

Karadeniz'in Şile Kıyılarında Yaşayan *Mesogobius batrachocephalus* (Pallas, 1814) Türünün Pul Morfolojisinde Cinsiyete Bağlı Değişimlerin Tespiti

Seda KONTAŞ*^{ID}

Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümü, Fatsa, Ordu-Türkiye

*Sorumlu Yazar: sedakontas@gmail.com

Araştırma Makalesi

Geliş 20 Ekim 2020; Kabul 10 Ocak 2021; Basım 01 Eylül 2021.

Alıntılama: Kontaş, S. (2021). Karadeniz'in Şile Kıyılarında Yaşayan *Mesogobius batrachocephalus* (Pallas, 1814) Türünün Pul Morfolojisinde Cinsiyete Bağlı Değişimlerin Tespiti. *Acta Aquatica Turcica*, 17(3), 317-326. <https://doi.org/10.22392/actaqua.813114>

Özet

Bu çalışmanın amacı Karadeniz'in Şile kıyılarında yaşayan *Mesogobius batrachocephalus* türünün vücudunun farklı bölgelerinde bulunan pullarının morfolojik ve morfometrik özelliklerinin cinsiyete bağlı değişimlerini tespit etmektir. Bu çalışma kapsamında, toplam 32 birey ($n_{\text{♀}}=16$, $n_{\text{♂}}=16$) değerlendirilmiştir. Bireylerin minimum ve maksimum total boy ve ağırlıkları sırasıyla 17,6 - 27,7 cm ve 46,6 - 231,0 g aralığındadır. Farklı vücut bölgelerindeki pullar dişi ve erkek bireyler için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Pul boyutu ve pul şekli gibi morfolojik özellikler hem dişi-erkek bireyler hem de incelenen vücut bölgeleri arasında ayırt edici karakterler olarak belirlenmiştir. Diğer morfolojik özellikler (pul merkezinin pozisyonu, sirkuli, radii tipi, pulun rostral ve kaudal kenarı) ise hem dişi-erkek bireylerde hem de belirlenen bölgeler arasında benzer özellikler göstermektedir. *M. batrachocephalus* bireylerinin vücut bölgelerindeki pullar karşılaştırıldığında, dişi ve erkek bireylerdeki pulların morfometrik değerleri (genişlik, alan ve çevre) arasında 1. bölge, 4. bölge ve 5. bölge için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($P<0,05$). Bu çalışmada, *M. batrachocephalus* türünün pul morfolojisi ve morfometrisine ait bilgiler ilk defa sunulmuştur. Çalışma sonucunda dişi ve erkek bireylerin bu özellikler bakımından farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sebeple filogenetik çalışmalarda önemli yer tutan pul morfolojisi ve morfometrisinin, *M. batrachocephalus* türünün hem dişi hem de erkek bireylerinde ayrı ayrı değerlendirilmesinin gerektiği önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Mesogobius batrachocephalus*, morfometri, pul morfolojisi, Karadeniz, Şile

Determination of Gender-Based Changes in Scale Morphology of *Mesogobius batrachocephalus* (Pallas, 1814) Inhabiting the coast of Şile in Black Sea.

Abstract

This study aimed to determine the gender-related changes in the morphological and morphometric properties of the scales for *Mesogobius batrachocephalus* inhabiting Şile coast of the Black Sea. In this study, a total of 32 individuals ($n_{\text{♀}}=16$, $n_{\text{♂}}=16$) were evaluated. The minimum and maximum total length and weight of the fish samples were in the range of 17.6-27.7 cm and 46.6 - 231.0 g, respectively. The scales in different body regions were evaluated for female and male specimens separately. The morphological features such as scale size and scale shape were identified as distinguishing features between both female-male specimens and specified regions. The other morphological features (scale focus position, circuli, radii type, and the rostral and kaudal margin) of the scale were showed similar characteristics both in females-males and specified regions. When the scales in the body regions of *M. batrachocephalus* specimens were compared, the statistically significant differences were determined between the morphometric values (width, area, and perimeter) of females and males for 1., 4. and 5. Regions ($P<0.05$). In this study, data on scale morphology and morphometry of *M. batrachocephalus* was presented for the first time. As a result of the study, it was determined that female and male individuals differ in terms of these characteristics. For this reason, it is suggested that scale morphology and morphometry, which have an important place in phylogenetic studies, should be evaluated separately in both female and male individuals of *M. batrachocephalus*.

Keywords: *Mesogobius batrachocephalus*, morphometry, scale morphology, Black Sea, Şile

GİRİŞ

Balıkçılık biyolojisinde balıkların derileri üzerindeki sert ve yassı iskelet elemanları pul olarak adlandırılmaktadır (Bräger ve Moritz, 2016). Genel olarak pullar; plaka benzeri plakoid pullar, elmas şeklindeki ganoid pullar, ince, pürüzsüz, disk benzeri sikloid pullar ve kaudal kenarı boyunca küçük çıkıntılar taşıyan ktenoid pullar şeklinde sınıflandırılmaktadır (Casteel, 1976; Patterson vd., 2002).

Balıklarda pullar tipik olarak vücudun arkasından önüne doğru, ardından da dorsal ve ventral yönlü olarak yanlara doğru ilerleyen bir oluşum halindedir (Helfman vd., 1997; Motamedi vd., 2020).

Pullar, balığın vücudunda epidermis tabakasına gömülü halde bulunan, kalsiyum karbonat ve kolajen içeren aynı zamanda türlerin tanımlanmasında da yararlanılan yapılardır. Ktenoid ve sikloid pullar birçok çalışmada yararlı bir tayin aracı olarak kullanılmaktadır. Pullar, moleküler tekniklere kıyasla daha az maliyetli, tahribatsız, kullanıma uygun ve avcılarının sindirim sistemleri tarafından sindirilmelerinin zor olmasından dolayı tür tanımlama araçları olarak kullanılabilir uygun kemiksi yapılardır (Ibañez vd., 2007; Farinordin vd., 2017). Pul morfolojisi ise, 1833 yılından beri taksonomi ve sınıflandırma çalışmalarında kullanılmaya başlanmış olup ontogenetik analizler (Vignon, 2012) ve morfoloji (Jawad, 2005; Esmaeili vd., 2012; Farah-Ayuni vd., 2016) gibi birçok farklı çalışma için de faydalanılan yararlı birer araç olarak değerlendirilmiştir (Jawad ve Al-Jufaili, 2007). Örneğin, pulların morfolojik ve morfometrik özellikleri balık türlerinin ve populasyonlarının tanımlanmasında ve ayrımlarının yapılmasında tercih edilen yöntemlerden biridir (Kuusipalo, 2000; Khemiri vd., 2001; Esmaeili ve Gholami, 2011; Yedier vd., 2019). Su ortamında çeşitli sebeplere bağlı olarak bulunan ağır metaller (Lake vd., 2006) gibi kirliticiler pulların yapısı içerisinde birikmektedir ve bu sayede kirlilik üzerine yapılan çalışmalarda balıkların biyoindikatör olarak kullanılmasına da olanak sağlamaktadır (Johal ve Sawhney, 1999).

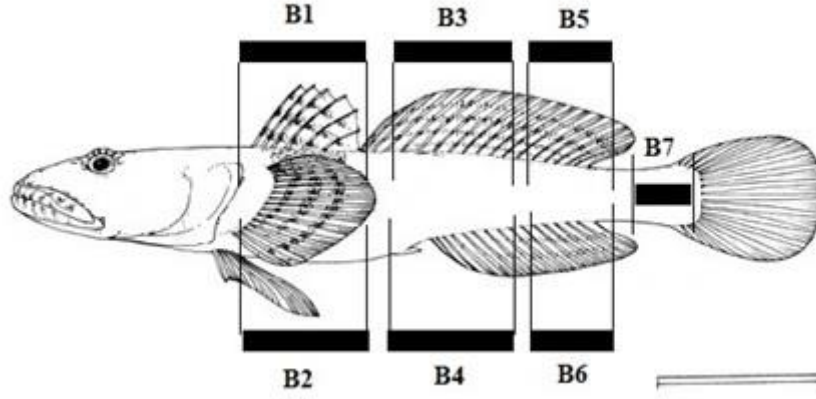
M. batrachocephalus türü Avrupa ve Asya'da Karadeniz, Azak Denizi ve Romanya kıyılarının bazı bölgelerinde yayılış göstermektedir (Froese ve Pauly, 2020). Bu tür genelde kıyı bölgelerde, haliçlerde, kum veya kayaların diplerinde acı ve tatlı su lagünleri gibi farklı habitatlarda yaşayabilmektedir. *M. batrachocephalus* türü ülkemizde yoğun olarak Karadeniz sularından rapor edilmesine rağmen türün aynı zamanda Marmara Denizi üzerindeki Haliç ve Unkapanı köprülerinin bulunduğu bölgeden avlandığı (Gökdaş, 2006) ve Marmara Denizi'nde (Bilecenoğlu vd., 2002; 2014) bulunduğu da bildirilmiştir. *M. batrachocephalus* türü ile ilgili yapılmış daha önceki çalışmalarda türün boy-ağırlık ilişkisi (Demirhan ve Can, 2007; Mihălcescu, 2011; Çalık ve Erdoğan Sağlam, 2017), beslenme ekolojisi (Rosca vd., 2010; Roşca ve Surugiu, 2010; Roşca ve Mânzu, 2011), biyokimyasal değerlendirmeleri (Sigacheva vd., 2020), enzim aktiviteleri (Rudneva vd., 2010), kan hücreleri (Soldatov ve Kukhareva, 2015), parazit-konakçı ilişkileri ve parazitolojik değerlendirmeleri (Okkay ve Özer, 2020; Okkay vd., 2020), taksonomisi (Stepien ve Tumeo, 2006) ve balıkçılıktaki durumu (Zarev vd., 2013) belirlenmiştir.

Literatür incelendiğinde, *M. batrachocephalus* türünün pul morfolojisi ile ilgili detaylı bir araştırmanın olmadığı tespit edilmiştir. Bu çalışmanın amacı, *M. batrachocephalus* türünün farklı vücut bölgelerindeki pullarının morfolojisini ayrıntılı olarak araştırmak ve cinsiyete bağlı morfolojik değişimlerin varlığını belirlemektir. Bu nedenle, bu çalışmada Şile kıyılarında yaşayan *M. batrachocephalus* türünün 7 vücut bölgesine ait pulların morfolojileri ve morfometrik özelliklerinin hem dişi hem de erkek bireylerde incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, çalışma kapsamında farklı vücut bölgelerindeki pulların 4 morfometrik ve 9 morfolojik özelliği de tespit edilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

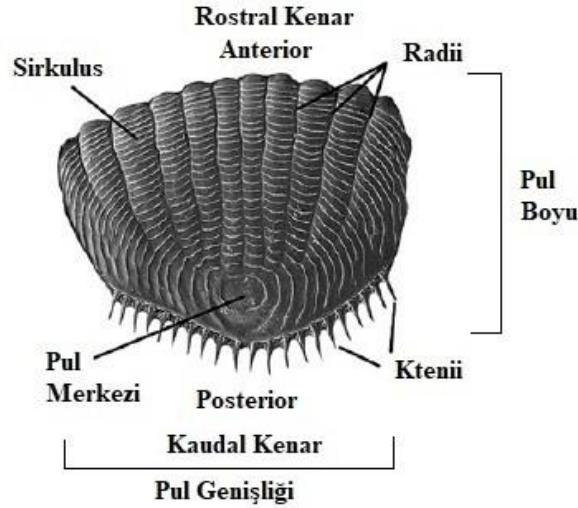
Bu çalışmada, Şile kıyılarında yayılış gösteren 32 adet *Mesogobius batrachocephalus* bireyi yerel balıkçılarla koordineli bir çalışmanın sonucunda temin edilmiştir. Laboratuvara getirilen balık örnekleri analizlere kadar dondurucuda saklanmıştır. Balık örneklerinin total (TB) ve standart (SB) boyları $\pm 0,1$ cm, ağırlıkları ise $\pm 0,01$ g hassasiyetle ölçülüp kataloglara kaydedilmiştir.

Örneklerin diseksiyonlarından önce *M. batrachocephalus* bireylerinin üzerinde 7 adet bölge belirlenmiş ve bu bölgelerdeki pullar değerlendirilmiştir (Şekil 1). Balık bireyleri üzerindeki bölgeler şu şekilde belirlenmiştir: 1. bölge (B1; yanal çizginin üzeri ile I. dorsal yüzgecin altında kalan bölgedir), 2. bölge (B2; yanal çizginin altında ve B1 bölgesine karşılık gelecek ventral yüzgecin gerisindeki bölgedir), 3. bölge (B3; yanal çizginin üzeri ile II. dorsal yüzgecin ilk yarısı altında kalan bölgedir), 4. bölge (B4; yanal çizginin altı ile anal yüzgecin ilk yarısı üzeri arasında kalan bölgedir), 5. bölge (B5; yanal çizginin üzeri ile II. dorsal yüzgecin son yarısı altında kalan bölgedir), 6. bölgesi (B6; yanal çizginin altı ile anal yüzgecin son yarısı üzeri arasında kalan bölgedir), 7. bölge (B7; kaudal pedünkül bölgesidir) (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma kapsamında *M. batrachocephalus* üzerinde belirlenen vücut bölgeleri (Froese ve Pauly, 2020'den değiştirilerek hazırlanmıştır.)

Pullar vücudun sol tarafından ve belirlenen her bir bölgeden 8 adet olacak şekilde dikkatlice ayrılmıştır (her birey için 56 pul). Her bölgeden pul örnekleri ayrı ayrı distile su içerisinde yıkanmış, ardından üzerindeki mukus ve pigmentlerden temizlenmesi amacıyla % 3'lük NaOH çözeltisinde 24 saat bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda her bir bölgenin pulları çözeltiden çıkarılarak, tekrar distile su içerisinde yıkanmıştır. Daha sonra pullar 30 dakika % 96'lık etil alkolde bekletilmiş ve kenarları kıvrılmayacak şekilde dikkatlice lamalar üzerine dizilerek pul preparatları hazırlanmıştır (Chugunova, 1963). Her bir bireyin vücut bölgelerine ait pullar stereo mikroskop altında x1,6 büyütmede incelenerek, S8APO kamera sistemi bağlı Leica marka mikrokopta Leica Ver. 3.7.0 yazılımı kullanılarak fotoğraflanmış ve pullar üzerinde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Jaward 2005'e göre düzenlenmiş ktenoid pul yapısı Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Genel ktenoid pul yapısı

7 vücut bölgesinde ayrı ayrı incelenen pullar merkezlerinin çevresinde circuli halkalarına sahiptir. Vücut rengine göre karakteristik bir renklenme de görülmektedir. Karşılaştırmalar için, her bölgeden referans bir pul belirlenmiştir. Her pul için aşağıda belirtilen ölçümler kaydedilmiş ve analizler gerçekleştirilmiştir:

(1) morфометrik ölçümler; pul boyu (mm), pul genişliği (mm), pul alanı (mm²) ve pul çevresi (mm);

(2) morfolojik karakterler; pul tipi, pul boyutu, pul şekli, pul merkezinin pozisyonu, sirkuli görünüşü, radii yerleşimi, pulun rostral ve kaudal kenar özellikleri.

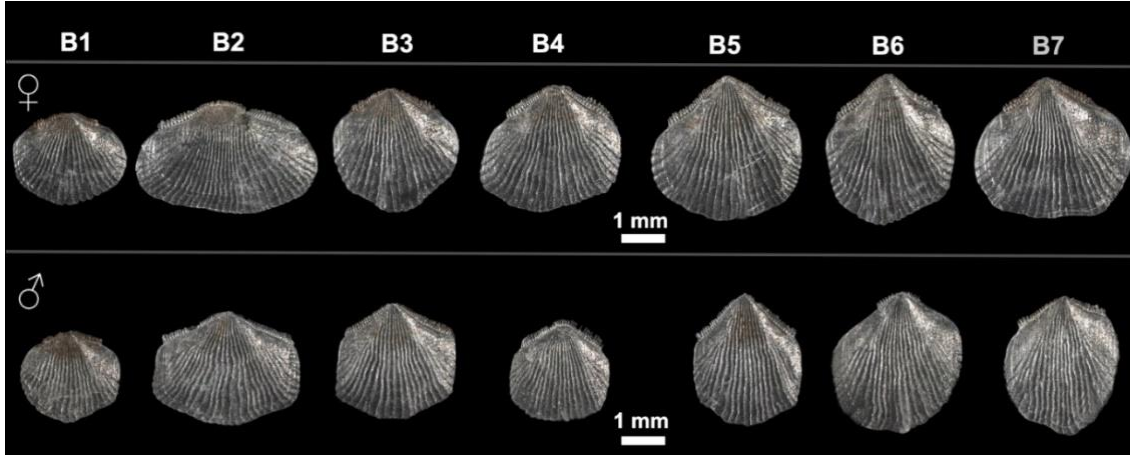
Balık örneklerinin diseksiyonları esnasında dişi ve erkek bireyler tespit edilmiştir. Dişi ve erkek bireylerin boy ve ağırlıkları arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığı t-testi yardımıyla araştırılmıştır. Boy ve ağırlık değerleri arasında fark olduğundan ($P<0,05$) bireylere ait pulların morfolojik tayinleri ve morfometrik hesaplamaları dişi, erkek ve tüm bireyler için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, dişi ve erkek bireylerin aynı vücut bölgelerinde taşıdıkları pullarının morfometrik değerleri arasındaki istatistiksel farkın varlığı da t-testi kullanılarak araştırılmıştır.

BULGULAR

Bu çalışmada 32 adet *M. batrachocephalus* (♀, n = 16; ♂, n = 16) bireyi değerlendirilmiştir. Balıkların minimum ve maksimum total boyları sırasıyla dişi bireyler için 18,9-27,7 cm ve erkek bireyler için 17,6-22,2 cm; minimum ve maksimum ağırlıkları ise dişi bireyler için 61,20-231,00 g ve erkek bireyler için 46,60-70,20 g aralığında değişmektedir. Dişi ve erkek bireylerin boy ($P<0,05$) ve ağırlıkları ($P<0,05$) arasında t testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Bu nedenle bireyler hem dişi ve erkek bireyler olarak ayrı ayrı hem de tüm bireyler olarak değerlendirilmiştir.

M. batrachocephalus bireyleri üzerinde belirlenen 7 vücut bölgesi Şekil 1'de gösterilmiştir. Toplamda tüm bireyler için 1792 adet pul (♀: 896 adet ve ♂: 896 adet) analiz edilmiştir. Bölgelerden seçilen pulların genel görünüşleri dişi ve erkek bireyler için ayrı ayrı Şekil 3'te sunulmuştur. *M. batrachocephalus* bireylerinin vücut bölgeleri üzerindeki pullar ktenoid tiptedir (Şekil 2; Tablo 1). Pulların bölgelere ve cinsiyete göre farklı büyüklük ve morfolojide olduğu dikkati çekmektedir. Farklı vücut bölgelerinde gözlemlenen pulların sahip olduğu şekiller diskoidal, eliptik, sirkular, kordat ve hegzagonal olarak değişiklik göstermektedir. Ayrıca dişi ve erkek bireylerde B2 ve B3 bölgeleri pullarının da birbirinden morfolojik olarak farklı olduğu göze çarpmaktadır (Şekil 3, Tablo 1). Pul merkezi tüm vücut bölgelerinde posterior kısımda olup, pullarda sirkuli hem dişi hem de erkek bireylerde belirgindir. Yalnızca B3 ve B4 bölgelerindeki bazı pullarda sirkuli düzeninin pullardaki absorpsiyon ve rejenerasyondan dolayı bozulmuş olduğu gözlemlenmiştir. Pulların radii tipi de dişi ve erkek bireylerde primer ve sekonder olarak karakterize edilmiştir (Şekil 3). Pulların rostral kenarı hem dişi hem de erkek bireylerde taraklı olarak gözlenmiştir. Pulların kaudal kenarı ise tüm vücut bölgelerinde periferik kteni tiptedir (Tablo 1, Şekil 3).

Belirlenen farklı vücut bölgelerine ait pulların morfometrik karakterleri olan boy, genişlik, alan ve çevre değerleri dişi, erkek ve tüm bireyler için Tablo 2'de sunulmuştur. Dişi ve erkek bireylerin t testi ile değerlendirilen farklı vücut bölgelerine ait pulları arasında bazı vücut bölgelerinde anlamlı farklar olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$) (Tablo 2). Buna göre, dişi ve erkek bireylerin B1 pullarının genişlik, alan ve çevre değerleri arasında ($P<0,05$); B4 pullarının boy, genişlik, alan ve çevre değerleri arasında ($P<0,05$); B5 pulların da ise genişlik, alan ve çevre değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu ($P<0,05$) tespit edilmiştir. B1 pullarının dişi ve erkek bireylerine ait ortalama genişlik değerleri sırasıyla $2,471 \pm 0,074$ mm ve $2,167 \pm 0,064$ mm; ortalama alan değerleri $3,912 \pm 0,172$ mm² ve $3,223 \pm 0,172$ mm² ve ortalama çevre değerleri $7,464 \pm 0,183$ mm ve $6,706 \pm 0,179$ mm olarak belirlenmiştir ($P<0,05$). B4 pullarının dişi ve erkek bireylerinde ölçülen ortalama boy değerleri sırasıyla $2,609 \pm 0,045$ mm ve $2,383 \pm 0,055$ mm; ortalama genişlik değerleri $2,939 \pm 0,157$ mm ve $2,580 \pm 0,062$ mm; ortalama alan değerleri $5,978 \pm 0,422$ mm² ve $4,674 \pm 0,185$ mm²; ortalama çevre değerleri $9,106 \pm 0,324$ mm ve $8,081 \pm 0,156$ mm şeklindedir ($P<0,05$). B5 pullarının dişi ve erkek bireylerine ait ortalama genişlik değerleri sırasıyla $2,732 \pm 0,103$ mm ve $2,392 \pm 0,056$ mm; ortalama alan değerleri $5,872 \pm 0,313$ mm² ve $4,950 \pm 0,218$ mm² ve ortalama çevre değerleri $9,124 \pm 0,224$ mm ve $8,400 \pm 0,188$ mm olarak tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Tablo 2).



Şekil 3. Dişi ve erkek bireylerin vücut bölgelerine ait pulların genel görünümü

Tablo 1. Bölgelere göre pulların morfolojik karakterleri

Morfolojik Karakterler	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
Pul Tipi	♀ Ktenoid	Ktenoid	Ktenoid	Ktenoid	Ktenoid	Ktenoid	Ktenoid
	♂ Ktenoid	Ktenoid	Ktenoid	Ktenoid	Ktenoid	Ktenoid	Ktenoid
Boyut	♀ Orta	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük	Orta	Büyük
	♂ Orta	Büyük	Büyük	Orta	Orta	Orta	Orta
Şekil	♀ Diskoidal	Eliptik	Dairesel	Kordat	Kordat	Kordat	Kordat
	♂ Diskoidal	Kordat	Hekzagonal	Kordat	Kordat	Kordat	Kordat
Pul merkezinin pozisyonu	♀ Posterior	Posterior	Posterior	Posterior	Posterior	Posterior	Posterior
	♂ Posterior	Posterior	Posterior	Posterior	Posterior	Posterior	Posterior
Sirkuli	♀ Belirgin	Belirgin	Belirgin/ Bozulmuş	Belirgin/ Bozulmuş	Belirgin	Belirgin	Belirgin
	♂ Belirgin	Belirgin	Belirgin/ Bozulmuş	Belirgin/ Bozulmuş	Belirgin	Belirgin	Belirgin
Radii Tipi	♀ Primer Sekonder	Primer Sekonder	Primer Sekonder	Primer Sekonder	Primer Sekonder	Primer Sekonder	Primer Sekonder
	♂ Primer Sekonder	Primer Sekonder	Primer Sekonder	Primer Sekonder	Primer Sekonder	Primer Sekonder	Primer Sekonder
Rostral kenar	♀ Taraklı	Taraklı	Taraklı	Taraklı	Taraklı	Taraklı	Taraklı
	♂ Taraklı	Taraklı	Taraklı	Taraklı	Taraklı	Taraklı	Taraklı
Kaudal kenar	♀ Periferal kteni	Periferal kteni	Periferal kteni	Periferal kteni	Periferal kteni	Periferal kteni	Periferal kteni
	♂ Periferal kteni	Periferal kteni	Periferal kteni	Periferal kteni	Periferal kteni	Periferal kteni	Periferal kteni

Tablo 2. *M. batrachocephalus*'un dişi, erkek ve tüm bireyleri üzerinde belirlenen 7 vücut bölgesinin pullarına ait ortalama değerler (Ort. ± SH)

Bölge	Morfometrik Değerler	♀	♂	♀ + ♂
B1	L, mm	2,080 ± 0,047	1,942 ± 0,059	2,011 ± 0,039
	W, mm	2,471 ± 0,074*	2,167 ± 0,064*	2,319 ± 0,055
	A, mm ²	3,912 ± 0,172*	3,223 ± 0,172*	3,567 ± 0,135
	P, mm	7,464 ± 0,183*	6,706 ± 0,179*	7,085 ± 0,143
B2	L, mm	2,156±0,083	2,331±0,084	2,243 ± 0,060
	W, mm	3,195±0,245	3,005±0,084	3,100 ± 0,128
	A, mm ²	5,417±0,589	5,245±0,326	5,331 ± 0,332
	P, mm	8,786±0,546	8,682±0,267	8,734 ± 0,299
B3	L, mm	2,506±0,068	2,351±0,072	2,428 ± 0,050
	W, mm	2,605±0,112	2,536±0,114	2,570 ± 0,078
	A, mm ²	4,959±0,294	4,532±0,295	4,746 ± 0,208
	P, mm	8,269±0,247	7,992±0,254	8,131 ± 0,176
B4	L, mm	2,609±0,045*	2,383±0,055*	2,496 ± 0,040
	W, mm	2,939±0,157*	2,580±0,062*	2,760 ± 0,089
	A, mm ²	5,978±0,422*	4,674±0,185*	5,326 ± 0,255
	P, mm	9,106±0,324*	8,081±0,156*	8,593 ± 0,199
B5	L, mm	2,938±0,074	2,782±0,068	2,860 ± 0,051
	W, mm	2,732±0,103*	2,392±0,056*	2,562 ± 0,065
	A, mm ²	5,872±0,313*	4,950±0,218*	5,411 ± 0,205
	P, mm	9,124±0,224*	8,400±0,188*	8,762 ± 0,158
B6	L, mm	2,918±0,100	3,033±0,071	2,975 ± 0,061
	W, mm	2,824±0,120	2,699±0,072	2,761 ± 0,069
	A, mm ²	6,265±0,399	6,199±0,267	6,232 ± 0,236
	P, mm	9,379±0,289	9,318±0,197	9,348 ± 0,172
B7	L, mm	2,740±0,078	2,896±0,097	2,820 ± 0,063
	W, mm	2,782±0,177	2,482±0,080	2,627 ± 0,097
	A, mm ²	5,748±0,523	5,310±0,352	5,522 ± 0,309
	P, mm	8,922±0,383	8,683±0,276	8,799 ± 0,231

*: P<0,05. A; alan, P; çevre, L; boy, W; genişlik, Ort.; ortalama, SH; standard hata.

TARTIŞMA ve SONUC

Bu çalışmada, pulların morfolojik ve morfometrik özelliklerini tanımlamak ve varolan farklılıkları cinsiyet düzeyinde belirlemek hedeflenmiştir. Bu kapsamda *M. batrachocephalus* türünün pul morfolojisinin ve pul morfometrisinin vücudun çeşitli bölgelerine ve cinsiyete göre değişimi incelenmiştir. Bu çalışma, Karadeniz'in Şile kıyılarında yaşayan bu türün pul morfolojisi ve pul morfometrisini belirlemeye yönelik yapılmış ilk çalışmadır. *M. batrachocephalus* türünün pulları incelendiğinde, türün pulları üzerinde "kteni" adı verilen ve ayrı ayrı dikenler şeklinde yapılar bulunduran ktenoid pullara sahip olduğu görülmektedir. Türün sahip olduğu ktenoid pulların türü ise, kaudal kenarında tek sıra veya bazen alternatif bir sıra daha küçük ikincil dikenler (ktenii) taşıyan "periferal ktenii" dir (Şekil 3, Tablo 1).

Pulun yüzeyinde, anterior bölgenin kenarı rostral, posterior bölgenin kenarı ise kaudal olarak isimlendirilmektedir (Jawad, 2005). *M. batrachocephalus*'da rostral kenar her iki eşeyde de taraklı bir yapıya sahiptir. Kaudal kenar tipi periferal ktenii olup *Gobius bucchichi* ve *Gobius paganellus* türleriyle benzer özellik göstermektedir (Bräger ve Moritz, 2016).

Balıkların farklı vücut bölgelerinde bulunan pulların morfometrik karakterlerinin ve morfolojilerinin belirlenmesi önemlidir. Bunun nedeni, pulların farklı vücut bölgelerinde farklı şekil ve özelliklere sahip olabilmeleri ve türler arasında taksonomik açıdan ayırımı sağlanmasında faydalı olabilecek bazı ayırt edici karakterlere sahip olmasıdır (Kontaş vd., 2020). Bu karakterlerden bazıları

türden türe değişen pulların tipleri, ölçüleri, yarıçap düzenleri, sirkuli ve merkez pozisyonlarıdır. Bu ayırt edici karakterler balık türlerini (Harabawy vd., 2012), yaşlarını (Esmaceli vd., 2007) ve cinsiyetlerini (Ganzon vd., 2012) tanımlamak için kullanılabilir (Farinordin vd., 2017). Farklı balık türlerinde pullar farklı şekil ve karakterlerde olabilirler (Jawad ve Al-Jufaili, 2007). Genel olarak *G. buccichi* türünün pul şeklinin tam dairesel ile çanak şekline yakın diskoidal aralığında olduğu, *G. paganellus* türünün ise dairesel ve oval şekiller arasında değiştiği bildirilmiştir (Bräger ve Moritz, 2016). *M. batrachocephalus* türünün pul morfolojisi dişi ve erkek bireylerde bölgelere göre ayrı ayrı değerlendirildiğinde, B2 bölgesinde dişi bireylerde eliptik, erkek bireylerde kordat tip pul bulunmaktadır. Aynı şekilde, B3 bölgesinde dişi bireylerin dairesel, erkek bireylerin ise hegzagonal pul morfolojisine sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 3, Tablo 1). B1, B4, B5, B6 ve B7 bölgelerinde ise pul morfolojileri dişi ve erkek bireylerde aynı tiptedir (Şekil 3). Eliptik, dikdörtgen, beşgen, dikdörtgen, kare, üçgen ve sikloid gibi çeşitli türlerde pul morfolojilerinin olduğu Jawad (2005)'ın yaptığı bir çalışmada bildirilmiştir. Ktenoid pullara sahip bir balık türü olan *Saurida tumbil*'in pullarının da uzun, oblong, dikdörtgen ve kare olarak farklı morfolojide oldukları rapor edilmiştir (Jawad ve Al-Jufaili, 2007). Başka bir araştırmacının ktenoid pullara sahip *Upeneus vittatus* türünde her iki cinsiyet için pul tiplerini araştırdığı çalışmasında ise, bireylerin pullarının farklı vücut bölgelerinde dikdörtgen, kare, üçgen ve oblong gibi farklı morfolojilere sahip olduğu ve bu morfolojik farklılıkların dişi ve erkek bireyler arasında da gözlemlendiği tespit edilmiştir (Matondo vd., 2010). Bu çalışmada pul morfolojisi araştırılan *M. batrachocephalus* türünde ise diskoidal, eliptik, dairesel, kordat ve hegzagonal gibi farklı pul morfolojileri hem dişi hem de erkek bireylerde olduğu dikkat çekicidir. Literatürde bazı balık türlerinin vücut bölgelerindeki pul morfolojilerinde farklılıklar olabileceği bildirilmiştir (Jawad, 2005). Bu durum hem *U. vittatus*'un (Matondo vd., 2010) hem de *M. batrachocephalus*'un her iki eşeyinde de gözlemlenmiştir.

Pulun merkez noktası, ontogenez esnasında pulun ilk gelişen kısmıdır. Pul üzerindeki merkezin konumu, her bir türün yaşamı boyunca aynı kalmaktadır (Liu ve Shen, 1991; Jawad, 2005; Matondo vd., 2010). *M. batrachocephalus* türünün dişi ve erkek bireylerinde pul merkezinin konumu posterior bölgededir. Benzer şekilde *S. tumbil* bireylerinde de pul merkezi pozisyonunun posterior bölgede olduğu bildirilmiştir (Jawad ve Al-Jufaili, 2007). Yapılan bir çalışmada, *U. vittatus* türünün çeşitli vücut kısımlarındaki pullarının merkezinin genellikle ortada veya hafif posterior kısma doğru olduğu ve belirlenen her bölgede her iki eşey için pul merkezinin konumunun aynı olduğu belirlenmiştir (Matondo vd., 2010). Bu durum *M. batrachocephalus* eşeylerinde de benzer şekildedir. Yani belirtilen türler için pul merkezinin pozisyonu açısından dişi ve erkek bireyler arasında belirgin bir fark bulunmamaktadır. *M. batrachocephalus* türünde tespit edilen posterior konumlu merkez noktasının sebebi, muhtemelen anterio-posterior yönlü bir pul büyümesinden ziyade pulun lateral yönde büyümesine bağlı olabileceği bildirilmiştir (Roberts, 1993; Jawad, 2005; Matondo vd., 2010).

Yaşam süreçleri içerisinde balıkların kemiksi yapılarındaki büyümeler ritmik olarak gerçekleşir ve bu durum sirkulus denilen büyüme halkalarının oluşmasına ve kemiksi yapıların dış yüzeyinde görünmesine izin verir (Ottaway, 1978). *M. batrachocephalus* bireylerinin pulları üzerinde bulunan sirkuluslar belirgin ve bozulmuş olarak iki farklı şekilde gözlemlenmiştir. 3. ve 4. Bölge pullarında ise rejenerasyon ve absorpsiyon olduğu da tespit edilmiştir. Bu durum sirkulusların devamlılığını bozmaktadır (Tablo 1). Sirkuluslarda gözlemlenen bu bozulmalar, sıcaklık değişimi, yumurtlama zamanı, göç, besinden mahrum kalma, büyüme gibi çevresel ve biyolojik faktörlere maruz kalmasından kaynaklanıyor olabilir (Bostancı ve Polat, 2008; Matondo vd., 2010).

Deniz türleri yanında tatlı su balık türleri için de pullarla ilgili yapılmış çalışmalar mevcuttur. Farinordin vd. (2017), Cyprinidae, Channidae, Nandidae familyalarına ait 17 tür için pul morfolojisini ve morfometrisini belirleyerek, türler-arası ayrımlarda kullanılacak bir anahtar oluşturmuşlardır. Matondo vd. (2012) *Glossogobius aureus* (Gobiidae), Yedier vd. (2016) *Garra rufa* (Cyprinidae), Farah-Ayuni vd. (2016) *Barbonymus schwanenfeldii*, *B. gonionotus*, *Barbodes binotatu*, *Cyclocheilichthys apagon*, *Cyprinus carpio*, *Hypsibarbus wetmorei*, *Hampala macrolepidota*, *Labeo rohita*, *Rasbora sumatrana* ve *Osteochilus vittatus* (Cyprinidae), Kontaş vd. (2020) *Cyprinion macrostomum* (Cyprinidae) türlerinde pul morfolojilerini araştırmışlardır.

Balıkların sınıflandırılmasında pul morfolojisinin değeri uzun zaman önce kabul edilmiş (Hughes, 1981), balıkların pul morfolojisi üzerine yapılan önceki araştırmalar, balık sistematiği için değerli bilgiler sağlamıştır (Jawad, 2005; Matondo vd., 2012; Yedier vd., 2016). *M. batrachocephalus* türü kullanılarak yapılan bu çalışmanın, ileride diğer deniz türleriyle yapılacak çalışmalar için bir kaynak

oluşturacağı düşünülmektedir. İncelenen morfolojik ve morfometrik karakterlerin sonuçları, *M. batrachocephalus* türünün sistematigi üzerine ileride çalışma yapacak araştırmacılara türe özgü ek morfolojik veriler sunmaktadır. Dişi ve erkek bireylerin pul morfolojileri ve morfometrileri arasında farklılıklar olabileceğinden dolayı, bu özelliklerin her iki eşey bakımından ayrı ayrı değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışma, pul morfolojisi ve morfometrisi üzerine ileride yapılacak araştırmalarda deniz türlerinin pul morfolojilerinin tanımlanması, morfometrik değerlerinin saptanması, Karadeniz, Marmara Denizi, Ege Denizi ve Akdeniz'deki balık türleri için bu bilgiler ışığında atlasların hazırlanarak türler hakkında daha kapsamlı bilgiler sağlanmasına katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Bilecenoğlu, M., Taskavak, E., Mater, S., & Kaya, M. (2002). Checklist of the marine fishes of Turkey. *Zootaxa*, 113, 1-194.
- Bilecenoğlu, M., Kaya, M., Cihangir, B., & Çiçek, E. (2014). An updated checklist of the marine fishes of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 38, 901-929.
- Bostancı, D., & Polat, N. (2008). Balıkların yaş tayininde kullanılan kemiksi yapılarıdaki halka özellikleri. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 2(2):,107-113.
- Bräger, Z., & Moritz T. (2016). A scale atlas for common Mediterranean teleost fishes. *Vertebrate Zoology*, 66(3), 275-386.
- Casteel, R.W. (1976). The scales of the native freshwater fish families of Washington. *Northwest Science*, 47(4), 230-238.
- Chugunova, L.P. (1963). *Age growth studies in Fish National Science Foundation*, 132s, Washington.
- Çalık, S., & Erdoğan Sağlam, N. (2017). Length-weight relationships of demersal fish species caught by bottom trawl from Eastern Black Sea (Turkey). *Cahiers de Biologie Marine*, 58, 485-490.
- Demirhan, S. A., & Can, M. F. (2007). Length-weight relationships for seven fish species from the southeastern Black Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 23, 282-283.
- Esmaili, H.R., Hojat Ansari, T., & Teimori, A. (2007). Scale structure of a cyprinid fish; *Capoeta damascina* (Valenciennes in Cuvier and Valenciennes, 1842) using scanning electron microscope (SEM). *Iranian Journal of Science & Technology*, 31(A3), 255-262.
- Esmaili, H.R., & Gholami, Z. (2011). Scanning electron microscopy of the scale morphology in Cyprinid fish, *Rutilus frisii kutum* Kamenskii, 1901 (Actinopterygii: Cyprinidae). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 10(1), 155-166.
- Esmaili, H.R., Gholamifard, A., Zarei, N., & Arshadi, A. (2012). Scale structure of a cyprinid fish, *Garra rossica* (Nikol'skii, 1900) using scanning electron microscope (SEM). *Iranian Journal of Science and Technology*, 36(4), 487-492.
- Farah-Ayuni, F., Muse, A.O., Samat, A., & Shukor, M.N. (2016). Comparative scale morphologies in common freshwater fishes of Peninsular Malaysia—A case study. *AIP Conference Proceedings* 1784, 060012.
- Farinordin, F. A., Nilam, W. S. W., Husin, S. M., Samat, A., & Nor, S. M. D. (2017). Scale Morphologies of Freshwater Fishes at Tembat Forest Reserve, Terengganu, Malaysia. *Sains Malaysiana*, 46(9), 1429-1439.
- Froese, R. & Pauly, D. (2020). FISHBASE, <http://www.fishbase.org/summary/Mesogobius-batrachocephalus.html>, 07.09.2020
- Ganzon, M.A.M., Torres, M.A.J., Gorospe, J.J., & Demayo, C.G. (2012). Variations in scale morphology between sexes of the spotted barb, *Barbodes binotatus* (Valenciennes, 1842) (Actinopterygii: Cyprinidae). *The Second International Conference on Environment and Bioscience (ICEBS 2012)*, 44, 80-84.
- Gökdaş, R. (2006). *Haliç'te Rehabilitasyon Çalışmaları Sonrası Mevcut Su Ürünleri*. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, Sakarya, 92s.
- Harabawy, A.S.A., Mekkawy, I.A.A., & Alkaladi, A. (2012). Identification of three fish species of genus *Plectorhynchus* from the Red Sea by their scale characteristics. *Life Science Journal*, 9(4), 4472-4485.
- Helfman, G.S., Collette, B.B., & Facey, D.E. (1997). *The Diversity of Fishes*. Blackwell Science, Inc., Malden, MA.
- Hughes, D.R. (1981). Development and organization of the posterior field of ctenoid scales in the Platycephalidae. *Copeia*, 3, 596-606.
- Ibañez, A.L., Cowx, I.G., & O'Higgins, P. (2007). Geometric morphometric analysis of fish scales for identifying genera, species and local populations within Mugilidae. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 64, 1091-1100.
- Jawad, L. A., & Al-Jufaili, S. M. (2007). Scale morphology of greater lizardfish *Saurida tumbil* (Bloch, 1795) (Pisces: Synodontidae). *Journal of Fish Biology*, 70, 1185-1212.

- Jawad, L.A. (2005). Comparative scale morphology and squamation patterns in triplefins (Pisces: Teleostei: Perciformes: Tripterygiidae). *Tuhinga*, 16, 137–168.
- Johal, M.S., & Sawhney, A.K. (1999). Mineral profile of focal and lepidontal regions of the scale of *Channa punctatus* as pollution indicator. *Pollution Research*, 18, 285–287.
- Khemiri, S., Meunier, F.J., Laurin, M., & Zylberberg, L. (2001). Morphology and structure of the scales in the Gadiformes (Actinopterygii: Teleostei: Paracanthopterygii) and a comparison to the elasmoid scales of other Teleostei. *Cahiers de Biologie Marine*, 42(4), 345–362.
- Kontaş, S., Yedier, S., & Bostancı, D. (2020). Otolith and scale morphology of endemic fish *Cyprinion macrostomum* in Tigris–Euphrates Basin. *Journal of Ichthyology*, 60(4), 562–569.
- Kuusipalo, L. (2000). Evolutionary inferences from the scale morphology of Malawian Chichlid Fishes. *Advances in Ecological Research*, 31, 377–397.
- Lake, J.L., Ryba, S.A., Serbst, J.R., & Libby, A.D. (2006). Mercury in fish scales as an assessment method for predicting muscle tissue mercury concentrations in largemouth bass. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 50, 539–544.
- Liu, C.H., & Shen, S. C. (1991). Lepidology of the mugilid fishes. *Journal of Taiwan Museum*, 44, 321–357.
- Matondo, D.-A. P., Torres, M. A. J., Tabugo, S. R. M., & Demayo, C. G. (2010). Describing variations in scales between sexes of the yellowstriped goatfish, *Upeneus vittatus* (Forskål, 1775) (Perciformes: Mullidae). *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*, 2(1), 37–50.
- Matondo, D.-A. P., Torres, M. A. J., Gorospe, J. G., & Demayo, C. G. (2012). Describing scale shapes of the male and female *Glossogobius aureus* Akihito and Meguro, 1975 from Tumaga River, Zamboanga City, Philippines. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*, 4(1), 47–58.
- Mihălcescu, A. M. (2011). Biometrics, sex structure and length-weight correlation analyzes on some *Gobies* species populations (Pisces Gobiidae) from Romanian coastal waters. *Ovidius University Annals of Natural Sciences, Biology – Ecology Series*, 15, 27–35.
- Motamedi, M., Teimori, A., Amiri, V., & Hesni, M. A. (2020). Characterization of age-dependent variability in the flank scales of two scorpaeniformes fishes by applying light and scanning electron microscopy imaging. *Micron*, 128, 102778.
- Okkay, S., & Özer, A. (2020). New locality and host record of some Myxozoan parasite species (Cnidaria) off Turkish coast of the Black Sea. *Acta Zoologica Bulgarica*, 72(1), 123–130.
- Okkay, S., Gürkanlı, C. T., Çiftçi, Y., Yurakhno, V., & Özer, A. (2020). Morphological and molecular descriptions of *Sphaeromyxa sevastopoli* (Cnidaria) from host fishes from Sinop on the Black Sea coast. *Parasitology Research*, 119, 2463–2471.
- Ottaway, E.M. (1978). Rhythmic growth activity in fish scales. *Journal of Fish Biology*, 12, 615–623.
- Patterson, R.T., Wright, C., Chang, A.S., Taylor, L.A., Lyons, P.D., Dallimore, A., & Kumar, A. (2002). Atlas of common squamatological (fish scale) material in coastal British Columbia and an assessment of the utility of various scale types in paleofisheries reconstruction. *Palaeontologia Electronica*, 4, 1–88.
- Roberts, C. D. (1993). Comparative morphology of spined scales and their phylogenetic significance in the Teleostei. *Bulletin of Marine Science*, 52, 60–113.
- Rosca, I., Novac, A. & Surugiu, V. (2010). Feeding selectivity of some benthic fish from the rocky bottom of the Romanian Black Sea coast (Agigea Area). *Rapports Et Procès-verbaux Des Réunions Commission Internationale Pour L'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*, 39, 648.
- Roşca, I., & Surugiu, V. (2010). Feeding ecology of some benthic fish species from the Romanian Black Sea coast (Agigea-Eforie Nord Area). *Analele Ştiinţifice ale Universităţii „Al. I. Cuza” Iaşi, s. Biologie animală*, Tom LVI, 249–256.
- Roşca, I., & Mânzu, C. C. (2011). Feeding ecology of knout goby (*Mesogobius batrachocephalus* Pallas, 1814) from the Romanian Black Sea (Agigea – Eforie Nord area). *AAFL Bioflux*, 4(2), 123–129.
- Rudneva, I. I., Kuzminova, N. S., & Skuratovskaya, E. N. (2010). Glutathione-S-Transferase activity in tissues of Black Sea fish species. *Asian Journal of Experimental Biological Sciences*, 1(1), 141–150.
- Sigacheva, T. B., Chesnokovaa, I. I. & Gavrusevaa, T. V. (2020). Characterization of some hepatic biochemical indicators in three demersal Black Sea fish species. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*, 56(1), 55–62.
- Soldatov, A. A., & Kukhareva, T. A. (2015). Comparative estimation of circulating blood erythrograms of the family Gobiidae representatives from the water areas of Southwestern Crimea. *Journal of Ichthyology*, 55(3), 442–445.
- Stepien, C. A., & Tumeo, M. A. (2006). Invasion genetics of Ponto-Caspian gobies in the Great Lakes: a ‘cryptic’ species, absence of founder effects, and comparative risk analysis. *Biological Invasions*, 8, 61–78.
- Vignon, M. (2012). Ontogenetic trajectories of otolith shape during shift in habitat use: Interaction between growth and environment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 420–421, 26–32.

- Yedier, S., Konaş S., Bostancı D., & Polat N. (2016). Otolith and scale morphologies of doctor fish (*Garra rufa*) inhabiting Kangal Balıklı Çermik thermal spring (Sivas, Turkey). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 15(4), 1593-1608.
- Yedier, S., Bostancı, D., Konaş, S., Kurucu, G., Apaydin Yağci, M., & Polat, N. (2019). Comparison of otolith morphology of invasive big-scale sand smelt (*Atherina boyeri*) from natural and artificial lakes in Turkey. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 18(4), 635-645.
- Zarev, V., Apostolou, A., Velkov, B., & Vassilev, M. (2013). Bulgarian Black Sea Gobies as important object in the commercial fishing. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19(2), 233–236.