



**Hatice Eda Dabak**

Fırat University, edadabak@firat.edu.tr, Elazığ-Türkiye

**Sibel Köprücü**

Fırat University, skoprucu@firat.edu.tr, Elazığ-Türkiye

DOI	<a href="http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2022.17.4.5A0186">http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2022.17.4.5A0186</a>	
ORCID ID	0000-0002-4142-2221	0000-0002-6565-3550
Corresponding Author	Sibel Köprücü	

**DİKENLİ TATLISU YILAN BALIĞI (*Mastacembalus mastacembalus*, Bank ve Solander, 1794)'IN SOLUNGAÇLARININ HİSTOLOJİK YAPISI VE BAZI HİSTOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

**ÖZ**

Çalışmada; Elazığ Keban Baraj Gölü'nden temin edilen 5 adet Dikenli Tatlısu Yılan Balığı (*Mastacembalus mastacembalus*, Bank ve Solander, 1794)'nın solungaçlarının histolojik ve histokimyasal özellikleri ışık mikroskopunda incelendi. *Mastacembalus mastacembalus*'un solungaçları primer filament ve sekonder lamelları olan her biri iki hemibranştan oluşan dört holobranştan şekillenmiştir. Solungaç filamentleri afferent ve efferent arterlerle vaskularizedir. Filament ve lamellada, plaster, klorid ve mukus hücreleri bulunmaktadır. Klorid hücreleri az sayıda olup, primer filamentte yer almaktadır. Mukus hücreleri, primer filamentte ve sekonder lamellanın tabanında bol miktarda görülmektedir. Solungaçlarda yapılan histokimyasal boyamalar sonucunda mukus hücrelerindeki glikokonjugatlar; güçlü sülfatlı (AB pH 0.4) negatif, O-esterli (AB pH 1.0) pozitif, asidik (AB pH 2.5) kuvvetli pozitif, nötral (PAS) pozitif, nötral ve asidik (PAS/AB pH 2.5) asidik baskın, sülfatlı (AF) negatif, sülfatlı asidik (AF/AB pH 2.5) asidik baskın, siyalik asit rezidülü (saponifikasyon) (KOH/PAS) negatif reaksiyon gösterdi.

**Anahtar Kelimeler:** *Mastacembalus mastacembalus*, Solungaç, Histoloji, Yapı, Histokimya

**INVESTIGATION OF HISTOLOGY STRUCTURE AND SOME HISTOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF GILLS IN THE SPINY EEL, (*Mastacembalus mastacembalus*, Bank and Bolander, 1794)**

**ABSTRACT**

In this study, the histological structure and histochemical characteristics of gills of five spiny eel, (*Mastacembalus mastacembalus*, Bank and Solander, 1794)'s gills obtained in Keban Dam lake were examined in the light microscope. The gills of *Mastacembalus mastacembalus* are formed by four holobranchs, each consisting of two hemibranchs with primary filaments and secondary lamellae. The gill filaments are vascularized by afferent and efferent arteries. The filament and lamellae contain plaster, chloride and mucous cells. Chloride cells are scarce in the primary filaments. Mucous cells are observed abundant on the primary filament and secondary lamellae. As a result of histochemically staining of the gills of *Mastacembalus mastacembalus* were determined that mucous cells included strong sulphate (AB pH 0.4), O-sulphate esters (AB pH 1.0), acidic (AB pH 2.5), neutral (PAS), neutral and acid rich (PAS/AB pH 2.5). Mucous cells containing sulphate and acidic (AF/AB pH 2.5) showed dominant acid reaction. Mucous cells including sulphate (AF) and sialic acid residues (KOH/PAS) were seen negative reaction.

**Keywords:** *Mastacembalus mastacembalus*, Gill, Histology, Structure, Histochemistry

**How to Cite:**

Dabak, H.E. ve Köprücü, S., (2022). Dikenli Tatlısu Yılan Balığı (*Mastacembalus mastacembalus*, Bank ve Solander, 1794)'ın Solungaçlarının Histolojik Yapısı ve Bazı Histokimyasal Özellikleri. Ecological Life Sciences, 17(4):257-267, DOI: 10.12739/NWSA.2022.17.4.5A0186.

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Mastacembelidae familyası üyeleri Afrika'dan doğuya doğru Kore ve Malezya'ya, Doğu Hindistan ve Suriye'ye kadar uzanan bir coğrafik dağılım göstermektedir. Hem akarsularda hem de durgun sularda genellikle kayalıklarda veya bol vejetasyonlu kıyı kesimlerinde yaşarlar [1 ve 2]. Türkiye'de Mastacembelus genusuna ait sadece Mastacembalus mastacembalus (M. mastacembelus) türü yaşamakta ve Fırat ve Dicle nehir sisteminin endemik türüdür [3 ve 4]. Bu türler, sular kurduğunda bile bir süre toprak içerisine gömülerek yaşayabilmektedir. Soluk alma hareketlerini durdurdukları sırada kısa veya uzun periyotlar için kış uykusunda kalabilme yetenekleri vardır. Genel anlamda karnivor balıklar olup diğer balıkların yumurta ve larvalarını da tüketebilmektedirler. M. mastacembalus türü Atatürk Baraj Gölü ve Keban Baraj Gölü'nde tespit edilmiş ve teşhis anahtarı çıkarılmıştır [5]. Aynı zamanda Kozluk Çayı, Sultansuyu Çayı ve Tohma Çayı'nda da tespit edilmiş ve ticari amaçlı avcılığı yapılmaktadır [6]. Mastacembalus mastacembalus un bazı organlarda bulunan ağır metal birikimi [7], boy ağırlık ilişkisi, [8 ve 10] üreme biyolojisi, [11 ve 12], morfolojik özellikleri [13 ve 14], embriyonik gelişimi [15] erkeklerinin süt kalitesi [16] parazit faunaları [2 ve 17], temel besin maddeleri, esansiyel amino asitleri [18 ve 19], derisinin histolojisi [20] gibi çeşitli çalışmaları mevcuttur.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Mastacembalus mastacembalus hem insan sağlığı hem de beslenmesi açısından önemli bir besin kaynağı olup, eti sevilerek tüketilen, baraj göllerinde ticari amaçlı avcılığı yapılan bir türdür. Bu tür ile ilgili bazı çalışmalar yapılmış olmakla birlikte solungaçların histolojik yapısıyla ilgili araştırmalara rastlanılmamıştır. Solungaçlar balıklarda gaz değişimi, asit-baz dengesi, osmoregülasyon ve iyon regülasyonu gibi hayati önem taşıyan görevleri bulunan en önemli organlardan biridir. Bu derece önemli bir göreve sahip olan solungaçların normal makroskobik ve mikroskobik yapısının bilinmesi gerekir. Çünkü; bakteri, mantar ve parazitlerden kaynaklanan hastalıklar, dengesiz beslenme, hastalık tedavilerinde kullanılan ilaçlar, fiziksel ve kimyasal çevre faktörleri gibi faktörler solungaçların anatomik ve fizyolojik fonksiyonlarını bozmaktadır.

### Önemli Noktalar (Highlights):

- Hastalıkları teşhis etmek ve tedavinin etkilerini analiz etmek için histolojik bilgiler kullanılır
- Mastacembalus mastacembalus solungaçlarının histolojik yapısı belirlenecek
- Solungaçların histokimyasal bazı özellikleri ortaya konulacaktır.

## 3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL METHOD-PROCESS)

### 3.1. Materyal (Material)

Çalışmada; Elazığ Keban Baraj Gölü'nden temin edilen 5 adet (68.0-73.0cm; 830-940g) Dikenli Tatlısu Yılan Balığı (Mastacembalus mastacembalus, Bank ve Solander, 1794) kullanıldı.

### 3.2. Metot (Method)

Balıklara usulüne uygun biçimde otopsi yapıldıktan (Arda vd., 2005) sonra alınan solungaç doku örnekleri %10'luk nötral tamponlu formalin (pH 7.2) de tespit edildikten sonra rutin histolojik doku prosedürüyle hazırlanan parafinde bloklardan 5-6 mikron kalınlığında kesitler alınıp Tablo 1 de belirtilen boyamalar yapılarak mikrofotografi ile fotoğraflanmıştır.



Tablo 1. Uygulanan histokimya boyamalar  
(Table 1. Applied histochemical staining)

Uygulanan Yöntemler	Uygulanan Yöntemin Amacı
Hematoksilen & Eozin	Rutin inceleme [21]
Crossman Üçlü Boyaması	Rutin inceleme [22]
Alsiyan Mavisini (AB) pH 0.4	Güçlü sülfatlı glikokonjugatların belirlenmesi [21]
AB pH 1.0	O-Sülfat esterli glikokonjugatların belirlenmesi [21]
AB pH 2.5	Asidik glikokonjugatların belirlenmesi [21]
Aldehit Fuksin (AF)	Sülfatlı glikokonjugatların belirlenmesi [23]
AF/AB pH 2.5	Sülfatlı ve asidik glikokonjugatların karşılaştırılması [24]
Periyodik Asit-Shiff (PAS)	Nötral glikokonjugatların belirlenmesi [21]
PAS/AB pH 2.5	Nötral ve asidik glikokonjugatların karşılaştırılması [21]
Saponifikasyon (KOH)/PAS	Siyalik asitli glikokonjugatların belirlenmesi [25]

#### 4. BULGULAR (FINDINGS)

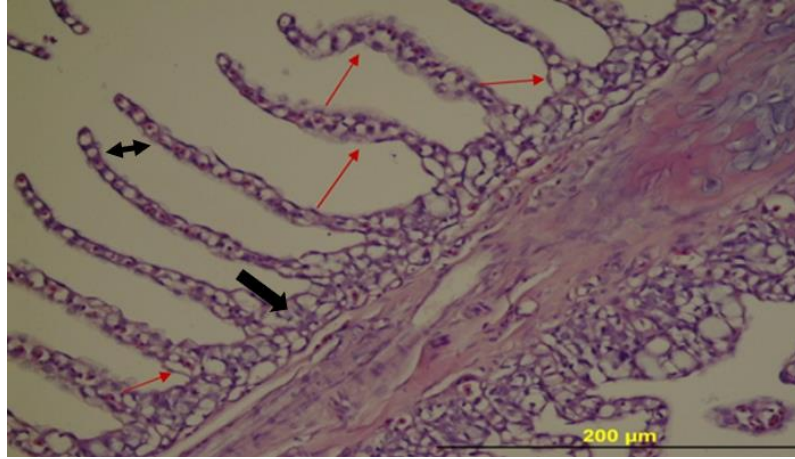
Dikenli Tatlısu Yılan Balığı *M. mastecambalus*'un solungaçlarının başın her iki tarafındaki operculum boşluğunda farinksin sağlı sollu iki yanında lokalize olduğu ayrıca herbirinin iki hemibranştan oluşan toplam dört holobranştan meydana geldiği tespit edildi.

Mikroskobik yapılan incelemede solungaçlarda branşiyal filament, primer filament, sekonder lamellalar (Şekil 1) ve solungaç filamentlerinde afferent ve efferent arterlerin oluşturduğu çok sayıda kapillerin mevcut olduğu görüldü. Solungaç yayları ve filamentlerin kondrositlerden oluşan kıkırdak dokunun bulunduğu branşiyal bir sistemle desteklendiği görüldü. Matriks arasında tek tek, ikili, üçlü ya da dördü gruplar halinde olan kondrositlerin kollagen fibrillerden oluşmuş mekik şeklinde bağ doku hücreleriyle çevrili olduğu belirlendi (Şekil 2). Solungaç yayları boyunca solungaç tırmıklarının ve branşiyal filamentinde çift katlı epitelyal hücrelerden oluşan bir tabaka bulunmaktadır. Bu epitelyum branşiyal filament yüzeyinde daha kalın, filamentlerde ise daha incedir (Şekil 1).

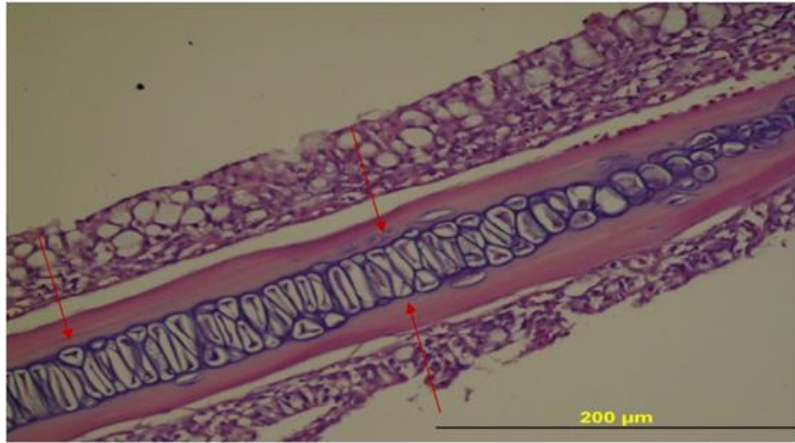
Filament ve lamella epitelyumunda mukus, klorid ve plaster hücreleri gözlemlendi. Mukus hücreleri primer filament ve sekonder lamellalar üzerinde epitelyum boyunca oval ya da yuvarlak, çeşitli büyüklüklerde, içi granüllerle dolu ya da boş vakuol şeklinde bol miktarda görüldü (Şekil 3).

Klorid hücreleri primer filamentin epitelyumu boyunca tek tek gözlemlendi. Bu hücrelerin ise genelde primer filamentin proksimal bölümünde olduğu ancak nadiren distal bölümünde de klorid hücre varlığı saptandı (Şekil 4).

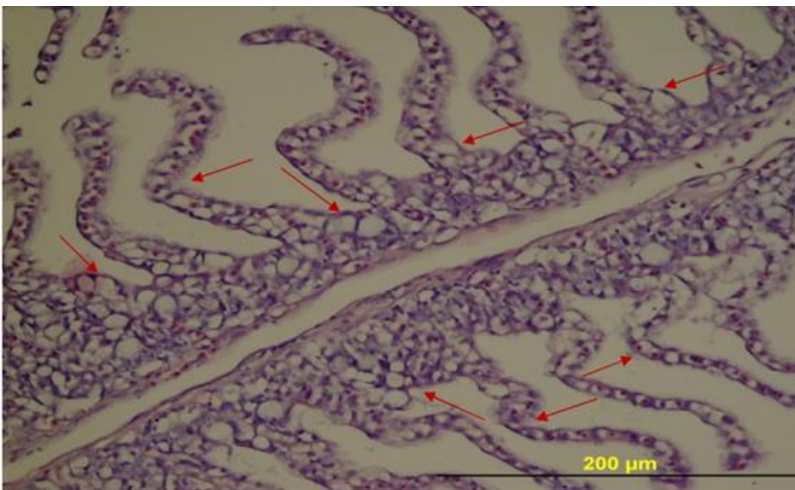
Her bir lamellada küçük, koyu renkli, çekirdekleri merkeze yakın sitoplazmaları az olan plaster hücreler saptandı. Plaster hücreleri kan damarlarının epitel hücrelerinden farklı olup, plaster hücrelerinin koyu renge boyanmaları, epitel hücrelerinin ise bazal membrana oturmuş, çift kat hücre tabakasına sahip olmasıyla birbirinden ayırıldı (Şekil 5).



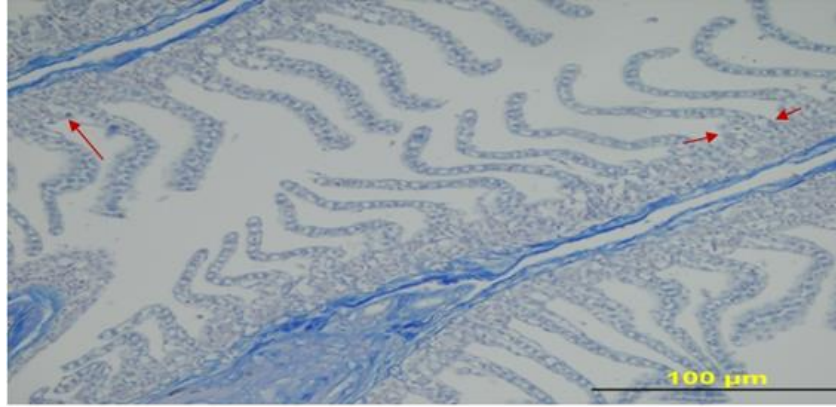
Şekil 1. Solungaçlardaki epitel hücreler (→), primer filament (↔) ve sekonder lamellalar (↔), (H&E)  
(Figure 1. Epithelial cells in the gill (→), primary filament (↔) ve sekondary lamellalar (↔), (H&E))



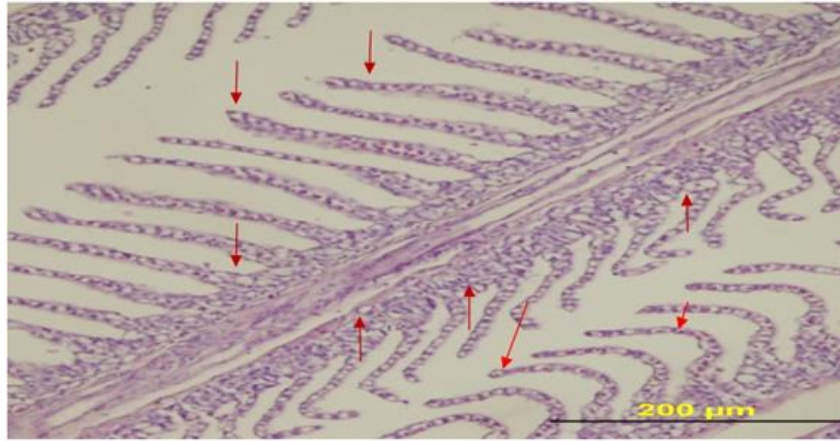
Şekil 2. Primer filamentteki oval kondrositler, (H&E)  
(Figure 2. Oval chondrocytes in the primary filament, (H&E))



Şekil 3. Primer filament ve sekonder lamellar üzerinde yer alan mukus hücreleri (H&E)  
(Figure 3. Mucus cells on primary filament and secondary lamella (H&E))



Şekil 4. Solungaçta primer filamentin epiteliumunda yer alan klorid hücreleri, (Crossman)  
(Figure 4. Chloride cells located in the epithelium of the primary filament in the gill, (Crossman))



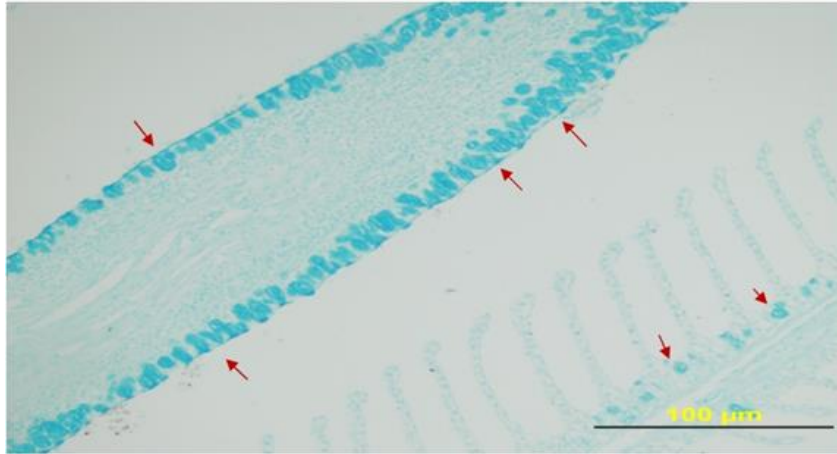
Şekil 5. Sekonder lamella üzerinde yer alan plaster hücreleri, (H&E)  
(Figure 5. Plaster cells on the secondary lamella, (H&E))

Yapılan histokimyasal boyamalarda farklı derecede reaksiyonlar gözlemlendi (Tablo 2). Güçlü sülfatlı glikokonjugatların belirlenmesi için yapılan alsiyan mavisi pH 0.4 boyaması, primer filamentte özellikle kondrositlerin olduğu bölümde ve etrafındaki bazı bağ doku hücreleri içerisinde pozitif olduğu gözlemlendi. Sekonder lamellanın primer filamentle birleşme yerlerinde bulunan bazı mukus hücrelerinde zayıf pozitiflik görüldü (Şekil 6 ve Şekil 8).

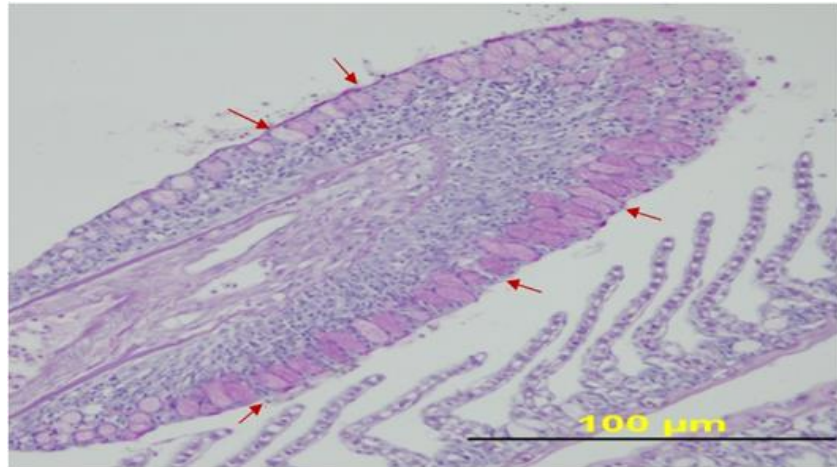
Tablo 2. *Mastacembalus mastacembalus* Solungaçlarında Yapılan Histokimyasal Boyama Reaksiyonları  
(Table 2. Histochemical Staining Reactions in *M. mastacembalus* Gills)

Histokimyasal Boyamalar	Primer Filament		Sekonder Lamella
	Distal	Proksimal	
Alsiyan Mavisi (AB) pH 0.4	+	+	+
AB pH 1.0	+	++	++
AB pH 2.5	+++	++	+++
Aldehit Fuksin (AF)	-	-	-
AF/AB pH 2.5	-/ +++	-/ ++	-/ ++
Periyodik Asit-Shiff (PAS)	+++	++	+
PAS/AB pH 2.5	+/++	+/++	+/++
Saponifikasyon (KOH)/PAS	- / +	- / +	- / +

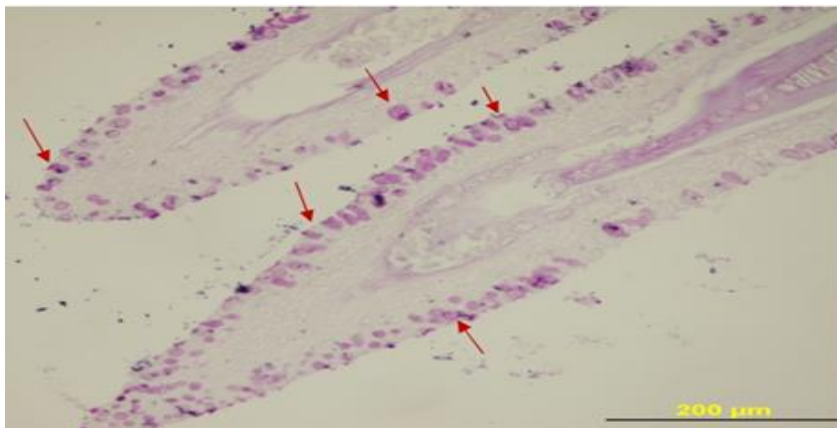
(-) negatif, (+) zayıf pozitif, (++) pozitif, (+++) kuvvetli pozitif



Şekil 6. Solungaçta AB kuvvetli pozitiflik gösteren mukus hücreleri, (AF/AB pH 2.5)  
(Figure 6. Mucus cells showing strong AB positivity in the gill (AF/AB pH 2.5))



Şekil 7. Solungaçta PAS boyamasına farklı derecelerde pozitiflik gösteren mukus hücreleri, (PAS)  
(Figure 7. Mucus cells showing varying degrees of positivity for PAS staining in the gill, (PAS))



Şekil 8. Solungaçlarda PAS baskın mukus hücreleri, (KOH+PAS)  
(Figure 8. PAS dominant mucus cells in gills, (KOH+PAS))

## 5. TARTIŞMALAR (DISCUSSIONS)

Balık türlerinin solungaçlarındaki histolojik çalışmalarda mukus, klorid ve plaster hücrelerinin farklı alanlarda, farklı yoğunluklarda dağılım gösterdiği bildirilmiştir. Mukus hücreleri; *Onchorhynchus mykiss* [26] *Aphanius anatoliae suregonus* [27] ve *Tinca tinca* [28]'da primer filament ve sekonder lamellada, *Micropogonics furnieri* [29 ve 30], primer lamella ve solungaç arklarında, *Solea senegalensis* [31]'de, solungaçların tüm bölgelerinde, *Odentesthes bonariensis* [32]'de tüm epitelyum boyunca, *Acipenser naccarii* [33]'de filamentler boyunca ve nadiren de povement hücreleri arasında, mevcut olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada mukus hücreleri ağırlıklı olarak primer filamentin distal uçlarında sonra da sekonder lamellanın primer filamentte bağlandığı yerde tespit edildi.

*Morone saxatilis* [34], *Micropogonics furnieri* [30], *Odentesthes bonariensis* [32], *Cyprinus carpio* [35], *Silurus glanis* [36]'de olduğu gibi bu araştırmada da mukus hücrelerinin çeşitli büyüklüklerde, çoğunlukla oval-yuvarlağımsı şekilde olduğu belirlendi.

*Mastacembalus armatus* [37]'un branşiyal epitelyumunun hiçbir bölgesinde klorid hücrelerinin gözlenmediğini, *Oncorhynchus mykiss* [26]'in solungaçlarında lamellar epitelyum boyunca primer filamentin proksimal ve distal uçlarında çok sayıda bulunduğu, *Solea senegolensis* [31]'de mitokondrice zengin klorid hücrelerin varlığı, *Coelorhynchus coelorhynchus* [38]'de klorid hücrelerin sadece primer filament ve interlamellar zonda bulunduğu bildirilmiştir. Bu araştırmada ise klorid hücreleri sekonder lamellanın tabanında boyutları küçük ve tek tük olarak gözlemlendi. Bu durumun *M. mastacembalus*'un tatlısu balığı olmasından kaynaklanabileceği bununla birlikte *Barbus filamentosus* [39] ve tatlısu yılan balıkları [40] gibi balıklar deniz suyuna uyum sağladığında bu hücrelerin birkaç gün içinde klorid hücre sayılarının artıp aktive oldukları belirtilmiştir. Klorid hücrelerinin oksijen alımı ve nitrikoksit salınımında, çeşitli fonksiyonel aktiviteleri düzenleyici rolü bulunduğu bildirilmiştir [38].

*Mastacembalus mastacembalus*'daki çalışmada her bir lamellada küçük, koyu renkli, bulunan plaster hücreler *Oncorhynchus mykiss* [26], *Solea senegolensis* [31], *Coelorhynchus coelorhynchus* [38] ve *Odentesthes bonariensis* [32] türlerinde de belirtilmiştir.

*Salmo salar* [41] da az sıklıkta AB pH 2.5 glikokonjugatları, *Solea senegalensis* [31], *Micropogonias furnieri* [30] ve *Cyprinus carpio* [35] mukus hücrelerinde güçlü sülfatlı ve O-sülfatlı esterli glikokonjugatların olduğu bildirilirken, yapılan araştırmada mukus hücrelerinde AB pH 0.4 zayıf, pH 1.0 pozitif ve pH 2.5 kuvvetli pozitif glikokonjugatları saptanmıştır. Bu da *M. mastacembalus*'un solungaçlarındaki mukus hücrelerinin güçlü sülfatlı glikokonjugatları az, O- sülfatlı esterli ve asidik glikokonjugatları ise yoğun bir şekilde içerdiğini göstermektedir. Sülfatlı içerikler solungaçlardan çevreye çevreden de solungaçlara iyon difüzyonunda bir bariyer görevi yaptığı bildirilmektedir. Dolayısıyla osmoregülasyonda iyon kaybının önlenmesini sağlamaktadır [32].

*Micropogonius furnieri* [29], *Claries goriepinus* ve *Oreochromis niloticus* [42], *Acipenser naccarii* [33], *Coelorhynchus coelorhynchus* [38], *Silurus glanis* [36] türlerinde ve mevcut araştırmadaki *M. mastacembalus* un solungaçlarındaki mukus hücreleri PAS (+) iken, *Solea senegalensis* [31]'de mukus hücrelerinin bazılarının zayıf reaksiyon gösterdiği belirtilmiştir. PAS/AB pH 2.5 boyamasında, *Solea senegolensis*, *Sparus aurata*, *Acipenser baeri* [43], *Solea senegolensis* [31], *Cyprinus carpio* [35] ve *Silurus glanis* [36]'in asidik glikokonjugatlarının daha baskın olduğu, *Micropogonius furnieri* [29 ve 30]'de ise birçok mukus hücrelerinin mor, bazılarının ise mavi, *Odentesthes*

*bonariensis* [32] de sadece asidik glikokonjugat, *M. mastacembalus*'da ise asidik glikokonjugatların nötrale göre daha baskın olduğu görülmüştür.

*Silurus glanis*'in solungaç mukus hücrelerinde siyalik asit rezidülü (KOH/PAS) ve sülfatlı glikokonjugatlar (AF) reaksiyon göstermezken, sülfatlı ve asidik (AF/AB pH 2.5) olanlar zayıf derecede reaksiyon vermiştir [36]. *Cyprinus carpio* [35], *Micropogonias furnieri* [29], *Solea senegalensis* [31], *Garra rufa* [44] solungaç mukus hücrelerinin siyalik asit rezidülü (KOH/PAS) glikokonjugatları içerdiği, *Cyprinus carpio* [35], *Odontesthes bonariensis* [32] ve *Garra rufa* [44] AF pozitif glikokonjugatların baskın olduğu bildirilmiştir. Bu araştırmada ise; çevresel stres için indeks olarak kullanılan [26] siyalik asit rezidülü KOH/PAS glikokonjugatlar primer filament ve sekonder lamellada bulunan mukus hücrelerinde negatif reaksiyon, aynı şekilde AF boyaması da negatif olarak sonuç vermiştir. Bu da bu balığın bulunduğu ortamının olumsuz çevre şartlarından ya da stres faktörlerinin az veya eser düzeylerde olduğunu göstermektedir.

#### 5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

Sonuç olarak; Keban Baraj gölünden yakalan *M. mastacembalus*'un solungaç mukus hücrelerinde nötral, asidik, sülfatlı asidik, güçlü sülfatlı, O- sülfatlı esterli, nötral ve asidik glikokonjugatların pozitif reaksiyon gösterdikleri, asidik olanların daha baskın olduğu görüldü. Hücreler glikoprotein ürettiklerinde PAS pozitif, karboksillenmiş glikoproteinler ürettiklerinde kuvvetli asidik (AB pH 2.5), sülfatlı gruplarla bağlantılı olduklarında AB pH 0.4 pozitif özellik göstermektedir. Siyalik asit rezidülerinin az olması ortamda çevresel streslerin az olduğunu bir göstergesidir. Mukus hücrelerin lokalizasyonu, büyüklük, sayı ve özellikleri olumsuz çevre şartlarına göre değişiklik gösterebilir.

#### NOT (NOTICE)

Bu çalışma ilk yazarın (Hatice Eda Dabak) yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Araştırma Prof. Dr. Sibel Köprücü'nün danışmanlığında yürütülmüştür.

#### TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Yazarlar araştırmayı "SÜF.15.01 nolu proje" ile destekleyen "Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine" teşekkür eder.

#### ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Yazar(lar) çalışmada çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### FİNANSAL AÇIKLAMA (FINANCIAL DISCLOSURE)

Araştırma Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine (SÜF.15.01 nolu proje) tarafından desteklenmiştir.

#### ETİK STANDARTLAR BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemlerin etik kurul izni bulunmaktadır (Protokol No: 2014/113)

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Coad, B.W. and Keivany, Y., (2002). Book review: "Atlas of Iranian fishes: Gilan inland waters", "The inland freshwater fishes of Iran", "A guide to the fauna of Iran", and "Freshwater fishes of Iran". *Copeia*, (4):1165-1166.
- [2] Jalali, B., Barzegar, M., and Nezamabadi, H., (2008). Parasitic fauna of spiny eel *Mastacembalus mastacembalus* Banks&Solander (Teleostei: Mastacembelidae) in Iran. *Iranian Journal of Veterinary Research*, Shiraz University, 9(2):23.



- [3] Kuru, M., (1975). Dicle-Fırat, Kura-Aras, Van Gölü ve Karadeniz Havzası Tatlı Sularında Yaşayan Balıkların (Pisces) Sistematik ve Zoocoğrafik Yönden İncelenmesi. Doçentlik Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi.
- [4] Coad, B.W., (1996). Zoogeography of the fishes of the Tigris-Euphrates basin. Zoology in the Middle East., 13:51-70.
- [5] Ekingen, G. ve Sarieyyüpoğlu, M., (1981). Keban Baraj Gölü Balıkları. Fırat Üniver. Veteriner Fakültesi Dergisi, 6(1-3):7-22.
- [6] Erdemli, A.Ü. ve Kalkan, E., (1996). Tohma Çayı balıkları üzerinde faunistik bir çalışma. Doğa Türk Zooloji Dergisi, 20:153-160.
- [7] Karadede, H., Cengiz, E.İ. ve Ünlü, E., (1997). Atatürk Baraj Gölü'ndeki *Mastacembelus simack* (Walbaum, 1792)'ta ağır metal birikiminin incelenmesi. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Isparta, ss:399-407.
- [8] Kılıç, H.M., (2002) Sultansuyu Deresi, Beyler Deresi ve Karakaya Barajında Yaşayan *Mastacembelus simack*'ın Biyolojik Özelliklerinin İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Eskişehir: Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [9] Pazira A., Abdoli A., Kouhgardie., and Yousefifard, P., (2005). Age Structure and growth of the Mesopotamian Spiny Eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Banks&Solender in russell, 1974) (Mastacembelidae), in southern Iran. Zoology in the Middle East, 35:43-47.
- [10] Gümüş, A., Şahinöz, E., Doğu, Z., and Polat, N., (2010). Age and growth of the Mesopotamian spiny eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solender, 1794), from southeastern Anatolia. Turkish Journal Zoology, 34:399-407.
- [11] Eroğlu, M. and Şen, D., (2009). Otolith Size-Total Length Relationship In Spiny Eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Banks& Solander, 1794). Inhabiting in Karakaya Dam Lake (Malatya, Turkey). Journal of Fisheries Sciences, 3(4):342-351.
- [12] Oymak, S.A., Kırankaya, Ş.G., and Doğan, N., (2009). Growth and reproduction of Mesopotamian spiny eel (*Mastacembalus mastacembalus* Banks and Solander, 1794) in Ataturk Dam Lake (Şanlıurfa), Turkey. Journal of Applied Ichthyology, 25(4):488-490.
- [13] Çakmak, E. and Alp, A., (2010). Morphological Differences Among the Mesopotamian Spiny Eel, *Mastacembalus mastacembalus* (Banks & Solander 1794), Populations. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 10:87-92.
- [14] Kara, C., Güneş, H., Gürlek, M.E. ve Alp, A., (2014). Adıyaman Bölgesi Akarsularında Dikenli Yılan Balığı (*Mastacembalus mastacembalus*, Banks&Solander, 1794)nın Dağılımı ve Bazı Morfometrik Özellikleri. Yunus Araştırma Bülteni, (3):3-11.
- [15] Şahinöz, E., Doğu, Z., and Aral, F., (2006a). Development of embriyos in *Mastacembalus mastacembalus* (Bank&Solender, 1794) (Mesopotamian spiny eel) (Mastacembelidae). Aquaculture Research, 37(16):1611-1616.
- [16] Şahinöz, E., Doğu, Z., and Aral, F., (2006b). Changes in Mesopotamian spiny eel, *Mastacembalus mastacembalus* (Bank&Solender, in Russell, 1794) (Mastacembelidae) milt quality during a spawning period. Theriogenolgy, 67:848-854.
- [17] Bashe, S.K.R. and Abdullah, S.M.A., (2010). Parasitic fauna of spiny eel *Mastacembalus mastacembalus* from Greater Zab river in Iraq. Iranian Journal of Veterinary Research, 11(1):18-27.
- [18] Olgunoğlu, İ.A., (2011a). Determination of the fundamental nutritional components in fresh and hot smoked spiny eel

- (*Mastacembalus mastacembalus*, Bank and Solander, 1794)  
Scientific Research and Essays, 6(31):6448-6453.
- [19] Olgunoğlu, İ.A., (2011b). Dikenli Yılan Balığı (*Mastacembalus mastacembalus*, Bank&Solander 1794)'nın Sıcak Tütsüleme Sonrası Aminoasit ve Organoleptik Kalitesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 15(4):23-30
- [20] Dauod, H.A.M., Al-Nakeb, G.D., and Al-Hameed, R.A., (2011). Histological structure of the integument in *Mastacembalus mastacembalus* (Solander). Journal of Baghdad for Science Table of Content, 8(1):13-22.
- [21] Luna L.G., (1968). Manual of histologic staining methods of the armed forces institute of pathology. McGraw-Hill Book Company, New York.
- [22] Crossman, G., (1937). Modification of Mallory's connective tissue stain with a discussion of the principles involved. Anat. Rec., 69:33-38.
- [23] Gomari, G., (1952). Gomari's aldehyde fuchsin stain, CFA Culling, RT Allison, WT Barr, In: Cellular Pathology Tecnique Butterworths, London.
- [24] Spicer, S.S. and Mayer, D.R., (1960). Aldehyde fuchsin/Alcian blue. CFA Culling, RT Allison, WT Barr, In: Cellular Pathology Tecnique Butterworths, London.
- [25] Culling, C.F.A., Reid, P.E., and Dunn, W.L., (1976). A new histochemical method for the identification and visualization of both side chain acylated and nonacylated sialic acids. Journal of Histochemistry and Cytochemistry, 24:1225-1230.
- [26] Burkhardt Holm, P., (1997). Lectin histochemistry of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) gill and skin. Histochemical Journal, 29:893-899.
- [27] Diler, D. and Çınar, K., (2010). *Aphanius anatoliae sureyanus* (Neu, 1937) (Osteichthyes: Cyprinodontidae) solungaç glikokonjugatlarının histokimyasal özellikleri. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1:1-8.
- [28] Şenol, N., (2014). Identification of Glycoproteins in Mucous Cells of Epidermis and Gill of *Tinca tinca* Linnaeus, 1758 (Cypriniformes: Cyprinidae). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 25(2):47-49.
- [29] Diaz, A.O., Garcia, A.M., Devinenti, C.V., and Goldemberg, A.L., (2001). Mucous cells in *Micropogonias furnieri* gills: Histochemistry and ultrastructure. Anatomia Histologia Embryologia, 30:135-139.
- [30] Diaz, A.O., Garcia, A.M., Devinenti, C.V., and Goldemberg, A.L., (2005). Ultrastructure and histochemical study of glycoconjugates in the gills of the White Croaker (*Micropogonias furnieri*). Anatomia Histologia Embriyologia, 34:117-122.
- [31] Arellano, J.M., Storch, V., and Sarasquete, C., (2004). Ultrastructure and histochemical study on gills and skin of the Senegal sole *Solea senegalensis*. Journal of Applied Ichthyology, 20:452-460.
- [32] Vigliano, F.A., Aleman, N., Quiroga, M.I., and Nieto, J.M., (2006). Ultrastructural characterization of gills in juveniles of the Argentinian Silverside, *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes, 1835) (Teleostei:Atheriniformes). Anatomia Histologia Embryologia-Journal of Veterinary Medicine Series C, 35:76-83.
- [33] Carmona, R., Garcia Gallego, M., Sanz, A., Domezain, A., and Ostos Garrido, M.V., (2004). Chloride cells and pavement cells in gill epithelia of *Acipenser naccarii*: ultrastructural

- modifications in seawater-acclimated specimens. Journal of Fish Biology, 64:553-566.
- [34] Pfeiffer C.J., Smith B.J., and Smith S.A., (1999). Ultrastructural morphology of the gill of the hybrid striped bass (*Morone saxatilis* X *M. chrysops*). Anatomia Histologia Embryologia, 28:337-344.
- [35] Çınar, K., Şenol, N., Özen, and M.R., (2008). Histochemical characterization of glycoproteins in the gills of the carp (*Cyprinus carpio*). Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 55:61-64.
- [36] Köprücü, S., Karaman, Z. ve Yüngül, M., (2014). Avrupa Yayın Balığı (*Silurus glanis*, Linnaeus, 1758)'nın Solungaçlarında Bazı Histokimyasal Özelliklerin İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi 29(1):73-85.
- [37] Kapoor, B.G., (1957). Sectory cells in gills of Indian fresh water spiny eel, *Mastacembalus armatus* (Lacep). Japanese Journal of Ichthyology, 5(3-6):123-126.
- [38] Calabro, C., Albanese, M.P., Lauriano, E.R., Martella, S., and Licata, A., (2005). Morphological, histochemical and immunohistochemical study of the gill epithelium in the abyssal teleost fish *Coelorrhynchus coelorrhynchus*. Folia Histochemica Et Cytobiologica, 43:51-56.
- [39] Zaccone, G., (1981). Effect of osmotic stress on the chloride and mucous cells in the gill epithelium of the freshwater teleost *Barbus filamentosus* (Cypriniformes, Pisces). A structural and histochemical study. Acta Histochemica, 68:147-159.
- [40] Timur, G., (2013). Balık Histolojisi ve Embriyolojisi. Sertifika No: 120-128. Başakşehir/İstanbul.
- [41] Shane, D.R. and Powell, M.D., (2003). Comparative ionic flux and gill mucous cell histochemistry: effects of salinity and disease status in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology, 134(3):525-537.
- [42] Zayed, A.E. and Mohamed, S.A., (2004). Morphological study on the gills of two species of fresh water fishes: *Oreochromis niloticus* and *Clarias gariepinus*. Annals of Anatomy, 186:295-304.
- [43] Sarasquete, C., Gisbert, E., Riberio, L., Vieira, L., and Dinis, M.T., (2001). Glycoconjugates in epidermal, branchial and digestive mucous cells and gastric glands of gilthead seabream, *Sparus aurata*, Senegal sole, *Solea senegalensis* and Siberian sturgeon, *Acipenser baeri* development. European Journal Histochemistry, 45:267-278.
- [44] Diler, D. ve Çınar, K., (2009). Kangal Balıklarının (*Gara rufa*) Solungaçlarındaki Mukus Hücrelerinin Histokimyası Üzerine Çalışma. Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(1):51-60