

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

BAZI *Oxynoemacheilus* ve *Seminemacheilus*
TÜRLERİNDE OSTEOLOJİK KARAKTERİZASYONUN
DEĞERLENDİRİLMESİ

Tezi Hazırlayan
Eda KILIÇ

Tezi Yöneten
Doç. Dr. Sevil SUNGUR

Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

AĞUSTOS 2021
NEVŞEHİR

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

BAZI *Oxynoemacheilus* ve *Seminemacheilus*
TÜRLERİNDE OSTEOLOJİK KARAKTERİZASYONUN
DEĞERLENDİRİLMESİ

Tezi Hazırlayan
Eda KILIÇ

Tezi Yöneten
Doç. Dr. Sevil SUNGUR

Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

AĞUSTOS 2021
NEVŞEHİR

Doç. Dr. Sevil SUNGUR danışmanlığında **Eda KILIÇ** tarafından hazırlanan “**Bazı *Oxynoemacheilus* ve *Seminemacheilus* Türlerinde Osteolojik Karakterizasyonun Değerlendirilmesi**” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

18.08.2021

JÜRİ:

Başkan : Prof. Dr. Erdoğan ÇİÇEK

Üye : Prof. Dr. Deniz İNNAL

Üye : Doç. Dr. Sevil SUNGUR

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulu'nun / /2021 tarih ve .../... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

18/08/2021

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.



Eda KILIÇ

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam ve yüksek lisans öğrenimim süresince her konuda desteğini ve güler yüzünü esirgemeyen, bilgilerini benimle paylaőmaktan kaçınmayan, değerli danışman hocam Doç. Dr. Sevil SUNGUR'a,

Yüksek lisans öğrenimim süresince her konuda bana destek olan değerli hocam Prof. Dr. Erdoğan ÇİÇEK'e

Laboratuvar çalıőmalarım sırasında yardımlarından dolayı Selda ÖZTÜRK, Burak SEÇER'e,

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

ğrenim hayatım ve tüm yaőamım boyunca maddi ve manevi olarak desteklerini hissettiren değerli aileme, en büyük desteğim kıymetli eőim Ersin KILIÇ'a, her türlü zorlukla mücadelede güçlü olmamı sağlayan yaőam kaynağım canım kızım Mihra KILIÇ'a sonsuz teşekkür ederim.

Bu alıőma Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Bilimsel Araőtırma Projeleri Birimince ABAP20F34 nolu proje ile desteklenmiőtir.

**BAZI *Oxynoemacheilus* ve *Seminemacheilus* TÜRLERİNDE OSTEOLOJİK
KARAKTERİZASYONUN DEĞERLENDİRİLMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Eda KILIÇ

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Ağustos 2021

ÖZET

Bu çalışmanın amacı *Oxynoemacheilus* ve *Seminemacheilus* cinsine mensup türlerde osteolojik yapıları karakterize etmek, fark gösteren veya göstermeyen yapıları belirleyerek bu cins ve türlerin ayrımındaki rollerini belirlemek ve taksonomik çalışmalara katkıda bulunmaktır. Bu amaçla *Seminemacheilus ahmeti*, *S. dursunavsari* ve *Oxynoemacheilus seyhanensis* ile *O. euphraticus* bireylerine uygulanan clearing-staining (şeffaflandırma-boyama) prosedürü ile vücut dokularında şeffaflık sağlanarak, kemik ve kıkırdak dokular boyanmıştır. Bireyler stereomikroskop altında disekte edilerek görünür hale gelen osteolojik yapılar incelenmiş ve çizimi yapılmış, türler ve cinsler arası benzerlik ve farklılıklar karşılaştırılmıştır. Fark gösteren karakterlere değerler verilerek (1/0) filogeni ilişkilendirmesi ile istatistiksel olarak anlamlı olan yapılar tespit edilmiştir. Farklı karakter ile yapılan Cluster dendogramında iki cinse mensup dört tür ayrı dallanmıştır, dolayısıyla tespit edilen karakterler hem cins hem de tür bazında ayrımı desteklemiştir. Değerlendirilen karakterler arasında özellikle kaudal iskelet yapısı ile nörokranium yapısında yer alan karakter farklarının taksonomik bir araç olarak kullanılabileceği belirlenmiştir. Özellikle dış morfolojide varyasyonu geniş olan bu cinsler için bu eksternal yapılar oldukça etkin tür ayrımı sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: *Seminemacheilus*, *Oxynoemacheilus*, iç su balıkları, taksonomi, osteoloji, şeffaflandırma-boyama
Tez Danışman: Doç. Dr. Sevil SUNGUR
Sayfa Adedi: 50

**EVALUATION OF OSTEOLOGICAL CHARACTERIZATION IN SOME
SPECIES OF *Oxynoemacheilus* and *Seminemacheilus***

(M. Sc. Thesis)

Eda KILIÇ

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

August, 2021

ABSTRACT

The aim of this study is to characterize the osteological structures in species belonging to the *Oxynoemacheilus* and *Seminemacheilus* genera, to determine the structures that differ or not, and their roles in the differentiation of these genera and species, and to contribute to taxonomic studies. For this purpose, the clearing-staining procedure applied to *Seminemacheilus ahmeti*, *S. dursunavsari*, *Oxynoemacheilus seyhanensis* and *O. euphraticus* individuals, body tissues were provided with transparency and bone and cartilage tissues were stained. These osteological structures, which became visible by dissecting individuals under the stereomicroscope, were examined and drawn, and the similarities and differences between species and genera were compared. Statistically significant structures were determined with (1/0) phylogeny association by assigning values to the characters showing the difference. In the Cluster dendrogram which made with different characters, four species belonging to the two genera were branched separately, so the determined characters supported the distinction on the basis of both genus and species. It was determined that the differences in caudal skeletal structure, branchial apparatus and neurocranium structure among the evaluated regions could be used as a taxonomic tool. Especially for these genera with wide variation in external morphology, these external structures will provide very effective species separation.

Keywords: *Seminemacheilus*, *Oxynoemacheilus*, *freshwater fishes*, *taxonomy*, *osteology*, *clearing-staining*

Supervisor: Doç. Dr. Sevil SUNGUR

Page number: 50

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY.....	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
BÖLÜM I	
GİRİŞ	1
BÖLÜM II	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.	4
BÖLÜM III	
MATERYAL VE YÖNTEM.....	6
3.1. Materyal	6
3.2. Clearing-staining (Şeffaflandırma ve boyama) Prosedürü.....	8
3.3. Kemik Yapıların Karşılaştırılması ve Çizimi.....	11
3.4. Karakterlerin Kodlanması ve Kümeleme.....	12
BÖLÜM IV	
BULGULAR VE TARTIŞMA.	14
4.1. Alt ve Üst Çene Yapıları.	15
4.2. Branchial Aparat.	18
4.3. Aksial İskelet Yapısı, Median ve Lateral Yüzgeçler.	22

4.4. Kaudal Kompleks.....	24
4.5. Nörocranium.	28
4.6. Tür ve Cins Bazında Farklılıkların Değerlendirilmesi.....	34
4.7. Tartışma.....	38
BÖLÜM V	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	41
KAYNAKLAR.....	44
ÖZGEÇMİŞ.....	50

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Osteolojik kısımlara göre değerlendirilen kemikler.	13
Tablo 4.1. Tespit edilen karakterlere göre oluşturulan kodlama sistemi.	35
Tablo 4.2. Kodlara göre türlerin karakter durumları.....	35



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. <i>Oxynoemacheilus euphraticus</i>	7
Şekil 3.2. <i>Oxynoemacheilus seyhanensis</i>	7
Şekil 3.3. <i>Seminemacheilus ahmeti</i>	8
Şekil 3.4. <i>Seminemacheilus dursunavsari</i>	8
Şekil 3.5. Alcian blue ve Alizerin red solüsyonunda bireyler.....	9
Şekil 3.6. Alcian blue ve Alizerin red işlemleri sonrasında bireyler	9
Şekil 3.7. Gliserolde bekletilen bireyler.....	10
Şekil 3.8. Prosedür sonrası bireyin görünümü (<i>Seminemacheilus ahmeti</i>).....	10
Şekil 3.9. Prosedür sonrası bireyin görünümü (<i>Seminemacheilus dursunavsari</i>).....	10
Şekil 3.10. Disseksiyon işlemi	11
Şekil 4.1. <i>Oxynoemacheilus euphraticus</i> üst çene yapısı.....	15
Şekil 4.2. <i>Oxynoemacheilus seyhanensis</i> üst çene yapısı	16
Şekil 4.3. <i>Seminemacheilus ahmeti</i> üst çene yapısı	16
Şekil 4.4. <i>Seminemacheilus dursunavsari</i> üst çene yapısı	16
Şekil 4.5. <i>Oxynoemacheilus euphraticus</i> alt çene yapısı	17
Şekil 4.6. <i>Oxynoemacheilus seyhanensis</i> alt çene yapısı.	18
Şekil 4.7. <i>Seminemacheilus dursunavsari</i> alt çene yapısı.....	18
Şekil 4.8. <i>Oxynoemacheilus euphraticus</i> branchial aparat.....	19
Şekil 4.9. <i>Oxynoemacheilus seyhanensis</i> branchial aparat	20
Şekil 4.10. <i>Seminemacheilus ahmeti</i> branchial aparat	20
Şekil 4.11. <i>Seminemacheilus dursunavsari</i> branchial aparat.	20
Şekil 4.12. Omurga yapısı.....	22
Şekil 4.13. <i>Oxynoemacheilus euphraticus</i> 'ta pelvik kemer yapısı.	23
Şekil 4.14. <i>Oxynoemacheilus euphraticus</i> kaudal iskeleti.....	25
Şekil 4.15. <i>Oxynoemacheilus seyhanensis</i> kaudal iskeleti.....	26
Şekil 4.16. <i>Seminemacheilus ahmeti</i> kaudal iskeleti.....	27
Şekil 4.17. <i>Seminemacheilus dursunavsari</i> kaudal iskeleti.	28
Şekil 4.18. <i>Oxynoemacheilus euphraticus</i> nörocranium dorsal ve ventral görünümü.....	30

Şekil 4.19. <i>Oxynoemacheilus seyhanensis</i> nörocranium dorsal ve ventral görünümü.....	31
Şekil 4.20. <i>Seminemacheilus ahmeti</i> nörocranium dorsal ve ventral görünümü.	32
Şekil 4.21. <i>Seminemacheilus dursunavsari</i> nörocranium dorsal ve ventral görünümü.....	33
Şekil 4.22. Cluster analizi sonuçlarına göre taksonların durumu.....	37



BÖLÜM I

GİRİŞ

Hayvan sistematigindeki en önemli sorunlardan biri taksonlar arasındaki yakınlık derecesini ve onların kökenlerini saptamaktır [1]. Bu sorunu çözmek ve doğru tür tayinleri yapmak adına çok sayıda yöntem kullanılmaktadır. Taksonların sistematik kategorilerinin belirlenmesi genellikle klasik taksonomik yaklaşımlar kullanılarak morfolojik, meristik, anatomik vb. yapıların kıyaslanması, farklılık ve benzerlik seviyelerinin tespit edilmesi ile sağlanmaktadır. Ancak bazı gruplarda bir kaç yöntemin bir arada kullanılarak ayrımların desteklenmesi de gerekmektedir [1]. Böylece sıklıkla uygulanan klasik yöntemlerin yanı sıra alternatif olarak kullanılacak etkin, doğru ve objektif teşhis yöntemlerinin gerekliliği de ortaya çıkmıştır.

Kemikli balık taksonomisinde tür teşhisi için en sık kullanılan yöntem klasik sistematik olarak anılan karakterlere göre yapılan sınıflandırma olup, türleri metrik ve meristik karakterlere dayalı olarak ayırmaya çalışmaktadır. Bu alanda sıklıkla eksternal morfolojik yapılar etkin kullanılmaktadır. Bu yapılar; yüzgeç ışınları sayısı ve şekli, vücut kısımlarının standart boya ve baş uzunluğuna oranı, renk ve desenlenme gibi habitata ve cinsiyete göre varyasyon gösterebilen karakterlerdir [2-3]. Tür ayırımında bu yapıların değerlendirilmesi yanında bunları destekleyici, güvenilir ayırıcı bazı karakterlere de ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle tür içi varyasyon aralığı geniş olan *Oxynoemacheilus*, *Seminemacheilus*, *Cobitis*, *Alburnus*, *Capoeta*, *Squalius* ve *Garra* gibi bazı cinslerde bu yapılar tür ayırımında çelişkileri gidermemekte, kullanılan karakterler aynı referans aralığında olabilmekte ve bu sebeple destekleyici ve güvenilir farklı yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır [4-8].

İskelet sisteminde yer alan osteolojik yapıların karakterize edilerek kıyaslanması; dış morfolojik yapıları benzer olan ve varyasyon aralığı geniş olan türlerin teşhisinde, taksonların tanımlanmasında, filogenetik ilişkilendirmede tercih edilebilir bir yöntemdir. Osteoloji, balıklarda taksonomi ve filogenetik ilişkilerde yaygın kullanılan bir uygulama aracıdır [9]. Habitat değişimlerinden etkilenmeyen yapılar olmaları sebebi ile osteolojik karakterlerin tespiti ile eksternal morfolojik karakterler bakımından birbirine benzerlik gösteren farklı türler başarılı bir şekilde teşhis edilebilmektedir.

Örneğin çene kemiklerinin yapısı hem tür ayrımında kullanılabilen hem de beslenme alışkanlıkları ile ilgili bilgi veren karakterlerdendir [10]. Bununla birlikte türler arasında fark gösteren yapılar daha çok kafatası ve operkul kısımlarındaki kemiklerin şekil ve eklem bağlantılarında, omur sayılarında, kuyruk sapı ve yüzgeçlerle ilişkili kemiklerde görülebilmektedir [9-14]. Bu yapılar habitat koşullarına göre değişiklik göstermeyen, nispeten düşük bütçe ile değerlendirilebilecek kesin karakterler olmaları sebebi ile önemli belirteçlerdir.

Tanımlayıcı osteoloji, Dünya’da ihtiyoloji alanında yapılan çalışmalarda gerek tür ayrımı, tanımlanması ve filogenetik ilişkiler, gerekse türlerin geçmişi ile ilgili çalışmalarda uygulanan başarılı bir yöntemdir [11-14, 9-10, 15-23].

Nemacheilidae familyası Türkiye’de 36’sı endemik olmak üzere 59 türle temsil edilen bir cinistir [24-29, 8]. Nemacheilinae subfamilyasının sınıflandırması temelde external morfolojik karakterler ve bunlara ek olarak birkaç anatomik özellik ile yapılmaktadır. Bu familyada bulunan *Seminemacheilus* Banarescu & Nalbant, 1995 ve *Oxynoemacheilus* Banarescu & Nalbant, 1966 cinsleri yüksek endemizm oranı ve fenotipik plastisite sebebi ile söz konusu karakterlere ek daha detaylı çalışmalar gerektiren taksonomik gruplardır.

Seminemacheilus, tür tanımlamalarının çoğu son yıllarda yapılan 6 tür içeren endemik bir cinistir. Cinsle ilgili ilk çalışmalar *Nemacheilus lendlii* Hanks, 1925 türünün Banarescu & Nalbant [30] tarafından bu cinse transfer edilmesi ile cinsin de ilk tanımlaması yapılarak başlamıştır. Devam eden çalışmalarda ise farklı havzalardan 5 tür daha tanımlanmıştır. 2007, 2018 ve 2020 yıllarında *S. ispartensis* Erk’akan, Nalbant & Özeren, 2007 [31]; *S. ahmeti* Sungur, Jalili, Eagderi & Çiçek 2018 [32]; *S. dursunavsari* Çiçek, 2020; [33], *S. attalicus* Yoğurtçuoğlu, Kaya, Geiger & Freyhof 2020 ve *S. ekmekciae* Yoğurtçuoğlu, Kaya, Geiger & Freyhof 2020 türleri [29] tanımlanmış ve cinse ait tür sayısı 6’ya yükselmiştir. Bu cinse ait balıklar gerek tür içi varyasyonun geniş olması, gerekse en yakın cins olan *Oxynoemacheilus* ile morfolojik olarak oldukça büyük benzerlik göstermeleri bakımından taksonomisinde zorluklarla karşılaşılacak, moleküler karakterizasyonla sorunların çözülmeye çalışıldığı bir gruptur [32-33, 29].

Oxynoemacheilus cinsi ise Türkiye iç sularında 28’si endemik 48 tür içermektedir [34, 26, 35]. Bu cinste de tür içi ve türler arası varyasyon aralığı geniş olup destekleyici

karakterlerin tespiti önem arz etmektedir. Dünya’da *Oxynoemacheilus* osteolojisi kapsamında yapılmış çalışmalar mevcut olmakla birlikte [36-37, 9] endemik türlerimiz için böyle bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu tez çalışmasındaki amaç, anılan zorlukların giderilmesinde çözüm olarak kullanılabilir iskelet karakterlerini incelenmek, fark gösteren veya göstermeyen yapıları belirlenmek ve karakterize etmek, bu cins ve türlerin ayrımındaki rollerini belirleyerek gelecekte yapılacak çalışmalar için referans veri oluşturmak ve taksonomik çalışmalara katkıda bulunmaktır.



BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Osteolojik karakterizasyon balık sistematğinde türler arası ilişkilerin belirlenmesinde önemli yer tutmasına rağmen bu karakterlerin tespiti uzun ve zahmetli bir prosedür gerektirmektedir. Detaylı kıkırdak ve kemik yapıların analizi birçok aşamadan oluşan bir seri kimyasal prosedür uygulama süreci sonunda elde edilmektedir. Türkiye’de yaygın olarak kullanılmamasına rağmen dünyada bu alanda yapılan çok sayıda araştırmada tanımlayıcı osteolojik çalışmalar, iskelet sistemi anatomisi, taksonlar arası farkların tespiti gibi alanlarda bu yöntemin kullanıldığı çalışmalara rastlanmıştır. Farklı araştırmacılar tarafından özellikle Nemacheilidae ve Cobitidae familyasından çok sayıda çalışma yapılmıştır. Berg [38], Mester-Bacescu [39], Eastman [40], Prokofiev [36-37] gibi bilim insanlarınca yapılan araştırmalar osteolojik çalışmaların yaygınlaşmasında etkili olmuştur. Özellikle teşhisinde çelişkiler olan bu familyalar için etkin ayırıcı karakterleri içermesi sebebi ile de önemli bir yöntemdir.

Huysentruyt ve Adriaens [41] *Corydoras aeneus*’un kranial ve postkranial osteolojik yapılarını tespit etmişlerdir.

Prokofiev, 2009 ve 2010 yıllarında yayınladığı çalışmalarında Nemacheilinae subfamilyasında detaylı osteolojik yapıların analizini gerçekleştirmiştir. Bu subfamilyada preethimoid yapısının bulunmadığı gruplarla ilgili sorunların çözümünü ve diğer grupların morfolojik sistematğini osteolojik karakterler bazında da detaylı bir şekilde irdelemiş, özellikle kafatası, operkulum ve çene yapılarının taksonlar arası farklarını belirtmiştir. Söz konusu çalışmalarda dış morfolojik yapılarında varyasyon aralığı geniş olan bu subfamilya üyelerinin taksonomisinde oldukça önemli karakterler tespit edilmiştir.

Jalili vd. [18-20, 42], *Cobitis linea* ve *C. avicennae*, *Alburnus amirkabiri* ve *O. bergianus* türlerinde; Mafakheri vd. [9, 43] ise Dicle havzasına endemik bir tür olan *O. kermanshahensis* ve *O. chomanicus*’un tanımlayıcı osteolojik karakterizasyonunu yayınlamışlardır.

Nikmehr ve ark. [44], yaptıkları çalışmada İran'ın Dicle havzasından *Barbus lacerta*'nın ve Hazar Denizi havzasından *B. cyri*'in tanımlayıcı osteolojik özelliklerini karşılaştırmışlardır. Ayrıca *Paracobitis persa* türünün de tanımlayıcı osteolojik karakterlerini belirttikleri bir çalışma yayınlamışlardır [16].

Noroozei ve ark. [45], yaptıkları çalışmada *Paraschistura alta*'nın tanımlayıcı osteolojik yapılarını tanımlamak amacıyla Sistan havzasından topladıkları örneklerden elde edilen sonuçlarda cinsin, İran'da bulunan 3 farklı üyesi ile *P. alta*'yı tanımlayan ve birbirinden ayıran özellikler tespit edilmiştir.

Sungur vd. [46] tarafından yapılan çalışmada *Garra* cinsi filogenisinde caudal osteolojik yapıların değerlendirilmesine yer verilmiştir. Aynı cinse ait bir diğer çalışma ise *G. rossica*'nın osteolojik karakterizasyon çalışmasıdır [47].

İç su balıkları sistematğinde kullanılması yanı sıra deniz balıklarında da çok sayıda çalışmaya rastlanmıştır [48-50, 10].

Türkiye'de iç su balıkları kemik yapıları üzerinde yapılmış tek bir çalışmaya rastlanmıştır. *Seminemacheilus ahmeti* tür tanımlama makalesinde osteolojik yapılarla tür ayrımları destekleyen karakterler verilmiştir [32].

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Tez çalışmasının materyali iki farklı cinse mensup toplam 4 türden oluşmaktadır. *Oxynoemacheilus* cinsinden; *O. euphraticus*, *O. seyhanensis* ve *Seminemacheilus* cinsinden *S. ahmeti* ve *S. dursunavsari* türlerine ait 3'er birey kullanılmıştır.

Örnekleme SAMUS marka 1000MP model (12 volt DC, 5 amper) sırt tipi elektroşok cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Toplanan örnekler %20'lik formaldehit içeren kavanozlar içerisinde, yatay konumda tespit edildikten sonra içerisinde %4'lük formaldehit olan kavanozlarda korunarak Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi İhtiyoloji Laboratuvarına getirilmiştir.

Bireylerin tür teşhisleri morfometrik ve meristik karakterlere dayalı olarak yapılmıştır. İlgili karakterlerin belirlenmesi için boy ölçüm tahtası, masa tipi ışıklı büyüteç, stereo mikroskop, dijital kumpas gibi araçlar kullanılmıştır. Türlerin tayininde ise söz konusu taksonlarla ilgili verileri içeren çeşitli kitap ve makalelerden faydalanılmıştır [30-32 46, 26, 33]. Türlerle ait fotoğraflar Şekil 3.1.-3.4'de yer almaktadır.



Şekil 3.1. *Oxynoemacheilus euphraticus*



Şekil 3.2. *Oxynoemacheilus seyhanensis*



Şekil 3.3. *Seminemacheilus ahmeti*

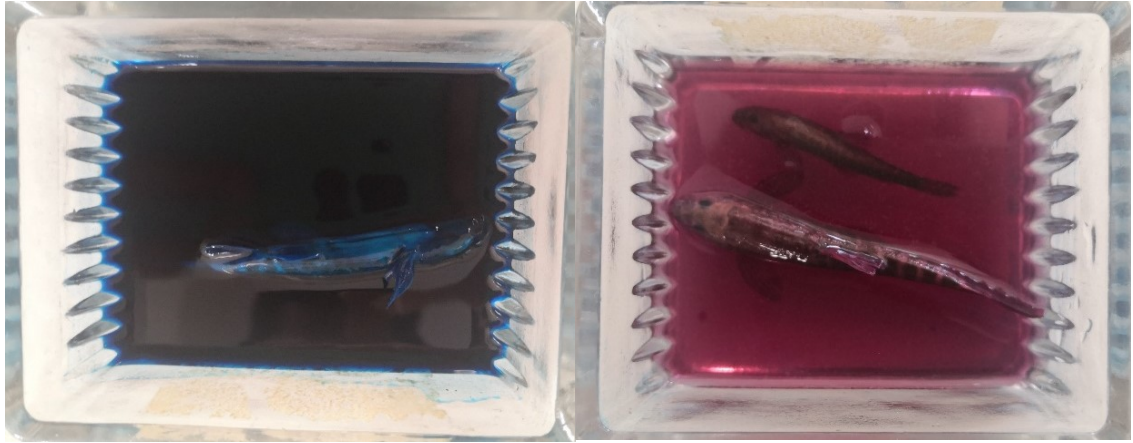


Şekil 3.4. *Seminemacheilus dursunavsari*

3.2. Clearing-staining (Şeffaflandırma ve Boyama) Prosedürü

Türlerin osteolojik karakterizasyonunun yapılması amacı ile şeffaflandırma-boyama prosedürü uygulanmıştır. Bu prosedürde amaç dokuların şeffaf hale getirilerek kemik yapıların analizine imkan sağlaması; kemik ve kıkırdak yapıların da boyanarak görünür olmasıdır. Bu amaçla bireyler şeffaflandırılmış ve boyanmıştır. Prosedür Taylor ve Van Dyke [51] yöntemi optimize edilerek gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda her tür için 3 birey kullanılmış ve aşağıdaki basamaklar takip edilmiştir (Şekil 3.5.-3.9.).

- 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.
- Daha sonra 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.
- Yıkamadan sonra Trypsin muamesi ile tekrar temizleme işlemi yapılan bireyler %0,5'lik KOH (Potasyum Hidroksit) çözeltisinde iki gün, %0,5'lik KOH ve Gliserol 3:2 oranında hazırlanan çözeltide de 3 gün süre ile bekletilmiştir.
- Bu aşamalar sonunda prosedürü tamamlanan bireyler diseksiyon aşamasına kadar gliserol içerisinde korunmuştur (Şekil 3.7.-3.9.).



Şekil 3.5. Alcian blue ve Alizerin red solüsyonunda bireyler



Şekil 3.6. Alcian blue ve Alizerin red işlemleri sonrasında bireyler



Şekil 3.7. Gliserolde bekletilen bireyler



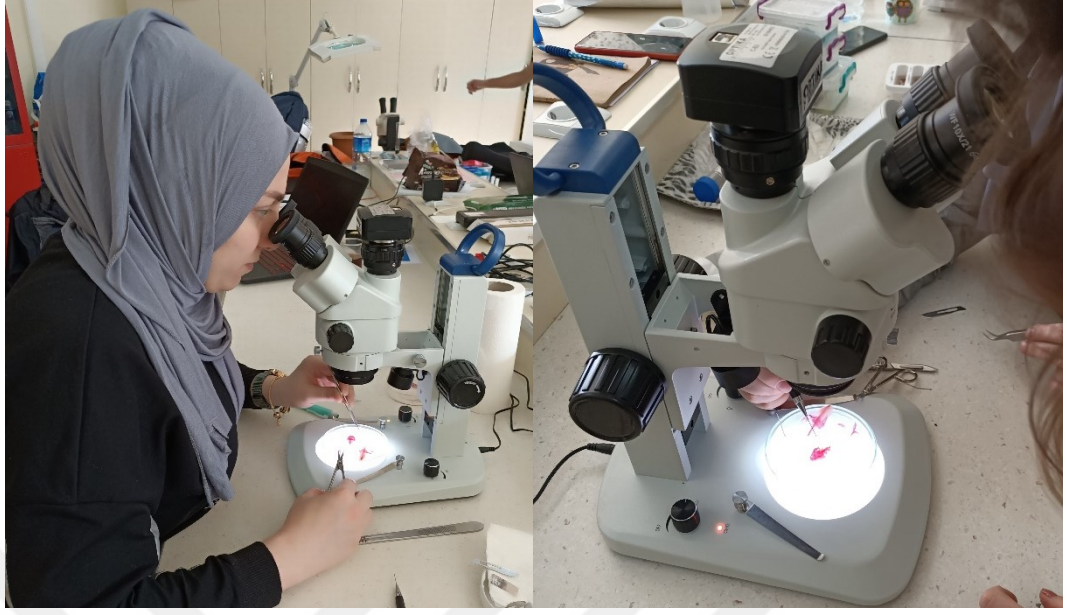
Şekil 3.8. Prosedür sonrası bireyin görünümü (*Seminemacheilus ahmeti*)



Şekil 3.9. Prosedür sonrası bireyin görünümü (*Seminemacheilus dursunavsari*)

3.3. Kemik Yapıların Diseksiyonu, Karşılaştırılması ve Çizimi

Şeffaflandırma ve boyama (Clearing-staining) işlemlerinden sonra bir sonraki aşama olan kemik yapıların ayrıntılı incelenmesi, karşılaştırılması, fotoğraflanması ve çizimi aşamalarına geçilmiştir. Bu süreçte bireyler Optika marka SLX-3 stereo mikroskop altında, şeffaf sabit bir zemin üzerinde ve gliserol içerisinde disekte edilerek incelenmiştir (Şekil 3.10.). Osteolojik yapılar anatomik alt bölümlere ayrılmıştır. Kemikler; çene yapıları, omurga, median ve lateral yüzgeçler, branşial aparat, kaudal kompleks olarak alt bölümler halinde incelenmiştir. Her alt bölgeyi oluşturan kemikler Tablo 3.1.'de verilmiştir. Bu bölgelerdeki kemiklerin şekil, büyüklük ve eklemlenme gibi özellikleri tespit edilerek birbirleri arasındaki benzerlik ve farklılıkları belirlenmiştir. Buna göre türler arasında fark gösteren karakterler belirlenmiş ve bu yapılar fotoğraflanmıştır. Fotoğraflar XPEN grafik tablet ile CorelDraw X6 programı üzerinden çizim haline getirilmiştir.



Şekil 3.10. Disseksiyon işlemi

3.4.Karakterlerin Kodlanması ve Kümeleme

Türler arasında farklılık gösterdiği tespit edilen her bir karakter için bir kodlama sistemi oluşturulmuştur. Bu sisteme göre bir karakterin durumuna göre 0, 1 ve 2 rakamları kullanılarak kodlama yapılmıştır. Kodlama sistemi sonrasında bu veriler PAST paket programı kullanılarak Cluster analizine tabi tutulmuştur.

Tablo 3.1. Osteolojik kısımlara göre değerlendirilen kemikler

Bölüm	Osteolojik yapı	
Alt Çene	Dental	
	Artikul	
	Retroartikul	
	Koronomeklan	
Üst Çene	Maksilla	
	Premaksilla	
Median ve Lateral Yüzgeçler	Pterygiophore	
	Radials	
Branşial Aparat	Basibransial	
	Hypobranşial	
	Ceratobranşial	
	Epibransial	
	İnfrafaringobranşial	
Kaudal Kompleks	İkinci merkezi omur nöral ve hemal prosesleri	
	Birinci preural omur	
	Parhypural	
	Epural	
	Pleurostyle	
	Hypural	
	Kaudal yüzgeç ışınları	
Nörocranium	Ethemoid	Preetmoid II
		Supraetmoid
		Lateral etmoid
		Prevomer
	Orbital	Frontal
		Orbitospheniod
		Parasphenoid
		Pterosphenoidten
	Otic	Parietal
		Fontanel
		Sphenotic
		Pterotic
		Epiotic
		Prootic
	Occipital	Basioccipital
		Eksooccipital
		Supraoccipital
Basioccipital process		
Foramen eksooccipital		

BÖLÜM IV

BULGULAR VE TARTIŞMA

Seminemacheilus ahmeti, *S. dursunavsari*, *Oxyoemacheilus euphraticus*, *O. seyhanensis*, türlerine ait bireyler şeffaflandırma-boyama prosedürü sonrasında stereomikroskop altında diseksiyonu yapılarak iskelet anatomisi farklı bölümlere ayrılarak incelenmiştir.

Her bireyde alt ve üst çene, omurlar, pektoral ve pelvik kemer, branchial aparat ve kaudal iskelet yapıları değerlendirilerek her tür için bu bölümlere ait kemiklerin karakterizasyonu yapılmış, türler ve cinsler arası benzerlik ve farklılıklar da görsel olarak karşılaştırılmıştır.

Kemikli balıklarda endoskelet vücuda destek olan ve vücut çatısını oluşturan aksial iskelet (eksen iskeleti) ile yüzgeç ışınlarını destekleyen ve vücuda bağlanmasını sağlayan appendikular iskeletten (ekstremitte iskeleti) meydana gelmiştir. Endoskelet elemanlarının bir kısmı ilk oluştuklarında kıkırdak yapıda olmalarına rağmen, daha sonra kemik haline dönüşürler (kıkırdak kemikleri). Bazıları ise dermis kökenli olup, hiçbir zaman başlangıçta kıkırdak halde bulunmazlar ve ilk oluştuklarında da kemik yapısındadırlar (dermal kemikler) [52].

Aksial iskelet baş, omurga, notokord ve kaburgalardan, appendikular iskelet ise birbirinden farklı yapıdaki median (tek) ve lateral (çift) yüzgeç iskeletlerinden meydana gelmiştir [52].

Baş iskeleti dermal köken bakımından farklı kısımlardan meydana gelir [52]. Bunlar neurocranium, dermatocranium ve viscerocraniumdur. Dermal bakımdan farklı kökenlenmiş olsa da tümü baş iskeleti elemanları olarak yer alır. Neurocranium; beynin yan taraflarını ve notokordun ön tarafını koruyan kemiklerden meydana gelmiştir. Temelde 4 kısımdan oluşmaktadır. Bunlar; Ethmoid, Orbital, Otic ve Occipital'dir. Koklama, görme, işitme kapsülleri ve beynin ön tarafını koruyan kemikler bu bölümdedir. Dermatocranium kısmı beyni kuşatan bölümün çatısını oluşturur. Ağız boşluğu içerisinde yer alan ve çene yapılarını oluşturan kemikleri

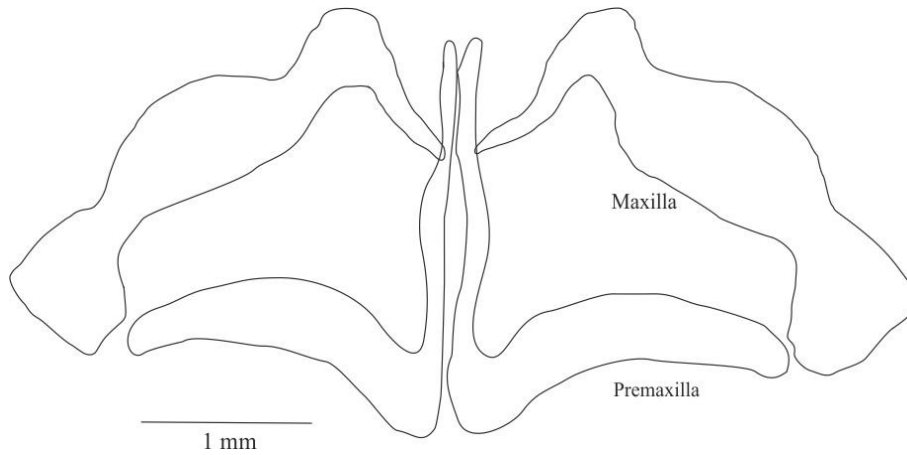
kapsar. Viscerocranium ise ağız, dil ve solungaç yaylarından meydana gelmiştir. Bütün baş yapılarını içine alan bu iskelet bölümünü omurga takip eder.

Aksial iskeletin ikinci bölümü ise omurgadır. Başın arkasından kuyruk sonuna kadar uzanan kısımdır. Genellikle birbirine çok benzeyen, notokordun etrafını kuşatan birçok omurgadan meydana gelmiştir [52]. Ancak kafatasının hemen sonrasında, ön tarafta bulunan gövde omurları ile kuyruk omurları yapıları değişiklik göstermektedir. Gövde omurları dorsal ve ventral kaburgaları içerir.

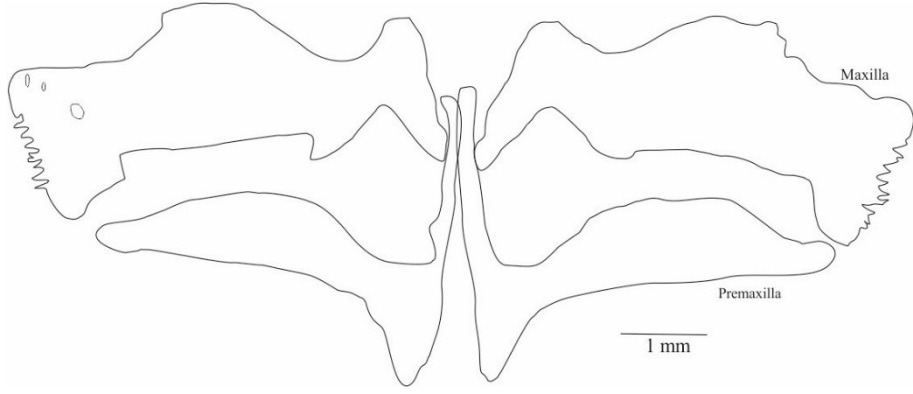
Balıklarda appendikular iskelet elemanlarından median yüzgeçler; dorsal ve anal yüzgeçlerdir. Bu yüzgeçler omurgaya üç seri kemikle (pterygiophore) bağlanır. Kuyruk yüzgecinin omurgaya bağlandığı bölüm ise doğrudan neural ve hemal dikenlerle desteklenir [52]. Lateral yüzgeçler ise; pelvic ve ventral yüzgeçlerdir. Bunlar omurgaya kemerlerle bağlanırlar. Bu kemerler, yüzgeçlerdeki kısa ve birbirlerine kaynaşmış şekilde bulunan radiallyerle bağlantı halindedir [52].

4.1. Alt ve Üst Çene Yapıları

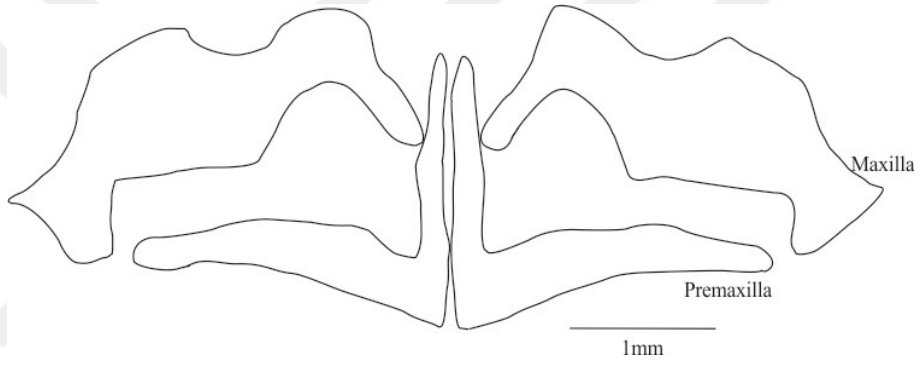
İncelenen dört türde; üst çene çift halde premaksilla ve maksilla kemiklerini içerir. Premaksilla düz yassı ve geniş yapılı olup üste doğru incelenerek uç bölümde kinethmoid ile bağlanır. Maksillalar ise geniş laminar bir yapıdadır, aşağı doğru eğimli bir yapıda premaksillaya doğru yönelmişlerdir. (Şekil 4.1-4.4).



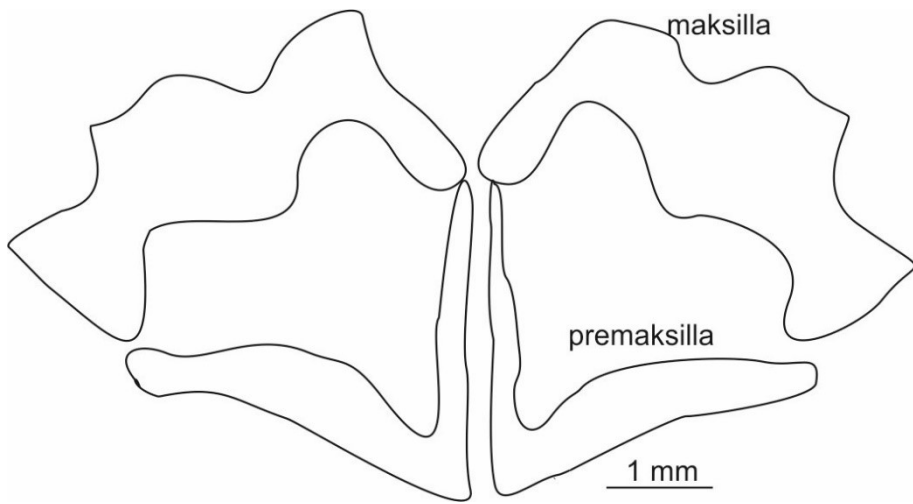
Şekil 4.1. *Oxynoemacheilus euphraticus* üst çene yapısı



Şekil 4.2. *Oxynoemacheilus seyhanensis* üst çene yapısı



Şekil 4.3. *Seminemacheilus ahmeti* üst çene yapısı

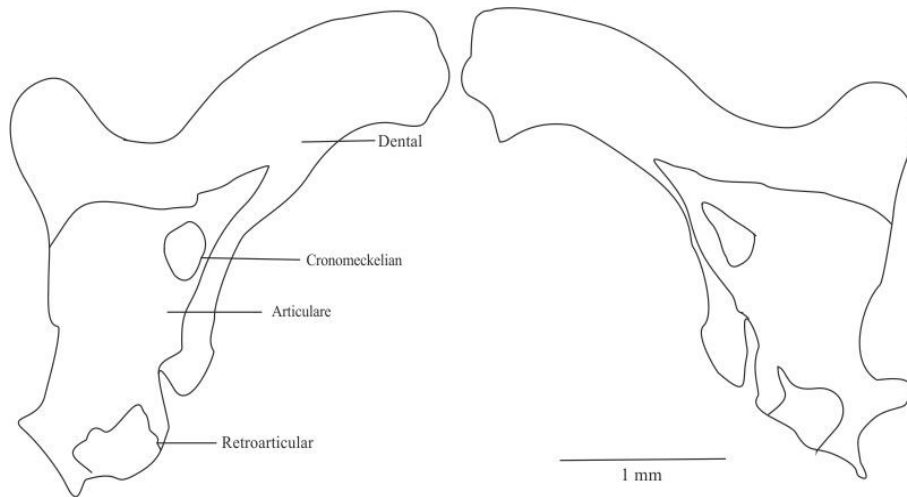


Şekil 4.4. *Seminemacheilus dursunavsari* üst çene yapısı

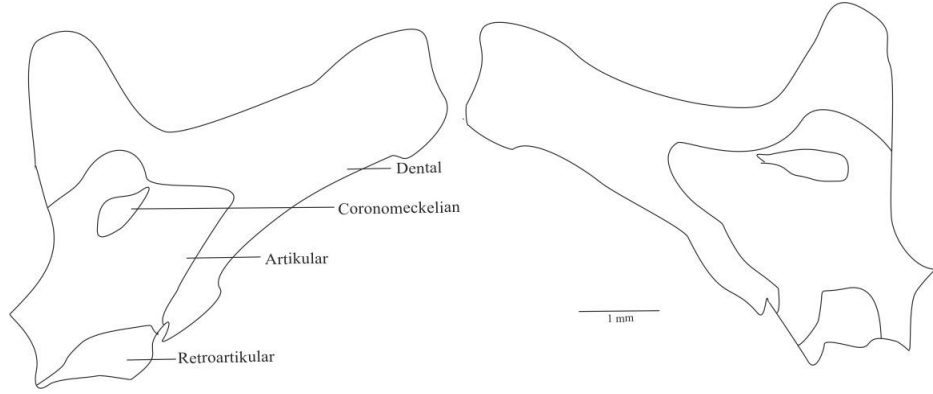
İncelenen bireyler tür ve cins bazında karşılaştırıldığında her türün kendine özgü karakteristik bir maksilla yapısına sahip olduğu görülmektedir. Maksillanın laminar yapılı düz şekli *O. seyhanensis* bireylerinde *O. euphraticus*'a nazaran daha geniş bir alana sahiptir. Premaksillanın kinethimoide doğru olan kısmı *O. euphraticus*'ta uzamış, sivri uçlu ve ince yapılıdır, *O. seyhanensis*'te ise kısa ve kalın olup küt bir şekilde sonlanır. Maksillanın anterior kısmı *O. euphraticus*'ta sivri ve uzamış bir yapıdadır, diğer türlerde yassı ve küt bir şekilde sonlanır.

Seminemacheilus ahmeti ve *S. dursunavsari* türleri arasında ise gerek maksilla ve premaksilla yapısı gerekse bu kemiklerin şekline tür bazında ayırımı kullanılabilecek seviyede bir farklılık gözlemlenmemiştir. Gözlemlenen farklılıklar bireyler arası varyasyonlar şeklindedir.

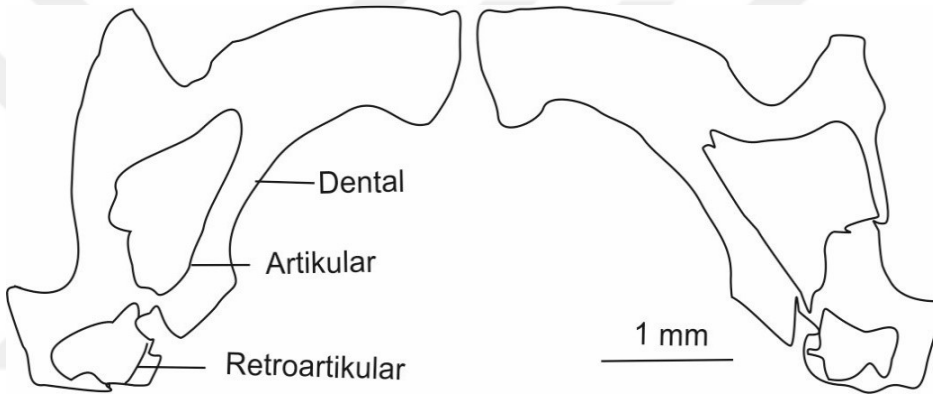
Alt çene birbirine güçlü bir şekilde bağlanmış olan dental, artikül, retroartikül ve koronomekkan kemiklerinden oluşur. Bunlardan en geniş yapılı olanı dentaldir, artikül tamamıyla dental üzerinde yatay halde eklemlenmiştir. Koronomekkan küçük yapılı, oval şekildedir ve artikül üzerinde eklemli olarak yer alır (Şekil 4.5-4.7). İncelenen dört türde alt çene kemiklerinde artikular ve retroartikular yapı ve bağlantısının cinsler arasında ayırımı destekleyici olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.5. *Oxynoemacheilus euphraticus* alt çene yapısı



Şekil 4.6. *Oxynoemacheilus seyhanensis* alt çene yapısı



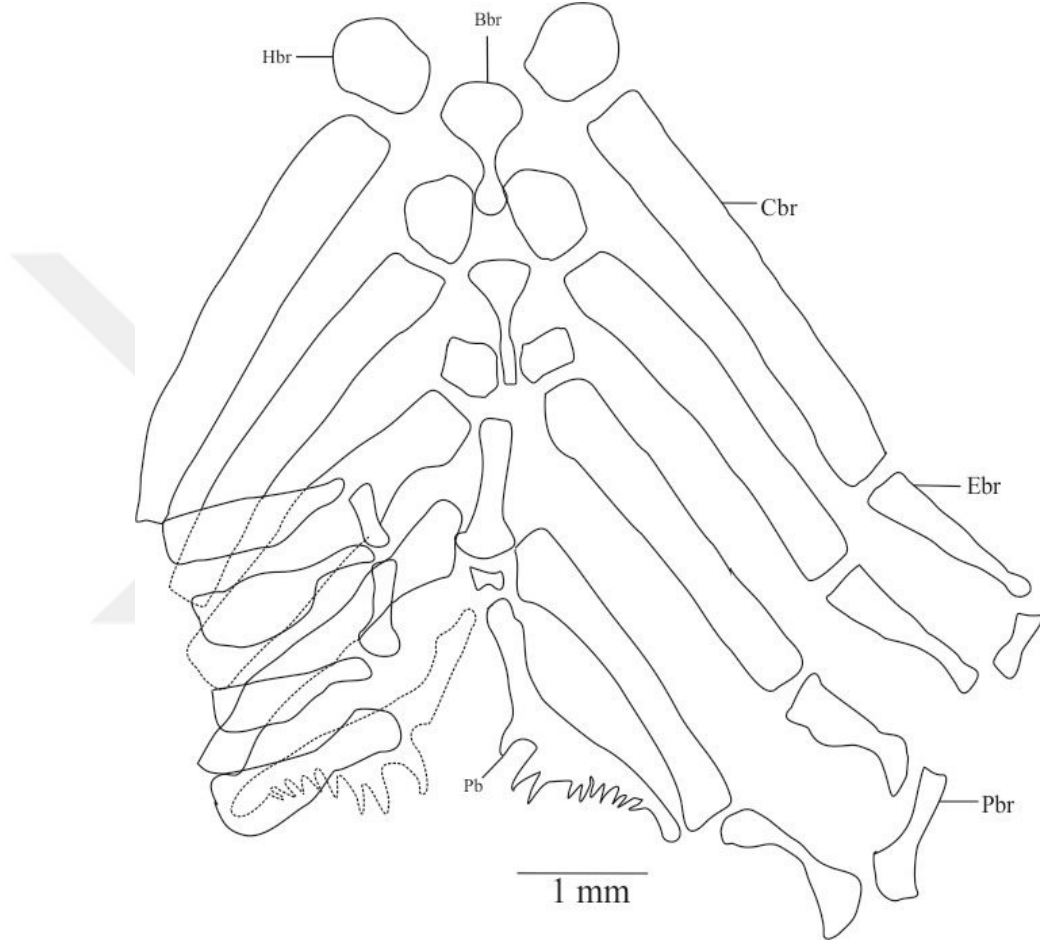
Şekil 4.7. *Seminemacheilus dursunavsari* alt çene yapısı

4.2. Branchial Aparat

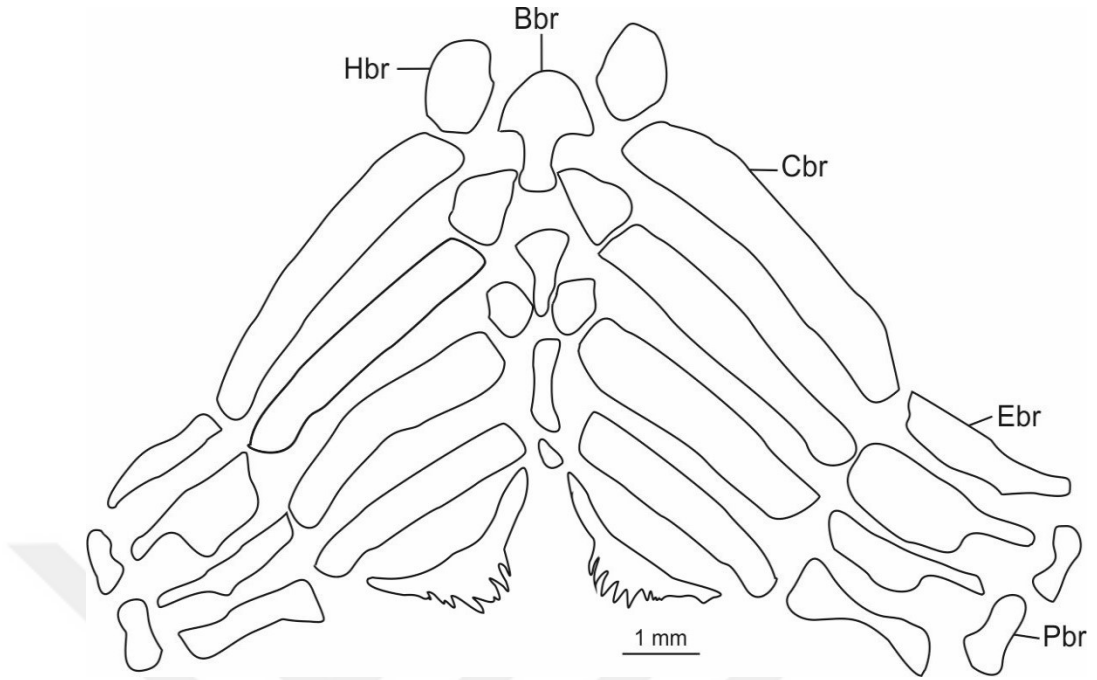
Branşial kemer basibranşial, hypobranşial, ceratobranşial, epibranşial ve infrafaringobranşiallerden oluşur. İncelenen türlerde tipik branşial yay görünümü mevcuttur ve 5 branşial yay bulunur. Bunlardan dördü solungaç dikenlerini taşıyan ceratobranşiyallerdir ve beşinci yaylar ise farinks dişlerini taşır.

Tek haldeki basibranşial kemikleri median bölümde alt alta sıralanır. Her birinin yanlarında birer çift hypobranşial yer alır. Dört çift olan ceratobranşial bunların her iki yanında yer alır ve solungaç dikenlerini taşır. Uzun laminar, düzgün birer dikdörtgen şeklinedirler. Beşinci ceratobranşialler ise mediana doğru karşılıklı olarak birbirine yakın bulunur ve farinks dişlerini taşır. Ceratobranşiallerin bitiminde dörder tane serbest halde epibranşial bulunur, her birinin şekli farklı yapıdadır.

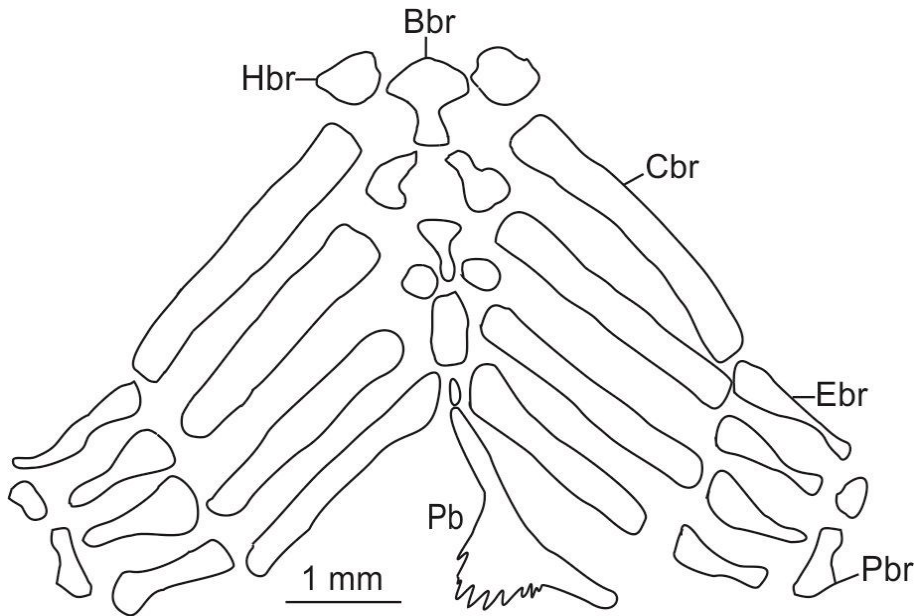
Onların uç kısmında ise daha küçük yapılı kenarları düzgün olmayan dikdörtgen şekilli, yatay olarak yerleşmiş infrafarıngobranşial kemikler yer alır (Şekil 4.8.-4.11.).



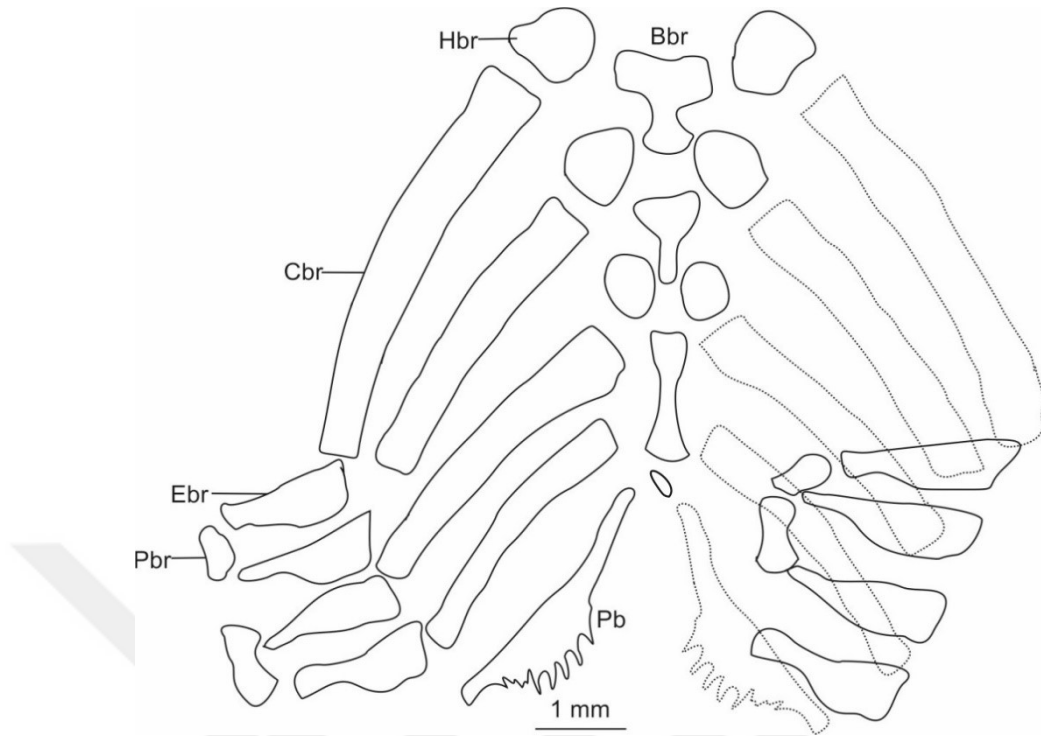
Şekil 4.8. *Oxynoemacheilus euphraticus* branchial aparat (Bbr: basibranchialler, Cbr: ceratobranchialler, Hbr: Hypobranchialler, Pbr: infrafarıngobranşialler, Pb: Farıngal kemikleri)



Şekil 4.9. *Oxynoemacheilus seyhanensis* branchial aparat (Bbr: basibranchialler, Cbr: ceratobranchialler, Hbr: Hypobranchialler, Pbr: infrahyobranchialler)



Şekil 4.10. *Seminemacheilus ahmeti* branchial aparat (Bbr: basibranchialler, Cbr: ceratobranchialler, Hbr: Hypobranchialler, Pbr: infrahyobranchialler, Pb: Farinks kemikleri)

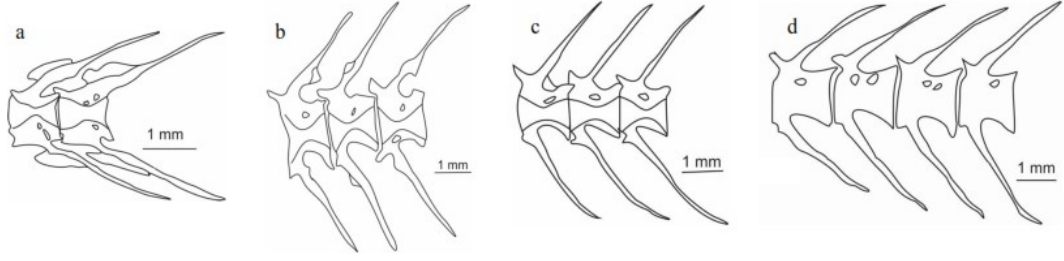


Şekil 4.11. *Seminemacheilus dursunavsari* branchial aparat (Bbr: basibranchialler, Cbr: ceratobranchialler, Hbr: Hypobranchialler, Pbr: infrahyobranchialler, Pb: Farinks kemikleri)

İncelenen bireylerde bu bölümde yer alan kemiklerde bireysel farklılıklar bulunmaktadır. Diğer *Oxyneomacheilus* ve *Seminemacheilus* türlerindeki tipik branchial aparat görünümü her dört türde de gözlemlenmiş olup, bu yapıyı oluşturan kemiklerde büyüklük ve şekil bazında bireysel farklılıklar da tespit edilmiştir. Ayrıca cins bazında bir ayrım bulunmaktadır. *Oxyneomacheilus* türlerindeki dört basibranchialden üçü büyük yapıdır, dördüncü basibranchial yapısı ise belirgin ve gelişmiş yuvarlak bir yapıda olup diğer üçüne göre oldukça küçüktür. *Seminemacheilus* türlerinde ilk üç basibranchial yapısı belirgin ve karakteristik yapıya sahip olmakla birlikte dördüncü basibranchial oldukça küçük, indirgenmiş yapıdadır.

4.3. Aksial İskelet Yapısı, Median ve Lateral Yüzgeçler

Omurga kemiklerinin nöral ve hemal prosesleri ince ve uçları sivri yapılıdır (Şekil 4.12.). Omur sayısı *O. euphraticus*'ta 34, *O. seyhanensis*'te 32, *S. ahmeti*'de 32 ve *S. dursunavsari*'de 34 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.12. Omurga yapısı a) *Oxynoemacheilus euphraticus*, b) *Oxynoemacheilus seyhanensis* c) *Seminemacheilus ahmeti* d) *Seminemacheilus dursunavsari*

Omur yapısında *O. euphraticus* bireylerinin nöral spinlerinde anterior ventral bölümünde çıkıntı yapısı bulunurken diğer türlerde bu yapıya rastlanmamıştır. Benzer şekilde bir çıkıntı yapısı *Cobitis saniae* türünde de bildirilmiştir [53]. Omurgada yer alan lateral yüzgeçlerden pelvik kemer; çift halde bulunan ve karın bölgesinde yatay uzanan pelvik kemikler ve bunların posterior ucunda bulunan radiallyeri içerir. Pelvik kemik anteriorde darken posteriore doğru genişler. İki pelvik kemik orta bölümde ince bir bağlantı ile güçlü bir şekilde birbirine bağlanır. Posteriorde radiallyer ve pelvik ışınlar ile bir kompleks oluşturur. Radiallyer, yüzgeçler ve pelvik kemik arasında bulunur. Çalışılan bütün türlerde sayıları 4 olarak tespit edilmiştir. Pelvik yüzgeçlere ait ışın sayısı *O. euphraticus*'ta 8, *O. seyhanensis*'te 7-8, *S. ahmeti*'de 7 ve *S. dursunavsari*'de 6 adettir. Bütün türlerde pelvik ışınların dış kenarında yer alan, küçük yapılı, dışa kıvrılmış halde birer pelvik splint (pelvik çıkıntı) bulunur (Şekil 4.13.).

O. euphraticus'ta pelvik kemiklerin orta bölümünü düz olmayıp bir oyuk halinde açıklık bulunur. Bu açıklık pelvik kemiğin anterior bölümünde bulunur, posterior kısma inildiğinde kapanarak düz bir hale gelir. *O. seyhanensis*'te böyle bir oyuk bulunmayıp düz olarak karşılıklı yerleşmişlerdir. *Seminemacheilus ahmeti* ve *S.*

dursunavsari'de de pelvik kemerin median bölümünde yer alan oyuk yapısı bulunmayıp düz bir şekilde birleşir.



Şekil 4.13. *Oxynoemacheilus. euphraticus*'ta pelvik kemer yapısı

Aksial iskeletin lateral yüzgeç yapılarından diğeri pektoral kemerdir. Pektoral kemer kleitrum, korakoid, skapul, mesokorakoid, supratemporal, posttemporal, suprakleitrum, radyaller ve pektoral yüzgeç ışınlarını içerir. Pektoral yüzgeç ışınları

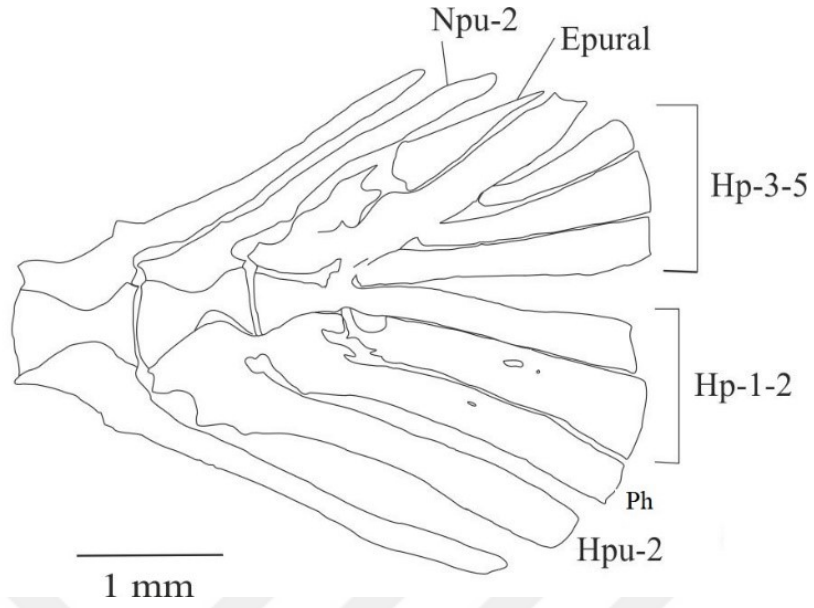
O. euphraticus'ta 11, *O. seyhanensis*'te 11, *S. ahmeti*'de 10, *S. dursunavsari*'de 11 olarak tespit edilmiştir.

Aksial iskeletin tek yüzgeçleri; Dorsal yüzgeç ışın sayısı; *O. euphraticus*'ta III-9, *O. seyhanensis*'te III-9, *S. ahmeti*'de II-III-8, *S. dursunavsari*'de III-IV-7-8 olarak tespit edilmiştir. Anal yüzgeç ışın sayısı ise; *O. euphraticus*'ta 6, *O. seyhanensis*'te 5, *S. ahmeti*'de 5, *S. dursunavsari*'de 6 olarak tespit edilmiştir.

4.4. Kaudal Kompleks

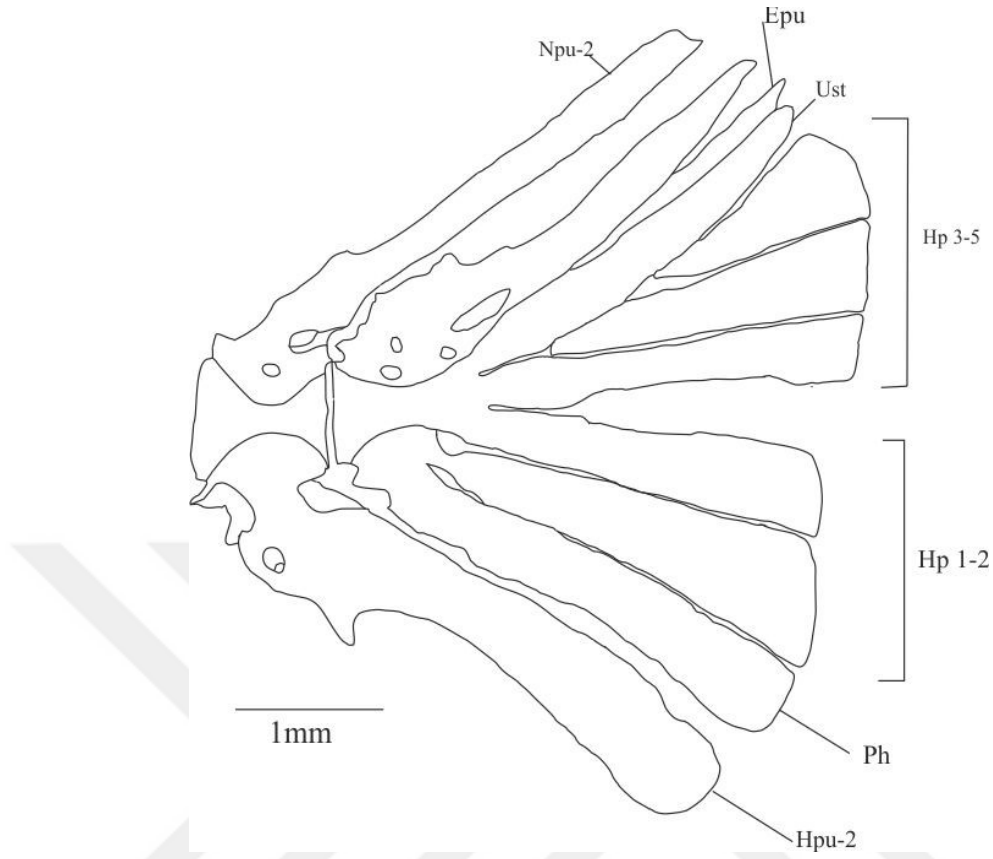
Kaudal kompleks ikinci pleural nöral ve hemal proseslerinin çıkıntı ve yaylarını (spine ve arch), birinci preural merkez, parhypural, epural, pleurostyle hypuralleri ve kuyruk ışınlarını kapsar.

Oxynoemacheilus euphraticus'ta kaudal kompleks 9+9 yüzgeç ışını bulundurur. Kaudal iskelette yer alan beş adet hypuralden birinci ve ikincisi kalınca dikdörtgen şeklinde olup parhypural ile dorsal olarak kaynaşmış bir yapı gösterir. Diğer üç hypural de dikdörtgen şekilli ve nispeten daha ince yapılı olup posterior uçları daha geniş yapılıdır. Beşincisi nerdeyse serbest halde pleurostyle oldukça yakın bir şekilde yer alır ve hypurallerden en ince ve küçük olanıdır. Epural ince ve küçük yapılı olup uç kısmı hafifçe uzamış ve sivrilmiştir ve serbest halde bulunur, urostyle ile bağlantı tespit edilmemiştir. İkinci preural centrumun nöral ve hemal prosesleri kalın yapılı olup uçları yuvarlaktır (Şekil 4.14.).



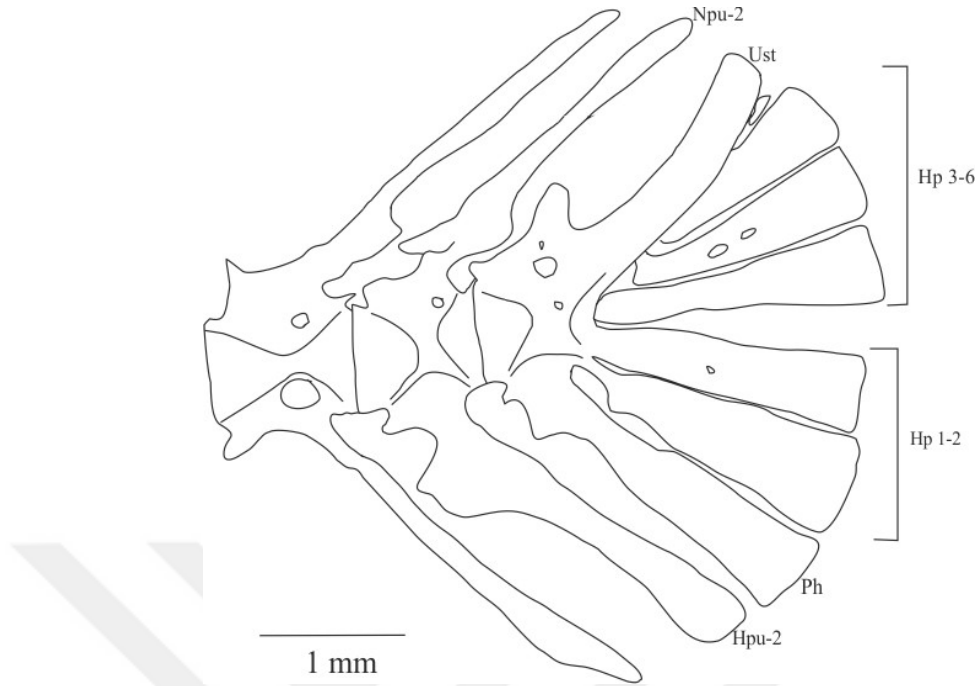
Şekil 4.14. *Oxynoemacheilus euphraticus* kaudal iskeleti (Npu-2: İkinci preural omurun nöral yayı, Hp: Hypural, Ph: Parhypural, Hpu-2: İkinci preural omurun hemal yayı)

Oxynoemacheilus seyhanensis 'te yüzgeç ışın sayısı 9+9 şeklindedir. Hypuraller 5 adet olup oldukça kalın yapılı dikdörtgenler şeklindedir. Anteriorden ve posteriora doğru hafifçe genişleyen bir yapıdadır. Birinci hypural anteriorde parhypural ile kaynaşmıştır. Beşinci hypural pleurostyle kaynaşmıştır, posterior uçta oldukça genişlemiştir. Pleurostyle anterior ve posteriorde neredeyse aynı kalınlıkta yassı bir dikdörtgen şeklindedir ve uç kısmı hafifçe yuvarlanmıştır. Epural pleurostyle ile bitişik halde ve ventral kenarı ona kaynaşmış dorsal kenarı ise serbesttir. Uç kısmı hafifçe uzamış ve sivrilmiştir. İkinci preural centrumun nöral ve hemal prosesleri kalın dikdörtgen yapılıdır, hemal proses neredeyse hypuraller kadar kalınlaşmış yapı gösterir. Her iki prosesin uç kısmı da düz ve küt bir şekilde sonlanır (Şekil 4.15.).



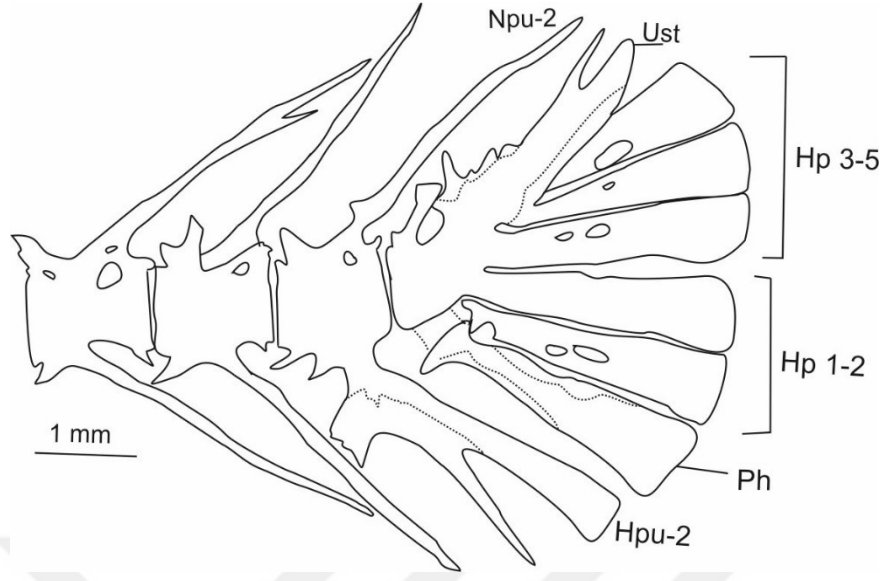
Şekil 4.15. *Oxynoemacheilus seyhanensis* kaudal iskeleti (Ust: Pleurostil, Epu: Epural, Hp: Hypural, Npu-2: Nöral prosesin 2. merkezi omuru, Hpu-2: Hemal prosesin 2. merkezi omuru, Ph: Parhypural)

Seminemacheilus ahmeti'de kaudal yüzgeç ışın sayısı 9+9 şeklindedir. Hypurallerin sayısı 6 olup ilk beş hypural anterior kenarı kısa posterior kenarı daha uzun olan birer dikdörtgen şeklindedirler. Altıncı hypural ise oldukça küçük, oval bir yapıda olup pleurostyle yakın konumlanmıştır ve incelenen bireylerden sadece bir tanesinde gözlemlenmiştir. Parhypural ve pleurostil de hypural kemiklerine benzer bir formdadır. Epural urostyle üzerinde kaynaşmış şekilde görülmektedir. 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. Pleurostil ile nöral prosesin ikinci merkezi omuru arasında geniş bir aralık bulunur. Kaudal komplekste yer alan omur kemiklerinin aralığı diğer türlere nazaran oldukça dardır (Şekil 4.16.).



Şekil 4.16. *Seminemacheilus ahmeti* kaudal iskeleti (Ust: Pleurostil, Hp: Hypural, Npu-2: Nöral prosesin 2. merkezi omuru, Hpu-2: Hemal prosesin 2. merkezi omuru, Ph: Parhypural)

Seminemacheilus dursunavsari'de kaudal yüzgeç formülü 10+9 şeklindedir. İlk dört hypuralin yapısı birbirine benzer ve anterior kenarı kısa posterior kenarı daha uzun olan birer dikdörtgen şeklindedirler. Beşinci hypural ise dorsolateral olarak pleurostyle kaynaşmış bir halde yer alır düz bir şekilde uzayarak diğerleri gibi küt bir şekilde sonlanır. Parhypural de hypural kemiklerine benzer bir formdadır. Epural urostyle üzerinde kaynaşmış şekilde görülmektedir. Pleurostilin taban kısmında hafifçe uzamış bir küçük çıkıntı bulunur. Hemal prosesin ikinci merkezi omuru anterior bölümü genişlemiş ve bu bölümde sivri çıkıntı oluşturmuştur, median bölüme doğru daralarak devam eder ve posteriorde ise genişleyerek küt bir şekilde sonlanır. Nöral prosesin ikinci merkezi omuru ise oldukça ince ve uzun neredeyse homojen şekildedir ve uç kısmı sivrilmiştir (Şekil 4.17.).



Şekil 4.17. *Seminemacheilus dursunavsari* kaudal iskeleti (Ust: Pleurostil, Hp: Hypural, Npu-2: Nöral prosesin 2. merkezi omuru, Hpu-2: Hemal prosesin 2. merkezi omuru, Ph: Parhypural)

Kaudal kompleks kemik elemanlarında tür ayırımında kullanılacak ayırıcı karakterler tespit edilmiştir. *Oxynoemacheilus euphraticus*'ta epural ile urostyle kemikleri birbiri ile bağlantılı değildir, epural serbest haldedir, *O. seyhanensis*'te ise iki kemik arasında boşluk bulunmayıp birbirine bitişik halde bulunurlar. *Oxynoemacheilus euphraticus*'ta epural kısa ve geniş yapılıdır. *Oxynoemacheilus seyhanensis*'te ise uzun ve ince bir formdadır. *Seminemacheilus dursunavsari*'de ikinci nöral proses tek parça halinde ve düz yapılı iken *S. ahmeti*'de ise ayrılmış, dallanmış bir yapı gösterdiği tespit edilmiştir.

Seminemacheilus ahmeti hypural sayısı 6 iken *S. dursunavsari*'de 5 olarak tespit edilmiştir.

4.5. Nörocranium

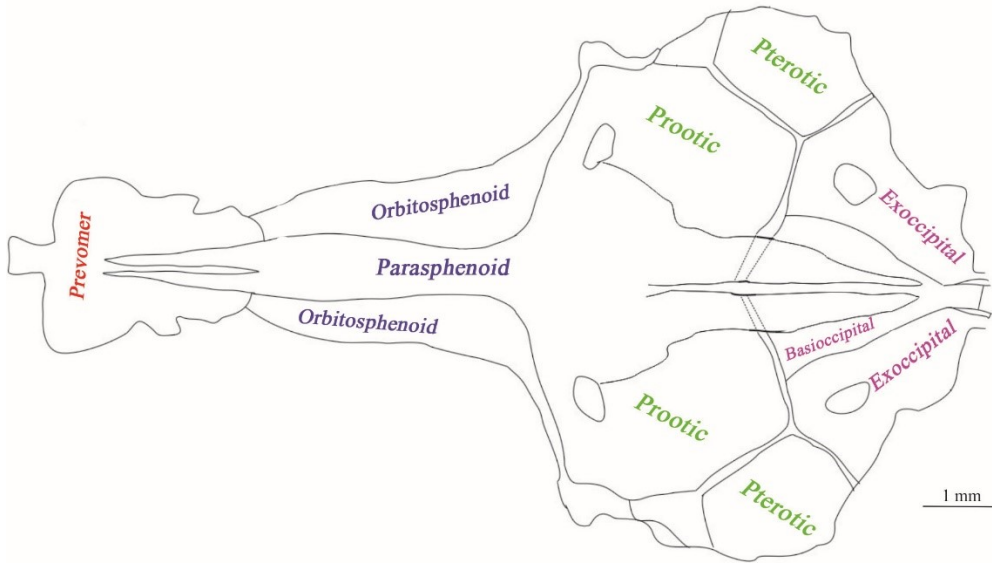
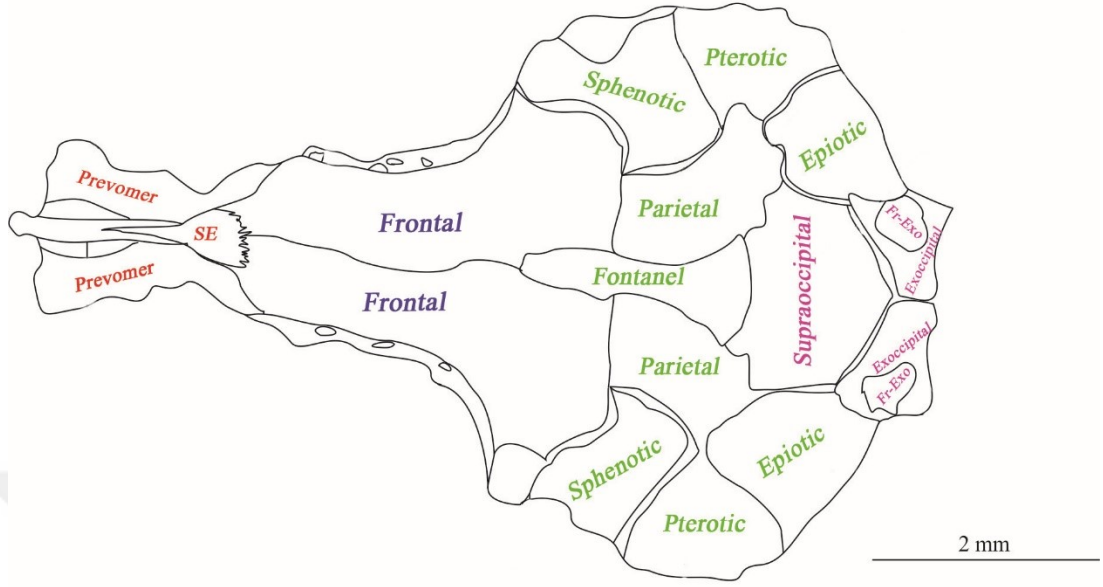
Neurocranium; beynin yan taraflarını ve notokordun ön tarafını koruyan kemiklerden meydana gelmiştir. Temelde 4 kısımdan oluşmaktadır. Bunlar; ethmoid, orbital, otic ve occipital'dir. Ethmoid bölge *Seminemacheilus* ve *Oxynoemacheilus* cinslerinde preetmoid II, supraetmoid, lateral etmoid ve prevomerden oluşmaktadır. Preetmoid I *Seminemacheilus* ve *Oxynoemacheilus* gibi birçok Nemacheilidlerde

bulunmamaktadır [36]. Supraethmoid ventral kısımdan prevomer ile birleşmektedir. Supraethmoid ile frontal genellikle keskin tırtıklı bir dikiş ile birleşmektedir. Lateral ethmoidler her iki yanda bulunur ve orbitosphenoid lateral median olarak nazikçe bağlantılıdır.

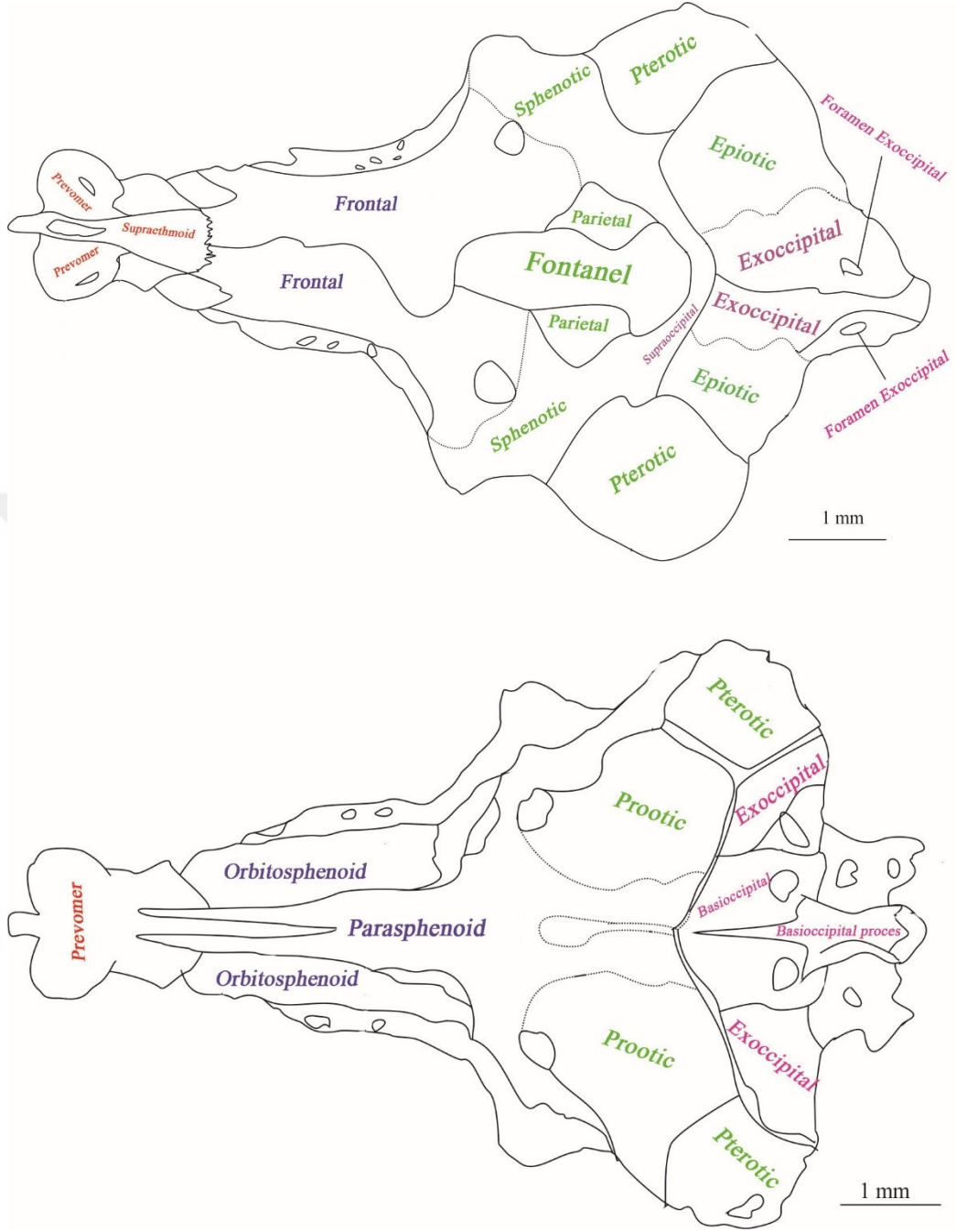
Orbital bölge frontal, orbitosphenoid, parasphenoid ve pterosphenoitten oluşmaktadır. Frontal genellikle büyük ve asimetric olup iki parçalıdır. Bu parçaların birleşimi anterior kısımda düz, posterior kısımda ise noktalıdır. Frontal nörokraniumdaki en büyük kemiktir. Lateral olarak orbitosphenoid ve pterosphenoitten posterior olarak ise parietal ile bağlantılıdır.

Otic bölgesi parietal, fontanel, sphenotic, pterotic, epiotic ve prooticten oluşmaktadır. Fontanel (fontanella) nörokraniumda kemikleri orbitosphenoid ve parasphenoid ile frontal arasında bulunan bir bölgedir. Parietal, supraoccipital ile frontal arasında yer almaktadır.

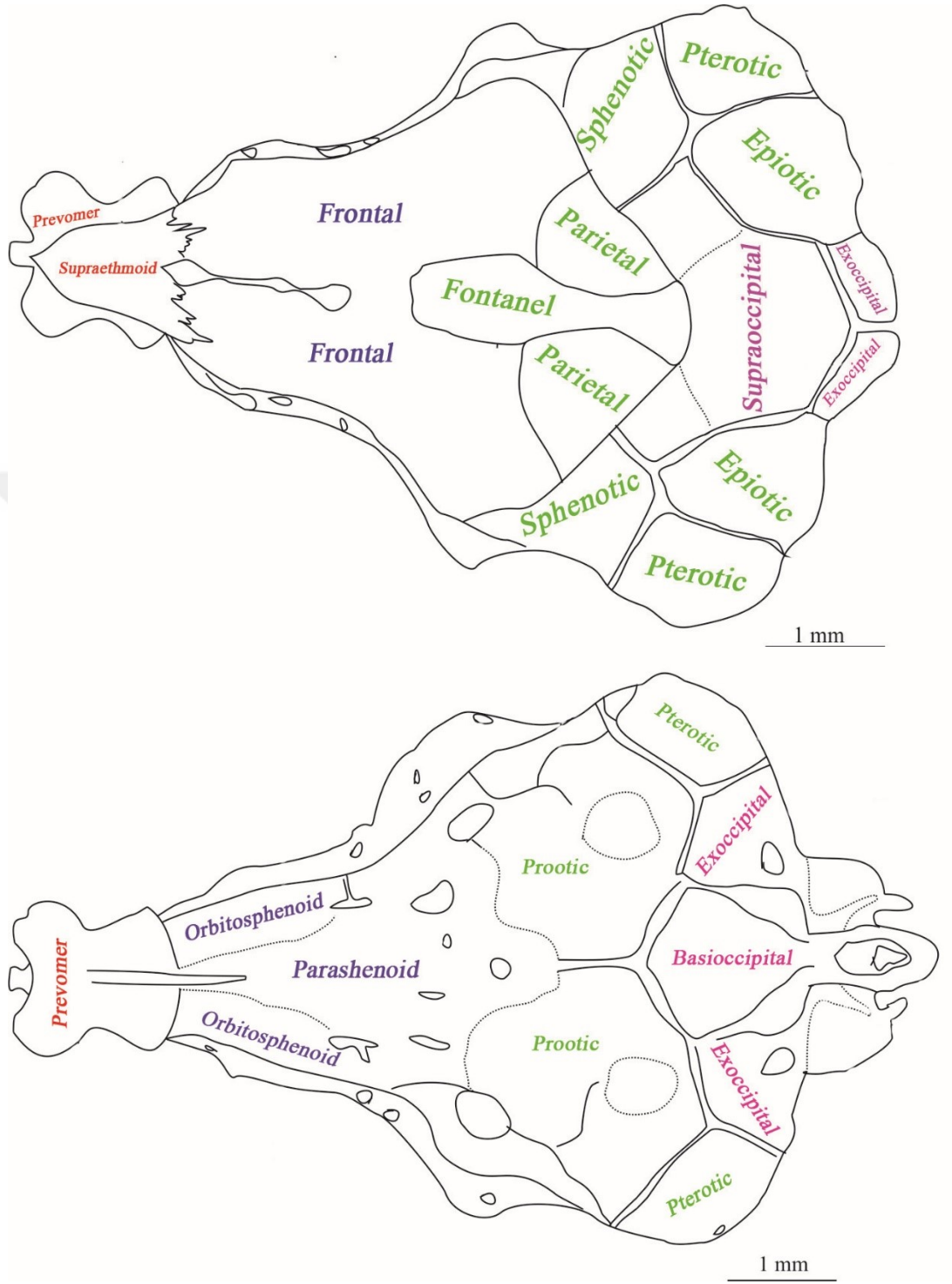
Taksonların nörokranium yapılarının dorsalden ve ventralden çizimleri Şekil 4. 18.-4. 21'de verilmiştir.



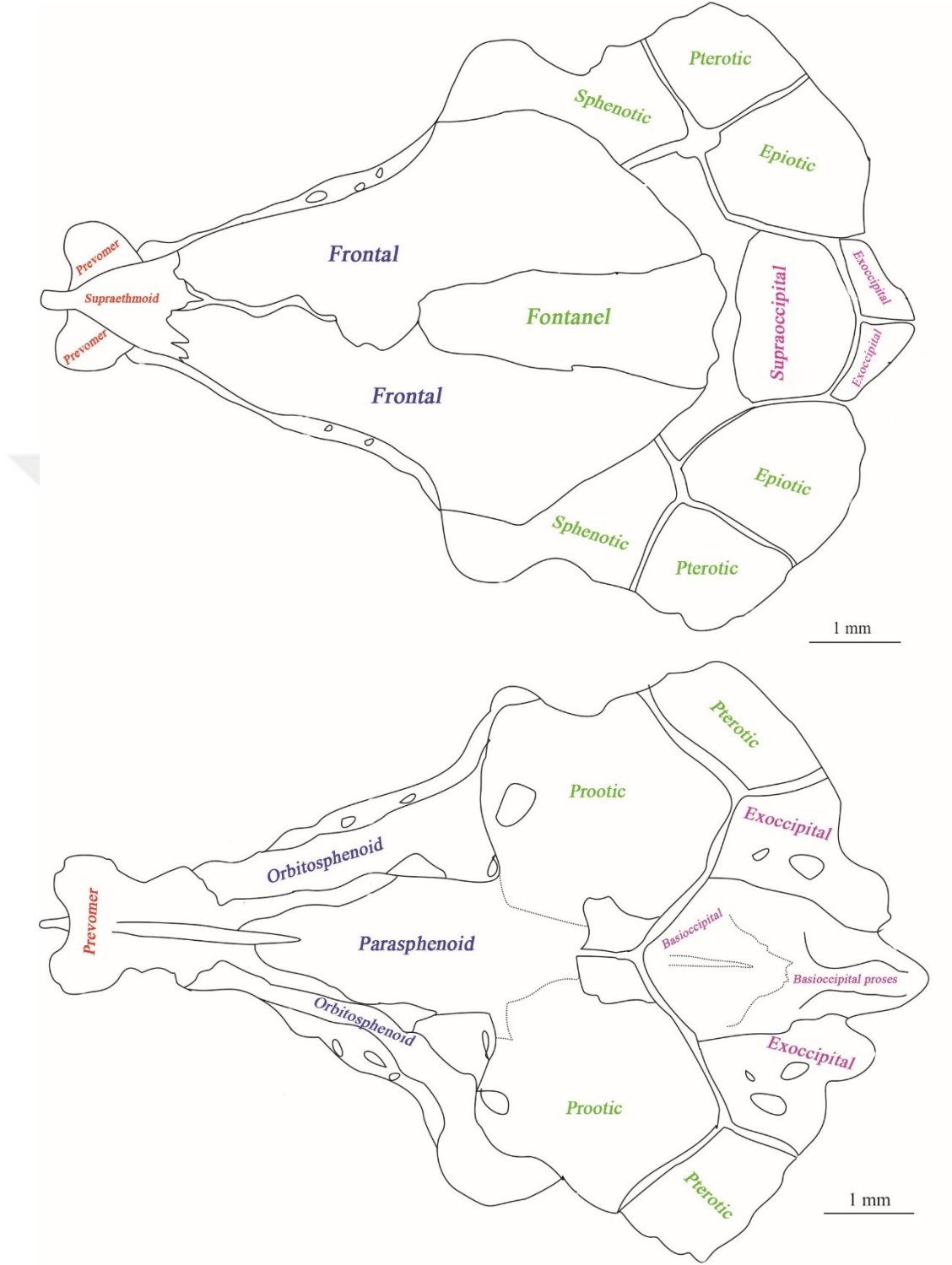
Şekil 4.18. *Oxynoemacheilus euphraticus* nörocranium dorsal ve ventral görünümü



Şekil 4.19. *Oxynoemacheilus seyhanensis* nörocranium dorsal ve ventral görünümü



Şekil 4.20. *Seminemacheilus ahmeti* nörocranium dorsal ve ventral görünümü



Şekil 4.21. *Seminemacheilus dursunavsari* nörocranium dorsal ve ventral görünümü

Nörocranium yapısı incelenen *Oxynoemacheilus* türlerinde anterior uçta ince ve uzun bir prevomer ile başlayarak frontalde devam eder, frontalın bitimine doğru bariz ve keskin bir genişleme görülür. *Seminemacheilus* bireylerinde ise anterior uçtan itibaren yavaş yavaş genişleyen bir yapıdadır. Supraethimoidin anterior kısmı *O. euphraticus* ve *O. seyhanensis*'te sivrilmiş ve ince yapılıdır. Bu yapı *S. ahmeti* ve *S. dursunavsari*'de anteriordan posteriore doğru kalın yapılı bir üçgen şeklinde uzanır. *Seminemacheilus ahmeti*'de fontaneler lateral kısımlardan içe doğru girintili bir şekilde gözlemlenirken *S. dursunavsari*'de bu girinti yapısı yoktur, düz dikdörtgenimsi bir şekilde devam eder. *Oxynoemacheilus euphraticus*'ta prevomerin lateral kısımlarında çentikli bir çıkıntı yapısı görülmüştür, incelenen diğer türlerde ise lateralden düz şekilde sonlanır. *Oxynoemacheilus euphraticus* ve *O. seyhanensis*'te symplectic kısa ve küt yapılı iken *S. ahmeti* ve *S. dursunavsari*'de ince ve uzun yapılıdır. Vomer kemiğinin anterior kısmı *O. euphraticus*'ta düz yapılı iken *O. seyhanensis*'te konkav yapılıdır. *Seminemacheilus ahmeti* ve *S. dursunavsari* bireylerinde ise belirgin konveks halde içeri doğru çöküntülü olarak gözlemlenmiştir. Occipital bölge supraoccipital, basioccipital ve exoccipitalden oluşmaktadır. *Oxynoemacheilus euphraticus*'ta foramen exoccipital geniş ve düzensiz şekilli, *O. seyhanensis*'te daha küçük yapılı ve ovaldir. Bu yapı *S. dursunavsari*'de eliptik ve küçük yapılı *S. ahmeti*'de ise daha geniş ve düzensiz şekillidir. *Seminemacheilus* cinsine ait bireylerde parietalin, epiotic ve prooticle bir teması bulunmamakta olup aralarında açıklık bulunur. *Oxynoemacheilus* cinsine ait bireylerde ise bu aralık bulunmayıp tamamen birleşik bir yapıdadır.

4.6.Tür ve Cins Bazında Farklılıkların İlişkilendirilerek Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında değerlendirilen iki cinse ait dört tür için toplamda yukarıda açıklanan 13 adet takson ayrımını destekleyici karakter tespit edilmiştir. Bu karakterlerden her biri için rakam kodları atanmış ve Cluster analizi ile dendogram oluşturulmuştur. Dış grup olarak *Paracobitis persa* kullanılmıştır (Tablo 4.1.-4.2). Verilen kodlara göre karakter bazında yapılan Cluster analiz değerlendirmesine göre tespit edilen karakterler belirtilen türlerin ayrımında destekleyici karakterlerdir (Şekil 4.22.).

Tablo 4.1. Tespit edilen karakterlere göre oluşturulan kodlama sistemi

Karakterlerin Durumları	
Karakter I	Maksillanın anterior ucu sivri (0), anterior ucu düz (1)
Karakter II	Artikular büyük ve retroartikular artikuların üzerinde (0), nispeten daha küçük ve retroartikular ile bağlantı yok (1)
Karakter III	Dördüncü basibranchial belirgin ve gelişmiş (0), oldukça küçülmüş veya yok (1)
Karakter IV	Hypural 5 adet (0), 6 adet (1)
Karakter V	Sympletic kısa küt (0), ince ve uzun (1)
Karakter VI	Basihyalin anterior kısmı düz (0), konkav (1)
Karakter VII	Epural urostyle üzerinde birleşik (0), urostyle ile yapışık (1), urostyle ile hiçbir bağlantısı yok (2)
Karakter VIII	Epural uzun ve ince (0), kısa ve geniş (1)
Karakter IX	İkinci nöral proses dallanmış (0), tek (1)
Karakter X	Foramen exoccipital eliptik ve küçük (0), büyük ve düzensiz şekilli (1)
Karakter XI	Supraetmoid kısa ve geniş (0), uzun ve ince (1)
Karakter XII	Vomerin anterior kısmı düz (0), konkav (1)
Karakter XIII	Parietal ve pterotic ayrı (0), birleşik (1)

Tablo 4.2. Kodlara göre türlerin karakter durumları

Türler	Karakterler												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
<i>Paracobitis persa</i>	1	0	1	1	0	1	-	0	1	1	1	1	0
<i>Oxynoemacheilus euphraticus</i>	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	0	1
<i>Oxynoemacheilus seyhanensis</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1
<i>Seminemacheilus ahmeti</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0
<i>Seminemacheilus dursunavsari</i>	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0

Çalışma kapsamında *Oxynoemacheilus* ve *Seminemacheilus* cinslerini birbirinden ayırabilecek seviyede farklı beş karakter tespit edilmiştir (Tablo 4.2). Bunlar; artikular-retroartikular şekli ve birbirine konumu (Karakter II), dördüncü basibranchial yapısı (Karakter III), sympletic şekli (Karakter V), supraethimoid

yapısı (Karakter XI) ve parietal ile pterotic yapısındaki farklılıklardır (Karakter XIII), (Tablo 4.1.).

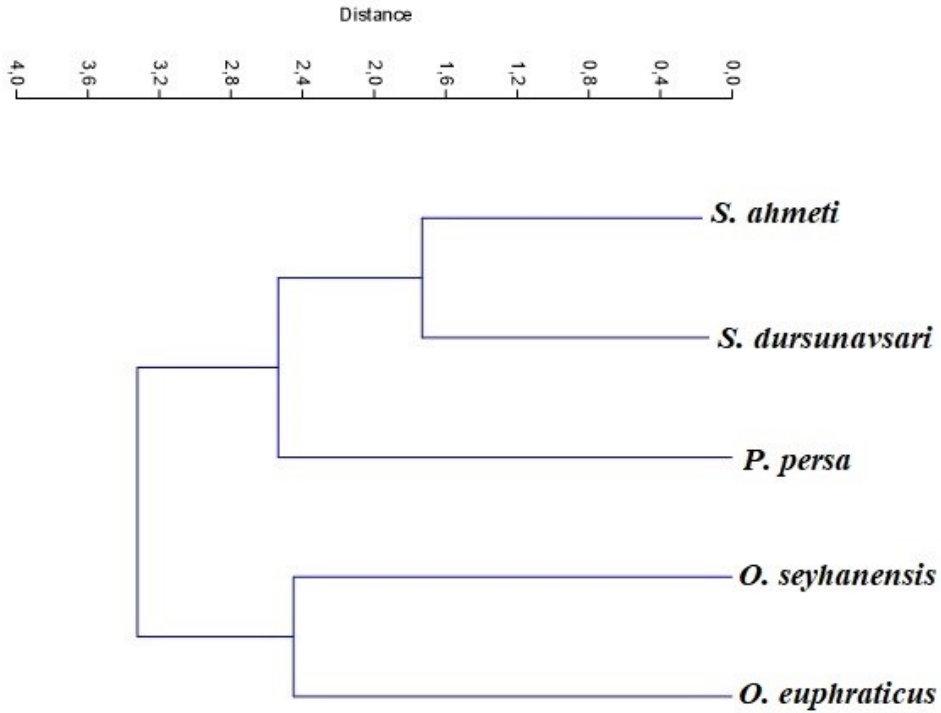
- *Oxynoemacheilus euphraticus* ve *O. seyhanensis*'te çene kemiklerinden artikular büyük yapılı ve retroartikuların üzerinde yer almakta iken *S. ahmeti* ve *S. dursunavsari*'de artikular nispeten küçük yapıda ve retroartikulardan bağımsız bir konumda olduğu tespit edilmiştir.
- Basibranchial kemiklerinden dördüncüsü incelenen iki *Oxynoemacheilus* türünde belirgin ve yuvarlak yapıya sahiptir. İncelenen iki *Seminemacheilus* türünde ise bu kemik oldukça küçük indirgenmiş yapıda olup belirgin bir şekle sahip olmadığı belirlenmiştir.
- *Oxynoemacheilus euphraticus* ve *O. seyhanensis*'te symplectic kısa ve küt yapılı iken *S. ahmeti* ve *S. dursunavsari*'de ince ve uzun yapılıdır.
- *Oxynoemacheilus euphraticus* ve *O. seyhanensis*'te supraethmoid ince ve uzun yapılı *S. ahmeti* ve *S. dursunavsari*'de ise kısa ve küt yapılıdır.
- *Oxynoemacheilus euphraticus* ve *O. seyhanensis*'te parietal ve pterotic birleşiktir, *S. ahmeti* ve *S. dursunavsari*'de ise birbirinden bağımsızdır.

Değerlendirilen iki *Oxynomeacheilus* türü arasında tür ayrımını destekleyecek seviyede beş karakter tespit edilmiştir. *Oxynomeacheilus euphraticus* ve *O. seyhanensis* türlerini ayırabilecek karakterler; maksilla yapısı, basihyal yapısı, epural urostyle bağlantısı, epural şekli, vomer yapısıdır.

- Maksillanın anterior ucu *O. euphraticus*'ta sivri yapılı, *O. seyhanensis*'te düzdür.
- Basihyalin anterior kısmı *O. euphraticus*'ta düz, *O. seyhanensis*'te konkav yapılıdır.
- *Oxynoemacheilus euphraticus*'ta epural ile urostyle kemikleri birbiri ile bağlantılı değildir, epural serbest haldedir, *O. seyhanensis*'te ise iki kemik arasında boşluk bulunmayıp birbirine bitişik halde bulunurlar.
- *Oxynoemacheilus euphraticus*'ta epural kısa ve geniş yapılıdır. *Oxynoemacheilus seyhanensis* 'te ise uzun ve ince bir formdadır.
- Vomer kemiğinin anterior kısmı *O. euphraticus*'ta düz yapılı iken *O. seyhanensis*'te konkav yapılıdır.

Değerlendirilen iki *Seminemacheilus* türü arasında tür ayrımını destekleyecek seviyede üç karakter tespit edilmiştir. *Seminemacheilus ahmeti* ve *S. dursunavsari* türlerini ayırabilecek karakterler; hypural sayısı, ikinci nöral prosesin yapısı ve foramen exooccipital yapısıdır.

- *Seminemacheilus ahmeti* hypural sayısı 6 iken *S. dursunavsari*'de 5 olarak tespit edilmiştir.
- *Seminemacheilus dursunavsari*'de ikinci nöral proses tek parça halinde ve düz yapılı iken *S. ahmeti*'de ise ayrılmış, dallanmış bir yapı gösterdiği tespit edilmiştir.
- Foramen exooccipitalin *S. dursunavsari*'de eliptik ve küçük yapılı olduğu tespit edilmiştir. *Seminemacheilus ahmeti*'de ise daha geniş ve düzensiz şekilli olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.22. Cluster analizi sonuçlarına göre taksonların durumu

4.7. Tartışma

Çalışma sonuçlarına göre; *Oxynoemacheilus* ve *Seminemacheilus* cinslerini birbirinden ayırabilecek seviyede beş karakter, iki *Oxynomeacheilus* türü arasında tür ayrımını destekleyecek seviyede beş karakter ve iki *Seminemacheilus* türü arasında tür ayrımını destekleyecek seviyede üç karakter tespit edilmiştir. Bu doğrultuda çalışma kapsamında kullanılan tekniğin ilgili tür ve cinsleri ayırmak için kullanılabilmesi belirlenmiştir. Ülkemizde *Seminemacheilus* cinsine mensup altı tür bulunmaktadır. Morfolojik yapı, renk ve desenlenme bakımından birbirine çok benzeyen bu türlerin tamamını kapsayan bir osteolojik çalışma yapılarak bu cinsin bütün türlerinde tanımlayıcı karakterlerin yer aldığı bir tayin anahtarı oluşturulabilecektir. *Oxynoemacheilus* cinsi için ise dünyada çalışılan diğer türler de dikkate alınarak bu cinsin filogenisinde ve tartışmalı türlerde destekleyici bilgiler elde edilebilecektir.

Tespit edilen karakterler genel olarak değerlendirildiğinde, gerek cins gerekse tür bazında ayrımı destekleyen karakterlerin çene yapıları, kaudal kompleks ve nörocranium yapılarında yoğunlaşmıştır. Söz konusu karakterler farklı *Oxynoemacheilus* türlerine ait literatür çalışmalarında da rastlanmıştır. Örneğin; maksilla yapısının *O. kermanshaensis* ve *O. kiabii* için de farklı olduğu ve ayırıcı karakter olarak kullanılabilirliği bildirilmiştir [43]. Bunun yanında Nemacheilidae üyelerinde preethimoid I kemiklerinin bulunmadığı bazı cinsler de bulunmaktadır [36]. Beslenme alışkanlıkları ile de ilişkili olan çene kemikleri türlerin beslenme biyolojisi ile ilgili bilgiler de sunmaktadır [10].

Gerek bu çalışmada gerekse literatürde tespit edilen farklı türlerle ilgili çalışmalarda kaudal kompleksi oluşturan kemik yapıların biçim ve konumunda ayırıcı farklar tespit edilmiştir. Özellikle farklı cins ve türler için hypural sayısı değerlendirildiğinde *Barbus cyri*'de 6, *Paracobitis persa*'da 6, *Probolodus sazimai*'de 5, *Cobitis avicennae*'de 5, *O. chomanicus*'ta 6, *O. kermanshahensis*'te 5, *O. persa*'da 5, *S. lendii*'de 5 olarak bildirilmiştir [36, 54, 18-19, 9, 43, 16]. Bu sayının türler arasında değişiklik gösterdiği ve ayırıcı karakter olabileceği çalışmamızda desteklenmektedir. Ayrıca epural ile urostyle kemiklerinin birbiri ile bağlantıları ve epuralin şekli de kaudal komleksteki fark gösteren yapılandıdır [18-19]. Catostomidae balıkların

kaudal iskelet yapılarındaki karakterlerin tespitinin yapıldığı bir çalışmada 65 türe ait 525 bireyde en fazla değişiklik gösteren yapının caudal iskelet olduğu da belirtilmiştir [40].

Branchial aparatı oluşturan kemikler değerlendirildiğinde cins ayrımını destekleyen bir karakter tespit edilmiştir. *Oxynoemacheilus* türlerindeki dört basibranchialden üçü büyük yapılıdır, dördüncü basibranchial yapısı ise belirgin ve gelişmiş yuvarlak bir yapıda olup diğer üçüne göre oldukça küçüktür. *Seminemacheilus* türlerinde ilk üç basibranchial yapısı belirgin ve karakteristik yapıya sahip olmakla birlikte dördüncü basibranchial oldukça küçük, indirgenmiş yapıdadır. Daha önce değerlendirilen bazı *Oxynoemacheilus* türlerinde basibranchial sayı ve şekli ile ilgili farklılıklar tespit edilmiştir. *Oxynoemacheilus chomanicus*'ta ve *O. kermanshahensis*'te (istisna olarak bir bireyde beş basibranchial bulunmakta olup son ikisi küçük yapılı ve birbirine karşılıklı yerleşmiştir) bu kemikler benzer şekildedir [9]. *Seminemacheilus lendlii*'de ise basibranchial sayısı üç olarak bildirilmiştir [36]. *Seminemacheilus* türlerinde dördüncü basibranchial varlığı ve varsa şekil ve yapısı birey sayısı arttırılarak detaylı olarak değerlendirilmelidir.

Çalışma kapsamında nörocranium yapısında da bazı farklılıklara rastlanmıştır. Bunlardan prevomer, frontal, supraethmoid, symplectic, parietal, epiotic ve prootic en belirgin farklılıkları içermektedir. Tıpkı caudal komplekste olduğu gibi nörocraniumda da farklılıkların ve türe özgü karakterlerin tespit edildiği çalışmalara rastlanmıştır [36, 9, 32]. Kafatası çok sayıda kemiğin sıkıca eklenildiği bir yapıdır, bu yapının bileşenlerini incelemek için yapılan diseksiyon işleminde çok hassas ve dikkatli olunmaması durumunda kemiklerin yanlış değerlendirilmesi olasılığı oldukça yüksektir. Bu sebeple bu yapıların değerlendirilmesinde fazla sayıda bireyle çalışmak da yerinde olacaktır.

Çalışma kapsamında her türe ait üçer birey kullanılmıştır. Bazı karakterlerdeki farklılıklar sadece bir bireyde gözlemlendiği için fark gösteren karakter olup olmadıkları kesin olarak belirlenememiştir. Potansiyel bireysel farkları daha net belirlemek amacı ile bundan sonra yapılacak çalışmalarda daha fazla sayıda birey kullanılması uygun olacaktır. Ayrıca bireyler seçilirken cinsiyet ayrımı göz önünde

bulundurulmamıştır. Eğer varsa cinsiyete bağlı karakter farklılıkları da değerlendirilebilecektir.



BÖLÜM V

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Balıklar arasında filogenetik ilişkilerinin aydınlatılmasında ve taksonomik kategorilerin belirlenmesinde faydalı bir araç olan osteoloji, *Oxynoemacheilus* ve *Seminemacheilus* için takson tespitinde önemli bir role sahiptir. Tez çalışmasında yapılan ayırıcı karakter tespiti ve bunların kümeleme analizi tür ayrımını destekleyen sonuçlar vermiştir. Dolayısı ile dış morfolojik karakterleri yakın olan tür ve cinsler için bu iskelet anatomisi karakterleri etkin bir şekilde kullanılabilir.

Tez çalışması kapsamında değerlendirilen türler için ayırıcı karakterler aşağıda kısaca özetlenmiştir;

- Maksillanın anterior kısmı
- Artikular ve retroartikular yapı ve bağlantısı
- Dördüncü basibranchial varlığı ve şekli
- Hypural sayısı
- Epural şekli ve urostyle ile bağlantısı
- Sympletic şekli
- Basihyalin anterior bölümünün şekli
- İkinci nöral prosesin şekli
- Foramen exoccipital yapısı
- Vomer yapısı
- Supraethimoid yapısı
- Parietal ve pterotic ilişkisi

Bu farklılıkların değerlendirilmesinden elde edilen sonuçlara göre;

- *Oxynoemacheilus* ve *Seminemacheilus* türlerinde osteolojik karakterler bazında farklılık gösteren karakterler sıklıkla çene yapıları, branchial aparat yapıları, nörocranium şekil ve bağlantıları ve caudal kompleks yapılarında bulunmaktadır.
- Omur yapısında farklılıklar tespit edilmiştir ancak bunlar hem tür hem de cins ayrımını destekleyici karakterler olarak kodlanamamıştır. Ancak ileride daha

fazla tür ile yapılacak çalışmalarda omur yapısında tür ya da cins ayrımını destekleyici karakterlerin tespiti de muhtemeldir.

- Caudal kompleksi oluşturan kemiklerin gerek yapı gerekse eklemlenme bakımından türe ve cinse özgü karakteristik özellikler gösterdiği tespit edilmiştir. Bu karakterler tür tayininde kullanılabilir olacaktır.
- Çene yapılarına ait kemiklerde; kemiklerin büyüklük ve bağlanmasında farklılıklar tespit edilmiştir. Cinslere ait diğer türler de dahil edilerek yapılacak çalışmalarda bu farklılıkların tür ayrımını destekleyici sonuçları arttıracığı düşünülmektedir.
- Branchial aparat için ayırıcı karakter olarak IV. basibranchialin varlığı ve şekli tespit edilmiştir. Cinslere mensup diğer türlerde bu yapının kıyaslanması ile yine tür ayrımını destekleyici karakter olacağı düşünülmektedir.
- Nörocranium yapısı da kaudal kompleks gibi çok sayıda ayırıcı karakter içeren yapılardandır. Diseksiyon işlemi sırasında bu bölümdeki yapıların hasara uğramadan ayrılmasını sağlamak önem arz etmektedir.

Literatürde *Seminemacheilus* cinsi kapsamında yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, osteolojik karakterler bazında çok az veriye rastlanmıştır [36, 32]. Bu tez çalışmasında; bu cins ve cinse mensup türler için önemli ayırıcı karakterler tespit edilmiştir. Ülkemize endemik olan bu cinsin tür tayininde destekleyici ayırıcı karakterler için bütün cinsi kapsayan bir çalışma ile bu karakterlere dayalı bir sınıflandırmanın da yapılabileceği öngörülmektedir.

Türkiye’de 28’si endemik 48 tür ile temsil edilen *Oxynoemacheilus* türleri için literatürde osteolojik yapılarla ilgili bazı verilere rastlanmıştır. Bu çalışmalarda elde edilen sonuçlar da tez çalışması sonuçları ile uyumlu olup bu cinste ayırıcı karakterler olarak bu yapıların etkin kullanılabilirliği önerilmektedir [43, 9].

Tez çalışmasında kullanılan bireylerde eşey tespiti yapılmamıştır. Çalışma süresince tespit edilen karakterlerin erkek ve dişi bireyler arasında farklılık gösterip göstermediği de gelecekte yapılabilecek çalışmalar arasındadır.

Bu tez çalışmasından elde edilen bulgulara göre; değerlendirilen türlerin aynı cinse ait diğer türlerden ayırt edilmesine yardımcı olabilecek osteolojik karakterler sağlamaktadır. Ayrıca bu bulgular söz konusu cinsler için osteolojik verilere dayalı olarak daha ileri filogenetik çalışmaları için referans veri olarak kullanılabilir.



KAYNAKLAR

1. Birecikligil, S., “Seyhan, Ceyhan, Aşağı Fırat ve Asi nehir havzalarındaki *Alburnus* Rafinesque, 1820 (Teleostei: Cyprinidae) türlerinin morfolojik ve filogenetik analizi”, *Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Gaziantep, 2016.
2. Geldiay, R., Balık, S., “Türkiye Tatlısu Balıkları (II. Baskı)”, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları*, No: 16, İzmir, 2007.
3. Kottelat, M., Freyhof, J., “Handbook of European freshwater fishes”, Publications, Cornol, Berlin. 646 pp, 2007.
4. Mangıt, F., “*Alburnus* (Teleostei: Cyprinidae) cinsi üzerine morfometrik ve filogenetik araştırmalar”, *Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı*, Doktora Tezi, Ankara, 2014.
5. Faradonbe, M. Z., Eagderi, S., Moradi, M., “Patterns of Body Shape Variation in *Capoeta Gracilis* (Pisces: Cyprinidae) in Relation to Environmental Variables in Sefidrud River Basin, Iran”, *Journal of Applied Biological Sciences*, 9 (1), 36-42, 2015.
6. Serbestoğlu, A., “Yukarı Ceyhan Nehri ve Göksu Nehri (Seyhan)’nde Dağılım Gösteren *Garra Rufa* (Heckel, 1843)’nın Morfometrik ve Genetik Varyasyonları”, *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2019.
7. Mouludi-Saleh, A., Eagderi, S., Cicek, E., Sungur, S., “Morphological variation of Transcaucasian chub, *Squalius turcicus* in southern Caspian Sea basin using geometric morphometric technique”, *Biologia*, 75, 1585-1590, 2020.
8. Seçer, B., Mouludi-Saleh, A., Eagderi, S., Çiçek, E., Sungur, S., “Morphological flexibility of *Oxynoemacheilus seyhanensis* in different habitats of Turkish inland waters: A case of error in describing a populations as distinct species” *Iranian Journal of Ichthyology*, 7(3), 258-264, 2020.

9. Mafakheri, P., Eagderi, S., Farahmand, H., Mosavi-Sabet H., “Descriptive osteology of *Oxynoemacheilus kermanshahensis* (Bănărescu and Nalbant, 1966) (Cypriniformes, Nemacheilidae)”. *Croatian Journal of Fisheries*, online first, 221-238, 2016.
10. 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.
11. Kotlyar, A., “Osteology of *Sorosichthys ananassa* and its position in the systematics of Beryciform fishes (Beryciformes)”, *Journal of Ichthyology*, 32 (1), 29-40. 1992.
12. Sanford, C.P.J. “Salmonid fish osteology and phylogeny (Teleostei: Salmonoidei)” *A.R.G. Gantner Verlag KG Ruggell/Liechtenstein*, 265 pp, 2000.
13. Yabumoto, Y. “Osteology of the cyprinid fish, *Hemiculter leucisculus*” *Bull. Kitakyushu Mus. Nat. Hist. Hum. Hist., Ser. A*, 6, 33-48, March 31, 2008.
14. 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.*
15. 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.
16. Nikmehr, N., Eagderi S., Jalili, P., “Descriptive osteology of *Paracobitis persa* Freyhof, Esmaeili, Sayyadzadeh & Geiger, 2014, an endemic species from Kor River basin of Iran”, *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 3(2), 107-112, 2017.
17. 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.
18. Jalili, P., Eagderi S., Sabet, H.M. “Descriptive osteology of the endemic spined loach *Cobitis linea* from Iran”, *AACL Bioflux* 8(4), 526-534, 2015a.

19. Jalili, P., Eagderi S., Sabet, H.M., “Descriptive osteology of a spined loach, *Cobitis avicennae* from Iranian part of the Tigris basin”, *Iranian Journal of Ichthyology*, 2 (1), 53-60, 2015b.
20. 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”, *Bull. Iraq Nat. Hist. Mus.*, 13 (4), 51-62, 2015c.
21. 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.
22. Sungur, S., “*Oxynoemacheilus kosswigi* a junior synonym of *O. seyhanensis* (Teleostei: Nemacheilidae)” *Iranian Journal of Science and Technology. Transaction A, Science*, 44, 563–573, 2020. <https://doi.org/10.1007/s40995-020-00857-9>.
23. Hudgins, K.D., Joseph, W.R., “Comparative osteological structures of fish using *Enneacanthus* and *Lepomis gibbosus*” *Laboratory for Marine and Estuarine Research (La MER)*, 2020.
24. Çiçek, E., Birecikligil, S.S., Fricke, R., “Freshwater fishes of Turkey: A revised and updated annotated checklist”, *Biharean Biologist*, 9, 141–157, 2015.
25. Çiçek, E., Fricke, R., Sungur, S., Eagderi, E., “Endemic freshwater fishes of Turkey”, *FishTaxa*, 3 (4), 1-39, 2018
26. 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>.
27. Sungur, S., Jalili, P., Eagderi, S., “*Oxynoemacheilus ciceki*, new nemacheilid species (Teleostei, Nemacheilidae) from the Sultan Marsh, Kayseri Province, Turkey”. *Iranian Journal of Ichthyology*, 4 (4), 375-383, 2017.
28. Kaya, C., Turan, D., Bayçelebi, E., Kalaycı, G., Freyhof, J., “*Oxynoemacheilus cilicicus*, a new nemacheilid loach from the Göksu River in southern Anatolia (Teleostei: Nemacheilidae)”, *Zootaxa*, 4808 (2), 284-300, 2020.
29. 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.

30. Bănărescu, P.G., Nalbant, T.T., “A generical classification of Nemacheilinae with description of two new genera (Teleostei: Cypriniformes: Cobitidae)”, *Travaux du Muséum d’Histoire Naturelle Gr. Antipa*, 35, 429–496, 1995.
31. 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.
32. Sungur, S., Jalili, P., Eagderi, S., Çiçek, E., “*Seminemacheilus ahmeti*, a new species of Nemachelid from Sultan Marshes, Turkey”, *Fishtaxa*, 3 (2), 466-473, 2018.
33. Çiçek, E., “*Seminemacheilus dursunavsari*, a new nemachelid species (Teleostei: Nemacheilidae) from Turkey”, *Iranian Journal of Ichthyology*, 7, 68–77, 2020b. <https://doi.org/10.22034/iji.v7i1.494>.
34. Freyhof, J., Kaya, C., Turan, D., Geiger, M.F., “Review of the *Oxynoemacheilus tigris* group with the description of two new species from the Euphrates drainage (Teleostei: Nemacheilidae)”, *Zootaxa*, 4612 (1), 29-57, 2019.
35. Freyhof, J., Yogurtçuoğlu, B., Kaya, C., “*Oxynoemacheilus sarus*, a new nemacheilid loach from the lower Ceyhan and Seyhan in southern Anatolia (Teleostei: Nemacheilidae)”, *Zootaxa*, 4964 (1), 123-139, 2021.
36. Prokofiev, A.M., “Problems of the classification and phylogeny of Nemacheiline loaches of the group lacking the preethmoid I (Cypriniformes: Balitoridae: Nemacheilinae)”, *Journal of Ichthyology*, Vol. 49, No. 10, pp. 874–898, 2009.
37. Prokofiev, A.M., “Morphological classification of loaches (Nemacheilinae)”, *Journal of Ichthyology*, 50 (10), 827–913, 2010.
38. Berg, L.S., “Classification of fishes, both recent and fossil”, *Trav. Inst. Zool. Acad. Sci. USSR*, 5 (3), 87-345, 1940.
39. Mester-Bacescu, L., “The morphological comparative study of the shoulder girdle of the fishes belonging to the Cobitidae family from Rumania”, *Trav Mus Hist Nat ‘Gr Antipa’* 10, 251-272, 1970.
40. Eastman, J.T., “The caudal skeletons of Catostomid fishes”, *The American Midland Naturalist*, Vol. 103, No. 1, pp. 133-148, 1980.
41. Huysentruyt, F., Adriaens, D., “Descriptive osteology of *Corydoras aeneus* (Siluriformes: Callichthyidae)”, *Cybium*, 29 (3), 261-273, 2005.

42. 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.
43. 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.
44. 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.
45. Noroozei, M., Mousavi-Sabet, H., Eagderi, S. “Osteological study of *Paraschistura alta* (Nemacheilidae) from Sistan Basin, Southeast of Iran”, *Journal of Fisheries*, 71, 3 (3), 274-285, 2018.
46. 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), 245-249, 2020.
47. 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.
48. Yabe, M., “Comparative osteology and myology of the superfamily Cottoidea (Pisces: Scorpaeniformes), and its phylogenetic classification”, *Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ*, 32, 1-130, 1985.
49. 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.
50. 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.
51. Taylor, W.R., Van Dyke, G.C., “Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study”, *Cybium*, 9, 107-119, 1985.
52. Kuru, M., “Omurgalı Hayvanlar Sistematigi”, *Palme Yayıncılık*, 841 pp, Ankara, 2009.

53. Eagderi, S., Jouladeh-Roudbar, A., Jalili, P., Sayyadzadeh, G., Esmaili, H.R., “Taxonomic status of the genus *Cobitis* Linnaeus, 1758 (Teleostei: Cobitidae) in the southern Caspian Sea basin, Iran with description of a new species”, *FishTaxa*, 1, 48–61, 2017.
54. Santos, O., Castro, R.M.C., “Taxonomy of *Probolodus* Eigenmann, 1911 (Characiformes: Characidae) with description of two new species, and comments about the phylogenetic relationships and biogeography of the genus”, *Neotropical Ichthyology*, 12(2), 403-418, 2014.

