

**DİKENLİ TATLISU YILAN BALIĞI (*MASTACEMBALUS*
MASTACEMBALUS, BANK VE SOLANDER, 1794)'IN
SOLUNGAÇLARININ HİSTOLOJİK YAPISI VE BAZI
HİSTOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

Hatice Eda DABAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Sibel KÖPRÜCÜ

MART-2015

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DİKENLİ TATLISU YILAN BALIĞI (*MASTACEMBALUS MASTACEMBALUS*,
BANK VE SOLANDER, 1794)'IN SOLUNGAÇLARININ HİSTOLOJİK YAPISI
VE BAZI HİSTOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

Hatice Eda DABAK
(112128104)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Sibel KÖPRÜCÜ

MART-2015

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DİKENLİ TATLISU YILAN BALIĞI (*MASTACEMBALUS MASTACEMBALUS*,
BANK VE SOLANDER, 1794)'IN SOLUNGAÇLARININ HİSTOLOJİK YAPISI
VE BAZI HİSTOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

Hatice Eda DABAK
(112128104)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 28 Ocak 2015

Tezin Savunulduğu Tarih: 20 Şubat 2015

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Sibel KÖPRÜCÜ



Diğer Jüri Üyeleri:

Prof. Dr. Mine YAMAN

Yrd. Doç. Dr. Ünal İSPİR



MART-2015

ÖNSÖZ

Yüksel lisans tezimin hazırlanmasında benden yardımları esirgemeyen Değerli Danışman Hocam Doç. Dr. Sibel KÖPRÜCÜ'ye ve tüm hocalarıma değerli katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Hatice Eda DABAK

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET	III
SUMMARY.....	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	V
TABLolar LİSTESİ.....	VI
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL VE METOT	16
2.1. Materyal	16
2.1.1. Araştırma Bölgesi.....	16
2.1.2. Balıkların Temini.....	17
2.2. Metot.....	17
2.2.1. Balıkların Ölçümü	17
2.2.2 Histolojik Tespit İşlemi ve Blokların Hazırlanması	17
2.2.3. Histokimyasal Boyamalar	19
2.2.3.1. Hemotoksilen & Eosin Boyaması.....	21
2.2.3.2. Crossman Üçlü Boyaması.....	22
2.2.3.3. Alsiyan Mavisi pH 0,4.....	23
2.2.3.4. Alsiyan Mavisi Boyaması (pH 1,0)	23
2.2.3.5. Alsiyan Mavisi Boyaması (pH 2,5)	24
2.2.3.6. Aldehit Fuksin (AF).....	24
2.2.3.7. AF/AB pH 2,5	25
2.2.3.8. Periyodik Asit-Schiff (PAS) Boyaması	26
2.2.3.9. Periyodik Asit-Schiff (PAS)/Alsiyan Mavisi (pH 2,5) Boyaması	27
2.2.3.10. Saponifikasyon (KOH)/PAS	27
2.2.3.11. Humason Gümüşleme Boyaması.....	28
3. BULGULAR.....	30
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	44
KAYNAKLAR.....	48
ÖZGEÇMİŞ.....	56

ÖZET

Bu çalışmada; Elazığ Keban Baraj Gölü'nden temin edilen 5 adet Dikenli Tatlısu Yılan Balığı (*Mastacembelus mastacembelus*, 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. Plaster hücreleri koyu renkli olup, çekirdekleri merkeze yakın, sitoplazmaları azdır. Klorid hücreleri az sayıda olup, primer filamentte yer almaktadır. Mukus hücreleri, primer filamentte ve sekonder lamellanın tabanında bol miktarda görülmektedir. Tüm bölgelerdeki mukus hücrelerinin oval-yuvarlak bir şekle sahip olduğu görüldü.

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, histokimya.

SUMMARY

Investigation of histology structure and some histochemical characteristics of gills in the spiny eel, (*Mastacembalus mastacembalus*, Bank and Solander, 1794).

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 *M. 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. Plaster cells are dark, centrally located nucleus, amount of cytoplasm. Chlorid cells are scarce in the primary filaments. Mucous cells are observed abundant on the primary filament and secondary lamellae. Mostly mucous cells have oval and globular shape throughout all regions.

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.

Key Words: *Mastacembalus mastacembalus*, gill, histology, histochemistry.

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. <i>Mastacembalus mastacembalus</i> 'un genel görünüşü(orijinal)	3
Şekil 2.1. Balıkların temin edildiği bölgenin haritası	16
Şekil 2.2. <i>Mastacembalus mastacembalus</i> 'larda boy ölçümü.....	17
Şekil 2.3. Solungaç dokusunun parafin blokları.....	19
Şekil 3.1. <i>Mastacembalus mastacembalus</i> 'un solungaç yapısı(orijinal)	30
Şekil 3.2. <i>M.mastacembalus</i> solungaçlarının primer filament (a) ve sekonder lamellaları (b), (Crossman).....	31
Şekil 3.3. Solungaçların primer filamentinde yer alan kan damarları, (H&E).....	32
Şekil 3.4. Primer filamentte yer alan oval kondrositler, (H&E).....	32
Şekil 3.5. Solungaç sekonder lamellalarındaki epitelyal hücreler, (H&E).....	33
Şekil 3.6. Solungaçta primer filamentin epitelyumunda yer alan klorid hücreleri, (Crossman).....	34
Şekil 3.7. Primer filamentin proksimal bölümünde yer alan klorid hücreleri, (H&E) .	34
Şekil 3.8. Primer filament ve sekonder lamellar üzerinde yer alan mukus hücreleri, (H&E).....	35
Şekil 3.9. Sekonder lamella üzerinde yer alan plaster hücreleri, (H&E).....	36
Şekil 3.10. Solungaçta pozitif kondrosit (a) ve zayıf pozitif mukus hücreleri (b), (AB pH 0,4).....	36
Şekil 3.11. Solungaçta AB pH 1.0 boyamasına pozitiflik gösteren mukus hücreleri	37
Şekil 3.12. Solungaçta AB pH 2,5 boyamasına kuvvetli pozitiflik gösteren mukus hücreleri.....	37
Şekil 3.13. Solungaçta AB pH 2,5 boyamasına kuvvetli pozitiflik gösteren mukus hücreleri.....	38
Şekil 3.14. Solungaçta AB pH 2.5 boyamasına kuvvetli pozitiflik gösteren farklı şekil ve yapıdaki mukus hücreleri, (AF/AB pH 2.5).....	39
Şekil 3.15. Solungaçta PAS boyamasına farklı derecelerde pozitiflik gösteren mukus hücreleri, (PAS)	40
Şekil 3.16. Solungaçta AB pH 2,5 boyamasına pozitif (a) ve PAS boyamasına zayıf pozitiflik (b) gösteren mukus hücreleri, (PAS/AB pH 2,5).....	41
Şekil 3.17. Solungaçlarda PAS dominant mukus hücreleri, (KOH+PAS)	41
Şekil 3.18. Solungaçta Humanson gümüşleme metodu uygulanan ipliksel yapılar	42
Şekil 3.19. Solungaçta Humanson gümüşleme metodu ile elastik ipliksel yapılar	42

TABLÖLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Uygulanan histokimyasal boyamalar	20
Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan <i>Mastacembalus mastacembalus</i> 'ların boy ve ağırlıkları	30
Tablo 3.2. <i>M.mastacembalus</i> Solungaçlarında Yapılan Histokimyasal Boyama Reaksiyonları	43

1. GİRİŞ

Mastacembelidae familyası üyeleri Afrika'dan doğuya doğru Kore ve Malezya'ya, Doğu Hindistan ve Suriye'ye kadar uzanan bir coğrafik dağılım göstermektedir. Tatlı sularda yaşayan bu familya üyelerinin dağılımı İran ortalarına kadar devam eder. Coğrafik dağılımlarına bakıldığında düşük rakımlarda bulunabildiği gibi daha yüksek habitatlarda da bulunabilmektedirler. Hem akarsularda hem de durgun sularda genellikle kayalıklarda veya bol vejetasyonlu kıyı kesimlerinde yaşarlar (Coad ve Keivany, 2002; Jalali vd., 2008).

Türkiye'de sadece *Mastacembelus* genusuna ait olan *Mastacembalus mastacembalus* (*M. mastacembelus*) türü yaşamakta ve bu tür söz konusu familyanın tüm özelliklerini taşımaktadır (Kuru, 1975). *M.mastacembalus* türü, *Cyprinidae* familyası baskın olmak üzere 7 familya ve 52 tür içeren Fırat ve Dicle nehir sisteminin endemik türüdür (Kuru, 1975; Coad, 1996).

Dikenli tatlısu yılan balığı, ilk olarak *Ophidium mastacembalus* olarak tanımlanmıştır. Daha sonraki yıllarda değişik araştırmacılar tarafından farklı adlar kullanılmış, son olarak *Mastacembalus mastecembalus* (Bank and Solander, 1794) şeklinde isimlendirilmiştir (Coad ve Keivany, 2002).

M. mastacembalus dikenli Tatlısu yılan balığının sistematiğe ki yeri (Travers,1988; Kritsky vd., 2004);

Alem	: Animalia
Filum	: Chordata
Altfilum	: Vertebrata
Süpersınıf	: Pisces
Üst sınıf	: Gnathostomata
Sınıf	: Osteichthyes
Alt sınıf	: Actinopterygii
Ordo	: Opisthomi
Familya	: Mastacembelidae
Altfamilya	: Mastacembelinae
Cins	: Mastacembelus
Tür	: <i>Mastacembalus mastacembalus</i> (Bank and Solander, 1794)

Genel olarak ventral yüzgeçlerinin bulunmaması, vücutlarının ince uzun yapılı olup baş kısmının uzamış olması, vücut şekillerinin kısmen yılan balıklarına benzemesi ve sırt kısmındaki dikenler nedeniyle dikenli tatlısu yılan balıkları olarak adlandırılır. İki adet pilorik uzantıları ve tek loblu olan basit bir hava kesecikleri mevcuttur. Çenelerde iyi gelişmiş sivri dişler bulunur. Ağız ve solungaç açıklıkları nispeten küçük ve solungaç açıklığı boğaz bölgesinin gerisine yerleşmiştir. Dorsal yüzgecin önünde istenildiği zaman yatırılıp kaldırılabilen ve birbirlerinden ayrı sayıları 32-34 civarında bulunan dikenler yer alır. Aynı dikenlerden anal yüzgecin önünde de 3 adet bulunmaktadır. Dorsal, anal ve kaudal yüzgeçleri birleşerek müşterek bir bant şeklini almışlardır. Vücutları genelde gri-esmer olup, yan tarafları üzerinde 18-22 civarında olan ve birbirlerinden belirgin şekilde ayrılmış bulunan koyu lekeler bulunmaktadır. Genel olarak vücutları sağlam bir deri ile örtülü ve pul taşımamaktadır (Geldiay ve Balık, 1988; Vreven, 2004). Ancak familyaya ait bazı türlerde karakteristik küçük sikloid pullar bulunmaktadır. Bu familyanın karakteristik özelliklerinden en önemlisi burnun önünde bulunan rostral uzantı olarak isimlendirilen uzantılarıdır. Bu uzantı merkez rostral dokunacın her bir kenarında iki adet tübüler anterior burun deliği taşımaktadır (Vreven, 2004). Eti sevilerek tüketilir ancak genellikle vejetasyonu bol çamurlu ve kumlu zeminler üzerinde yaşadıkları ve gündüz bitkiler arasına saklanıp veya dip çamuru içerisine gömüldükleri ve beslenmek için geceleri yuvadan çıktıkları için avlanması zordur (Geldiay ve Balık, 1988).

Bu türler, sular kurduğunda bile bir süre toprak içerisine gömülerek yaşayabilmektedir. Bu türlerin soluk alma hareketlerini durdurdukları sırada kış uykusunda kısa veya uzun periyotlar için dinlenebilir durumda kalabilme yetenekleri vardır. Bu türlerin beslenmesi hakkında fazla bilgi yoktur. Ancak genel anlamda karnivor balıklar olup diğer balıkların yumurta ve larvalarını da tüketebilmektedirler. Bazı türleri avcılıkta bazı türleri ise akvaryum balıkçılığı açısından ekonomik öneme sahiptir (Sufi, 1956). *M. mastacembelus* türü Atatürk Baraj Gölü ve Keban Baraj Gölü'nde tespit edilmiş ve teşhis anahtarı çıkarılmıştır (Ekingen ve Sarıeyyüpoğlu, 1981). Söz konusu tür aynı zamanda Kozluk Çayı, Sultansuyu Çayı ve Tohma Çayı'nda da tespit edilmiş ve tanımlanmıştır (Erdemli ve Kalkan, 1996). Atatürk Baraj Gölü başta olmak üzere bölgedeki baraj göllerinde ticari amaçlı avcılığı yapılmaktadır.



Şekil 1.1. *Mastacembalus mastacembalus* 'un genel görünüşü(orijinal)

M. mastacembalus ile ilgili aşağıdaki çeşitli araştırmalar yapılmıştır;

Karadede vd., (1997), Atatürk Baraj Gölü'nde bulunan *M.mastecembalus* bireyleri ile yapmış oldukları ağır metal birikimi çalışmasında karaciğer, gonad, solungaç ve böbreklerde kas dokusuna göre Bakır (Cu), Demir (Fe), Nikel (Ni), Manganez (Mn) ve Çinko (Zn)'nun daha yüksek oranda bulunduğunu ancak kas dokusunda belirlenen ağır metal birikiminin su ürünleri için kabul edilebilir değerlerin altında olduğunu rapor etmişlerdir.

Kılıç (2002), Sultansuyu Deresi, Beyler Deresi ve Karakaya Barajı'nda yaşayan *M. mastacembalus* türünün biyolojik özelliklerini belirlemiştir. Boy ve ağırlık ilişkileri incelenmiş olan bireylerde negatif allometrik bir büyüme, yani vücut yapısının ince ve uzun bir büyüme gösterdiğini belirtmiştir.

Eroğlu (2004), *M. mastacembalus* türünün üreme biyolojisini incelemiştir. *M. mastacembalus*'un erkek bireylerinin ortalama 597 mm uzunluğunda, 469 g ağırlığında ve iki yaşındayken, dişi bireylerinin ise ortalama 460 mm uzunluğunda, 280 g ağırlığında ve bir yaşındayken eşeysel olgunluğa eriştiğini ve Karakaya Baraj Gölü'nde Haziran-Temmuz aylarında yumurta bıraktığını saptamıştır.

Vreven (2004), *Mastacembelidae* familyasının coğrafik olarak, Orta Doğu ve Güney Doğu Asya, Çin'in kuzeyi, tropik ve subtropik Afrika'da dağılım gösterdiğini bildirmiştir. Bu familyanın bazı türlerinin belirli bölgelerde endemik olduğunu belirtmiştir. Vreven (2005) ise *Mastacembelus ophidium* türünde 27 metrik 12 meristik özellik kullanarak yaptığı çalışmada omur sayısını 90–101, dorsal yüzgeç ışın sayısını 91–126, anal yüzgeç ışın sayısını ise 107–136 olarak tespit etmiştir. Bununla birlikte bazı araştırmacılar

da (Vreven ve Teugels, 2005), *M. liberiensis* türünü intraspesifik, meristik, morfometrik ve renk çeşitliliği özellikleri bakımından incelemişlerdir.

Pazira vd., (2005), *M.mastacembalus* popülasyonu üzerinde yaptıkları çalışmada boy ve ağırlık ilişkisini incelemiş, erkek ve dişiler arasında önemli farklılıklar bulmuşlardır. Ortalama yaş grubunu 6, maksimum boyu dişilerde 425 mm, erkeklerde ise 432 mm olarak tespit etmişlerdir.

Eroğlu ve Şen (2007), Karakaya Baraj Gölü'nde yaşayan *M.simack*'ın üreme biyolojisiyle ilgili yaptıkları çalışmada, Şubat 2002 ve Ocak 2003 döneminin bu balık için seksüel olgunluk, yumurtalama mevsimi ve doğurganlıklarının tespit edilmesinde belirleyici olduğunu belirtmişlerdir. Yumurtalama dönemine ilk önce dişilerin daha sonra erkeklerin ulaşmış olduğunu, Haziran ve Temmuz dönemlerinde üremeye başladıklarını tespit etmişlerdir. Eroğlu ve Şen (2009), yaptıkları başka bir çalışmada da, *M.mastacembalus*'un, otolit büyüklük (uzunluk, genişlik ve ağırlık) ile total uzunluk arasında doğrusal bir ilişki olduğunu saptamışlardır. Oymak vd., (2009), Atatürk Baraj Gölü'nden yakaladıkları *M. mastacembalus* dişilerinin Mayıs-Temmuz ayları arasında 2540-24000 arasında yumurta bıraktığını belirlemişlerdir. Gümüş vd., (2010), Atatürk Baraj Gölü'nden topladıkları 195 adet *M.mastacembalus* da eşeyler arasında boy ve ağırlık frekans dağılımının önemli olduğunu, yaş dağılımının 1-21 yıl arasında değiştiğini, ancak 9 yaşından büyük dişilere rastlamadıklarını bildirmişlerdir. Yine aynı yörede yapılan başka bir çalışmada (Taşbozan vd. 2009) *M. mastacembalus*'un hem insan sağlığı hem de beslenmesi açısından önemli bir besin kaynağı olduğunu belirtmişlerdir.

Çakmak ve Alp (2010), Karakaya Baraj Gölü, Tohma Çayı ve Dicle Nehrindeki Dikenli tatlısu yılan balığı (*M. mastacembalus*) popülasyonlarının morfolojik özelliklerini incelemişlerdir. Karakaya Baraj Gölü popülasyonunda alt çene uzunluğu (*L_{JL}*) Tohma Çayı ve Dicle Nehrindeki akarsu popülasyonlarından önemli oranda daha küçük olduğunu belirlemişlerdir. Transformasyona tabii tuttıkları morfometrik ve meristik verilere stepwise discriminant analizi uygulamışlardır. Söz konusu analize göre, popülasyonlar arasında morfometrik farklılıklar bulunduğunu, dorsal yüzgeç ışın sayısının nehir popülasyonlarında, baraj gölü popülasyonuna göre iki ışın fazla olduğunu ancak discriminant analizinde popülasyonlar meristik açıdan farklılık bulunmadığını tespit etmişlerdir.

Kara vd., (2014), Adıyaman bölgesi akarsularındaki dikenli tatlısu yılan balığının (*M. mastacembelus*) dağılımı, morfolitik ve meristik özelliklerini incelemek amacıyla Ziyaret çayı, Kahta çayı, Göksu çayı, Sofraz çayı, Çakal deresi ve Aksu çayı'nda bitkisel vejetasyonu fazla olan habitatlardan elde ettikleri toplam 25 adet *M. Mastacembelus*'un dorsal, anal ve kaudal yüzgeçlerinin çok yakın olmasına rağmen bariz bir şekilde birbirlerinden ayrıldığını ancak, Ziyaret çayında yakalanan balıklarda ise dorsal, anal ve kaudal yüzgeçlerin tamamen birleşik durumda olduğunu belirterek Ziyaret Çayı'ndan yakalanan *M. mastacembelus* Türkiye'de rapor edilen *Mastacembelus*'lardan morfolojik olarak farklı olduğunu tespit etmişlerdir.

M. mastacembalus türünde yumurtaların embriyonik gelişimini incelenen çalışmada (Şahinöz vd., 2006a), olgun erkek spermli ve olgun dişi yumurtaları karıştırılmış, ilk çatlamadan döllemeden 4 saat sonra olduğunu, döllemeden 84 saat sonra larvaların yumurtadan çıktığı, yumurtalarda dölleme oranının %80, yumurta çapının ise 1,147 - 2.015mm arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Yine araştırmacılar yapmış oldukları başka bir çalışmada (Şahinöz vd., 2006b) yumurtlama mevsimi boyunca *M.mastacembalus*'un erkeklerinin süt kalitesinin kuru sıcak mevsimde belirgin şekilde etkilendiğini, kaliteli sütün haziran ayında olduğunu ve yumurtlama sezonunun kısa olduğunu bildirmişlerdir.

Jalali vd., (2008), Zarivar (Irak) ve Parishan (İran) Gölleri ile Heleh (Booshehr İli) nehrinden toplanan 50 adet dikenli tatlısu yılan balığı örneklerinde parazit faunalarını araştırmışlardır. Solungaçlarda ve deride; *Argulus foliaceus* ve Argulusun bilinmeyen türleri, *Lernaea cyprinacea*, göz merceğinde; *Diplostomum spathaceum*, bağırsakta; *Polyonchobothrium sp.* ve bağırsak duvarında; *Contracaecum sp.* olmak üzere 9 parazit türü tespit etmişlerdir. Genel olarak Zarivar Gölü'nden elde edilen örneklerde parazitik enfeksiyonun yaygın olduğunu ifade etmişlerdir.

Büyük Zab nehrinden temin edilen 128 adet *M. mastacembalus* türünde ise ekto ve endo parazitler incelenmiş (Bashe ve Abdulllah, 2010) ve iki protozoon türü (*Trypanosoma sp.*, *Trichodina pediculus*), bir monogenetik trematod türü (*Mastacembelocleidus heteranchorus*), altı digenetik trematod türü (*Allocreadium transversale*, *Asymphyllodora macracetabulum*, *Pseudochetosoma salmonicola*, *Clinostomum complanatum*, *Diplostomum flexicaudum* ve *D. spathaceum*), iki tür cestod (*Polyonchobothrium magnum* ve *Ligula intestinalis*), iki tür nematod

(*Agamospirura* sp. ve *Procamallanus viviparus*), birer tür sülük, crustacea ve rachnoide (*Cystobranchus mammillatus*, *Argulus foliaceus* ve *Arrenurus* sp.) olmak üzere toplam 16 parazit türü tespit edilmiştir.

Pala vd., (2010), Karakaya Baraj Gölünden yakaladıkları toplam 126 adet *M. mastacembalus*' un sindirim içeriğini Geometrik Önem İndeksi (GII) kullanarak incelemişler ve incelenen balıkların sindirim sistemi içeriğinde bitkisel organizmalardan *Bacillariophyta* (%32,79), *Rotifera* (%29,83), *Cyanophyta* (%16,20), *Euglenophyta* (%0,61), *Pisces* (%0,09) ve *Dinophyta* (%0,03) saptamışlardır.

Olgunoğlu (2011a), Atatürk Baraj Gölü'nden elde edilen *M. mastacembalus*'un canlı ve tütsüleme işlemi sonrasında temel besin maddelerinin belirlenmesi yönünde bir çalışma yapmış, canlı dikenli tatlısu yılan balığındaki protein, yağ ve karbonhidrat miktarları ile tütsüleme sonrasındaki miktarları arasında önemli değişiklikler olduğunu tespit etmiştir. Dikenli tatlısu yılan balığının Fe, Zn ve Cu gibi mineraller açısından önemli bir kaynak olduğunu ancak E vitamini açısından zengin iken A vitamini açısından fakir olduğunu bildirmiştir. Tütsüleme işleminin özellikle EPA ve DHA gibi esansiyel yağ asidi miktarlarında azaltıcı bir etkisi olduğunu belirlemiş bu nedenle tütsüleme işleminin dikenli tatlısu yılan balığı için uygun bir yöntem olmadığı sonucuna varmıştır.

Olgunoğlu (2011b), Atatürk Baraj Gölü'nün üretim potansiyeli içerisinde yer alan *M. mastacembalus*'un sıcak tütsüleme sonrası aminoasit ve organoleptik kalitesi yönünden değerlendirmesini yapmıştır. Organoleptik kalite olarak görünüş, koku, çiğneme özelliği, sululuk, tuzluluk, lezzet ve genel beğeni kriterlerini esas almış olup aminoasit kalitesi bakımından ise elde ettiği sonuçları, esansiyel aminoasitler yönünden bireylerin gelişimi ve günlük gereksinimini karşılamada yeterli olduğunu belirlemiştir. Esansiyel aminoasitlerden, en yüksek düzeyde lizin ($2158,3 \pm 7,68$ mg/100g) ve treoninin ($1446,1 \pm 6,33$ mg/100g) izlediğini tespit etmiştir.

Dauod vd., (2011), *M. mastacembalus*'un derisinin histolojik yapısını incelemek amacıyla vücut yüzeyinin dokuz bölgesinden aldıkları deri parçalarını araştırmışlardır. Araştırma sonucunda dikenli tatlısu yılan balığının derisinin epidermis, dermis ve subkutis şeklinde üç katmandan oluştuğunu ve bu katmanlarında deri içindeki hücreler tarafından işlevlerine uygun olarak ikincil katmanlara da bölünebildiğini belirtmişlerdir. Epiderminin; en dış epitel, orta tabaka ve alt tabaka (stratum germinatum) şeklinde,

dermisin; ince, gevşek vasküler bir üst tabaka olan bağ dokusu ve kalın bir kompakt tabakadan (stratum compactum) oluştuğu, bu tabakada da kan damarları, sinirler ve pul ceplerinin bulunduğu bildirilmiştir. Derinin en ince tabakası olan subkutisin ise stratum kompaktum ile kas arasında yer aldığını gözlemlemişlerdir.

Ancak bu balığın solungaçlarının histolojik yapısı ile ilgili herhangi bir araştırmaya rastlanılmamıştır.

Canlıların birçoğunda olduğu gibi balıklarda da yaşamlarını sürdürebilmek için oksijene ihtiyaç duyarlar ve hücresel solunum sonucunda oksijen (O_2) alıp karbondioksit (CO_2) vermek zorundadırlar. Balıklarda da bu görevi solungaçlar yapmaktadır. Suda erimiş bir şekilde bulunan O_2 solungaçlar yardımıyla alınır ve CO_2 verilir. Solungaçlar sadece solunuma yardımcı olmazlar. Aynı zamanda bir boşaltım organıdır. Sodyum ve potasyum klorür atıldığı gibi vücutta oluşan amonyumun %90'ı ve ürenin %70'i solungaçlardan atılır (Ekingen, 2001; Arda vd., 2005).

Solungaçlar, sindirim sisteminin bir bölgesi olan farinks bölgesinde, solungaç cebi denilen cebçikler içinde bulunurlar (Sarıhan, 1990). Bütün omurgalılarda embriyonik gelişme süresince farinksin yanında dışa doğru endodermal cebçikler gelişir. Dışta da bu cebçiklere doğru birer çöküntü oluşur. Böylece farinks dış ortamla birleştiren semptomlar oluşur. Septumlar içinde solungaç kemerleri, solungaçlara kan götüren ve getiren afferent ve efferent branşiyal arter'ler ve başa giden sinirler bulunur (Sarıhan, 1990). Kemikli balıklarda solungaç kemerlerinin sayısı azalarak beşe inmiştir. Öndeki ilk dört çift solungaç kemerleri birkaç parçaçıktan oluşur ve arka yüzlerinde iki sıra halinde ince solungaç filament dizilerini içerir. Bu diziler tabanda solungaç bölmesi (septumu) ile bağlanır. Son çift solungaç kemerleri pharengial kemiğe dönüşür. Solungaç kemerlerinin iç kenarlarında solungaç tarakları bulunur. Solungaç tarakları besin partikülleri için bir süzgeç görevi görür. Solungaç kemerlerinin dış kenarlarında solungaç filamentleri bulunur (Timur, 2008). Her solungaçta sayısız filament bulunur ki toplam olarak sayıları birkaç yüzü bulmaktadır. Filamentlerin sayısı balık türünün büyüklük, yüzey alanı ve beslenme alışkanlığı gibi faktörlere göre değişmektedir. Genellikle aktif balıklarda, tabanda yüzen balıklardan daha fazladır. Her solungaç filamentinde uzun eksen boyunca iki yana çıkan sekonder lamellalar vardır. Filamentin alt ve üst yüzeylerine dağılmış ve sayıları binlerce olan lamellalar ince duvarlı ve naziktirler. Lamellaların sayısının filament sayısı ile değişeceği kuşkusuzdur. Ayrıca

bunlar filamentlerin uzunluk ünitelerindeki sayısına ve balığın boyuna bağlı olarak değişmektedirler (Ekingen, 2001). Filamentlerin taşıdığı küçük ve çok sayıdaki lamellalar, büyük bir yüzey alanı oluşturarak solunumu gerçekleştirirler. Solungaçların kapladığı alan, aktif ve yavaş yüzen balıklar arasında büyük farklılıklar gösterir (Baran ve Timur, 1983; Ekingen, 2001). Solungaç filamentleri interbranchial septumun her iki kenarında yer alır. Interbranchial septumun bir kenarındaki bir seri lamella yarım solungaç (hemibrans) olarak isimlendirilir. İnterbranşiyal septumu aralarında kapatan yarım solungaçlar tam solungaç (holobrans) oluşturur. Teleost balıklarda her iki yanda 4 tane tam solungaç (holobrans) bulunur (Timur, 2008). Her lamella içten birbiriyle bağlantılı olan ayrılmış yüzeylerden meydana gelmiştir ve her lamel, ince bir bazal membranla sarılı olan ve pillar ya da plaster hücreleri tarafından desteklenmiştir. Kapillerden daha kısa ve geniş çapta olmaları nedeniyle bazı anatomistlerce kapiller yerine sinüzoid diye adlandırılan, çok sayıda kanallara ayrılmıştır. Her lamelin kenarını çeviren bir marjinal kanal vardır. Sinüzoidlere kan, afferent branşiyal arterden her filamentte giden afferent filament arteriyle gelir ve solunum suyunun akış yönünün ters yönünde akarak, efferent filament arterine geçer (Demir, 1992).

Solungaç kemerlerinin yüzeylerinde çok sayıda tat tomurcuğu gömülüdür. Bunlar ağız boşluğu içinde de bol miktarda dağılmıştır. Solungaç kemerleri ve filamentler kıkırdak çubuk sisteminin branşlaşmasıyla desteklenir. Bu hücre ve dokulara ilave olarak iki çizgili kas grubundan bahsedilir. Bunlar adduktor ve abduktor'dur. Bunlar katlı ya da çizgili hemibranslara ayrılır (Yasutake ve Wales, 1983).

Solungaçlar balıklarda gaz değişimi, asit-baz dengesi, osmoregülasyon ve iyon regülasyonu gibi hayati önem taşıyan görevleri bulunan en önemli organlardan biridir. Solungaçlar, çok sayıda epitel hücrelerinden oluşan solungaç filamentlerinden meydana gelir. Solungaçlarda morfolojik ve fonksiyonel olarak; solunum hücreleri, rodlet, eosinofilik granüllü hücreler, leyding hücreleri, bazal hücreler ve nöroepiteliyal hücreler tanımlanmıştır (Laurent ve Perry, 1990; Zacccone vd., 1996; Goss vd., 1998; Dezfulei vd., 2003; Jarial ve Wilkins, 2003; Arellano vd., 2004; Carmona vd., 2004; Calabro vd., 2005; Diaz vd., 2005a; Diaz vd., 2005b; Matthey vd., 2006; Vigliano vd., 2006; Hughes ve Morgan, 2008; Genten vd., 2009; Srivastava vd., 2012). Suyla doğrudan temas halinde bulunan epiteldeki mukus hücreleri tarafından salgılanan mukus maddesi, patojen mikroorganizmalara karşı fiziksel bir bariyer oluşturmasının

yanı sıra lubrikasyon, solunum, iyon regülasyonu ve difüzyon gibi süreçlerde rol oynar (Stephard, 1994; Domeneghini vd., 1998; Zayed ve Mohamed, 2004). Bununla birlikte birçok hastalık ve olumsuz şartlarda sayı ve hacimlerinde değişimler olmaktadır (Ferguson vd., 1992; Dunel vd., 1996; Charles vd., 1997; Munday vd., 2001; Powell vd., 2001; Shane ve Powell 2003).

Bu derece önemli bir göreve sahip olan solungaçların normal makroskopik ve mikroskopik yapısının bilinmesi gerekir. Çünkü; bakteri, mantar ve parazitlerden kaynaklanan hastalıklar, dengesiz beslenme, hastalık tedavilerinde kullanılan ilaçlar, fiziksel ve kimyasal çevre faktörleri gibi birçok faktörler solungaçların anatomik ve fizyolojik fonksiyonlarını bozmaktadır (Ekingen, 2001; Atamanalp ve Atılğan, 2006; Atalayoğlu, 2007).

Teleost balık türlerinin birçoğunun solungaçlarının histolojik yapısı ve histokimyasal özellikleriyle ilgili çeşitli çalışmalar mevcuttur. Bazı temel yapısal benzerliklere rağmen balık türleri arasında histokimyasal özellikleri yönünden önemli farklılıklar göstermektedir (Burkhardt Holm, 1997; Diaz vd., 2001; Rodriquez vd., 2002; Ledy vd., 2003; Arellano vd., 2004; Zayed ve Mohamed, 2004; Calabro vd., 2005; Diaz vd., 2005b; Vigliano vd., 2006).

Burkhardt Holm (1997), gökkuşağı alabalığı deri ve solungaçlarının glikokonjugatlarını karakterize etmek amacıyla, farklı karbonhidrat özellikleri ile beş biyotinlenmiş lektinlerin bağlanma modellerini incelemişler ve solungaçta, mukus hücrelerinin subpopülasyonunun Con A, PNA, SBA ve UEA-I ile tepki gösterdiğini belirtmişlerdir. solungaç mukus hücrelerindeki glikokonjugantların bu geniş spektrumu, solungaç mukus hücrelerinin iyon ve osmoregulasyon fonksiyonlarının olduğuna işaret ettiğini bildirmişlerdir. Sekonder lamelladaki solunum epiteliyal hücrelerinin primer lamelladakinden daha az olduğunu, klorid hücrelerinde mannoz, galaktoz ve fukoz tespit ettiklerini belirtmişlerdir.

Diaz vd., (2001), *Micropogonias furnieri*'nin solungaçlarında bulunan mukus hücrelerinin özellikleri incelemişlerdir. Glikoproteinlerin (GPs) karakterizasyonu ve lokalizasyonu için histokimyasal prosedürleri kullanmışlar ve primer ile sekonder lamellaların mukus hücresi içerikleri arasında farklılık olmadığını bildirmişlerdir. GPs'lerin, sialik asitler, bunların C7 veya C9 gibi varyantları, karboksil grupları ve sülfat grupları okside Vecinal diollerle tespit edilmiştir. Elektron mikroskobu ile,

epithelium ve diğer epiteliyal hücreleri arasındaki derin bölümlerinde bulunan mukoza hücrelerinden farklı elektro yoğunluğunun bulunduğu büyük mukus globulleri gösterilmiştir. Ekzositoz ile mukus salınımı gözlemişlerdir. Mukus hücrelerinin yüzeyinden salgılanan glikoproteinlerin lubrikasyon, koruma ve mikroorganizmaların engellenmesi için önemli olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Rodriquez vd., (2002), *Scophthalmus maximus* L. solungaçlarında sodyum dodesil sülfat (SDS)'ın akut faaliyetini içeren morfo-histokimyasal değişiklikleri araştırmışlardır. İlk olarak, SDS'nin 96 saat LC₅₀ 7,5 mg / L olduğu tespit etmişlerdir. Histopatolojik olarak sekonder lamellada füzyon, hiperplazi, solunum epiteliyumunda bozulma, solungaç filamentleride kısalma ve hemorajik odaklar belirlemişlerdir. Histokimyasal olarak, deney grubu solungaçlarda karbonhidrat ve protein dağılımında değişiklikler kaydetmişler. Bununda asfeksi, iyon ve osmotik regülasyon gibi fonksiyonel bozulmalara neden olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Ledy vd., (2003), asidik olan ve asidik olmayan ortamlarda bulunan *Salmo trutta fario*'nun solungaç ve derisinde morfometrik incelemeler yapmışlardır. Asidik ortamdan alınan balıkların solungaçlarındaki mukus hücre sayısı ve büyüklüklerinde bozukluklar gözlenmiş, hücrelerin hiperplazi ve hipertrofinin ardından bu mukus salgılaması görülmüştür. Asidik olmayan ortamdaki balıklarda solungaçların mukus hücresi sayısında, hacminde ve mukus miktarında önemli bir değişiklik saptanmamıştır.

Arellano vd., (2004), yaptıkları çalışmada; su kalitesi ve hastalıklar gibi çevresel stres faktörlerinin neden olduğu morfolojik değişiklikleri belirlemek için *Solea senegalensis*'nin deri ve solungaçlarının normal ultrastruktürel özelliklerini tespit etmişlerdir. *Solea senegalensis*'in solungaç arklarının 5 çift olduğu, herbirinin iki sıra halinde iyi gelişmiş ve primer ile sekonder filamentlerden organize olduğu belirlemişlerdir. Solungaçlarda bazı mukus hücrelerinde Periyodik asit- schiff (PAS) zayıf pozitiflik, Alsiyan mavisi pH 0.5, 1.0, 2.5 güçlü pozitif, Alsiyan mavisi pH 2.5/PAS uygulamasında ise mukus hücrelerinin çoğunun maviye (karboksil musinler) bazı mukositlerin de mor renge boyandığını, ki bunun da nötral ve asidik musinlerin kombinasyonuna işaret ettiğini bildirilmişlerdir.

Zayed ve Mohamed, (2004), Hem *Oreochromis niloticus* hem de *Clarias gariepinus*'un solungaçlarının morfolojik yapısını ışık ve scanning elektron mikroskobu ile incelemişlerdir. İki türün solungaç sistemi arasındaki anatomik farklılıklar temel

olarak baş ve operkuler boşlukların geometrisiyle ilgilidir. Her iki tür de dört çift solungaça sahip olup, bir medyan interbranşiyal septumla bağlantılı olduğu tespit etmişlerdir. Buna ilaveten *C. gariepinus*'da solungaç filamentleri olmayan beşinci bir solungaç bulmuşlardır. Her iki türde de solungaç arkları arasındaki boşluk ve uzunluklar ortaya doğru gidildikçe azaldığını bildirmişlerdir. *O. niloticus*'un solungaç dikenleri kısa ve geniş, *C. gariepinus*'un ki uzun ve dar olduğu, *O. niloticus*'un solungaç filament ve lamellası *C. gariepinus*'un kinden daha uzun olduğunu belirtmişlerdir. *C. gariepinus*'un ikinci ve dördüncü solungaç arklarından kökenini alan bir branşlı bulbous dendritic yapısına sahip olduğu ifade etmişlerdir. Scanning elektron mikroskopunda filament ve lamellaların *O. niloticus*'da polihedral hücrelerle, *C. gariepinus*'un ise oval ve elips şeklinde hücrelerle kaplı olduğunu görmüşlerdir. Mukus hücreleri *C. gariepinus*'un sadece lamellası üzerinde mevcut olduğu, her iki türün dikenlerinde birçok tad alma tomurcuğu, limfosit infiltrasyonunun bulunduğu saptamışlardır.

Calabro vd., (2005), *Coelorhynchus coelorhynchus*'un solungaç epitelyumundaki nöroendokrin sistem ve nitrinerjik innervasyonu üzerine morfolojik, histokimyasal ve immünohistokimyasal çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarda, solungaç kemerinden kökenli nNOS pozitif sinir fibrillerinin branşiyal primer filamentin subepitelyal dokusunda mevcut olduğunu belirlemişlerdir. Solungaç epitelyumundaki çok sayıdaki mukus hücrelerinin AB/PAS pozitif, siyalik asit yok olduğunu bildirmişlerdir. *C. coelorhynchus*'un mukus bileşiklerinde klorid ve nöroendokrin hücreleri suyun hareket ve elektrolitlerinden dolayı çok büyük sayıda bulunduğunu gözlemlemişlerdir.

Diaz vd., (2005b), *Micropogonias furnieri* solungaçlarının primer ve sekonder lamellerinin ultrastruktürel yapısını araştırmışlar ve pavement hücreleri, mukoza hücreleri, mitokondrince zengin hücreleri ve rodlet hücrelerini teşhis etmişlerdir. Bu hücrelerin lamella uzunluğu boyunca mevcut olduğunu saptamışlardır. Nötral şeker ve siyalik asit varlığını, periyodik asit-borohidrid reduksiyon saponifikasyon-periyodik asit Schiff reaksiyonu (PAS/Bh/KOH/PAS), saponifikasyon- periyodik asit Schiff reaksiyonu (KOH / PAS) ve saponifikasyon-periyodik asit-borohidrid reduksiyon-periyodik asit-Schiff reaksiyonu (KOH / PAS / Bh / PAS) gibi histokimyasal teknikleri ile belirlemişlerdir. *Canavalia ensiformis* aglutinin (Con A), *Triticum vulgare* aglutininini

(WGA) ve *Ricinus cumminis vulgaris* agglutinin-1 (RCA-1) reaksiyonları pavement hücrelerinde zayıf; bunun aksine Con A, WGA ve RCA-1 mukus hücrelerinde daha yoğun olduğunu, *Arachis hypogaea* agglutinin (PNA) mukus hücrelerinde kuvvetli pozitif, ULEX Europaens agglutinin-1 (UEA-1) tüm hücrelerde negatif olarak tespit etmişlerdir. PNA reaksiyonu hariç lektin reaksiyonları, primer ve lamellalarda birbirine benzer olduğunu, yani sekonder lamellaların pavement hücrelerinde zayıf, primer lamellaların pavement hücrelerinde negatif olarak belirlemişlerdir.

Vigliano vd., (2006), *Odontesthes bonariensis*'in solungaçlarında ultrastrüktürel yaptıkları çalışmada solungaçların dört holobranşın iki setinden oluştuğunu bildirmişlerdir. Branşiyal lamellaların epitel tabakanın kıvrımlarına yayılmış olduğunu, solungaç dikenlerinin solungaç arklarının herbirinin üzerinde bulunduğunu, halbuki branşiyal lamellanın kapilları içeren ince bir epitelyumdan oluştuğunu tespit etmişlerdir. Çizgili epitelyumda mukus hücreleri, rodlet hücreleri, granular hücreler, pavement epiteliyal hücreler ve mitokondrice zengin hücreleri teşhis etmişlerdir.

Köprücü vd., (2013), bu çalışmada Avrupa yayın balığı *Silurus glanis* (Linnaeus, 1758)'in solungaçlarındaki mukus hücrelerinde yer alan glikoproteinlerin özellikleri histokimyasal yünden inceleyerek, solungaç arkları, sekonder ve primer filament epitelinde bulunan, çoğu oval ve yuvarlak bir şekile sahip olan mukus hücrelerinin yapılan histokimyasal boyamalar sonucunda, nötral (PAS), nötral ve asidik (PAS / AB pH 2,5), güçlü sülfatlı (AB pH 0,4), O-sülfat esterli (AB pH 1,0), asidik (AB pH 2,5) glikokonjugatları içerdiğini, sülfatlı ve asidik (AF / AB pH 2,5) glikoproteinleri zayıf reaksiyon gösterdiğini, mukus hücrelerinin, siyalik asit rezidülü (KOH / PAS) ve sülfatlı (AF) glikokonjugatları içermediğini belirlemişlerdir.

Diler ve Çınar, (2009), Kangal balıklarının (*Garra rufa*) solungaçlarındaki mukus hücrelerinin histokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, primer lamel epitelinde bulunan mukus hücrelerinin asidik ve nötral glikokonjugatları, siyalik asit rezidüleri ve sülfatlı, çok sülfatlı ve O- sülfat esterli glikokonjugatları, sekonder lamele ait mukus hücrelerinin ise nötral glikokonjugat ile siyalik asit rezidüleri içerdiğini saptamışlardır. Aynı zamanda PAS/AB pH 2.5 ve AF/AB pH 2.5 boyama yöntemlerinde ise primer lamel mukus hücrelerinde asidik glikokonjugatların baskın olduğunu tespit etmişlerdir.

Çınar vd., (2008), *Cyprinus carpio* solungaçlarında yer alan karakteristik mukus hücrelerini incelemişler ve mukus hücrelerini solungaç arklarında, solungaç lamellerinde, primer ve sekonder lamellerde saptamış olup mukus hücrelerinin çoğunun oval-yuvarlak bir şekle sahip olduğunu belirlemişlerdir. Yaptıkları histokimyasal analizlerde solungaçlardaki mukus hücrelerinin glikojen ya da oksidizable dioller (PAS +), nötral ya da asitce zengin (PAS/AB pH 2.5+), siyalik asid rezidulleri (KOH/PAS +) ve asitce zengin sülfatlı (AF +) glikoproteinleri içerdiğini ifade etmişlerdir. Bu mukosubstanslar dışında karboksil gruplu ya da sülfat esterli (AB pH 2.5 +) güçlü sülfatlı (AB pH 0.5 +) (AF/AB pH 2.5 +), O-sülfat esterli (AB pH 1+) glikoproteinleri saptamışlardır.

Kelek ve Çınar, (2010), çalışmalarında Kovada Gölü fizikokimyasal ve ağır metal parametrelerinin Sudak balığı (*S. lucioperca*) solungaçlarının mukosubstans özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesini amaçlamışlar ve solungaçlardaki mukus hücrelerin nötral, asidik, karboksilli, sülfatlı, sülfatlı asidik ve siyalik asitli glikokonjugatların güçlü reaksiyon gösterdiğini; O-sülfat esterli glikokonjugatların ise solungaçlarda bulunan mukus hücrelerinde bulunmadığını belirlemişlerdir. Solungaçlarda ki asidik glikokonjugat içeren mukus hücrelerinin sayısının diğer glikokonjugatlara göre daha fazla olduğu bildirmişlerdir.

Kelek (2011), Karacaören II Baraj Gölü'nün fizikokimyasal ve ağır metal oranları verilerek bu gölde yaşayan Sudak balığı (*S. lucioperca*) solungaçlarının glikokonjugat özelliklerinin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yapmıştır. Solungacın bütün bölgelerindeki mukus hücrelerinin asidik ve O-sülfat esterli glikokonjugatlara karşı güçlü reaksiyon gösterdiğini belirlemiş olup karboksilli ve nötral glikokonjugatların solungaçların sadece sekonder lamellerindeki mukus hücrelerinde gözlenmediğini saptamışlardır. Sonuç olarak ta uygulanan boyama yöntemlerinde karışım halinde bulunan mukus hücrelerinin sayısının fazla olduğunu tespit etmiştir.

Demirbağ vd., (2012), yaptıkları çalışmada Kovada, Eğirdir ve Karacaören II Baraj Göllerinde yaşayan sudak balığı (*S. lucioperca*) solungaçlarındaki glikokonjugat karakterlerinin belirlenmesi amacıyla 15 erişkin sudak balığına ait solungaç örneklerini kullanmış olup Kovada ve Eğirdir Gölleri'nde yaşayan sudakların solungaç mukus hücrelerinde çok güçlü WGA (*Triticum vulgaris agglutinin*) ve orta yoğunlukta SBA (*Glycine max agglutinin*) reaksiyonu tespit etmişler ancak Karacaören II Baraj Gölü'nde

yaşayan sudakların solungaçlarında UEA-I (*Ulex europaeus agglutinin-I*) reaksiyonuna rastlamamışlardır. Sonuç olarak ta her üç gölde yaşayan sudakların solungaçlarındaki klorid hücrelerde Con A (*Canavalia ensiformis agglutinin*) ve WGA pozitif glikokonjugat bulunmadığını bildirmişlerdir.

Karaman vd., (2014), *Acipenser stellatus* (Pallas, 1771)'un solungaçlarındaki mukus hücrelerinde yer alan glikoproteinlerin özellikleri histokimyasal yönden incelemişlerdir. Solungaç arkları, sekonder ve primer filament epitelinde bulunan, çoğu oval ve yuvarlak bir şekile sahip olan mukus hücrelerinin, yapılan histokimyasal boyamalar sonucunda, Nötral glikoproteinler (PAS), siyalik asit rezidülü (KOH / PAS), nötral ve asidik (PAS / AB pH 2,5) glikoproteinleri orta derecede reaksiyon verirken, güçlü sülfatlı (AB pH 0,4), O-sülfat esterli (AB pH 1,0), asidik (AB pH 2,5), sülfatlı ve asidik (AF / AB pH 2,5) glikoproteinleri ise zayıf reaksiyon gösterdiğini ve mukus hücrelerinin ise sülfatlı (AF) glikokonjugatları içermediğini belirlemişlerdir.

Diler ve Çınar (2010), *Aphanius sureyanus* (Neu, 1937) solungaç mukus hücrelerinde yer alan glikokonjugatların özellikleri klasik yöntemlerle histokimyasal olarak incelemişlerdir. Solungaç arkı ve primer filament epitelinde bulunan mukus hücrelerinin asidik ve nötral glikokonjugatları, siyalik asit ve sülfatlı glikokonjugatları içerdikleri ve aynı zamanda PAS/ AB pH 2. 5 ve AF/ AB pH 2. 5 boyama yöntemlerinde AB pH 2. 5 pozitif glikokonjugatın baskın olduğunu, sekonder lamele ait goblet hücrelerinin herhangi bir glikokonjugatı (asidik glikokonjugat, nötral glikokonjugat, siyalik asit rezidulleri, sülfatlı, çok sülfatlı ve O- sülfat esterli glikokonjugatlar) içermediklerini saptamışlardır.

Şenol ve Yeşil (2014), histokimyasal tekniklerle gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) solungaç dokusunun farklı bölgelerindeki glikokonjugatların belirlenmesi amacıyla bir çalışma yapmışlar ve bu çalışmada solungaçlardan aldıkları örnekleri histolojik doku takibinden geçirilip parafinde blokladıktan sonra farklı karbonhidrat gruplarının yoğunluğunu belirlemek için histokimyasal boyama yöntemlerini uygulamışlardır. Yaptıkları histokimyasal gözlemlerde solungaç bölgelerinin tümünde nötral (PAS), asidik (AB pH 2.5), sülfatlı (AF), nötral yada asidik (PAS/AB pH 2.5), güçlü sülfatlı (AF/AB pH 2.5) glikoproteinleri gözlemlemişlerdir.

Şenol (2014), çalışmasında kadife balığı (*Tinca tinca*) solungaç epitelindeki mukus hücrelerinde glikoproteinlerin belirleyebilmek için materyal olarak 25 adet kadife balığı

kullanmış ve ışık mikroskopik incelemeler için solungaçları %10'luk formaldehit içinde tespit ettikten sonra örnekleri rutin doku takibinden geçirip parafinde bloklamıştır. Parafin bloklardan karbonhidrat bileşenlerinin yoğunluğunu ve farklılığını belirlemek için histokimyasal teknikler uygulamış ve solungaç mukus içeriğinin asidik (AB pH 2.5 +), nötral (PAS +), nötral-asidik (PAS/AB pH 2.5 +), güçlü asidik sülfatlı (AF +) ve güçlü sülfatlı (AF/AB pH 2.5 +) glikoprotein olduğunu ifade etmişlerdir.

Bu çalışmada; Ülkemizde *Mastacembelus* genusuna ait tek türü olan Dikenli Tatlısu Yılan Balığı, *M. mastacembalus* (Solander 1794)'nın solungaçlarının histolojik yapısı ve bazı histokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

2.1.1. Araştırma Bölgesi

Keban Baraj Gölü, Elazığ ilinin 45 km kuzeybatısında ve Malatya ilinin 65 km kuzeydoğusunda olup, Karasu ile Murat nehirlerinin birleştiğı yerden 10 km daha güneybatıda Keban ilçesi civarında inşa edilmiştir. Gölün yüzey alanı maksimum su seviyesinde 687,31 km² ve minimum seviyede ise 379,3 km²'dir. Gölün en derin yeri baraj gövdesinin bulunduğı nokta olup, bu noktada maksimum derinlik 163 metredir. Gölün ana akarsuyu olan Fırat nehri, yılın çeşitli mevsimlerinde çok farklı bir akım düzenine sahiptir. Baraj gövdesinin olduğı yerde ortalama akım 635 m³/s, minimum akım 145m³/s ve maksimum akım ise 8.416 m³/s'dir. Baraj gölünün temel su parametreleri, mevsimlere, derinliğe ve bölgelere göre değışmektedir (Anonim 1994).



Şekil 2.1. Balıkların temin edildiğı bölgenin haritası

2.1.2.Balıkların Temini

Çalışmanın materyalini oluşturan *M. mastacembalus* Elazığ ili Keban Baraj Gölü'nde avcılık yapan balıkçılardan canlı olarak temin edildi. Çalışmada toplam 5 adet balık kullanıldı. Çalışma Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi laboratuvarlarında gerçekleştirildi.

2.2. Metot

2.2.1.Balıkların Ölçümü

Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Balık Hastalıkları laboratuvarlarına içi su dolu plastik bidonlarla getirilen balıklar fenoksietanol (5 ml/l) (Matson ve Riple, 1989) ile genel anestezi uygulandıktan sonra boy ölçüm tahtasında total boyları (Şekil 3), 0,5 g hassasiyetinde olan Denver marka terazi ile ağırlıkları ölçüldü (Tablo 2).



Şekil 2.2. *Mastacembalus mastacembalus*'larda boy ölçümü

2.2.2 Histolojik Tespit İşlemi ve Blokların Hazırlanması

Total boyları ölçülen balıklara usulüne uygun biçimde otopsi yapılarak (Arda vd., 2005) solungaçları alındı. Her bir balıktan 6'sar olmak üzere alınan doku örnekleri %10'luk nötral tamponlu formalin (pH 7,2) solüsyonunda 4 saat kadar bekletildi. Bu sürenin sonunda dokular trimlendi ve yenilenen aynı tespit solüsyonunda 24-26 saat süreyle tespit edildi.

Doku örnekleri belirtilen fiksatifde tespit edildikten sonra aşağıdaki işlemlerden geçirildi (Luna, 1986).

1- Tespit sıvısından arındırma (Yıkama)

Çeşme suyunda..... 1 gece.

2-Dehidrasyon

%70'lik alkol..... 2 saat.

%80'lik alkol..... 1 saat.

%96'lık alkol..... 1 saat.

%96'lık alkol..... 1 saat.

Absolü alkol..... 1 saat.

Absolü alkol..... 1 saat

3-Parlatma

Ksilol I 20 dakika

Ksilol II 20 dakika

Ksilol III..... 20 dakika

Ksilol: Parafin (1:1) karışımında..... 1 saat (56 °C'deki etüvde).

Parafin I 1 saat (56 °C'deki etüvde).

Parafin II 1 saat (56 °C'deki etüvde).

Parafin III 1 saat (56 °C'deki etüvde).

Parafin işleminden sonra doku örnekleri parafin kalıplara konuldu ve bu kalıplardan mikrotom için toplam 30 adet blok hazırlandı.



Şekil 2.3. Solungaç dokusunun parafin blokları

Parafin bloklardan Leica marka kızaklı mikrotomda 5-6 mikron kalınlığında kesitler elde edildi. Bu kesitler 40-45 °C sıcaklıktaki su banyosuna konularak açılmaları sağlandıktan sonra lamlara alındı. Dokuların lamlara daha iyi yapışmasının sağlamak için lamlar 1 saat boyunca 56 °C'deki etüvde bekletildikten sonra oda sıcaklığında muhafaza edildi.

2.2.3. Histokimyasal Boyamalar

Bu çalışmada uygulanan bazı boyamalar ile bu boyamaların uygulama amacı aşağıdaki tablo 2.1'de gösterilmiştir;

Tablo 2.1. Uygulanan histokimyasal boyamalar

Uygulanan Yöntemler	Kaynak	Uygulanan Yöntemin Amacı
Hematoksilen & Eozin Boyaması	Luna, 1968	Rutin inceleme
Crossman Üçlü Boyaması	Crossman, 1937	Rutin inceleme
Alsiyan Mavisi(AB) pH 0,4	Luna, 1968	Güçlü sülfatlı glikokonjugatların belirlenmesi
Alsiyan Mavisi (AB) pH 1,0	Luna, 1968	O-Sülfat esterli glikokonjugatların belirlenmesi
Alsiyan Mavisi (AB) pH 2,5	Luna, 1968	Asidik glikokonjugatların belirlenmesi
Aldehit Fuksin (AF)	Gomari, 1952	Sülfatlı glikokonjugatların belirlenmesi
AF / AB pH 2,5	Spicer ve Mayer, 1960	Sülfatlı ve asidik glikokonjugatların karşılaştırılması
Periyodik Asit-Shiff (PAS)	Luna, 1968	Nötral glikokonjugatların belirlenmesi
PAS / AB pH 2,5	Luna, 1968	Nötral ve asidik glikokonjugatların karşılaştırılması
Saponifikasyon (KOH) / PAS	Culling vd., 1976	Siyalik asitli glikokonjugatların belirlenmesi
Humason Gümüşleme Boyası	Humason G.L.,1960	Retikulum, elastin ve kollagen ipliklerin gösterilmesi

2.2.3.1. Hemotoksilen & Eosin Boyaması (Luna, 1968)

Histolojide rutin incelemeler için en çok uygulanan boyamadır. Çalışmada Harris hematoksileni kullanılmıştır.

1.Ksilol I	30 d.
2.Ksilol II	30 d.
3.Absolü alkol	3 d.
4.%95'lik etil alkol	3 d.
5.%80'lik etil alkol	3 d.
6.%50'lik etil alkol	3 d.
7.%30'luk etil alkol	3 d.
8.Distile su	2-3 s.
9.Hematoksilen.....	5 d.
10.Çeşme suyu	2-3 s.
11.Asit-alkol çözeltisi.....	2-3 s.
12.Çeşme suyu	2-3 s.
13.Amonyak.....	30 s.
14.Çeşme suyu	2-3 s.
15.Eosin	3 d.
16.Çeşme suyu	2-3 s.
17.%30'luk etil alkol	3 d.
18.%50'lik etil alkol	3 d.
19.%70'lik etil alkol	3 d.
20.%80'lik etil alkol	3 d.
21.%95'lik etil alkol	3d.
22.Absolü alkol	3 d.
23.Absolü alkol	3 d.
24.Ksilol I	30 d.
25.Ksilol II	30 d.
26.Entellan ile kapama.	

2.2.3.2. Crossman Üçlü Boyaması (Crossman., 1937)

Histolojide rutin incelemeler için uygulanan bir boyamadır.

1-Ksilol I	5 d.
2-Ksilol II	5 d.
3-Absolü alkol I	3 d.
4-Absolü alkol II	3 d.
5-%96'lık etil alkol	3 d.
6-%80'lik etil alkol	3 d.
7-%70'lik etil alkol	3 d.
8-İodin alkol	3 d.
9-%2'lik sodyum tiyosülfat	30 s.
10-Distile su	2-3 s.
11-Çeşme suyu	5 d.
12-Hematoksilen	8 d.
13-Çeşme suyu	2-3 s.
14-Metil alkol	2-3 s.
15-Çeşme suyu	5 d.
16-Distile su	5 d.
17-Asit fuksin	30 s.
18-Distile su	5 d.
19-Fosfotungustik asit	10 d.
20-Distile su	5 d.
21-Anilin mavisi	2 d.
22-Distile su	2-3 s.
23-%2'lik asetik asit	3 d.
24-Absolün alkol I	3 d.
25-Absolün alkol II	3 d.
26-Ksilol I	5 d.
27-Ksilol II	5 d.
28-Entelan ile kapama.	

2.2.3.3. Alsiyan Mavisi pH 0,4 (Luna, 1968)

Histolojide güçlü sülfatlı glikokonjugatların belirlenmesi için uygulanan bir boyamadır.

1-Ksilol I	5 d.
2-Ksilol II	5 d.
3-% 96'lık etil alkol I	3 d.
4-% 96'lık etil alkol II	3 d.
5-Fosfat hidroklorik asit solüsyonu	3 d.
6-Alsiyan Mavisi	30 d.
7-Çeşme suyu	10 d.
8-Distile su	2-3 s.
9-Kernechtrot	5 d.
10-Çeşme suyu	1 d.
11-% 95'lik alkol I	3 d.
12-% 95'lik alkol II	3 d.
13-Absolü alkol	3 d.
14-Absolü alkol	3 d.
15-Ksilol I	5 d.
16-Ksilol II	5 d.
17- Entellan ile kapama.	

2.2.3.4. Alsiyan Mavisi Boyaması (pH 1,0) (Luna, 1968)

Histolojide O-sülfat esterli glikokonjugatların belirlenmesi için uygulanan bir boyamadır.

1-Ksilol I	5 d.
2-Ksilol II	5 d.
3-%96'lık etil alkol	3 d.
4-%96'lık etil alkol	3 d.
5-Alsiyan mavisi	30 d.
6-Çeşme suyu	10 d.
7-Distile su	2-3 s.
8-Lamları filtre kağıdında kuruyuncaya kadar bekletme.	

9-%96'lık etil alkol I	3 d.
10-%96'lık etil alkol II	3 d.
11-Ksilol I	5 d.
12-Ksilol II	5 d.
13-Entelan ile kapama.	

2.2.3.5. Alsiyan Mavisi Boyaması (pH 2,5) (Luna, 1968)

Histolojide asidik glikokonjugatların belirlenmesi için uygulanan bir boyamadır.

1-Ksilol I	5 d.
2-Ksilol II	5 d.
3-%96'lık etil alkol I	3 d.
4-%96'lık etil alkol II	3 d.
5-%3'lük asetik asit	3 d.
6-Alsiyan mavisi	30 d.
7-Çeşme suyu	10 d.
8-Distile su	2-3 s.
9-Kernechtrot	5 d.
10-Çeşme suyu	1 d.
11-%96'lık etil alkol I	3 d.,
12-%96'lık etil alkol II	3 d.
13-Ksilol I	5 d.
14-Ksilol II	5 d.
15-Entellan ile kapama.	

2.2.3.6. Aldehit Fuksin (AF) (Gomari, 1952)

Histolojide sülfatlı glikokonjugatların belirlenmesi için uygulanan bir boyamadır.

1-Ksilol I	5 d.
2-Ksilol II	5 d.
3-% 96'lık etil alkol I	3 d.
4-% 96'lık etil alkol II	3 d.
5-% 70'lik alkol	2-3 s.

6-Aldehit fuksin.....	30 d.
7-% 70'lik alkol.....	2-3 s.
8-% 95'lik alkol I	3 d.
9-% 95'lik alkol II	3 d.
10-Absolü alkol.....	3 d.
11-Absolü alkol.....	3 d.
12-Ksilol I	5 d.
13-Ksilol II.....	5 d.
14- Entellan ile kapama.	

2.2.3.7. AF/AB pH 2,5 (Spicer ve Mayer, 1960)

Histolojide sülfatlı ve asidik glikokonjugatların karşılaştırılması için uygulanan bir boyamadır.

1-Ksilol I	5 d.
2- Ksilol II.....	5 d.
3-% 96'lık etil alkol I.....	3 d.
4-% 96'lık etil alkol II	3 d.
5-% 70'lik alkol.....	2-3 s.
6-Aldehit fuksin.....	30 d.
7-% 70'lik	2-3 s.
8-Distile su	5 d.
9-Alsiyan Mavisi.....	30 d.
10-Distile su	2-3 s.
11-% 95'lik alkol I	3 d.
12-% 95'lik alkol II	3 d.
13-Absolü alkol.....	3 d.
14-Absolü alkol.....	3 d.
15-Ksilol I	5 d.
16-Ksilol II.....	5 d.
17- Entellan ile kapama.	

2.2.3.8. Periyodik Asit-Schiff (PAS) Boyaması (Luna,1968)

Histolojide nötral glikokonjugatların belirlenmesi için uygulanan bir boyamadır.

1-Ksilol I	5 d.
2-Ksilol II.....	5 d.
3-%96'lık etil alkol I	3 d.
4-%96'lık etil alkol II	3 d.
5-Distile su	3 d.
6-%1'lik Periyodik Asit	10 d.
7-Distile su	2-3 s.
8-Schiff reaktifi	15 d.
9-Çeşme suyu	10 d.
10-Sodyum metabisülfid I	5 d.
11-Sodyum metabisülfid II	5 d.
12-Çeşme suyu	10 d.
13-Distile su	2-3 s.
14-Mayer hematoksilinin	10 d.
15-Çeşme suyu	10 d.
16-Distile su	2-3 s.
17-%96'lık etil alkol I.....	3 d.
18-%96'lık etil alkol II	3 d.
19-Ksilol I	5 d.
20-Ksilol II.....	5 d.
21-Entellan ile kapama.	

2.2.3.9. Periyodik Asit-Schiff (PAS)/Alsiyan Mavisi (pH 2,5) Boyaması (Luna,1968)

Histolojide nötral ve asidik glikokonjugatların karşılaştırılmasında uygulanan bir boyamadır.

1-Ksilol I	5 d.
2-Ksilol II	5 d.
3-%96'lık etil alkol I	3 d.
4-%96'lık etil alkol II	3 d.
5-Alsiyan mavisi	30 d.
6-Çeşme suyu	5 d.
7-Periodik Asit	10 d.
8-Çeşme suyu	5 d.
9-Schiff reaktifi	10 d.
10-Sodyum metabisülfid I	5 d.
11-Sodyum metabisülfid II	5 d.
12-Çeşme suyu	10 d.
13-%96'lık etil alkol I	3 d.
14-%96'lık etil alkol II	3 d.
15-Ksilol I	5 d.
16-Ksilol II	5 d.
17-Entellan ile kapama.	

2.2.3.10.Saponifikasyon (KOH)/PAS (Culling vd., 1976)

Histolojide sialik asitli glikokonjugatların belirlenmesi için uygulanan bir boyamadır.

1-Ksilol I	5 d.
2-Ksilol II	5 d.
3-Absolü alkol I	3 d.
4-Absolü alkol II	3 d.
5-%96'lık etil alkol	3 d.
6-%80'lik etil alkol	3 d.

7-%70'lik etil alkol.....	3 d.
8- KOH solüsyonunda	30 d.
9-%70'lik etil alkol.....	2-3 s.
10-Çeşme suyu	10 d.
11-%1'lik Periodik Asit	10 d.
12-Distile su	2-3 s.
13-Schiff reaktifi	15 d.
14-Çeşme suyu	10 d.
15-Sodyum metabisülfid I	5 d.
16-Sodyum metabisülfid II	5 d.
17-Çeşme suyu	10 d.
18-Distile su	2-3 s.
19-Mayer hematoksisinin	10 d.
20-Çeşme suyu	10 d.
21-Distile su	2-3 s.
22-%96'lık etil alkol I.....	3 d.
23-%96'lık etil alkol II	3 d.
24-Ksilol I	5 d.
25-Ksilol II.....	5 d.
26-Entellan ile kapama.	

2.2.3.11.Humason Gümüşleme Boyaması (Humason,1972)

Histolojide retikulum, elastin ve kollagen ipliklerinin gösterilmesi için uygulanan bir boyamadır.

1-Ksilol I	5 d.
2-Ksilol II.....	5 d.
3-%96'lık etil alkol I	3 d.
4-%96'lık etil alkol II	3 d.
5-Pridin + Gliserol (2:1)	1 gece
6-%95'lik etil alkol.....	3 d.
7-Çeşme suyu	5 d.

8-Periodik asit	15 d.
9-Çeşme suyu	5 d.
10-Distile su	2-3 s.
11-Amonyum gümüş karbonat.....	37 °C de 2 saat.
12-Amonyumlu distile su.....	2-3 s.
13-Buffer formalin	5 d.
14-Distile su	3 d.
15-Altın klorid.....	dokular sarı rengi alana kadar.
16-Distile su	2-3 s.
17-Sodyum tiyosülfat	3 d.
18-Çeşme suyu	5 d.
19-%70'lik etil alkol.....	2-3 s.
20-Orseinde 37 °C	15 d.
21-%70'lik etil alkol.....	2-3 s.
22-Distile su	2-3 s.
23-Fosfomolibdik asit.....	10 d.
24-Distile su	2-3 s.
25-Anilin mavisi.....	3 d.
26-Distile su	2-3 s.
27-Orange G.....	1,5 d.
28-Distile su	2-3 s.
29-%96'lık etil alkol I.....	3 d.
30-%96'lık etil alkol II	3 d.
31-Ksilol I	5 d.
32-Ksilol II.....	5 d.
33-Entellan ile kapama.	

3. BULGULAR

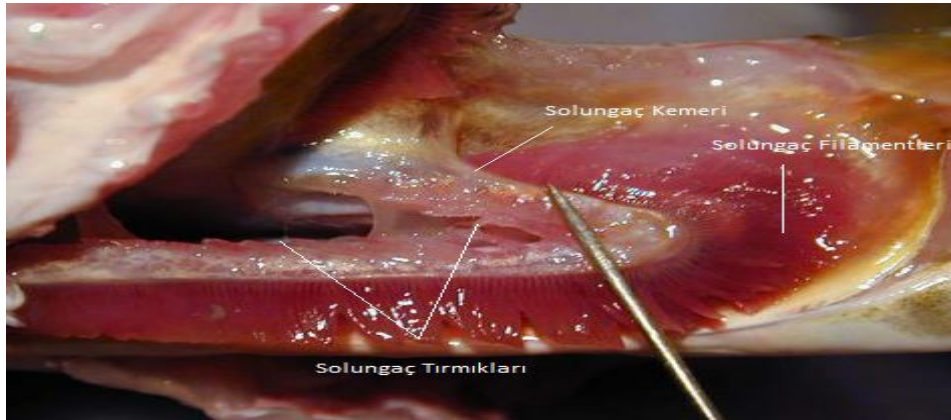
Araştırmada kullanılan balıkların boy ve ağırlık ölçümleri Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan *Mastacembalus mastacembalus*’ların boy ve ağırlıkları

No	Boy(cm)	Ağırlık(g)
1	73,0	940
2	71,7	920
3	68,0	830
4	69,5	837
5	72,5	933

M. mastacembalus’un solungaçlarının makroskobik incelenmesinde, solungaçların başın arka iki yanında bulunan operkulum kapağının altında, farinksin her iki yanında yerleşmiş olarak bulunduğu tespit edildi. Herbir solungacın dört holobranştan şekillendiği bunlarında herbirinin iki hemibranştan oluştuğu belirlendi. Her hemibranşta filament ve lamellaların olduğu görüldü.

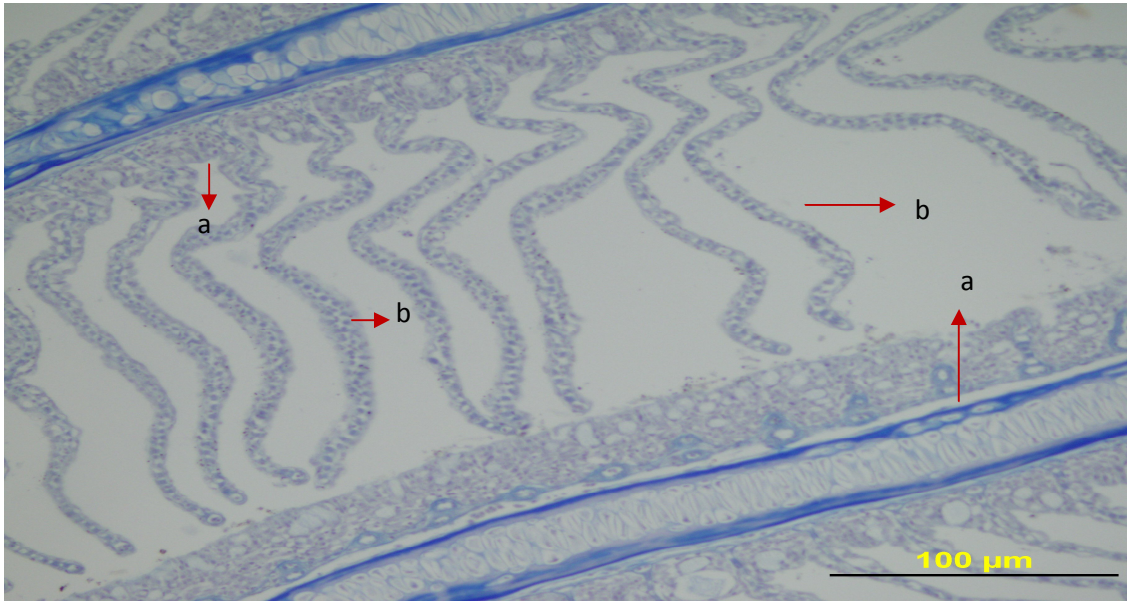
İki komşu filamentin birbirine bakan yüzündeki lameller birbirinin arasına girecek biçimde dizildiği gözlemlendi. Solungaç tırmıkları, branşiyal filamentin (hemibranş) zıt kısmında solungaç arkının iç kenarlarında bulunduğu tespit edildi (Şekil 3.1).



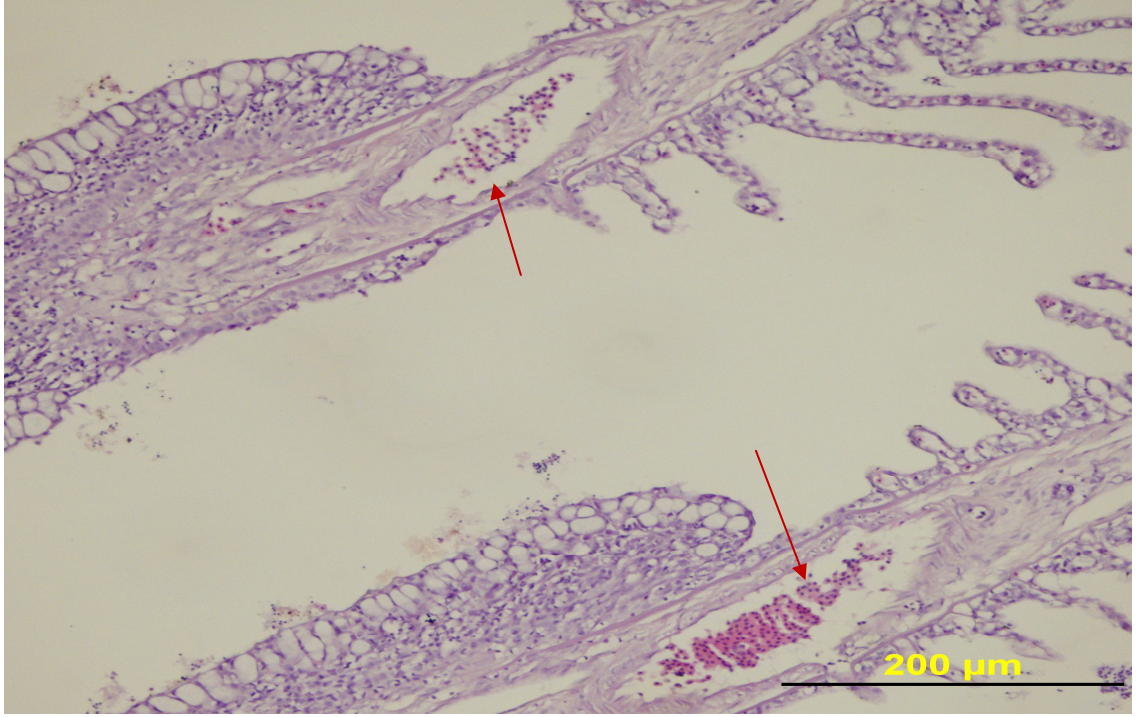
Şekil 3.1. *Mastacembalus mastacembalus*’un solungaç yapısı(orijinal)

Mikroskobik olarak yapılan incelemede solungaçların her bir branşiyal filament, primer filament ve sekonder lamellaların varlığı (Şekil 3.2) ve solungaç filamentlerinde

afferent ve efferent arterlerin oluşturduğu çok sayıda kapiller mevcuttu (Şekil 3.3). Bu arterlerin hemen altında iki katlı hücrelerden oluşan epitelyumun olduğu görüldü. Solungaç yayları ve filamentler kondrositlerden oluşmuş kıkırdak dokunun bulunduğu bir branşiyal sistemle desteklendiği görüldü. Yuvarlağımsı oval şekilli olan kondrositlerin seyrek ve küçük, matriks arasında tek tek, ikili, üçlü ya da dörtlü gruplar halinde olduğu gözlemlendi. Kondrositler, kollagen fibrillerden oluşmuş mekik şeklinde bağ doku hücreleriyle çevrili olduğu belirlendi (Şekil 3.4). Filament ve lamella epitelyumunda plaster, klorid ve çok sayıda mukus hücreleri gözlemlendi.



Şekil 3.2. *M.mastacembalus* solungaçlarının primer filament (a) ve sekonder lamellaları (b), (Crossman)

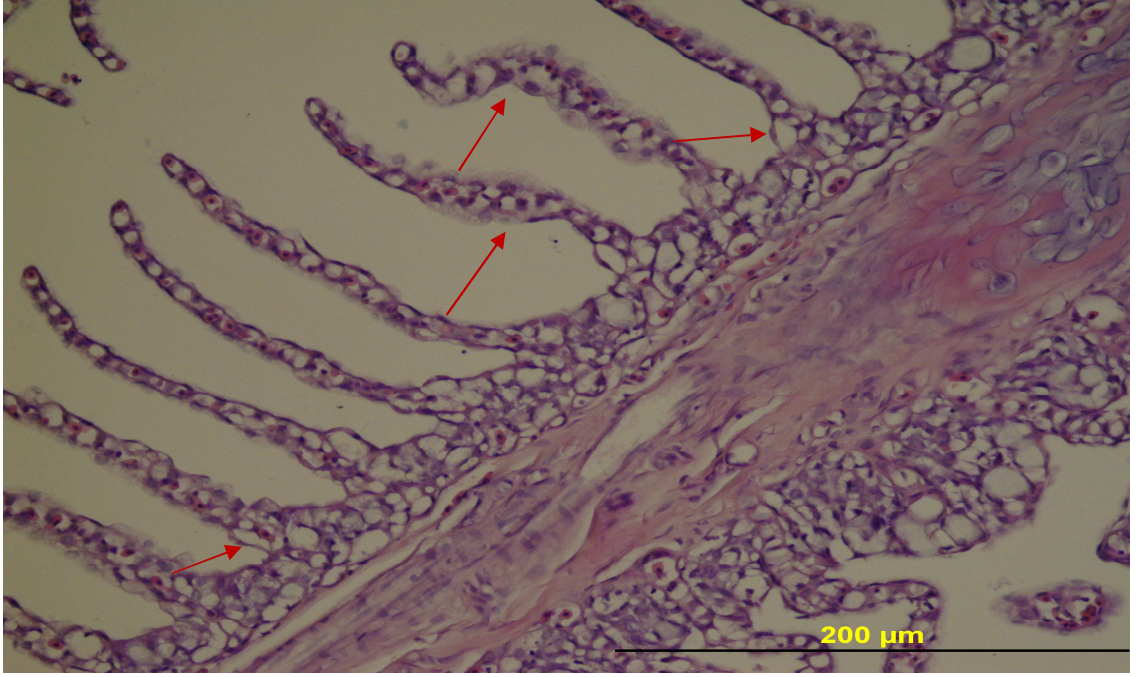


Şekil 3.3. Solungaçların primer filamentinde yer alan kan damarları, (H&E).



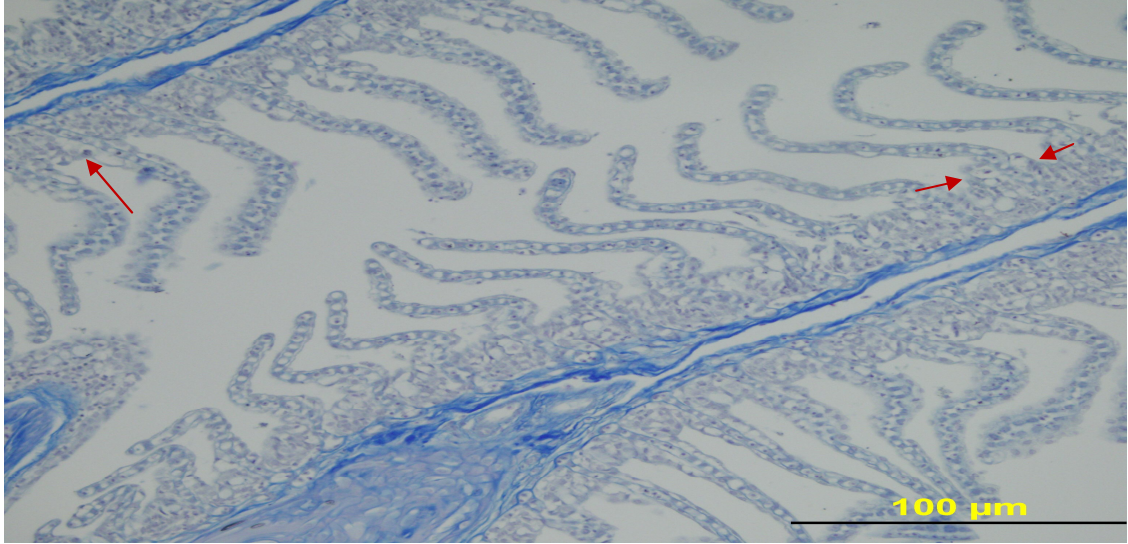
Şekil 3.4. Primer filamentte yer alan oval kondrositler, (H&E).

Solungaç yayları boyunca solungaç tırmıklarının ve bronşiyal filamentinde çift katlı epitelyal hücrelerden oluşan bir tabaka ile kaplı olduğu belirlendi. Bu epitelyal hücreler bazal bir membran üzerinde olduğu görüldü. Bu epitelyum genellikle bronşiyal filament yüzeyinde daha kalın, filamentlerde ise daha ince olduğu belirlendi (Şekil 3.4).

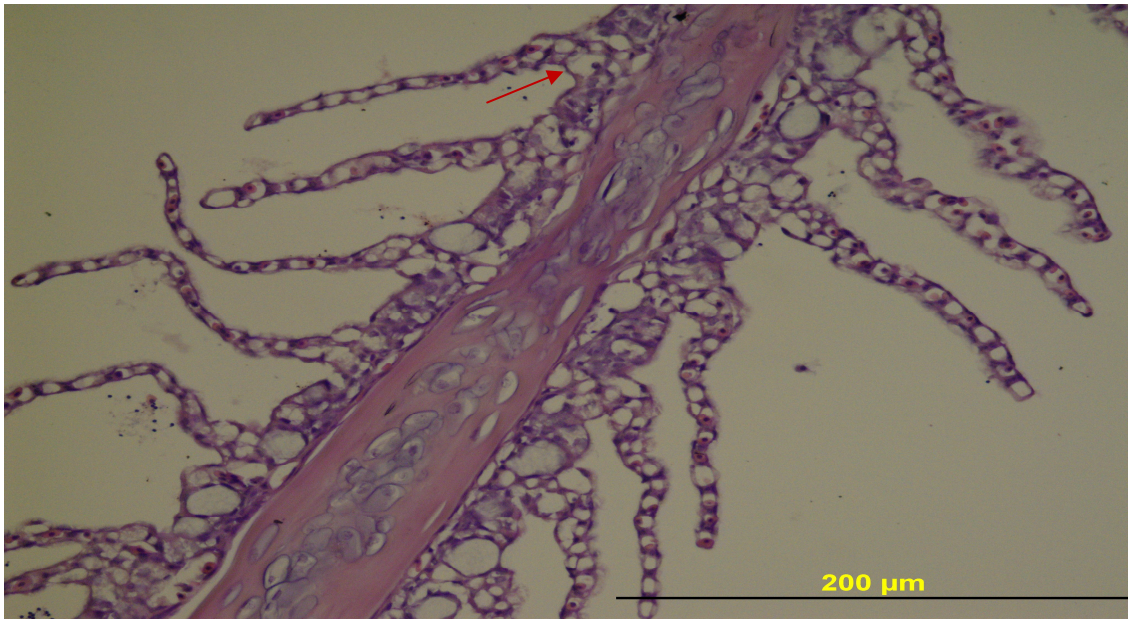


Şekil 3.5. Solungaç sekonder lamellalarındaki epitelyal hücreler, (H&E)

Klorid hücreleri primer filamentin epitelyumu boyunca tek tük gözlemlendi. Bu hücrelerin ise genelde primer filamentin proksimal bölümünde olduğu ancak nadiren distal bölümünde de klorid hücre varlığı saptandı. Epitelyum hücrelerine göre daha yuvarlağımsı ve daha koyu pembe stoplazmaya sahip olduğu görüldü (Şekil 3.6 ve 3.7).

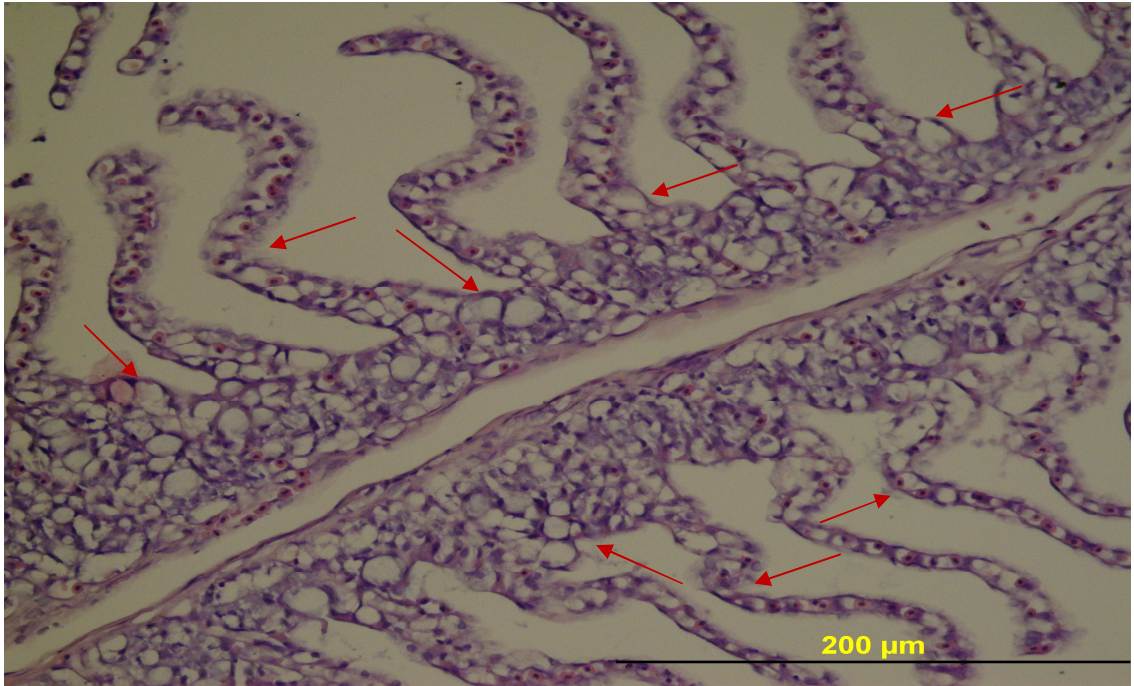


Şekil 3.6. Solungaçta primer filamentin epitelyumunda yer alan klorid hücreleri, (Crossman)



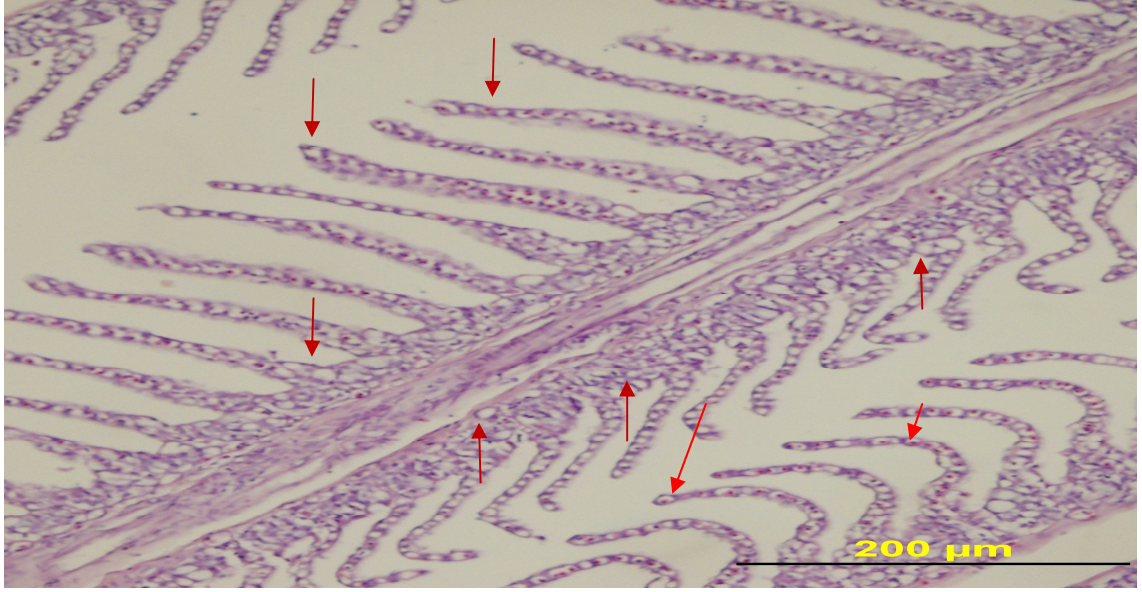
Şekil 3.7. Primer filamentin proksimal bölümünde yer alan klorid hücreleri, (H&E)

Mukus hücreleri primer filament ve sekonder lamellalar üzerinde epitelyum boyunca bol miktarda lokalize olduğu görüldü. Bunlar oval ya da yuvarlak şekilli, çekirdekleri bazalde yerleşik, değişik büyüklüklerde, içi granüllerle dolu ya da boş vakuol şeklinde olduğu görüldü. Bazı mukus hücrelerinde bu granüllerin daha çok bazal kısımda lokalize olduğu bazı mukus hücrelerinde ise açık koyulu olarak farklı yoğunluklarda yer aldığı tespit edildi (Şekil 3.8).



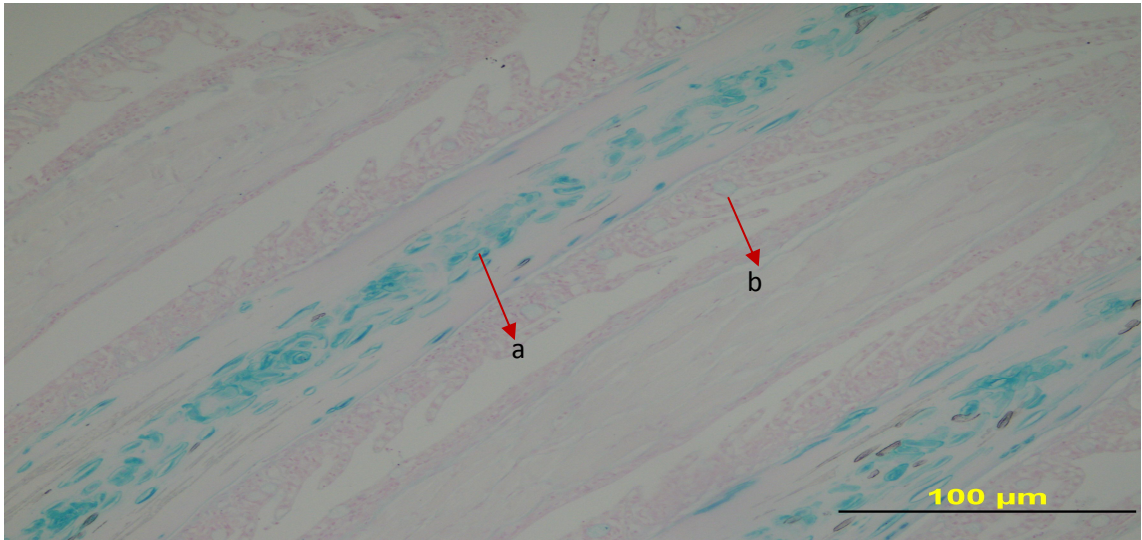
Şekil 3.8. Primer filament ve sekonder lamellar üzerinde yer alan mukus hücreleri, (H&E)

Herbir lamellada küçük, koyu renkli, çekirdekleri merkeze yakın sitoplazmaları az olan plaster hücrelerin bulunduğu saptandı. Plaster hücreleri kan damarlarının epitel hücrelerinden farklı olup, plaster hücrelerinin koyu renge boyanmaları, epitel hücrelerinin ise bazal membrana oturmuş, çift katlı hücre tabakasına sahip olmaları ile birbirlerinden ayırt edilebildi (Şekil 3.9).



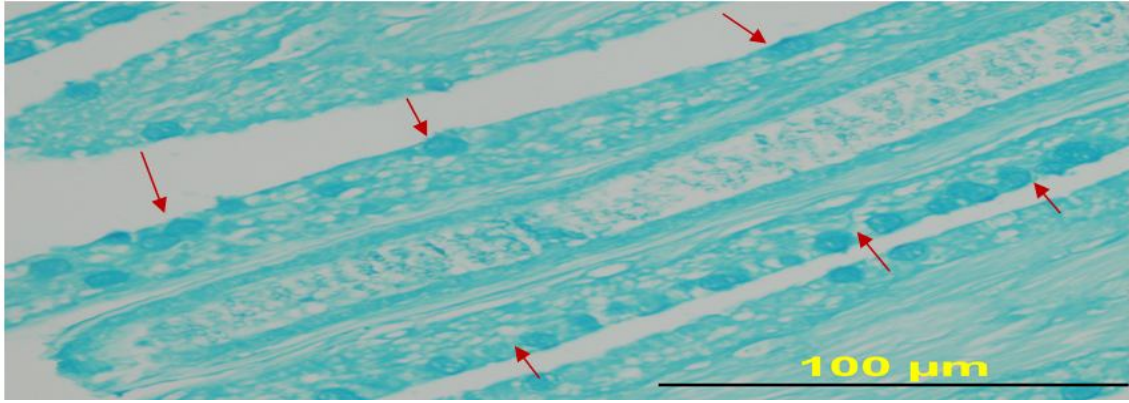
Şekil 3.9. Sekonder lamella üzerinde yer alan plaster hücreleri, (H&E)

Yapılan histokimyasal boyamalarda farklı derecede reaksiyonlar gözlemlendi. 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 3.10).



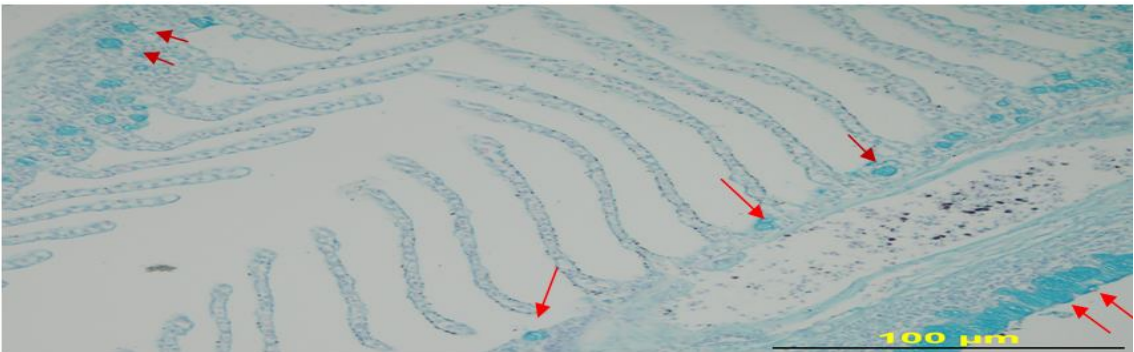
Şekil 3.10. Solungaçta pozitif kondrosit (a) ve zayıf pozitif mukus hücreleri (b), (AB pH 0,4)

O-sülfat esterli glikokonjugatları göstermek için yapılan alsiyan mavisi pH 1.0 boyaması, primer filament boyunca mukus hücrelerinde pozitif reaksiyon gösterdiği tespit edildi. Pozitif reaksiyon gösteren bu hücrelerin sayısı proksimal bölgede distal bölgeye göre daha yoğun olduğu görüldü. O-sülfat esterli glikokonjugatlar bazı mukus hücrelerinin periferine doğru yoğun, merkeze doğru olan kısmının ise daha açık renkli, bazı mukus hücrelerinde ise açık koyulu granüller tarzında reaksiyonlar belirlendi (Şekil 3.11).



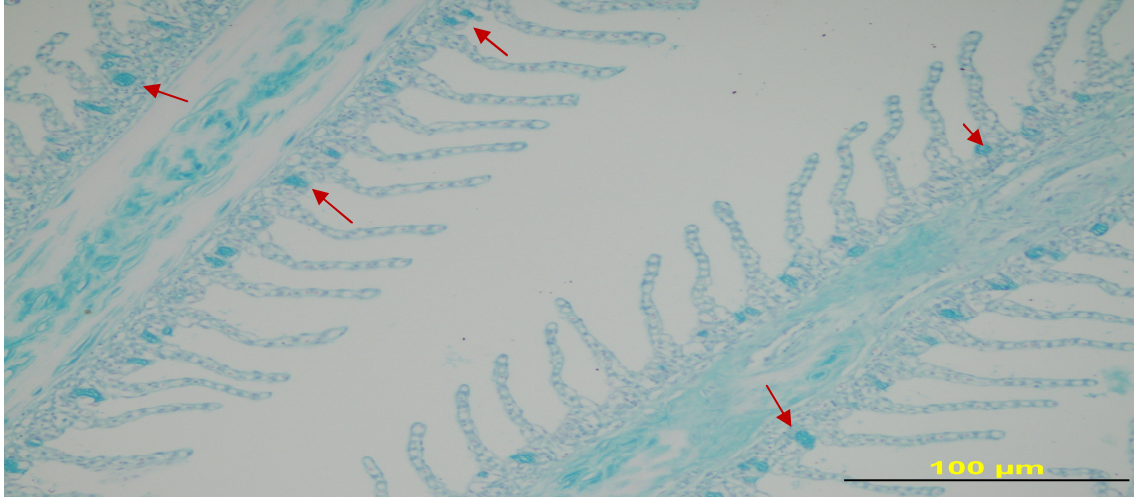
Şekil 3.11. Solungaçta AB pH 1.0 boyamasına pozitiflik gösteren mukus hücreleri

Asidik glikokonjugatların belirlenmesinde kullanılan alsiyan mavisi pH 2.5 boyaması, hem primer filamentin proksimal ile distal bölgelerindeki hem de primer filamentle sekonder lamellanın birleşme yerindeki mukus hücrelerinde ve kondrositlerde de kuvvetli pozitiflik göstermiştir. Bu hücrelerin primer filamentin distal bölümünde sayıca diğer bölgelerdekine göre daha yoğun olduğu gözlemlendi. Distal kısımdaki hücrelerin granüller tarzda reaksiyon verdiği belirlendi. Primer filamentle sekonder lamella arasında bulunan mukus hücrelerinde ise çevre kısımlarının daha kuvvetli, merkez kısımlarının ise daha açık reaksiyon verdiği görüldü (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Solungaçta AB pH 2,5 boyamasına kuvvetli pozitiflik gösteren mukus hücreleri

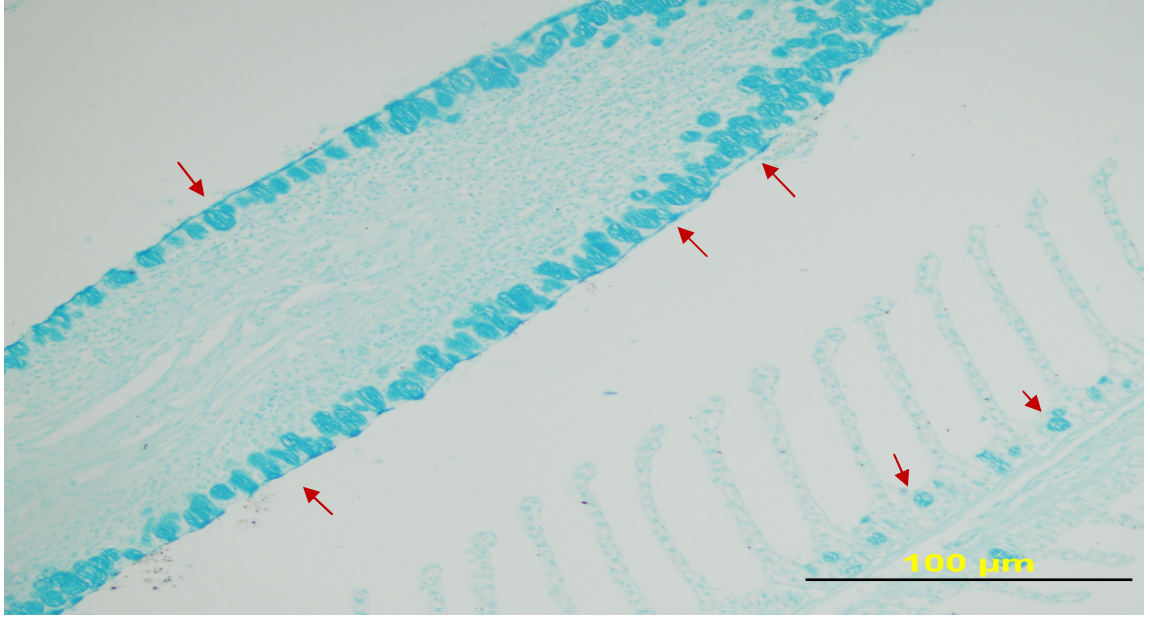
Primer filamentle sekonder lamella arasında bulunan bazı mukus hücrelerinde ise granüller bir yapıda kuvvetli pozitiflik saptandı (Şekil 3.13). Sekonder lamellarda negatif reaksiyon belirlendi.



Şekil 3.13. Solungaçta AB pH 2,5 boyamasına kuvvetli pozitiflik gösteren mukus hücreleri

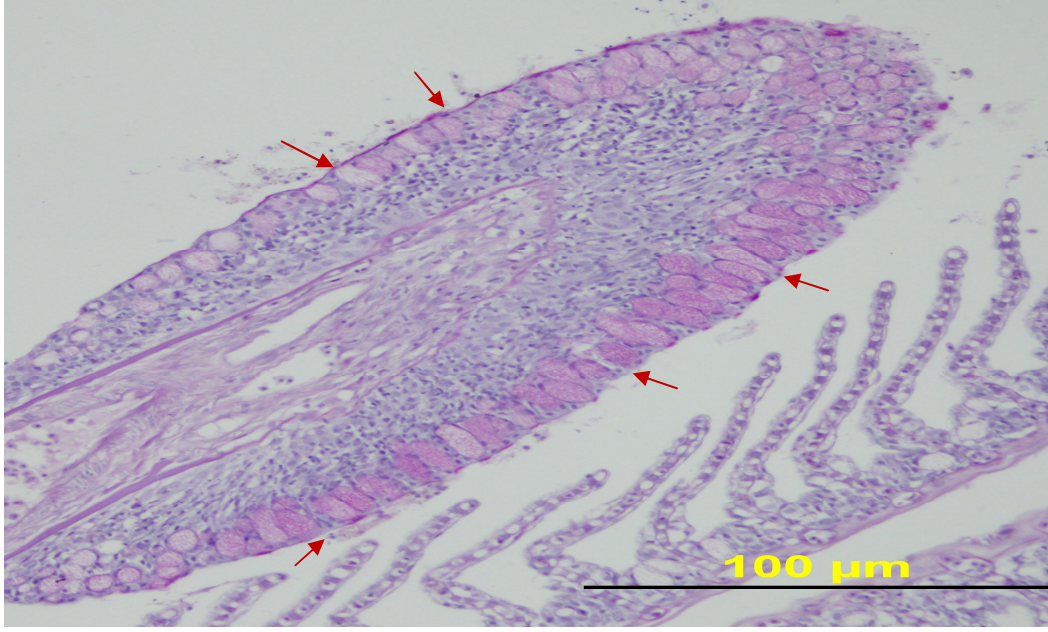
Sülfatlı glikonjugatların belirlenmesinde kullanılan aldehit fuksin (AF) boyaması solungaçların tüm bölümlerinde negatif reaksiyon vermiştir.

Sülfatlı ve asidik glikonjugatların kompozisyonun tespiti için kullanılan aldehit fuksin-alsiyan mavisi pH 2.5 boyaması sonucunda AB pH 2.5 içeren asidik glikonjugatların baskın olduğu, aldehit fuksin içeren sülfatlı glikonjugatların ise negatif reaksiyon verdiği belirlendi. Primer filamentin distal kısmında bol miktarda kuvvetli asidik glikonjugat içeren yuvarlak ve oval şeklinde mukus hücresi yer almaktadır. Bu hücrelerin sayısı proksimale doğru gittikçe azaldığı dikkati çekti. Ayrıca primer filamentle sekonder lamellanın birleştiği noktalarda bulunan genellikle yuvarlağımsı olan mukus hücrelerinde ise periferinin daha kuvvetli merkez kısmının ise daha açık reaksiyon verdiği saptandı (Şekil 3.14).



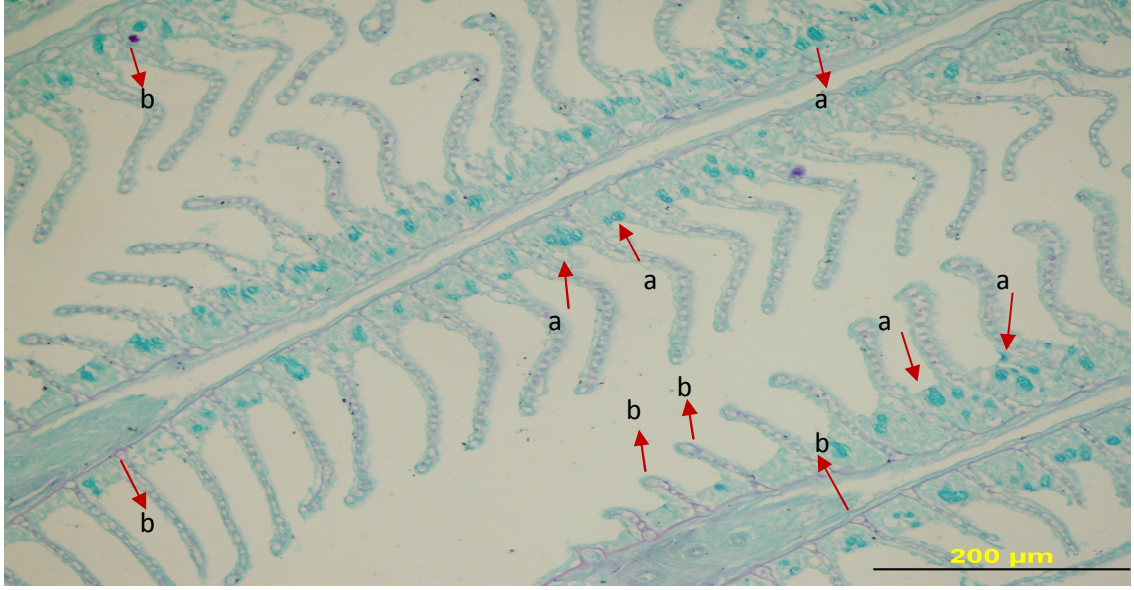
Şekil 3.14. Solungaçta AB pH 2.5 boyamasına kuvvetli pozitiflik gösteren farklı şekil ve yapıdaki mukus hücreleri, (AF/AB pH 2.5)

Nötral glikokonjugatların tespiti için yapılan periyodik asit-shiff (PAS) boyamasında primer filamentin distal bölümünde farklı derecelerde pozitif reaksiyon gösteren bol miktarda yuvarlak ve oval şekilli, genellikle granüller yapıda mukus hücreleri görüldü. Pozitif reaksiyon gösteren bu hücrelerin sayısının primer filamentin distal kısmında oldukça yoğun proksimale doğru gidildikçe azaldığı dikkati çekti. Primer filamentle sekonder lamellaların birleştiği bölümdeki mukus hücreleri ile sekonder lamellada negatif reaksiyon vardı (Şekil 3.15).



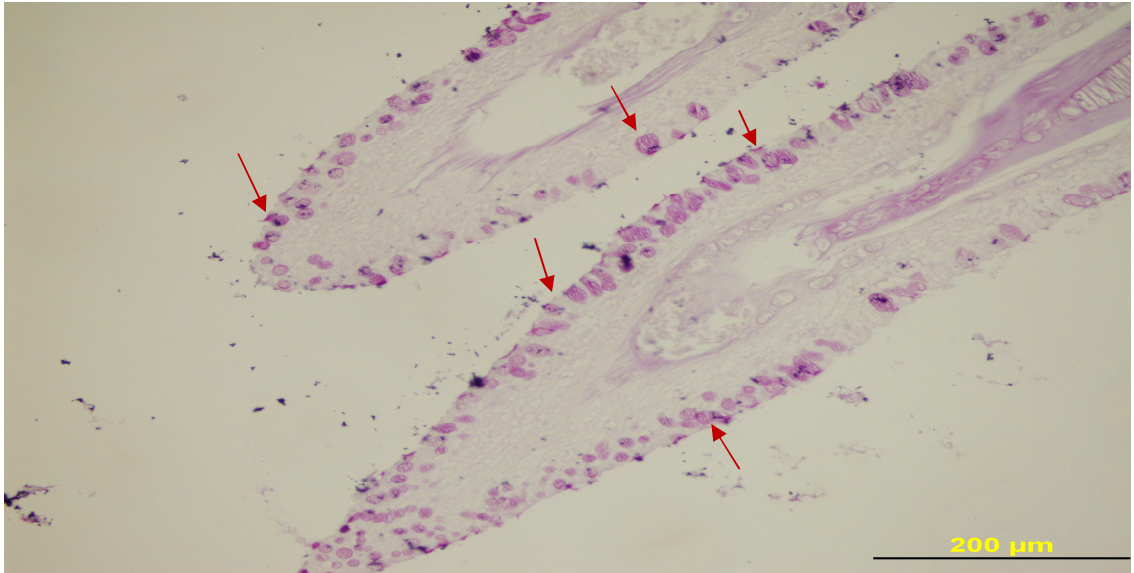
Şekil 3.15. Solungaçta PAS boyamasına farklı derecelerde pozitiflik gösteren mukus hücreleri, (PAS)

Nötral ve asidik glikokonjugatların karşılaştırılması için yapılan PAS+AB pH 2,5 boyamasında, mukus hücrelerinin hem asidik granüller hem de nötral glikokonjugatları içerdiği belirlendi. Asidik olan glikokonjugatların nötral olanlara göre çok daha baskın olduğu nötral glikokonjugatların ise zayıf pozitiflik gösterdiği saptandı. Asidik olan glikokonjugatların genellikle primer filamentin distal bölümlerinde yoğun olduğu proksimale doğru sayının giderek azaldığı, nötral olan glikokonjugatların ise primer filamentin sadece distal bölümünde gözlendi (Şekil 3.16).



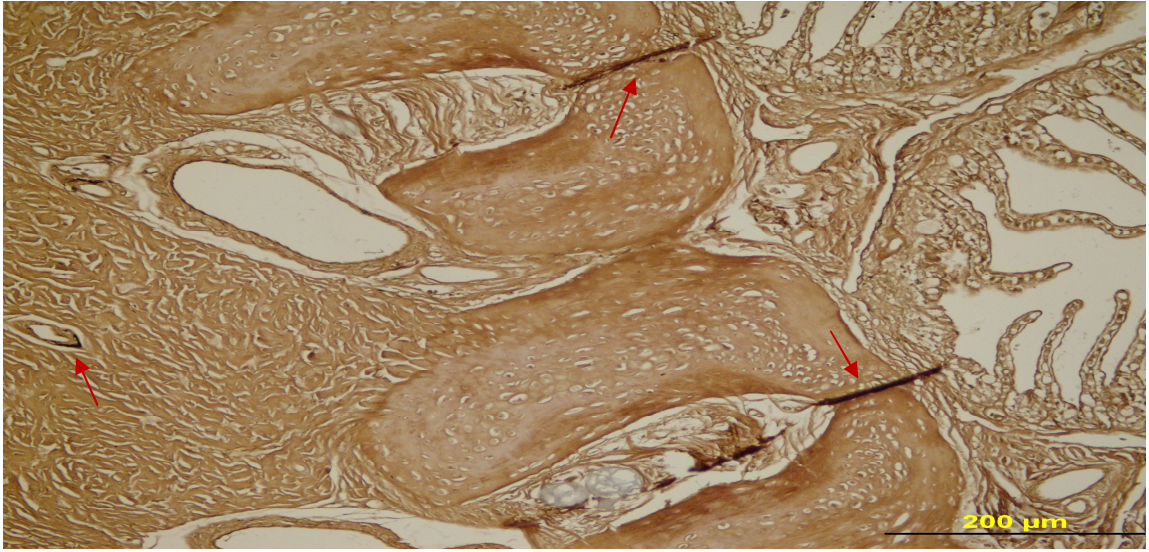
Şekil 3.16. Solungaçta AB pH 2,5 boyamasına pozitif (a) ve PAS boyamasına zayıf pozitiflik (b) gösteren mukus hücreleri, (PAS/AB pH 2,5)

Siyalik asitli glikokonjugatların belirlenmesi için yapılan KOH+PAS boyaması primer filament ve sekonder lamellada bulunan mukus hücrelerinde zayıf reaksiyon gösterdiği tespit edildi. Reaksiyonda PAS pozitif hücrelerin daha baskın olduğu saptandı (Şekil 3.17).

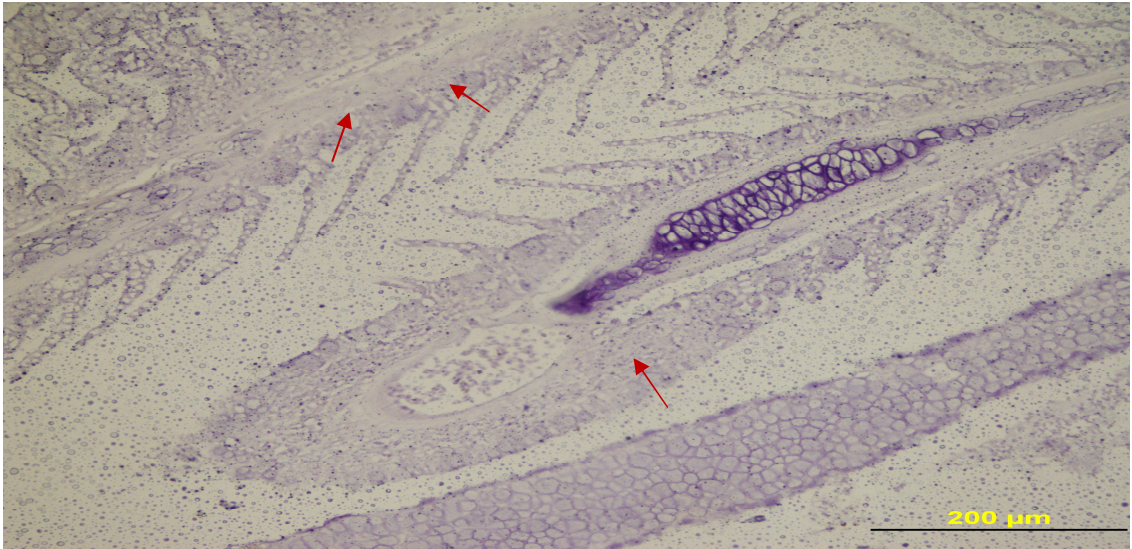


Şekil 3.17. Solungaçlarda PAS dominant mukus hücreleri, (KOH+PAS)

Humansonun gümüşleme metodu ile yapılan boyamada solungaçlarda bulunan retiküler ipliklerin siyah renkli, elastik ipliklerin ise pembe renkte oldukları tespit edildi. Retiküler iplikler solungaç yaylarında kondrositlerin arasında bulunduğu tespit edildi (Şekil 3.18). Solungaç yaylarında bol miktarda kollagen iplik yapısı belirlendi. Elastik iplikler ise kondrositlerin bulunduğu bölümlerde kondrositleri bir ağ şeklinde sarmaladığı gözlemlendi. (Şekil 3.19).



Şekil 3.18. Solungaçta Humanson gümüşleme metodu uygulanan ipliksel yapılar



Şekil 3.19. Solungaçta Humanson gümüşleme metodu ile elastik ipliksel yapılar

Tablo 3.2. *M.mastacembalus* Solungaçlarında Yapılan Histokimyasal Boyama Reaksiyonları

Histokimyasal Boyamalar	Primer Filament		Sekonder Lamella
	Distal	Proksimal	
Alsiyan Mavisi(AB) pH 0,4	+	+	+
Alsiyan Mavisi (AB) pH 1,0	+	++	++
Alsiyan Mavisi (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

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Dikenli Tatlisu Yılan Balığı *M.mastecambalus*'un solungaçlarının genel organizasyonunun daha önce yapılmış farklı teleost türlerinde tanımlananlarla benzer olduğu görülmüştür (Kapoor, 1957; Diaz vd., 2005b, Calabro vd., 2005, Vigliano vd., 2006, Kumari vd., 2009 , Kelek ve Çınar, 2010). Diğer teleostlarda olduğu gibi (Zayed ve Mohammed, 2004, Calabro vd., 2005, Diaz vd., 2005b, Vigliano vd., 2006) *M.mastacembalus*'un solungaçları da başın her iki tarafındaki operculum boşluğunda farinksin sağlı sollu iki yanında lokalize olduğu ayrıca solungaçların, herbirinin iki hemibranştan oluşan toplam dört holobranştan meydana geldiği belirlenmiştir.

Farklı balık türlerinin solungaçlarında yapılan histokimyasal çalışmalarda klorid, mukus ve plaster hücrelerinin farklı alanlarda, farklı yoğunluklarda dağılım gösterdiği bildirilmiştir. Mukus hücreleri; *Onchorhynchus mykiss* (Burkhardt-Holm, 1997)'de primer filament ve sekonder lamellada, *Micropogonics furnieri* (Diaz vd., 2001; Diaz vd., 2005b), primer lamella ve solungaç arklarında, *Solea senegalensis* (Arellano vd., 2004)'de, solungaçların tüm bölgelerinde gözlemlenirken, *Odontesthes bonariensis* (Vigliano, 2006)'de tüm epitelyum boyunca, *Acipenser naccarii* (Carmona vd., 2004)'de filamentler boyunca ve nadiren de povement hücreleri arasında, *Aphanius anatoliae suregonus* (Diler ve Çınar, 2010) ile *Tinca tinca* (Şenol, 2014)'da primer ve sekonder lamellada mevcut olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada mukus hücreleri ağırlıklı olarak primer filamentin distal uçlarında sonra da sekonder lamellanın primer filamente bağlandığı yerde tespit edildi.

Morone saxatilis (Pfeiffer vd., 1999), *Micropogonics furnieri* (Diaz vd., 2005b), *Odontesthes bonariensis* (Vigliano, 2006), *Cyprinus carpio* (Çınar vd., 2008), *Silurus glanis* (Köprücü vd., 2013)'de olduğu gibi bu araştırmada da mukus hücrelerinin çeşitli büyüklüklerde, çoğunlukla oval-yuvarlağımsı şekilde olduğu belirlendi.

Mastacembalus armatus (Kapoor, 1957)'un branşiyal epitelyumunun hiçbir bölgesinde klorid hücrelerinin gözlenmediğini, *Oncorhynchus mykiss* (Yasutake ve Wales, 1983; Burkhardt-Holm, 1997)'in solungaçlarında klorid hücrelerinin lamellar epitelyum boyunca primer filamentin proksimal ve distal uçlarında çok sayıda bulunduğu, *Solea senegolensis* (Arellano vd., 2004)'in solungaçlarında da mitokondrice zengin klorid hücrelerin varlığı, *Coelorhynchus coelorhynchus* (Calabro vd., 2005)'un

solungaçlarında da klorid hücrelerin sadece primer filament ve interlamellar zonda bulunduğu bildirilmiştir. Yapılan bu araştırmada ise klorid hücreleri sekonder lamellanın tabanında boyutları küçük ve tek tük olarak gözlemlendi. Bu durum *M.mastacembalus*'un tatlısu balığı olmasından kaynaklanabilir. Bununla birlikte *Barbus filamentosus* (Zaccone, 1981) ve tatlısu yılan balıkları (Timur, 2013) gibi balıklar deniz suyuna adapte olduğunda bu hücrelerin birkaç gün içinde klorid hücre sayılarının artıp aktive oldukları belirtilmiştir. Klorid hücrelerinin oksijen alımı ve nitrikoksit salınımında, çeşitli fonksiyonel aktiviteleri düzenleyici rolü vardır (Calabro vd., 2005).

M.mastacembalus' da yapılan bu çalışmada herbir lamellada küçük, koyu renkli, çekirdekleri merkeze yakın sitoplazmaları az olan plaster hücrelerin bulunduğu saptanmış olup, *Oncorhynchus mykiss* (Yasutake ve Wales, 1983; Burkhardt-Holm, 1997), *Solea senegalensis* (Arellano vd., 2004), *Coelorhynchus coelorhynchus* (Calabro vd., 2005) ve *Odontesthes bonariensis* (Vigliano, 2006) bulguları ile paralellik gösterdiği tespit edildi.

Salmo salar (Shane ve Powell, 2003) türlerinde AB pH 2,5 glikokonjugatları az sıklıkta bulunmaktadır. *Solea senegalensis* (Arellano vd., 2004), *Micropogonias furnieri* (Diaz vd., 2005b) ve *Cyprinus carpio* (Çınar vd., 2008) mukus hücrelerinde güçlü sülfatlı ve O-sülfatlı esterli glikokonjugatların olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan bu araştırmada da 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 (Vigliano vd.,2006).

Solungaçların mukus hücrelerindeki nötral glikokonjugatları göstermek için yapılan PAS boyamasında; *Micropogonius furnieri* (Diaz vd., 2001), *Clarias goriepinus* ve *Oreochromis niloticus* (Zayed ve Mohamed, 2004), *Acipenser naccari* (Carmona vd., 2004), *Coelorhynchus coelorhynchus* (Calabro vd., 2005), *Silurus glanis* (Köprücü, 2013) türlerinde PAS (+) iken, *Solea senegalensis* (Arellano vd., 2004)'de mukus hücrelerinin bazılarının zayıf reaksiyon gösterdiği belirtilmiştir. PAS / AB pH

2,5 boyamasında, *Solea senegalensis*, *Sparus aurata*, *Acipenser baeri* (Sarasquete vd., 2001), *Solea senegalensis* (Arellano vd., 2004), *Cyprinus carpio* (Çınar vd., 2008) ve *Silurus glanis* (Köprücü, 2013)'in asidik glikokonjugatlarının daha baskın olduğu, *Micropogonius furnieri* (Diaz, vd., 2001; Diaz vd., 2005b)'de ise birçok mukus hücrenin mor, bazı mukus hücrelerinde ise mavi boyandığını belirtmişlerdir. *Odontesthes bonariensis* (Vigliano, 2006) mukus hücrelerinin sadece asidik glikokonjugat içerdiği öne sürülmüştür. *Mastacembalus mastacembalus*'da da 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) glikokonjugatlar zayıf derecede reaksiyon vermiştir. *Cyprinus carpio* (Çınar vd., 2008), *Micropogonias furnieri* (Diaz vd., 2001), *Solea senegalensis* (Arellano vd., 2004), *Garra rufa* (Diler ve Çınar, 2009) solungaç mukus hücrelerinin siyalik asit rezidülü (KOH / PAS) glikokonjugatları içerdiği, *Cyprinus carpio* (Çınar vd., 2008), *Odontesthes bonariensis* (Vigliano vd., 2006) ve *Garra rufa* (Diler ve Çınar, 2009) AF pozitif glikokonjugatların baskın olduğu bildirilmiştir. Bu araştırmada ise; çevresel stres için indeks olarak kullanılan (Burkhardt-Holm, 1997) 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.

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 olduğunun bir göstergesidir. Mukus hücrelerin lokalizasyonu, büyüklük, sayı ve özellikleri olumsuz çevre şartlarına göre değişiklik gösterebilir.

M.mastacembalus'un solungaçlarının histokimyasal özelliklerinin ortaya çıkarılması, sudaki doğal ya da kirli çevresel ortamlar, patolojik ve stres şartları ile akuatik toksikolojik çalışmalar gibi durumlarda karşılaştırmaların yapılmasına temel oluşturulacaktır.

KAYNAKLAR

- Anonim**, 1994. Keban Baraj Gölü Limnoloji Raporu, DSİ Genel Müdürlüğü 9. Bölge Müdürlüğü Su Ürünleri Baş Mühendisliği, 137 s., Keban/Elazığ.
- Arda, M., Seçer, S. ve SarıeYYüpoğlu, M.**, 2005. Balık Hastalıkları. 2. Baskı, Medisan Yayın Serisi: 61, Ankara.
- 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**, s: 452-460.
- Atalayoğlu, G.**, 2007. Balıklarda stres, Yüksek Lisans Semineri, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ. 25 s.
- Atamanalp, M., Atılgan, E.**, 2006. Balıklarda stres, Aqua Life of Turkey, Sayı: 8: 22-24 s. Erzurum.
- Baran, İ., Timur, M.**, 1983. İhtiyoloji Balık Bilimi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları No: 392, Ders Kitabı, Ankara, 112-118 s.
- 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, Shiraz University, **11(1)**, s: 30.
- Burkhardt Holm, P.**, 1997. Lectin histochemistry of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) gill and skin. Histochemical Journal, **29**, s: 893-899.
- 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 *Coelorhynchus coelorhynchus*. Folia Histochemica Et Cytobiologica, **43**, s: 51-56.
- 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**, s: 553-566.
- Charles, H.J., Terry, A.H.**, 1997. Changes in gill morphology of atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts due to addition of acid and aluminium to stream water. Environmental Pollution, **97 (1-2)**, s:137-146.
- Coad, B.W.**, 1996. Zoogeography of the fishes of the Tigris-Euphrates basin. Zoology in the Middle East.,**13**, s: 51-70.
- Coad, B.W., Y. Keivany.**, 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), s: 1165-1166.

- Crossman, G.**, 1937. A modification of Mallory's connective tissue stain with a discussion of the principles involved. *The Anatomical Record*, **69**, s: 33-38.
- 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**, s: 1225–1230.
- Çakmak, E. and Alp, A.**, 2010. Morphological Differences Among the Mesopotamian Spiny Eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander 1794), Populations. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **10**, s: 87-92.
- Çınar, K., Şenol, N., Özen, M. R.**, 2008. Histochemical characterization of glycoproteins in the gills of the carp (*Cyprinus carpio*). *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. **55**, s: 61-64.
- Dauod, H.A.M., Al- Nakeb, G.D., Al- Hameed, R.A.**, 2011. Histological structure of the integument in *Mastacembelus mastacembelus* (Solander). *Journal of Baghdad for Science Table of Content*: **8 (1)**, s: 13-22.
- Demir, N.**, 1992. İhtiyoloji. İstanbul Üniversitesi. İstanbul Üniversitesi Yayınlarından Sayı: 3668, Fen Fakültesi No: 219, 177-194 s.
- Demirbağ, E., Kelek, S., Çınar, K.**, 2012. Kovada, Eğirdir ve Karacaören II Baraj Göllerinde yaşayan Sudak Balığı (*Sander lucioperca* L., 1857) solungaçlarındaki glikokonjugatların yistokimyasal Yapısı. *YüzüncüYıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **23 (1)**, s: 29 – 33.
- Dezfuli, B.S., Giari, L., Konecny, R., Jaeger, P. and Monera, M.**, 2003. Immunohistochemistry, ultrastructure and pathology of gills of *Abramis brama* from Lake Mondsee, Austria, infected with *Ergasilus sieboldi*. *Dis. Aquat. Organ*, **53 (3)**, s: 257–62.
- Diaz, A.O., Garcia, A.M., Devincenti, C.V. and Goldemberg, A.L.**, 2001. Mucous cells in *Micropogonias furnieri* gills: Histochemistry and ultrastructure. *Anatomia Histologia Embryologia*, **30**, s: 135-139.
- Diaz, A.O., Garcia, A.M., Devincenti, C.V. and Goldemberg, A.L.**, 2005a . Glycoconjugates in the branchial mucous cells of *Cynoscion guatucupa* (Cuvier, 1830) (Pisces: Sciaenidae). *Scientia Marina*, **34**, s:117-122.
- Diaz, A.O., Garcia, A.M., Devincenti, C.V. and Goldemberg, A.L.**, 2005b. Ultrastructure and histochemical study of glycoconjugates in the gills of the White Croaker (*Micropogonias furnieri*). *Anatomia Histologia Embryologia*, **34**, s: 117-122.
- Diler, D., Çınar, K.**, 2009. Kangal Balıklarının (*Gara rufa*) Solungaçlarındaki Mukus Hücrelerinin Histokimyası Üzerine Çalışma. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt: 2, Sayı:1.

- Diler, D., Çınar, K., 2010.** *Aphanius anatoliae sureyanus* (Neu, 1937) (Osteichthyes: Cyprinodontidae) solungaç glikokonjugatlarının histokimyasal özellikleri. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, **1**, s: 1-8.
- Domeneghini, C., Pannelli Straini, R., Veggetti, A., 1998.** Gut glycoconjugates in *Sparus aurata* L. (Pisces, Teleostei). A comparative histochemical study in larval and adult ages. Histology and Histopathology. **13**, s: 359-372.
- Dunel, E.B., Sebest, P., Chevalier, C., Simon, B., Bart, H.L., 1996.** Morphological changes induced by acclimation high pressure in the gill epithelium of the freshwater Yellow Eel. Journal of Fish Biology, **48 (5)**, s; 1018-1022.
- Ekingen, G., 2001.** Balık Anatomisi. Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:1. 53-83 s.
- Ekingen, G., Sarieyyüpoğlu, M., 1981.** Keban Baraj Gölü balıkları. Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, **6 (1-3)**, s: 7 – 22.
- Erdemli, A.Ü., Kalkan, E., 1996.** Tohma Çayı balıkları üzerinde faunistik bir çalışma. Doğa Türk Zooloji Dergisi, **20**, s:153 – 160.
- Eroğlu, M., 2004.** Karakaya Baraj Gölü'nde Yaşayan *Mastacembelus simack* (Walbaum, 1792)'ın Üreme Biyolojisi. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Eroğlu, M., Şen, D., 2007.** Reproduction Biology of *Mastacembelus simack* (Walbaum, 1792) inhabiting Karakaya Dam Lake (Malatya, Turkey). International Journal of Natural and Engineering Sciences, **1 (2)**, s:69-73.
- Eroğlu, M., 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)**, s: 342-351
- Ferguson, H.W., Morrison, D., Ostland, V.E., Lumsden, J. and Byrne, P., 1992.** Response of mucus-producing cell in gill disease of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Comparative Pathology, **106 (3)**, s: 255-265.
- Geldiay, R., Balık, S., 1988.** Türkiye Tatlı Su Balıkları Ders Kitabı. Ege Üni. Fen Fak. Yayınları Kitaplar Serisi No:97, E.Ü. Basımevi, İzmir, 591s.
- Genten, F., Terwinghe, E. and Danguy, A., 2009.** Atlas of fish histology, p:215, Enfield, New Hampshire, USA.
- Gomari, G., 1952.** Gomari's aldehyde fuchsin stain, CFA Culling, RT Allison, WT Barr, In: Cellular Pathology Technique Butterworths, London. **238**,

- Goss, G.G., Perry, S.F., Fryer, J.N. and Laurent, P.,** 1998. Gill morphology and acid–base regulation in freshwater fishes- effects of environmental pH change and sodium uptake blockade. *Comparative Biochemistry and Physiology A*, **119**, s: 107-115
- Gümüş, A., şahinöz, E., Doğu, Z., Polat, N.,** 2010. Age and growth of the Mesopotamian spiny eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solender, 1794), from southeastern Anatolia. *Turkish Journal Zoology*, **34**, s: 399-407.
- Hughes, GM., Morgan, M.,** 2008 . The structure of fish gills in relation to their respiratory function. *Biological Reviews*, **48 (3)**, s: 419–475.
- Humason, G.D., Lushbaugh, C.C.,** 1960. Selective demonstration of Elastin, Reticulin and Collagen by Silver, Orcein and Aniline Blue. *Stain Technol.*, **35**, s: 209-214.
- Jalali, B., Barzegar, M., 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)**, s: 23.
- Jarial, M.S., Wilkins, J.H.,** 2003. Ultrastructure of the external gill epithelium of the axolotl, *Ambystoma mexicanum* with reference to ionic transport. *Journal Submicrosc Cytol Pathol.*, **35**, s: 445-455.
- Kapoor, B.G.,** 1957. Sectors cells in gills of Indian fresh water spiny eel, *Mastacembalus armatus* (Lacep). *Japanese Journal of Ichthyology*, **5(3-6)**, s: 123-126.
- Kara, C., Güneő, H., Gürlek, M.E., Alp, A.,** 2014. Adıyaman Bölgesi Akarsularında Dikenli Yılan Balığı (*Mastacembalus mastacembalus*, Banks & Solander, 1794) nın Dağılımı ve Bazı Morfometrik Özellikleri. *Yunus Araştırma Bülteni*, **(3)**, s:3-11
- Karadede, H., Cengiz, E.İ., Ünlü, E.,** 1997. Atatürk Baraj Gölü’ndeki *Mastacembelus simack* (Walbaum, 1792)’ta ağır metal birikiminin incelenmesi. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Isparta, s. 399 – 407.
- Karaman, Z., Yüngül, M., Köprücü, S.,** 2014. *Acipenser stellatus* (Pallas, 1771)’un solungaçlarında bazı histokimyasal özelliklerin incelenmesi. 5. Doğu Anadolu Su Ürünleri Sempozyumu.
- Kelek, S., Çınar, K.,** 2010. Kovada Gölü’nde yaşayan Sudak Balığı (*Sander lucioperca*) solungaçlarının histokimyasal yapısı. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **25 (2)**, s:25-35.
- Kelek, S.,** 2011. Karacaören II Baraj Gölü’nde yaşayan Sudak Balığı (*Sander lucioperca*) solungaçlarında bazı histokimyasal değerlendirmeler. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **28 (1)**, s:1-7.

- Kılıç, H. M.,** 2002: Sultansuyu Deresi, Beyler Deresi ve Karakaya Barajında Yaşayan *Mastacembelus simack*'ın Biyolojik Özelliklerinin İncelenmesi. Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 30s.
- Kritsky, D. C., Pandey, K. C., Agrawal, N., Abdullah, S.M.A.,** 2004. Monogenoids from the gills of spiny eels (Teleostei: *Mastacembelidae* in India and Iraq, proposal of *Mastacembelocleidus* gen. N., and status of the Indian species of *Actinocleidus*, *Urocleidus* and *Haplocleidus* (Monogenoiden: *Dactylogyridae*). Folia Parasitologia, **51**, s: 291-298.
- Kumari U., Yashpal M., Mittal S., Mittal AK.,** 2009. Histochemical analysis of glycoproteins in the secretory cells in the gill epithelium of a catfish, *Rita rita* (Siluriformes, Bagridae). Tissue and Cell, **41**, s: 271-280.
- Kuru, M. ,**1975. Dicle – Fırat, Kura – Aras, Van Gölü ve Karadeniz Havzası Tatlı Sularında Yaşayan Balıkların (Pisces) Sistematiği ve Zoocoğrafik Yönden İncelenmesi. (Doçentlik Tezi), Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi, 181 s. Erzurum .
- Köprücü, S., Karaman, Z., Yüngül, M.,** 2013. Avrupa Yayın Balığı (*Silurus glanis*, Linnaeus, 1758)'nın Solungaçlarında Bazı Histokimyasal Özelliklerin İncelenmesi. 17. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu 3-6 Eylül 2013. İstanbul.
- Laurent, P., Perry, S.F.,** 1990. Effect of cortisol on gill chloride cell morphology and ionic uptake in the freshwater trout, *Salmo gairdneri*. Cell and Tissue Research. **259**, s: 429-442.
- Ledy, K., Giamberini, L. and Pihan, P.C.,** 2003. Mucous cell responses in gill and skin of brown trout *Salmo trutta fario* in acidic, aluminium containing stream water. Diseases of Aquatic Organisms, **56**, s: 235-240.
- Luna L.G.,** 1968. Manual of histologic staining methods of the armed forces institute of pathology. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Mattson, N.S. and Riple, T.H.,** 1989. Metomidate a better anaesthetic for cod (*Gadus morhua*) in comparison with benzocain, MS-222, chloro butanol and phenoxethanol. Aquaculture, **83**, s: 89-94.
- Mattey, D.L., Morgan, M. and Wright, D.E.,** 2006. Distribution and development of rodlet cells in the gills and pseudobranch of the bass, *Dicentrarchus labrax* (L). Journal Fish Biology, **15 (3)**, s: 363–370.
- Munday, B.L., Zilberg, D. and Findlay, V.,** 2001. Gill disease of marine fish caused by infection with *Neoporamoeba pemaguidensis*. Journal of Fish Diseases, **24 (9)**, s:497-507
- Olgunoğlu, İ.A.,** 2011a. Determination of the fundamental nutritional components in fresh and hot smoked spiny eel (*Mastacembelus mastacembelus*, Bank and Solander, 1794) Scientific Research and Essays Vol. **6 (31)**, s: 6448-6453.

- Olgunoğlu, İ.A.**, 2011b. Dikenli Yılan Balığı (*Mastacembelus mastacembelus*, Bank&Solender 1794)' nın Sıcak Tütsüleme Sonrası Aminoasit Ve Organoleptik Kalitesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi. **15(4)**, s:23-30
- Oymak, S.A., Kırankaya, Ş.G., Doğan, N.**, 2009. Growth and reproduction of Mesopotamian spiny eel (*Mastacembelus mastacembelus* Banks and Solander, 1794) in Ataturk Dam Lake (Şanlıurfa), Turkey. Journal of Applied Ichthyology, **25(4)**, s: 488-490
- Pala, G., Tellioglu, A., Eroğlu, M., Şen, D.**, 2010. The Digestive System Content of *Mastacembalus mastacembalus* (Banks & Solander, 1794) Inhabiting in Karakaya Dam Lake (Malatya-Turkey). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences **10**, s: 229-223.
- Pazira A., Abdoli A., Kouhgardie., Youseffard 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**, s: 43-47.
- Pfeiffer C.J., Smith B.J., Smith S.A.**, 1999. Ultrastructural morphology of the gill of the hybrid striped bass (*Morone saxatilis* X *M. chrysops*). Anatomia Histologia Embryologia, **28**, s: 337-344.
- Powell, M.D., Porsons, H.J. and Nowak, B.F.**, 2001. Physiological effects of freshwater bathing of Atlantic salmon (*Salmo salar*) as a treatment for amoebic gill disease. Aquaculture, **199**, s: 259-266.
- Rodriquez, M.R., Ordonez, F.J., Rosety, M., Rosety, J.M., Rosety, I., Ribelles, A.**, 2002. Morpho-histochemical changes in the gills of turbot, *Scophthalmus maximus* L., induced by sodium dodecyl sulfate. Ecotoxicology and Environmental Safety, **51 (3)**, s: 223–228.
- Sarıhan, E.**, 1990. Balık Anatomisi. Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Yüksekokulu Ders Kitabı No:1, Adana, 85-93 s.
- Sarasquete, C., Gisbert, E., Riberio, L., Vieira, L., 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**, s: 267-278.
- Shane, D.R., 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)**, s:525-537.
- Spicer, S.S. And Mayer, D.R.**, 1960. Aldehyde fuchsin/Alcian blue. CFA Culling, RT Allison, WT Barr, In: Cellular Pathology Technique Butterworths, London. **233**.

- Srivastava, N., Kumari, U., Kumari Rai, A., Mittal, S. and Kumar Mittal, A., 2012.** Histochemical analysis of glycoproteins in the gill epithelium of an Indian major carp, *Cirrhinus mrigala*, *Acta Histochemica* **114** (6), s: 626– 635.
- Stephard, K.L., 1994.** Functions for fish mucus. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, **4**, s: 401-429.
- Sufi, S. M. K., 1956.** Revision of the Oriental fishes of the family Mastacembelidae. *Bulletin of the Raffles Museum Zoological survey departmant*, No. 27: 93-146.
- Şahinöz, E., Doğu, Z., Aral, F., 2006a.** Development of embriyos in *Mastacembelus mastacembelus* (Bank& Solender, 1794) (Mesopotamian spiny eel) (Mastacembelidae). *Aquaculture Research*, **37** (16), s: 1611-1616.
- Şahinöz, E., Doğu, Z., Aral, F., 2006b.** Changes in Mesopotamian spiny eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Bank & Solender, in Russell, 1794) (Mastacembelidae) milt quality during a spawning period. *Theriogenolgy*, **67**, s: 848-854.
- Şenol, N., Yeşil, Ö. , 2014.** Histochemical Analysis of Glycoconjugates in the Mucous Cells in the Gill of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, W., 1792). *Süleyman Demirel University Journal of Science (E-Journal)*, **9** (1), s: 6-11
- 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), s: 47 – 49.
- Taşbozan, O., Gökçe, M. A., Çelik, M., Tabakoğlu, Ş.S., Küçükgülmez, A., Başusta, A., 2009.** Dikenli Yılan Balığı (*Mastacembalus mastacembalus*)’ nın vücut kimyasal kompozisyonlarının belirlenmesi üzerine bir çalışma. *Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu 29 Eylül-1 Ekim. Elazığ*
- Timur, G., 2008.** Balık Anatomisi. Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi Yayın No:33.
1. Basım.
- Timur, G., 2013.** Balık Histolojisi ve Embriyolojisi. Sertifika No: 120-128. Başakşehir/İstanbul.
- Travers, R.A., 1988.** Diagnosis of a new African Mastacembelid Spiny-eel genus *Aethiomastacembelus* Gen. Nov. (*Mastacembeloidei: Synbranchiiformes*). *Cybium*, **12** (3), s: 255-257.
- 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**, s: 76–83.

- Vreven, E.J.**, 2004. *Aethiomastacembelus shiloangoensis*, a new spiny-eel from the Shiloango River basin, Africa (Synbranchiiformes: *Mastacembelidae*). Ichthyol. Explor. Freshwaters, **15(2)**, s: 97-104.
- Vreven, E.J.**, 2005. Redescription of *Mastacembelus ophidium* Günther, 1893 (Synbranchiiformes: *Mastacembelidae*) and description of a new spiny eel from Lake Tanganyika. Journal of Natural History, **39(18)**, s: 1539-1560.
- Vreven, E.J., Teugels, G.G.**, 2005. Redescription of *Mastacembelus liberiensis* Boulenger, 1898 and description of a new West African spiny-eel (Synbranchiiformes: *Mastacembelidae*) from the Konkoure River basin, Guinea. Journal of Fish Biology, **67**, s: 332-369.
- Yastuke, W.T., Wales, J.H.**, 1983. Microscopic Anatomy of Salmonids: An Atlas United. States Dept. of the Interior, Fish and Wild Life Service, Resource Publication 150, Washington, 62-69 p.
- 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**, s: 147-159.
- Zaccone, G., Mauceri, A., Fasulo, S., Ainis, L. and Lo Cascio, P.**, 1996 . Localization of immunoreactive endothelin in the neuroendocrine cells of fish gill. Neuropeptides, **30 (1)**, s: 53–57.
- 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**, s: 295-304.

ÖZGEÇMİŞ

Elazığ’ da 1976 yılında doğdum. İlkokulu Dumlupınarilkokulu, ortaokulu Mezre ortaokulu, liseyi Mehmet Akif Ersoy lisesinde okudum. 1995 yılında Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği bölümünde lisans eğitimime başladım ve 1999 yılında mezun oldum. 2009 yılından beri Fırat Üniversitesi Hastanesinde çalışmaktayım. 2012 yılında Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı, Balık Hastalıkları Bilim Dalında yüksek lisansa başladım. Yabancı dilim İngilizcedir.