

## Sudak (*Stizostedion lucioperca* L., 1758) Balığının Gastrointestinal Kanalinın Histokimyasal Yapısı

Nurgül Şenol<sup>1,\*</sup>, Ülker Eren<sup>2</sup>, Kenan Çınar<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Gelendost Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Bölümü, 32900, Gelendost, Isparta

<sup>2</sup> Adnan Menderes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Histoloji Embriyoloji AD, Aydın

<sup>3</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 32260, Isparta

\*Yazışılan yazar e-posta: ngsenol@hotmail.com, nsenol@fef.sdu.edu.tr

Alınış: 08 Ağustos 2010, Kabul: 08 Aralık 2010

**Özet:** Bu çalışmada sudak (*Stizostedion lucioperca*) balığının mide ve bağırsak bölgelerinin histokimyasal yapısının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Sudakların mide (kardiya, fundus, pilorus) ile ilk, orta ve son bağırsaklarından doku örnekleri alınıp, gastrointestinal mukosubstans özelliklerinin belirlenmesi için histokimyasal boyama yöntemleri uygulandı. Uygulanan histokimyasal boyama yöntemlerinin, sudak balığının çalışılan tüm bölgelerinde reaksiyon verdiği saptandı. Asidik mukosubstansın mide bölgelerinde, nötr ve sülfatlı mukosubstansın ise bağırsaklarda fazla olduğu belirlendi. AB pH 1.0, AB pH 0.5, AB 0.06 M ve AB 0.3 M uygulamalarında reaksiyonun oldukça zayıf olduğu saptandı.

**Anahtar kelimeler:** Histokimya, mukosubstans, sudak (*Stizostedion lucioperca*)

## Histochemical Structure of Gastrointestinal Tract of Zander (*Stizostedion lucioperca* L., 1758)

**Abstract:** Purpose of this study was to determine the histochemical structure of zander (*Stizostedion lucioperca*) on stomach and intestines. Tissue samples were taken from stomach (cardiac, fundus, pylorus), anterior, middle and posterior intestine and performed histochemical staining methods for determination of gastrointestinal mucosubstance. The histochemical stain methods were found to react in all studied parts of zander. The acidic mucosubstance was too much in the stomach, while the neutral and sulphated mucosubstance were found to be too much in the intestine. AB pH 1.0, AB pH 0.5, AB 0.06 M and AB 0.3 practices were identified as relatively weak reaction.

**Key words:** Histochemical, mucosubstance, zander (*Stizostedion lucioperca*)

### 1. Giriş

Sindirim kanalının farklı bölgelerinde mukus kaynağının Goblet hücreleri, bağırsak yüzey epiteli ve bezlere ait hücrelerin olduğu bildirilmiştir [1-6]. Diğer omurgalılarda olduğu gibi bağırsak epitel hücreleri ürettikleri mukus tabakası ile patojenlerin luminal yüzeyden girişini engellemektedir. Musin glikoproteinleri omurgalılarda özellikle bağırsakta üretilmektedir. Glikoproteinler büyük moleküller olup suda çözünabilirler ve yüksek oranda oligosakkarit içerirler. Oligosakkaritler mikrobiyal patojenler için adhezyon ortamı oluşturup ayrıca glikoproteinlerin dejenerasyonunu önlemektedir. Balıklarda tüm bağırsak yüzeyi mukus örtü tarafından kaplanmıştır [1, 3, 4, 6, 7-9].

Mukus hücreleri (Goblet hücresi) küresel ya da oval şekilli olup kolumnar epitelyum hücreleri arasında yer almaktadır. Bu hücreler yüksek vakuollü ve bazofilik karakterlidir. Goblet hücresi glikoprotein karakterli musini salgılamaktadır. Musin alt üniteleri, protein bir omurga ve hekzosaminleri içeren nötral şekerleri kapsayan çok sayıda yan karbonhidrat zincirlerinden oluşmuştur. Karbonhidrat zincirleri genellikle tek bir sülfatla sonlanır veya siyalik aside bağlanır [10]. Bu karbonhidrat kompozisyonu epitel hücre alt tiplerinin spesifik histokimyasal boyamaya uygun olarak nötral, asidik ve asidik-sülfatlı musinler halinde ayırt edilmesini sağlamaktadır [11]. Asidik musinler de güçlü sülfatlı, zayıf sülfatlı, karboksilatlı, siyalomusin-sülfatlı, siyalomusin-karboksilatlı, sülfat uronik asit içermeyen şekilde sınıflandırılmaktadır [12].

Musinin dehidrasyonu ile oluşan kaygan sıvıya mukus denir. Bir Goblet hücresinin apikal kısmı musin tanecikleri ile doludur. Bu mukus tabakası gastrointestinal kanal dışında deri ve solungaçlarda da yer almaktadır. Mukusta, lizozim, C reaktif protein ve spesifik antikorlar vardır. Mukus; N-asetil neuraminik asit ve N-glikol neuraminik asit yapısındadır [7-9].

Sindirim kanalı mukusunun histokimyasal özellikleri farklı balık türlerinde çalışılmıştır. Teleost sindirim kanalında sentezlenen mukosubstansın histokimyasal yapıları türler arasında ve sindirim kanalının farklı bölgelerinde farklı karakter göstermektedir [3, 13, 14]. Sindirim kanalı mukosubstansının oluşturduğu mukus örtü genel olarak kanalın kayganlığının sağlanması, proteolitik dejenerasyon ve mikroorganizmalara karşı korunma fonksiyonlarını yerine getirmektedir [15]. Balıklarda tükrük bezlerinin olmamasından dolayı özofagusta yer alan çok sayıda Goblet hücresinin, özofagusda mukusun üretilmesi ve besinlerin sindirim kanalına geçişini sağlamak için bulunduğu bildirilmektedir [16]. Bu çalışmada sudak (*Stizostedion lucioperca*) balığının mide ve bağırsak bölgelerinin histokimyasal yapısının belirlenmesi amaçlanmaktadır.

## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada 1–2 yaşında olan 20'şer adet sudak (*Stizostedion lucioperca*) balıkları kullanıldı. Yaş tayini pullara bakılarak yapıldı [17]. Temin edilen balıkların boyları (25–30 cm) ve total ağırlıkları (250–350 g) belirlendikten sonra diseksiyonla mide ve bağırsaklardan örnek alımı gerçekleştirildi. Sudakların mide (kardiya, fundus, pilorus) ile ilk, orta ve son bağırsaklarından alınan doku örnekleri Bouin tespit solusyonunda 16–18 saat tespit edildi. Örnekler daha sonra rutin doku takibinden geçirilip parafinde bloklandı. Parafin bloklardan mikrotomla 5–6 µ kalınlığında alınan kesitlere aşağıda belirtilen boyama yöntemleri uygulandı.

**A.** Genel histolojik yapının belirlenmesi için hematoksilin-eosin [11] boyama yöntemi uygulandı.

**B.** Çalışılan bölgelerin gastrointestinal mukosubstans özelliklerinin belirlenmesi için, Tablo 1'de belirtilen boyama yöntemleri uygulandı.

**Tablo 1.** Uygulanan yöntemler ve mukosubstans özellikleri.

Mukosubstans Özelliği	Uygulanan Yöntem
Asidik mukosubstansın belirlenmesi	AB (Alcian Blue) pH 2.5 Lev ve Spicer [18]
O-sülfat esterli glikoproteinlerin belirlenmesi	AB pH 1.0 Lev ve Spicer [18]
Güçlü sülfatlı glikoproteinlerin belirlenmesi	AB pH 0.5 Lev ve Spicer [18]
Karboksil grup (siyalik asit ya da uranik asit) ya da sülfat esterli glikoproteinlerin belirlenmesi	AB 0.06 M Scott ve Dorling [19]
Güçlü sülfat ve zayıf sülfatlı glikoproteinlerin belirlenmesi	AB 0.3 M Scott ve Dorling [19]
Sülfatlı asidik mukosubstansın belirlenmesi	AF (Aldehyde Fuchsin) Gomori [20]
Sülfatlı ve karboksilli asidik mukosubstansın belirlenmesi	AF/AB pH 2.5 Spicer ve Mayer [21]
Nötr mukosubstansın belirlenmesi	PAS (Periodic Acid/Schiff) McManus [22]
Siyalik asitli glikoproteinlerin belirlenmesi	KOH/PAS Culling vd. [11]
Nötr ve asidik mukosubstansın belirlenmesi	PAS/AB pH 2.5 Mowry [23]

Hazırlanan preparatlar mikroskopta incelenerek, örneklerde mukosubstans özellikleri belirlendi ve gerekli görülen preparatların Olympus C400 mikroskobunda fotoğrafları çekildi.

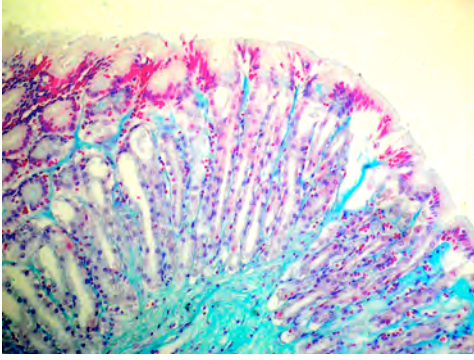
### 3. Bulgular

Yapılan incelemelerde sudak (*Stizostedion lucioperca*) balığının çalışılan tüm bölgelerinin lamina epitelyalisinde AB pH 2.5 uygulaması sonucunda pozitif reaksiyon gözlemlendi. Kardiya ve fundusun lamina epitelyalisinde asidik mukosubstans yoğunluğunun fazla olduğu pilorusun lamina epitelyalisinde ise yoğunluğun azaldığı saptandı (Şekil 1, 2, 3, 4). Mideden son bağırsağa doğru da asidik mukosubstans yoğunluğunun azaldığı tespit edildi.

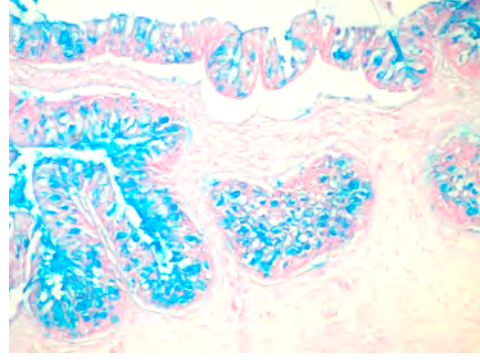
O-sülfat esterli mukosubstansın belirlenmesi için uygulanan AB pH 1.0 uygulamasında çalışılan tüm bölgelerde reaksiyonun oldukça zayıf olduğu gözlemlendi. O-sülfat esterli mukosubstansın midede kardiya, fundus ve pilorusun lamina epitelyalisinde eşit yoğunlukta olduğu, bağırsaklarda ise yoğunluğun son bağırsağa doğru arttığı saptandı. AB pH 0.5 uygulamasında güçlü sülfatlı mukosubstansda reaksiyonunun zayıf olduğu belirlendi. Mideden sonra son bağırsağa doğru mukosubstans yoğunluğunun arttığı saptandı. Güçlü sülfatlı ve zayıf sülfatlı mukosubstans ile karboksil grup ya da sülfat esterli mukosubstansın belirlenmesi için uygulanan AB 0.06 M ve AB 0.3 M

uygulamalarında reaksiyonun oldukça zayıf olduğu belirlendi. Çalışılan tüm bölgelerde mukosubstans yoğunluğu açısından önemli bir farklılık gözlenmedi.

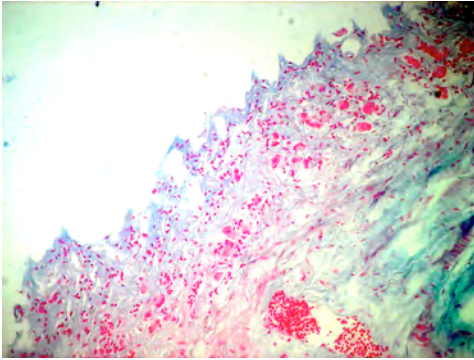
Sülfatlı asidik mukosubstansın belirlenmesi için uygulanan AF uygulamasında çalışılan tüm bölgelerde reaksiyonun zayıf olduğu belirlendi. Sülfatlı asidik mukosubstans yoğunluğunun, mide bölümlerinin lamina epitelyalisinden son bağırsak lamina epitelyalisine doğru artış gösterdiği saptandı.



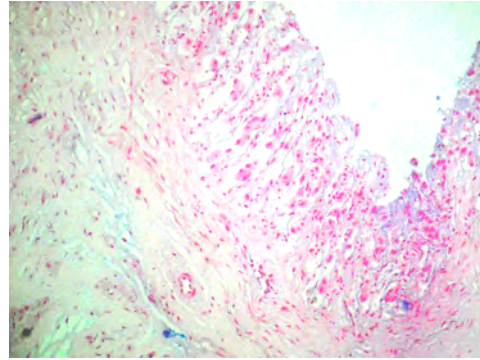
**Şekil 1.** Kardiyada L. epit. X 200AB pH 2.5.



**Şekil 2.** Kardiyada bezlerde X 200AB pH 2.5.



**Şekil 3.** Fundus X 200 AB pH 2.5.



**Şekil 4.** Pilorusta X 200AB pH 2.5.

Sülfatlı ve karboksilli asidik mukosubstansın belirlenmesinde uygulanan AF/AB pH 2.5 uygulamasında çalışılan tüm bölgelerin lamina epitelyalisinde AB+ mukosubstansın baskın olduğu AF + mukosubstansın ise oldukça zayıf reaksiyon gösterdiği gözlemlendi. Sülfatlı ve karboksilli asidik mukosubstans yoğunluğunun fundusun lamina epitelyalisinde fazla olduğu bunu sırasıyla kardiya ve pilorusun lamina epitelyalisinin izlediği belirlendi. Mukosubstans yoğunluğunun mideden son bağırsağa doğru artış gösterdiği tespit edildi.

PAS ve KOH/PAS uygulamalarında çalışılan tüm bölgelerin lamina epitelyalisinde reaksiyonun güçlü olmadığı tespit edildi. Nötr ve siyalik asitli mukosubstans yoğunluğunun bölgeler açısından önemli bir farklılığının olmadığı gözlemlendi. PAS/AB pH 2.5 boyamasında sindirim kanalı boyunca reaksiyonun güçlü olmadığı belirlendi. PAS/AB pH 2.5 uygulamasında AB'nun baskın olduğu PAS'ın zayıf reaksiyon verdiği

tespit edildi. Nötr ve asidik mukosubstans yoğunluğunun mideden son bağırsağa doğru azaldığı saptandı.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Histokimyasal verilere göre balıklarda intestinal Goblet hücreleri ve bu hücrelerden salgılanan münlerin bileşimi memelilerdeki Goblet hücrelerinin kimyasal bileşimine benzerdir. Memelilerde nötral, asidik ve sülfatlı glikoproteinler tanımlanmıştır [24]. Balıklarda asidik ve sülfatlı glikoproteinler memelilerde olduğu gibi parazitik infeksiyonları engellemektedir. Bağırsak epitelinde histokimyasal metodlarla çok sayıda dağılmış halde bulunan Goblet hücreleri tespit edilebilmektedir. *Cyprinus carpio* türünün bağırsak mukozasındaki Goblet hücrelerinin büyük oranda glikoprotein salgıladığı ve bu glikoproteinlerin bileşiminin memeliler ile yüksek oranda benzerlik gösterdiği bildirilmiştir [25].

*Umbrina cirrosa* türünün midesine uygulanan PAS boyamasının oldukça yoğun ve güçlü reaksiyon oluşturduğu bildirilmektedir [26]. Karnivor bir tür olan *Chalcides chalcides* [27] ve *Engraulis anchoita* [7] türlerinin midesinde de nötral mukosubstansın yoğun olduğu bildirilmektedir. Ancak sunulan çalışmada *Stizostedion lucioperca* 'da ise orta derecede bir reaksiyon gözlemlendi. *Micropogonias furnieri* türünün kardiya, fundus ve pilorus mide bölgelerinde nötral mukosubstansın yoğun olduğu bildirilirken [8]; *Stizostedion lucioperca* türünde orta yoğunlukta reaksiyon gözlemlendi.

*Solea senegalensis* da yapılan çalışmada, gastrointestinal kanalda gelişmenin ileri dönemlerinde nötral mukosubstansın çok yoğun, sülfatlı mukosubstansın ise daha az yoğunlukta buldukları bildirilmektedir [28]. Gisbert vd. [29] *Siberian sturgeon* gelişimine bağlı olarak nötral, sülfatlı ve asidik glikoproteinlerin arttığını bildirmişlerdir. *Arrhamphus sclerolepis krefftii* [30] ve *Acipenser transmontanus* [31] türlerinin tüm bağırsak bölümlerinde ve *Tilapia* spp. [32] posterior bağırsağında nötral mukosubstansın orta, *Misgurnus anguillicau* [33]'nın tüm bağırsak bölümlerinde ve *Tilapia* spp. [32] anterior bağırsağında oldukça yoğun olduğu bildirilirken bu çalışmada sudakta (*Stizostedion lucioperca*) orta yoğunlukta nötral mukosubstans tespit edildi. *Hippoglossus hippoglossus*, *Pleuronectes americanus*, *Pleuronectes ferruginea* türlerinin bağırsak bölümlerinde nötral mukosubstansın bulunmadığı bildirilmiştir [9].

*Engraulis anchoita* [7] midesinde KOH/PAS uygulamasında güçlü, *Micropogonias furnieri* [8] midesinde ise zayıf reaksiyon olduğu bildirilmiştir. *Micropogonias furnieri* [8]' da zayıf reaksiyon gözlenirken *Stizostedion lucioperca* türünde orta kuvvetlilikte bir reaksiyon olduğu saptandı. *Micropogonias furnieri* [8] türü ile uyumlu olarak *Stizostedion lucioperca* kardiya, fundus ve pilorus mide bölgeleri arasında önemli bir farklılığın olmadığı belirlendi.

*Chalcides chalcides* midesinde AB pH 2.5 boyamasında reaksiyon oluşmadığı bildirilmektedir [27]. *Micropogonias furnieri* [8] midesinde asidik mukosubstans yoğunluğunun az olduğu, mide bölgeleri arasında yoğunluk açısından önemli bir farklılığın bulunmadığı, *Engraulis anchoita* [7] midesinde ise asidik mukosubstans yoğunluğunun orta düzeyde olduğu bildirilmiştir. Sunulan çalışmada güçlü reaksiyon gözlenirken, kardiya ve fundus bölgesinde yoğunluğun daha fazla olduğu saptandı.

AB pH 2.5 uygulamasında; *Umbrina cirrosa*'nın [26] ilk bağırsağında *Tilapia spp.*'nin [32] anterior ve posterior bağırsağında, *Hippoglossus hippoglossus* [9] ve *Misgurnus anguillicaudatus*'un [33] tüm bağırsak bölgelerinde güçlü reaksiyon, *Acipenser transmontanus* [16]'da orta kuvvetlilikte reaksiyon tespit edilirken, *Pleuronectes americanus*, *Pleuronectes ferruginea* türlerinde reaksiyon gözlenmediği bildirilmiştir [9]. Bu çalışmada da çalışılan türde de bağırsaklarda yoğun reaksiyon gözlemlendi. Asidik mukosubstansın *Arrhamphus sclerolepis krefftii* [30] ve *Cyprinus carpio* [25] türlerinin bağırsaklarında orta yoğunlukta olduğu bildirilirken bu çalışmada oldukça yoğun olarak gözlemlendi.

*Umbrina cirrosa* midesinde hem asidik hem de nötral mukosubstansın gözlemlendiği asidik mukosubstansın ise baskın olduğu bildirilmektedir [26]. AB pH 2.5/PAS boyaması sonucunda *Engraulis anchoita* [7] midesinde bu çalışmadaki *Stizostedion lucioperca* ile elde edilen bulgularla uyumlu olarak orta kuvvetlilikte reaksiyon gözlemlendiği bildirilmiştir.

PAS/AB pH 2.5 uygulaması sonucunda *Hippoglossus hippoglossus*, *Pleuronectes americanus*, *Pleuronectes ferruginea* türlerinde [9] bildirildiği gibi reaksiyon bu çalışmada da gözlemlendi. *Cyprinus carpio* bağırsağında nötral ve nötral-asidik glikoproteinlerin orta yoğunlukta reaksiyon oluşturduğu asidik mukosubstansın ise baskın olduğu bildirilmektedir [25]. Yine PAS/AB pH 2.5 uygulamasında *Misgurnus anguillicaudatus* [33] türünün tüm bağırsak bölümlerinde ve *Tilapia spp.* [32] anterior bağırsağında güçlü, posterior bağırsağında ise zayıf reaksiyon oluştuğu bildirilmiştir. *Stizostedion lucioperca* bağırsaklarında benzer bulgular elde edildi.

*Umbrina cirrosa* [26] midesinde AB pH 1,0 uygulamasında reaksiyonun zayıf, *Engraulis anchoita*'da [7] ise reaksiyonun orta kuvvetlilikte olduğu bildirilmiştir. AB pH 1,0 uygulaması ile *Cyprinus carpio* [25] ve *Acipenser transmontanus*'un [31] tüm bağırsak bölümlerinde, *Umbrina cirrosa*'nın [26] ilk bağırsağında zayıf reaksiyon gözlemlendiği bu çalışmada da desteklendi. *Arrhamphus sclerolepis krefftii* [30] türünün bağırsaklarında sülfatlı mukosubstansın orta yoğunlukta olduğu bildirilirken, bu çalışmada oldukça az yoğunlukta olduğu saptandı.

AB pH 0.5 uygulamasında *Micropogonias furnieri* midesinde zayıf reaksiyon gözlemlendiği bildirilmiştir [8]. Bu çalışmada da benzer bulgular elde edildi. *Micropogonias furnieri* türünde AB pH 0.5 uygulamasında mide bölgeleri arasında önemli bir farklılığın olmadığı bildirilirken [8], bu araştırmada *Stizostedion lucioperca* türünde yoğunluğun fundus bölgesinde daha fazla olduğu saptandı. AB pH 0.5 uygulamasında *Umbrina cirrosa* mide ve ilk bağırsağında reaksiyon tespit edilemediği bildirilmiştir [26]. Bu çalışmada ise zayıf reaksiyon belirlendi.

Karboksilli ya da sülfat esterli mukosubstans (AB 0.06 M) *Engraulis anchoita* midesinde orta yoğunlukta iken bu çalışmada karboksilli ya da sülfat esterli mukosubstans oldukça zayıf olarak tespit edildi. Yapılan araştırmada *Engraulis anchoita* türü ile uyumlu olarak AB 0.3 M ve AB pH 0.5 boyamalarında zayıf reaksiyon gözlemlendi. Genel olarak karnivor tür olan *Engraulis anchoita* [7] ile *Stizostedion lucioperca* ile mide bulgularının uyumlu olduğu saptandı.

*Misgurnus anguillicaudatus* [8] bağırsaklarında, hem AF ve hem de AF/AB pH 2.5 uygulamalarında orta şiddette reaksiyon olduğu bildirilmiştir. *Stizostedion lucioperca*'da ise bu uygulamalara karşı zayıf reaksiyon gözlemlendi. AF uygulamasında *Misgurnus anguillicaudatus* [33] bağırsaklarında orta yoğunlukta reaksiyon oluşurken çalışılan türde de az yoğunlukta reaksiyon gözlemlendi.

Genel olarak uygulanan histokimyasal boyama yöntemlerinin çalışılan tüm bölgelerde pozitif reaksiyon gösterdiği saptandı. Mukosubstans yoğunluğunun kardiya ve fundus lamina epitelyalisinde pilorus lamina epitelyalisine oranla daha fazla olduğu gözlemlendi. Asidik mukosubstansın mide bölgelerinde bağırsaklara oranla daha yoğun olduğu tespit edildi. Nötr ve sülfatlı mukosubstansın mideden bağırsağa doğru artış gösterdiği belirlendi. AB pH 1.0, AB pH 0.5, AB 0.06 M ve AB 0.3 M uygulamalarında reaksiyonun oldukça zayıf olduğu saptandı. Bu çalışmada elde edilen verilere göre sudak balığının (*Stizostedion lucioperca*) mukosubstans özelliğinin mide bölgelerinde asidik, bağırsak bölgelerinde alkali karakterde olduğu belirlendi.

## 5. Kaynaklar

- [1] Albrecht M.P., Ferreira M.F.N., Caramaschi E.P., 2001. Anatomical features and histology of the digestive tract of two related neotropical omnivorous fishes (Characiformes; Anostomidae), *Journal of Fish Biology*, 58(2): 419–430.
- [2] Cataldi E., Cataudella S., Monaco G., Rossi A., Tancioni L., 1987. A study of the histology and morphology of the digestive tract of Sea bream, *Sparus aurata*, *Journal of Fish Biology*, 30(1): 135–145.
- [3] Grau A., Crespo S., Sarasquete N.C., Gonzales d'Canales N.L., 1992. The digestive tract of the Amberjack, *Seriola dumerili*, Risso: A light and scanning electron microscope study, *Journal of Fish Biology*, 41: 387–390.
- [4] Martin T.J., Blaber S.J.M., 1984. Morphology and histology of the alimentary tract of Ambassidae (Teleostei) in relation to feeding, *Journal of Morphology*, 182: 295–305.
- [5] Sis R.F., Ives P.J., Jones D.M., Haensly D.H., 1979. The microscopic anatomy of the oesophagus, stomach and intestine of the Channel Catfish, *Ictalurus punctatus*, *Journal of Fish Biology*, 14: 179–186.
- [6] Zhu Y., Zhang Q., 1993. On feeding habits and histological structure of digestive tract of the Mudskipper, *Beleophthalmus pectinirostris*, in intertidal zone of Iulong river estuary, *Journal of Ocean Taiwan*, 12(3): 225–232.
- [7] Diaz A.O., Garcia A.M., Devincenti C.V., Goldemberg A.L., 2003. Morphological and histochemical characterization of the mucosa of the digestive tract in *Engraulis anchoita*, *Anatomia Histologia Embryologia*, 32: 341–346.
- [8] Diaz A.O., Garcia A.M., Figueroa D.E., Goldemberg A.L., 2008. The mucosa of digestive tract in *Micropogonias furnieri*: A light and electron microscope approach, *Anatomia Histologia Embryologia*, 37: 251–256.
- [9] Murray H.M., Wright G.M., Goff G.P., 1996. A comparative histological and histochemical study of the post-gastric alimentary canal from three species of pleuronectid, the Atlantic halibut, the yellowtail flounder and the winter flounder, *Journal of Fish Biology*, 48: 187–206.
- [10] Perez-Vilar J., Hill R.L., 2007. Mucin granule intraluminal organization, *Respiratory Cell and Molecular Biology*, 36: 183–190.
- [11] Culling C.F.A., Reid P.E., Dunn W.L., 1976. A new histochemical method for the identification and visualization of both side chain acylated and non-acylated sialic acids, *Journal of Histochemistry and Cytochemistry*, 24: 1225–1230.

- [12] Bancroft J.D., Stevens A., Turner D.R., 1996. Theory and practice of histological techniques, Churchill Livingstone, London, p. 129.
- [13] Boulhic M., Gabaudan J., 1992. Histological study of the organogenesis of the digestive system and swim bladder of the Docer Sole, *Solea solea* (Linnaeus 1758), *Aquaculture*, 102: 373–396.
- [14] Osman A.H.K., Caceci T., 1991. Histology of the stomach of *Tilapia nilotica* (Linnaeus 1758) from the River Nile, *Journal of Fish Biology*, 38: 212–223.
- [15] Reid P.E., Volz D., Cho K.Y., Owen D.A., 1988. A new method for the histochemical demonstration of o-acyl sugars in human colonic epithelial glycoproteins, *Histochemistry Journal*, 20: 510–518.
- [16] Domeneghini C., Arrighi S., Radaelli G., Bosi G., Mascarello F., 1998. Morphological and histochemical peculiarities of the gut in the white sturgeon *Acipenser transmontanus*, *European Journal of Histochemistry*, 43: 135–145.
- [17] Çelikkale M.S., 1991. Balık Biyolojisi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu Yayınları*, No:101, Trabzon, 387s.
- [18] Lev R., Spicer S.S., 1964. Specific staining of sulphate groups with alcian blue at low pH, *Journal of Histochemistry and Cytochemistry*, 12: 309.
- [19] Scott J.E., Dorling J., 1965. Differential staining of acid glycosaminoglycans (mucopolysaccharides) by Alcian blue in salt solutions, *Histochemistry*, 21: 277–285.
- [20] Gomori, 1952. Gomori's aldehyde fuchsin stain. In, Culling C.F.A., Allison R.T., Barr W.T (Ed): *Cellular Pathology Technique*, Butterworths, London, p 238-240.
- [21] Spicer Mayer, 1960. Aldehyde Fuchsin/Alcian Blue. In, Culling C.F.A., Allison R.T., Barr W.T (Ed), *Cellular Pathology Technique*, Butterworths, London, p 233.
- [22] McManus J.F.A., 1948. Histological and histochemical uses of periodic acid, *Stain Technology*, 23: 99–108.
- [23] Mowry R.W., 1956. Alcian blue techniques for the histochemical study of acidic carbohydrates, *Journal of Histochemistry and Cytochemistry*, 4: 407–408.
- [24] Burrin D.G., Stoll B., Guan X., 2003. Glucagon-like peptide 2 function in domestic animals, *Domestic Animal Endocrinology*, 24(2): 103–122.
- [25] Neuhaus H., Van Der Marel M., Caspari N., Meyer W., Enss M.L., Steinhagen D., 2007. Biochemical and histochemical study on the intestinal mucosa of the common carp *Cyprinus carpio* L., with special consideration of mucin glycoproteins, *Journal of Fish Bioogyl*, 70: 1523–1534.
- [26] Pedini V., Scocco P., Radaelli G., Fagioli O., Ceccarelli P., 2001: Carbohydrate histochemistry of the alimentary canal of the Shi Drum, *Umbrina cirrosa* L, *Anatomia Histologia Embryologia*, 30: 345-349.
- [27] Ferri D., Liquori G.E., Scillitani G., 1999. Morphological and histochemical variations of mucous and oxynticopeptic cells in the stomach of the seps, *Chalcides chalcides*, *Journal of Anatomy*, 194: 71–77.
- [28] Ribeiro L., Sarasquete C., Dinis M.T., 1999. Histological and histochemical development of the digestive system of *Solea senegalensis* larvae, *Aquaculture*, 171: 293–308.
- [29] Gisbert E., Sarasquete M.C., Williot P., Castello-Orvay F., 1999. Histochemistry of the development of the digestive system of *Siberian sturgeon* during early ontogeny, *Journal of Fish Biology*, 55: 596–616.
- [30] Tibbetts I.R., 1997. The distribution and function of mucous cells and their secretions in the alimentary tract of *Arrhamphus sclerolepis krefftii*, *Journal of Fish Biology*, 50: 809–820.
- [31] Domeneghini C., Radaelli G., Bosi G., Arrighi S., Giancamillo A.D., Pazzaglia M., Mascarello F., 2002. Morphological and histochemical differences in the structure of the alimentary canal in feding and runt (feed deprived) white sturgeons (*Acipenser transmontanus*). *Journal of Applied Ichthyology*, 18: 341–346.
- [32] Scocco P., Menghi G., Ceccarelli P., 1997. Histochemical differentiation of glycoconjugates occurring in the tilapine intestine, *Journal of Fish Biology*, 51: 848–857.
- [33] Park J.Y., Kim I.S., Kim S.Y., 2003. Structure and mucous histochemistry of the intestinal respiratory tract of the mud loach, *Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor), *Journal of Applied Ichthyoogyl*, 19: 215–219.

Ülker Eren e-posta: ueren@adu.edu.tr

Kenan Çınar e-posta: kenancinar@sdu.edu.tr