacheilus lendlii* (Hanko, 1925) (Teleostei: Nemacheilidae)’nin Sitogenetik Analizi”, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 16(4), 913-916, 2016.
30. Erk’akan, F., İnnal, D., Özdemir, F., “Length–weight relationships for ten endemic fish species of Anatolia”, *Journal of Applied Ichthyology*, 29(3), 683-684, 2013.
31. Seçer, B., Sungur, S., Çiçek, E., Mouludi-Saleh, A., Eagderi, S., “Length-weight relationship and condition factor of endemic genus *Seminemacheilus* (Teleostei=Nemacheilidae) for Turkey”, *Limnology and Freshwater Biology*, (3), 1152-1155, 2021a.

32. Prokofiev, A.M., “Problems of the classification and phylogeny of Nemacheilinae loaches of the group lacking the preethmoid I (Cypriniformes: Balitoridae: Nemacheilinae)”, *Journal of Ichthyology*, 49(10), 874–898, 2009.
33. Prokofiev, A.M., “Morphological classification of loaches (Nemacheilinae)”, *Journal of Ichthyology*, 50 (10), 827–913, 2010.
34. Jalili, P., Eagderi, S., Mousavi-Sabet, H., “Descriptive osteology of the endemic spined loach *Cobitis linea* from Iran. Aquaculture, Aquarium, Conservation and Legislation”, *International Journal of the Bioflux Society (AACL Bioflux)*, 8 (4), 526-534, 2015a.
35. Jalili, P., Eagderi, S., Mousavi-Sabet, H., “Descriptive osteology of *Cobitis avicennae* (Mousavi-Sabet et al., 2015)”, *Iranian Journal of Ichthyology*, 2 (1), 53-60, 2015b.
36. Jalili, P., Eagderi, S., Nasri, M., Mousavi-Sabet, H., “Descriptive osteology of *Alburnus amirkabiri* (Cypriniformes: Cyprinidae), a newly described species from Namak Lake Basin, Central of Iran”, *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*, 13 (4), 51-62, 2015c.
37. Jalili, P., Eagderi, S., Poorbagher, H., Seçer, B., “Phylogeny of *Oxynoemacheilus bergianus* (Derzhavin, 1934) (Nemacheilidae: Cypriniformes) in Iran using osteological characteristics”, *FishTaxa*, 2 (4), 201-209, 2017.
38. Mafakheri, P., Eagderi, S., Farahmand, H., Mosavi-Sabet, H., “Descriptive osteology of *Oxynoemacheilus kermanshahensis* (Bănărescu and Nalbant, 1966) (Cypriniformes, Nemacheilidae)”, *Croatian Journal of Fisheries*, 73, 115-123, 2015.
39. Mafakheri, P., Eagderi, S., Qadermarzi, A., “Descriptive osteology of a newly described stone loach, *Oxynoemacheilus chomanicus* (Kamangar et al., 2014) (Cypriniformes, Nemacheilidae)”, *International Journal of Zoology*, Article ID 2836518, 7, 2015.
40. Noroozei, M., Mousavi-Sabet, H., Eagderi, S., “Osteological Study of *Paraschistura alta* (Nemacheilidae) from Sistan Basin, Southeast of Iran”, *Journal of Fisheries*, 71(3), 274-285, 2018.

41. Sungur, S., Eagderi, S., Cicek, E., Jalili, P., “Caudal osteology and its application to reconstruct phylogenetic relationship in the genus *Garra*”, *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37 (3), 1-1, 2020.
42. Saemi-Komsari, M., Mousavi-Sabet, H., Sattari, M., Eagderi, S., Vatandoust, S. Doadrio, I., “Descriptive osteology of *Garra rossica* (Nikolskii, 1900)”, *FishTaxa*, 16, 19-28, 2020.
43. Kılıç, E.K., “Bazı *Oxynoemacheilus* ve *Seminemacheilus* Türlerinde Osteolojik Karakterizasyonun Değerlendirilmesi”, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir, 2020.
44. Seçer, B., Kılıç, E.K., Sungur, S., Çiçek, E., “Bazı *Seminemacheilus* ve *Oxynoemacheilus* Türlerinde Osteolojik Karakterizasyonun Değerlendirilmesi”, 9. *Ulusal Limnoloji Sempozyumu*, 4-6 Ağustos, Burdur, 2020b.
45. Taylor, W.R., Van Dyke, G.C., “Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study”, *Cybiurn*, 9, 107-119, 1985.
46. Nikmehr, N., Eagderi, S., Jalili, P., “Osteological description of *Barbus lacerta* Heckel 1843 (Cyprinidae) from Tigris basin of Iran”, *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4 (4), 473-477, 2016.
47. Marcil, J, Swain, DP, Hutchings, J.A., “Countergradient variation in body shape between two populations of Atlantic cod (*Gadus morhua*)”, *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273 (1583), 217–223, 2006. <https://doi.org/10.1098/rspb.2005.3306>
48. Nacua, S.S., Dorado, L.E., Torres, A.J.M., Demayo, G.C., “Body shape variation between two populations of the white goby, *Glossogobius giuris* (Hamilton and Buchanan)”, *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 5(1), 44–51, 2010.
49. Rakıcı, H., Aksu, İ., Bektas, Y., “Türkiye’deki Fırat nehri drenajından *Oxynoemacheilus* (Teleostei: Nemacheilidae) türlerinin COI-barkod bölgesine dayalı genetik tanımlaması ve filogenetik ilişkileri”, *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(3), 408-418, 2020.
50. Küçük, F., Güçlü, S.S., Gülle, İ., “Manavgat Irmağı (Antalya) balık faunasının çeyrek asırlık değişimi”, *Acta Aquatica Turcica*, 16(4), 433-446, 2020. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.693792>