



*Erciyes University Journal of the Institute of Science and Technology*

*Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*

ISSN 1012-2354

Cilt (Volume): 29, Sayı (Issue): 2, Nisan/April-2013

<http://fbe.erciyes.edu.tr/>



## Sazan Balığının (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) gastrointestinal kanalın histokimyasal yapısı

Nurgül ŞENOL<sup>1</sup>, Kenan ÇINAR<sup>2</sup>, Ülker EREN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Isparta

<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Isparta

<sup>3</sup>Adnan Menderes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Histoloji Embriyoloji AD., Aydın

### ÖZET

Bu çalışmada sazan balığının (*Cyprinus carpio*) genişlemiş ön bağırsak bölgesi ile ilk, orta, son bağırsak bölgelerinin histokimyasal yöntemlerle mukosubstans özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Sazanların genişlemiş ön bağırsak bölgesi 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 6-7 µ kalınlığında alınan kesitlere genel histolojik yapının belirlenmesi için hematoksilin-eosin boyama yöntemi uygulandı. Çalışılan bölgelerin gastrointestinal mukosubstans özelliklerinin belirlenmesi için histokimyasal boyama yöntemleri uygulandı. Genel olarak uygulanan histokimyasal boyama yöntemleri incelendiğinde çalışılan tüm bölgelerde reaksiyon olduğu saptandı. AB pH 2.5, AF, PAS ve PAS/AB pH 2.5 uygulamalarının, diğer uygulamalara göre daha güçlü reaksiyon verdiği gözlemlendi. Mukosubstans genişlemiş ön bağırsak bölgesinden son bağırsağa doğru artış gösterdiği tespit edildi. Bağırsak bölümlerinde ise yoğunluğun özellikle son bağırsakta maksimum seviyede olduğu belirlendi. AB 0.06 M ve AB 0.3 M uygulamalarında ise oldukça zayıf reaksiyon gözlemlendi. Sazan balığının (*Cyprinus carpio*) çalışılan bölgelerinin mukosubstans içeriğinin daha çok asidik karakterli olduğu belirlendi.

### Anahtar Kelimeler:

Sazan,  
*Cyprinus carpio*,  
Histokimya,  
Gastrointestinal kanal

## Histochemical Structure of Gastrointestinal Tract of Carp (*Cyprinus carpio*)

### ABSTRACT

In this study, it is aimed the determination of mucosubstance characteristic histochemical at the enlarged area anterior intestine, middle and posterior intestines of carp (*Cyprinus carpio*). Samples were taken from the enlarged area anterior intestine, middle and posterior intestine. All samples were fixed for 16-18 h in Bouin's fluid. After dehydration by passing tissues through a series of alcohol solutions, the samples were vacuum embedded in paraffin. Sections (6–7 µ) were stained for general morphological purposes with haematoxylin and eosin (H and E) stains. Histochemical techniques were performed for the localization and differentiation of carbohydrate moieties In general, the histochemical staining methods applied to an examination of the reactions was found in all regions. AB pH 2.5, AF, PAS and PAS/AB pH 2.5 applications was stronger reaction than other applications. Mucosubstances densities increased from the enlarged area anterior intestine towards the posterior intestine. The maximum level of intensity posterior intestine was determined. AB 0.06 M ve AB 0.3 M applications quite weak reaction was observed. Mucosubstance content of carp (*Cyprinus carpio*) was determined to be more acidic character.

### Key Words:

Carp,  
*Cyprinus carpio*,  
Histochemical,  
Gastrointestinal tract

## Giriş

Balıklarda sindirim sistemi, diğer omurgalılarda olduğu gibi; salgılarıyla sindirime katılan pankreas ve karaciğer gibi bezler ile sindirim kanalından oluşmaktadır [1,2]. Sindirim kanalı da balıkların beslenme alışkanlıklarına göre farklılıklar göstermektedir. Balıklarda sindirim kanalı ağız, yutak (farinks), yemek borusu (özofagus), mide, pilorik sekalar, bağırsaklar ve anüsten oluşur. Bazı balık türlerinde gerçek bir mide yoktur [1,3].

Balıklarda mide bölgeleri için başlangıç, orta ve son kısım ya da glandular kısmı için korpus, nonglandular kısmı için pilorus şeklinde isimlendirmeler yapılmaktadır [4]. Bazı araştırmacılar mideyi kardiya ve pilorus olmak üzere iki [5] bazıları da kardiya, fundus ve pilorus şeklinde üç bölgeye [6] ayırmaktadır. Fundus ve korpus histolojik yapı olarak benzer özellikler göstermektedir. Fundus ve korpus esas sindirimle ilgili bezlerin bulunduğu ve HCl ile pepsinin salgılandığı mide kısmıdır. Pylorus foveola gastrikalara sahiptir ve bunların içine dallanmış tubuler bezler açılır. Bu bezlerdeki hücreler lizozim enzimleri ve mukus salgılar. Bunlar arasına serpilmiş endokrin fonksiyonlu hücreler de yer almaktadır [7]. Sindirim salgıları balık türleri arasında farklılık göstermektedir. Mideli balıklarda mide bezleri seyreltik hidroklorik asit (HCl) ve pepsinojen salgılar. Midersiz balıklarda protein sindirimi pankreas tarafından salgılanan enzimler sayesinde gerçekleşir [8, 9, 10, 11].

Asit üretimi midesel bir işlemdir ve karbonik asit ile sodyum klorür (NaCl) arasında reaksiyon ile şekillenmektedir. Bu reaksiyonun sonunda sodyum bi karbonat (NaHCO<sub>3</sub>) ve HCl oluşur. Gastrik sıvı besin maddelerinin yapılarının parçalanması ve çözünebilir besinlere dönüştürmek için gastrik bezlerden salgılanır. Sindirim enzimleri ve hormonlar gastrik sıvının pH'sını düzenlemektedir ve genelde pH 2.5 değere sahiptir. Midersiz balıklar dışında pek çok balık türü mide asiti salgılar. Yemin olmadığı durumlarda mide sıvısı nötr iken, yem alımından birkaç saat sonra maksimum asit seviyesine erişmektedir (pH 2–5).

Yem midede kaldığı sürece bu seviye korunurken midenin boşalması ile yavaş yavaş nötr seviyesine yaklaşır. Midersiz balıklarda asit salgılanması olmadığı gibi, sindirim sisteminin başlangıcı olan duodenumun pH'sı nötre yakındır. Sazan balıklarında bağırsak kısmının pH'sı 6,12–7,72 olarak ölçülmüştür. Bağırsakların pH değeri, nötr ya da çok az asidik olan safra kesesi salgıları ile ilişkilidir. Mideli türlerde bağırsak bölgesinin pH'sının nötr yada çok az alkali olduğu belirlenmiştir. Yayın balığında safranın pH'sının 6,1–7,5 arasında olduğu bildirilmektedir. Bu tür pepsin ve HCl salgılayan oksintikopeptik hücrelere ilave olarak, sindirimde büyük rolü olan diğer iki hücre tipi endokrin ve mukus hücrelerine de sahiptir [12, 13]. Bu çalışmada sazan (Cyprinus carpio) balığının genişlemiş ön bağırsak bölgesi ile ilk, orta, son bağırsak bölgelerinin mukosubstans özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada 1–2 yaşında olan 20'ser adet sazan (Cyprinus carpio) balıkları kullanıldı. Yaş tayini pullara bakılarak yapıldı [9]. Temin edilen balıkların boyları (30–40 cm) ve total ağırlıkları (1000–1500 g) belirlendikten sonra mide ve bağırsaklardan örnek alımı gerçekleştirildi. Sazanların genişlemiş ön bağırsak bölgesi 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 6-7 µ kalınlığında alınan kesitlere aşağıda belirtilen boyama yöntemleri uygulandı.

A. Genel histolojik yapının belirlenmesi için hematoksilin-eosin [14] boyama yöntemi uygulandı.

B. Çalışılan bölgelerin gastrointestinal mukosubstans özelliklerinin belirlenmesi için,

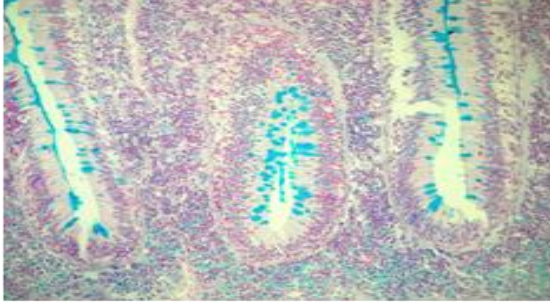
Hazırlanan preparatlar mikroskopta incelenerek, örneklerde mukosubstans özellikleri belirlendi ve gerekli görülen preparatların olympus C400 mikroskobunda fotoğrafları çekildi.

Tablo 1'de belirtilen boyama yöntemleri uygulandı

| Mukosubstans Özelliği   | Uygulanan Yöntem                |
|---|---------------------------------|
| Asidik mukosubstansın belirlenmesi  | AB (Alcian Blue) pH 2.5 [15]    |
| O-sülfat esterli glikoproteinlerin belirlenmesi   | AB pH 1.0 [15]                  |
| Güçlü sülfatlı glikoproteinlerin belirlenmesi   | AB pH 0.5 [15]                  |
| Karboksil grup (siyalik asit ya da uranik asit) ya da sülfat esterli glikoproteinlerin belirlenmesi | AB 0.06 M [16]                  |
| Güçlü sülfat ve zayıf sülfatlı glikoproteinlerin belirlenmesi                                       | AB 0.3 M [16]                   |
| Sülfatlı asidik mukosubstansın belirlenmesi   | AF (Aldehyde Fuchsin) [17]      |
| Sülfatlı ve karboksilli asidik mukosubstansın belirlenmesi  | AF/AB pH 2.5 [18]               |
| Nötr mukosubstansın belirlenmesi  | PAS (Periodic Acid/Schiff) [19] |
| Siyalik asitli glikoproteinlerin belirlenmesi   | KOH/PAS [14]                    |
| Nötr ve asidik mukosubstansın belirlenmesi  | PAS/AB pH 2.5 [20]              |

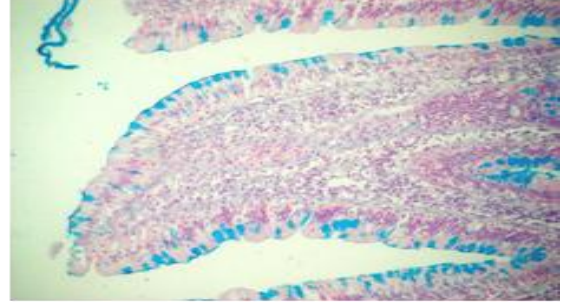
### 3. Bulgular

Yapılan incelemelerde Sazan (*Cyprinus carpio*) balığının çalışılan tüm sindirim kanalı bölgelerinin lamina epitelyalisinde AB pH 2.5 uygulaması sonucunda pozitif reaksiyon gözlemlendi.

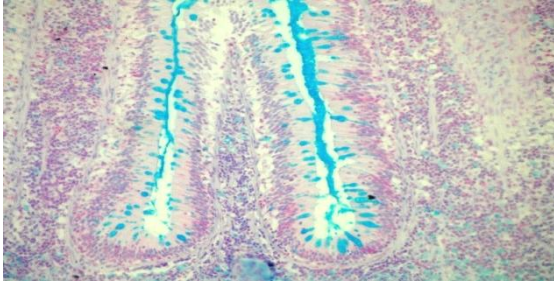


Şekil 1. Genişlemiş ön bağırsak bölgesinde AB pH 2.5 X 200

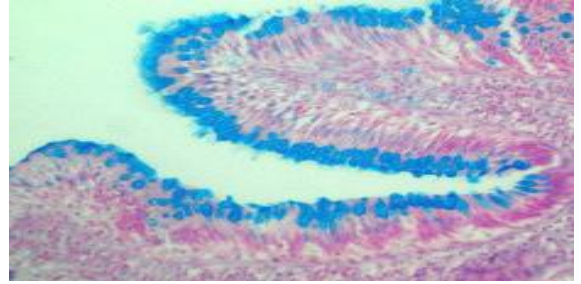
Genişlemiş ön bağırsak bölgesinden son bağırsağa doğru asidik mukosubstans yoğunluğunun arttığı tespit edildi. İlk, orta ve son bağırsakta genişlemiş ön bağırsak bölgesine göre reaksiyonun güçlü, özellikle de son bağırsakta maksimum düzeyde olduğu belirlendi (Şekil 1, 2, 3, 4).



Şekil 2. İlk bağırsakta AB pH 2.5 X 200



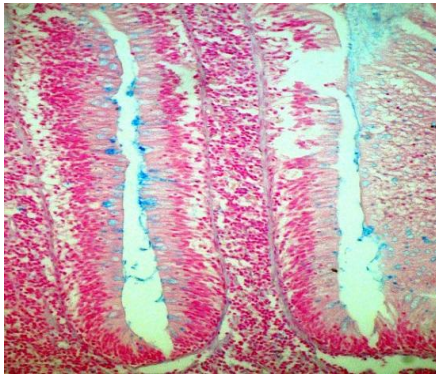
Şekil 3. Orta bağırsakta AB pH 2.5 X 200



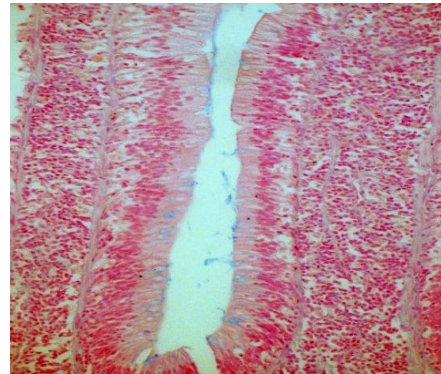
Şekil 4. Son bağırsakta AB pH 2.5 X 200

O-sülfat esterli glikoproteinlerin belirlenmesine yönelik olarak yapılan AB pH 1.0 uygulamasında çalışılan bütün bölgelerin lamina epitelyalisinde zayıf reaksiyon gözlemlendi. Boyama yoğunluğunun genişlemiş ön bağırsak bölgesinde biraz daha fazla olsa da bağırsak bölgeleri arasında önemli bir farklılığın olmadığı tespit edildi. Güçlü sülfatlı mukosubstansın belirlenmesi için uygulanan AB pH 0.5 uygulamasında çalışılan tüm bölgelerde reaksiyon gözlenirken yoğunluğun orta ve son bağırsağın lamina epitelyalisine doğru arttığı tespit edildi. Genişlemiş ön bağırsak bölgesi ve ilk bağırsak bölgeleri arasında önemli bir farklılık gözlemlenmedi (Şekil 5, 6). Güçlü sülfat ve zayıf sülfatlı mukosubstans ile karboksil grup ya da sülfat esterli mukosubstansın belirlenmesi için yapılan AB 0.06 M ve AB 0.3 M uygulamalarında tüm bölgelerde reaksiyonun zayıf olduğu gözlemlendi. Mukosubstans yoğunluğunun bölgeler arasında aynı olduğu saptandı. AF uygulamasında tüm

sindirim kanalı lamina epitelyalisi boyunca reaksiyonun çok yoğun olmadığı belirlendi. Sülfatlı asidik mukosubstansın genişlemiş ön bağırsak bölgesinden son bağırsağa doğru arttığı gözlemlendi. Sülfatlı ve karboksilli asidik mukosubstans için (AF/AB pH 2.5) çalışılan tüm bölgelerin lamina epitelyalisinde AB pozitifitesinin baskın olduğu gözlemlendi. Sülfatlı ve karboksilli asidik mukosubstansın son bağırsağa doğru artış gösterdiği tespit edildi. PAS ve KOH/PAS uygulamalarında çalışılan tüm bölgelerin lamina epitelyalisinde zayıf nötr ve siyalik asitli mukosubstansın bulunduğu tespit edildi. Bu mukosubstans yoğunluğunun bölgeler açısından önemli bir farklılık göstermediği belirlendi. PAS/AB (pH 2.5) kombine metodunda nötr ve asidik mukosubstansın sindirim kanalı boyunca güçlü reaksiyon oluşturduğu gözlemlendi. PAS/AB pH 2.5 uygulamasında AB pozitifitesinin baskın olduğu PAS'ın zayıf reaksiyon verdiği tespit edildi. Nötr ve asidik mukosubstans yoğunluğunun son bağırsağa doğru arttığı saptandı.



Şekil 5. Genişlemiş ön bağırsak bölgesinde AB pH 0.5 X 200



Şekil 6. İlk bağırsakta AB pH 0.5 X 200

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Sindirim kanalı, morfolojik ve fonksiyonel olarak, balık türleri arasında farklılık göstermesine rağmen, mukozal benzerlikler sahiptir. Sindirim kanalında bulunan mukus hücrelerinin varlığı, farklı türlerde ortak yapısal bir özelliktir. Yağlanma, proteolitik enzimlerin etkisini önleme, mikroorganizmaları inhibe etme gibi farklı fonksiyonları yerine getiren mukus, mukus hücreleri tarafından üretilmektedir [21, 22, 23]. Faktörler ve şartlar mukusun doğal kimyasal bileşimini etkilemekle birlikte, hem bağırsak hem de türler arasında farklılaşabildiği görülmektedir. Histokimyasal kanıtlar, mukusun kimyasal tipinin türler arasında sabit olmayıp, sindirim fiziyojisi, beslenme ve besinsel gelişime bağlı olarak sindirimde önemli rol oynadığını göstermiştir [24].

Histokimyasal verilere göre balıklarda intestinal Goblet hücreleri ve bu hücrelerden salgılanan musinlerin bileşimi, memelilerdeki Goblet hücrelerinin kimyasal bileşimine benzerdir. Memelilerde nötral, asidik ve sülfatlı glikoproteinler tanımlanmıştır [25]. 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 [26]. *Umbrina cirrosa* türünün midesine uygulanan PAS boyamasının oldukça yoğun ve güçlü reaksiyon oluşturduğu bildirilmektedir [22]. Karnivor bir tür olan *Chalcides chalcides* [27] ve *Engraulis anchoita* [23] türlerinin midesinde de nötral mukosubstansın yoğun olduğu bildirilmektedir. Ancak sunulan çalışmada *Cyprinus carpio*'da zayıf reaksiyon gözlemlendi. *Micropogonias furnieri* türünün kardiya, fundus ve pilorus mide bölgelerinde nötral mukosubstansın yoğun olduğu bildirilirken [28]; *Cyprinus carpio*'nun genişlemiş ön bağırsak bölgesinin tamamında ise zayıf reaksiyon gözlemlendi. *Solea senegalensis* da yapılan çalışmada, gastrointestinal kanalda gelişmenin ileri dönemlerinde nötral mukosubstansın çok yoğun, sülfatlı mukosubstansın ise daha az yoğunlukta buldukları bildirilmektedir [21]. 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 anguillicaudatus*'nın [33] tüm bağırsak bölümlerinde ve *Tilapia spp.* [32] anterior bağırsağında oldukça yoğun olduğu bildirilirken bu çalışmada sazanda (*Cyprinus carpio*) az nötral mukosubstans tespit edildi. *Hippoglossus hippoglossus*, *Pleuronectes americanus*, *Pleuronectes ferruginea* türlerinin bağırsak bölümlerinde nötral mukosubstansın bulunmadığı bildirilmiştir [24]. *Engraulis anchoita* [23] midesinde KOH/PAS uygulamasında güçlü, *Micropogonias furnieri* [28] midesinde ise zayıf reaksiyon olduğu bildirilmiştir. *Micropogonias furnieri* [28] türü ile uyumlu olarak *Cyprinus carpio* da zayıf reaksiyon gözlemlendi. *Chalcides chalcides* midesinde AB pH 2.5 boyamasında reaksiyon oluşmadığı bildirilmektedir [27]. *Micropogonias furnieri* [28] midesinde asidik mukosubstans yoğunluğunun az olduğu, mide bölgeleri arasında yoğunluk açısından önemli bir farklılığın bulunmadığı, *Engraulis anchoita* [23] midesinde ise asidik

mukosubstans yoğunluğunun orta düzeyde olduğu bildirilmiştir. Sunulan çalışmada sazanda balığında güçlü reaksiyon gözlemlendi. AB pH 2.5 uygulamasında; *Umbrina cirrosa*'nın [22] ilk bağırsağında *Tilapia spp.*'nin [32] anterior ve posterior bağırsağında, *Hippoglossus hippoglossus* [24] ve *Misgurnus anguillicaudatus*'un [33] tüm bağırsak bölgelerinde güçlü reaksiyon, *Acipenser transmontanus*'da [31] orta derecede reaksiyon tespit edilirken, *Pleuronectes americanus*, *Pleuronectes ferruginea* türlerinde reaksiyon gözlemlenmediği bildirilmiştir [24]. Bu çalışmada da çalışılan türde bağırsaklarda yoğun reaksiyon gözlemlendi. Asidik mukosubstansın *Arrhamphus sclerolepis krefftii* [30] ve *Cyprinus carpio* [26] 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. AB pH 2.5/PAS boyaması sonucunda *Engraulis anchoita* [23] orta kuvvetlilikte reaksiyon gözlemlendiği bildirilmiştir. *Cyprinus carpio* türünde ise farklı olarak oldukça güçlü reaksiyon tespit edildi. PAS/AB pH 2.5 uygulaması sonucunda *Hippoglossus hippoglossus*, *Pleuronectes americanus*, *Pleuronectes ferruginea* türlerinde [24] 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 [26]. 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 olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada ise *Cyprinus carpio* türünün bağırsaklarında AB pH 2.5/PAS boyamasının güçlü reaksiyon verdiği, PAS boyamasında ise zayıf reaksiyon olduğu tespit edildi.

*Umbrina cirrosa* [22] midesinde AB pH 1,0 uygulamasında reaksiyonun zayıf, *Engraulis anchoita*'da [23] ise reaksiyonun orta kuvvetlilikte olduğu bildirilmiştir. AB pH 1,0 uygulaması ile *Cyprinus carpio* [26] ve *Acipenser transmontanus*'un [31] tüm bağırsak bölümlerinde, *Umbrina cirrosa*'nın [22] 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 [28]. Bu çalışmada da benzer bulgular elde edildi. *Micropogonias furnieri* türünde AB pH 0.5 uygulamasında mide bölgeleri arasında önemli bir farklılığın olmadığı bildirilirken [28] bu çalışmada benzer bulgular saptandı. AB pH 0.5 uygulamasında *Umbrina cirrosa* mide ve ilk bağırsağında reaksiyon tespit edilemediği bildirilmiştir [22]. 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. Bu çalışmada *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* [23] ile *Cyprinus carpio* arasında farklılıkların olduğu saptandı. *Misgurnus anguillicaudatus* [28] bağırsaklarında, hem AF ve hem de AF/AB pH 2.5 uygulamalarında orta şiddette reaksiyon olduğu bildirilmiştir. *Cyprinus carpio*'da orta şiddette reaksiyon gözlemlendi. AF uygulamasında *Misgurnus anguillicaudatus* [33] bağırsaklarında orta yoğunlukta reaksiyon oluşurken, bu çalışmada az yoğunlukta reaksiyon gözlemlendi.

## 5. Kaynaklar

- Demir, N., İhtiyoloji. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, No: 219, 396s. İstanbul, 1992.
- Kjorsvik, E., Rhersen, L., Histomorphology of the Early Yolk-Sac Larva of the Atlantic Halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) an Indication of the Timing of Functionality. J Fish Biol, 41 1–19, 1992.
- Ekingen, G., Balık Anatomisi. Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 1, 254s. Mersin, 2001.
- Osman, A.H.K., Caceci, T., Histology of the Stomach of *Tilapia nilotica* (Linnaeus 1758) from the River Nile. J Fish Biol, 38: 212–223, 1991.
- Boulhic, M., Gabaudan, J., Histological study of the organogenesis of the digestive system and swim bladder of the Docer Sole, *Solea solea* (Linnaeus 1758). Aquaculture, 102: 373–396, 1992.
- Clarke, A.J., Witcomb, D.M., A study of the histology and morphology of the digestive tract of common eel (*Anguilla anguilla*). J Fish Biol, 16: 159–170, 1980.
- Ross, M.H., Reith, E.J., Histology a text and atlas, pp.419-423, New York, 1985.
- Baran, İ., Timur, M., Balık Bilimi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları, No: 392, 176s. Ankara, 1983.
- Çelikkale, M.S., Balık Biyolojisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu Yayınları, No:101, 387s. Trabzon, 1991.
- Çetinkaya, O., Balık Besleme. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 9, 137s. Van, 1995.
- Lee, J.H., Ku, S.K., Park, K.D., Lee, H.S., Immunohistochemical study of the gastrointestinal endocrine cells in the Korean *aucha perch*. J Fish Biol, 65: 170–181, 2004.
- Hibiya, T.,: An atlas of fish histology. College of Agriculture and Veterinary Medicine Nihon Univ., No: 154, 147p. Tokyo, 1982.
- Rombout, J.H., Reinecke, M., Immunohistochemical localization of (neuro) peptide hormones in endocrine cells and nerves of the gut of a stomachless teleost fish, *Barbus conchoniis* (Cyprinidae). Cell Tissue Res, 237(1): 57–65, 1984.
- Culling, C.F.A., Reid, P.E., Dunn, W.L., A new histochemical method for the identification and visualization of both side chain acylated and non-acylated sialic acids. J Histochem Cytochem, 24: 1225–1230, 1976.
- Lev, R., Spicer, S.S., Specific staining of sulphate groups with alcian blue at low pH. J Histochem Cytochem, 12: 309, 1964.
- Scott, J.E., Dorling, J., Differential staining of acid glycosaminoglycans (mucopolysaccharides) by Alcian blue in salt solutions. Histochemie, 21: 277–285, 1965.
- Gomori: Gomori's Aldehyde Fuchsin stain. In: cellular pathology technique (C.F.A. Culling, R.T. Allison, and W.T. Barr, eds). Butterworths, pp.238–240, London, 1952
- Spicer Mayer: Aldehyde Fuchsin/Alcian Blue. In: cellular pathology technique (C.F.A. Culling, R.T. Allison, and W.T. Barr, eds) Butterworths, 233p, London, 1960.
- McManus, J.F.A., Histological and histochemical uses of periodic acid. Stain Technol, 23: 99–108, 1948.
- Mowry, R.W., Alcian blue techniques for the histochemical study of acidic carbohydrates. J Histochem Cytochem, 4: 407–408, 1956.
- Ribeiro, L., Sarasquete, C., Dinis, M.T., Histological and histochemical development of the digestive system of *Solea senegalensis* larvae. Aquaculture, 171: 293–308, 1999.
- Pedini, V., Scocco, P., Radaelli, G., Fagioli, O., Ceccarelli, P., Carbohydrate histochemistry of the alimentary canal of the shi drum, *Umbrina cirrosa* L. Anat Histol Embryol, 30: 345-349, 2001.
- Diaz, A.O., Garcia, A.M., Devincenti, C.V., Goldemberg, A.L., Morphological and histochemical characterization of the mucosa of the digestive tract in *Engraulis anchoita*. Anat Histol Embryol, 32: 341–346, 2003.
- Murray, H.M., Wright, G.M., Goff, G.P., 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. J Fish Biol, 48: 187–206, 1996.
- Burrin, D.G., Stoll, B., Guan, X., Glucagon-like peptide 2 function in domestic animals. Domest Anim Endocrin, 24(2): 103–122, 2003.
- Neuhaus, H., Van Der Marel, M., Caspari, N., Meyer, W., Enss, M.L., Steinhagen, D., Biochemical and histochemical study on the intestinal mucosa of the Common carp *Cyprinus carpio* L., with special consideration of mucin glycoproteins. J Fish Biol, 70: 1523–1534, 2007.
- Ferri, D., Liquori, G.E., Scillitani, G., Morphological and histochemical variations of mucous and oxynticopeptic cells in the stomach of the seps, *Chalcides chalcides*. J Anat, 194: 71–77, 1999.
- Diaz, A.O., Garcia, A.M., Figueroa, D.E., Goldemberg, A.L., The mucosa of digestive tract in *Micropogonias furnieri*: A light and electron microscope approach. Anat Histol Embryol, 37: 251–256, 2008.
- Gisbert, E., Sarasquete, M.C., Williot, P., Castello-Orvay, F., Histochemistry of the development of the digestive system of *Siberian sturgeon* during early ontogeny. J Fish Biol, 55: 596–616, 1999.
- Tibbetts, I.R. The distribution and function of mucous cells and their secretions in the alimentary tract of *Arrhamphus sclerolepis krefftii*. J Fish Biol, 50: 809–820, 1997.
- Domeneghini, C., Radaelli, G., Bosi, G., Arrighi, S., Giancamillo, A.D., Pazzaglia, M., Mascarello, F., Morphological and histochemical differences in the structure of the alimentary canal in feeding and runt (feed deprived) white sturgeons (*Acipenser transmontanus*). J Appl Ichthyol, 18: 341–346, 2002.
- Scocco, P., Menghi, G., Ceccarelli, P., Histochemical differentiation of glycoconjugates occurring in the tilapine intestine. J Fish Biol, 51: 848–857, 1997.
- Park, J.Y., Kim, I.S., Kim, S.Y., Structure and mucous histochemistry of the intestinal respiratory tract of the mud loach, *Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor). J Appl Ichthyol, 19: 215–219, 2003.