

## KOVADA GÖLÜ'NDE YAŞAYAN SUDAK BALIĞI (*SANDER LUCIOPERCA*) SOLUNGAÇLARININ HİSTOKİMYASAL YAPISI

Seval KELEK <sup>\*1</sup>, Kenan ÇINAR <sup>1</sup>

Makalenin alındığı tarih: 06, 2011  
Kabul tarihi: 07, 2011

### ÖZET

Bu çalışmada Kovada Gölü fizikokimyasal ve ağır metal parametrelerinin Sudak balığı (*Sander lucioperca*) solungaçlarının mukosubstans özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlandı. Solungaçlardaki mukus hücrelerin nötral, asidik, karboksilli, sülfatlı, sülfatlı asidik ve siyalik asitli glikokonjugatların güçlü reaksiyon gösterdiği; O-sülfat esterli glikokonjugatların ise solungaçlarda bulunan mukus hücrelerinde bulunmadığı belirlendi. Solungaçlarda asidik glikokonjugat içeren mukus hücrelerinin sayısı diğer glikokonjugatlara göre daha fazla olduğu saptandı.

**Anahtar Kelimeler:** Solungaç, histokimya, *Sander lucioperca*, Kovada Gölü.

### ABSTRACT

#### THE HISTOCHEMICAL STRUCTURE OF GILLS OF SANDER FISH (*SANDER LUCIOPERCA*) LIVING IN KOVADA LAKE

In this study, it was aimed to determine the effects of physicochemical and heavy metal parameters on the properties of mucosubstance in gills of Sander fish (*Sander lucioperca*) living in Kovada Lake. It was determined that neutral, sulfated acidic, carboxylated, sulphated, sulphated acidic and sialylated acidic glycoconjugates were showed medium reaction in mucus cells in all regions of the gills. O-sulphated ester glycoconjugate the absence of mucus cells in gills were determined. Acidic glycoconjugates containing mucous cells in gills were found to be higher than other glycoconjugates.

**Keywords:** Gill, histochemistry, *Sander lucioperca*, Kovada Lake.

### GİRİŞ

Balıklarda solungaçlar başlıca solunum organıdır (Demir, 2006; Sarıhan ve Cengizler, 2006; Timur, 2006; Timur, 2007). Solungaçlar, akciğerlerde olduğu gibi kanın oksijen zenginleştiği yerdir (Timur, 2006). Solungaç filamentlerinin her biri vasküler ağ

içerir. Kılcal damarlarla yüze yakın olarak gelen kan, gaz değişimini sağlar (Demir, 2006; Sarıhan ve Cengizler, 2006). Mukus, dış çevre ile bağlantılı olan tüm organları astarlayan tek katlı prizmatik epiteldeki özelleşmiş mukus hücrelerinden sentezlenen viskoz, yapışkan bir salgı kompleksidir (Neutra ve Forstner, 1987). Mukus hücreleri aynı zamanda sitoplazmik granüllerdeki glikoproteinlerin karbonhidrat içeriğinden dolayı farklı kimyasal özelliklere sahiptir. Mukus lubrikasyon, solunum ve patojen mikroorganizmalara karşı korumada fiziksel olarak rol oynar. Ayrıca mukus örtü osmoregulasyon, difüzyon ve dehidrasyon için koruma gibi önemli fonksiyonlara da sahiptir (Laurent ve Perry, 1990).

Solungaç epitelinde yerleşen mukus üreten hücreler de sayısal ve morfolojik açıdan pH, tuzluluk, sıcaklık, yüksek amonyak konsantrasyonu ve ağır metaller gibi farklı ortam şartlarından etkilenirler (Ferguson vd., 1992; Powell vd., 2001; Hilary vd., 2003; Roberts ve Powell, 2003). Balıklarda ağır metaller solungaçlarda, besin ve tüm vücut yüzeyinden absorpsiyon şeklinde alınırlar. Solungaçlar su ile doğrudan ilişkide olduklarından, ortamdaki ağır metal gibi kirleticilerin hedef organıdır (Cirik ve Cirik, 2005).

Bu çalışmada Kovada Gölü'nde yaşayan Sudak balığı (*Sander lucioperca*) solungaçlarının fizikokimyasal ve ağır metal oranlarının mukosubstans özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

### MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada Kovada Gölü'nden temin edilen 5 adet erişkin (+2) Sudak balıklarına (*Sander lucioperca*) ait solungaçlar materyal olarak kullanıldı. Alınan solungaç doku örnekleri 24 saat süreyle %10' luk formaldehit solusyonunda tespit edildi. Yıkama işlemini takiben rutin histolojik doku takibinden geçirilen örnekler, daha sonra parafinde bloklandı. Parafin bloklardan 6-7µm kalınlığında alınan kesitlere aşağıdaki metotlar uygulandı. Genel histolojik yapının belirlenmesi için Hematoksilin-Eosin (Culling vd., 1976) boyama yöntemi uygulandı. Çalışılan bölgelerin glikokonjugat özelliklerinin belirlenmesi için, aşağıda belirtilen boyama yöntemleri uygulandı:

1. Nötral glikokonjugatların belirlenmesinde Periodic Acid-Shiff (PAS) metodu (McManus, 1948),
2. Nötral ve asidik glikokonjugat kompozisyonunun karşılaştırılmasında PAS/AB pH 2.5 metodu (Mowry, 1956),
3. Güçlü sülfatlı glikokonjugatların belirlenmesinde Alcian Blue AB pH 0.5 metodu (Lev ve Spicer, 1964),
4. O- sülfat esterli glikokonjugatların belirlenmesinde AB pH 1.0 metodu (Lev ve Spicer, 1964),
5. Asidik glikokonjugatların belirlenmesinde AB pH 2.5 metodu (Lev ve Spicer, 1964),
6. Sülfatlı asidik glikokonjugatların belirlenmesinde Aldehyde Fuchsin (AF) metodu (Gomari, 1952),
7. Sülfatlı ve asidik glikokonjugat kompozisyonunun karşılaştırılmasında AF/AB pH 2.5 metodu (Spicer ve Mayer, 1960),

\* sevalkelek@stud.sdu.edu.tr

<sup>1</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Isparta.

8. Siyalik asitli glikokonjugatların belirlenmesinde KOH/PAS metodu (Culling vd., 1976),
9. Sülfatlı glikokonjugatların belirlenmesinde Metilasyon/KOH/AB pH 2.5 metodu (Spicer, 1960) ve
10. Karboksilli glikokonjugatların belirlenmesinde Metilasyon/KOH/AB pH 2.5metodu (Spicer ve Lillie, 1959) uygulandı.

Hazırlanan preparatlar Olympus CX 41 tipi ışık mikroskobunda incelenerek ilgili kısımlardan fotoğraf çekimi yapıldı.

Kirlilik derecesinin tayini için materyal alımı esnasında balıkların temin edildiği bölgeden alınan su örneklerinin fizikokimyasal analiz sonuçları Devlet Su İşleri (DSİ) ve ağır metal analizleri Proaktif Su A.Ş.'den temin edildi.

### BULGULAR

Materyal alımı esnasında Kovada Gölü'nden alınan su örneklerinin analiz sonuçları Tablo 1 ve ağır metal analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Su numunelerine ait analiz sonuçları.  
**Table 1.** The results of analysis of water samples.

SİMGE	BİRİM	PARAMETRELER	KOVADA GÖLÜ
T	°C	Sıcaklık	18,5
pH	/N	/N	7,9
EC	Mohm/cm	Elektriksel İletkenlik	343
TDS	mg/l	Toplam çözünen madde	218
SS	mg/l	Askıdaki katılar	17,0
Turb	NTU	Bulanıklık	19,0
Col	Pt-Co	Renk	5
Cl	mg/l	Klorür	10,6
NH3-N	mg/l	Amonyum Azotu	0,0
NO2-N	mg/l	Nitrit azotu	0,009
NO3-N	mg/l	Nitrat azotu	0,310
DO	mg O2/l	Çözünmüş oksijen	7,8
BOD5	mg/l	Biyokimyasal oksijen ihtiyacı	6,0
TH	mg/l	Toplam Sertlik	175,0
o-PO4	mg/l	Orta-Fosfat	0,07
SO4	mg/l	Sülfat	9,0
Na	mg/l	Sodyum	10
K	mg/l	Potasyum	3,80
Ca	mg/l	Kalsiyum	34,67
Mg	mg/l	Magnezyum	21,52
COD	mg/l	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	7,8
TKN	mg/l	Toplam Kjeldahl Azotu	0,5

Top.P	mg/l	Toplam Fosfor	0,05
Top.N	mg/l	Toplam Azot	1,560

Fiziko-kimyasal analiz sonucunda askıdaki katılar, bulanıklık, klorür, nitrit azotu, orta fosfat, kimyasal oksijen ihtiyacı ve toplam azotun fazla olduğu tespit edildi.

**Tablo 2.** Su numunelerinde ağır metal analiz sonuçları  
**Table 2.** The results of the heavy metals analysis of water samples

Örnek	Cu	Pb	Zn	Fe	Al	Mn	Cr	Cd	Hg	B
Kovada Gölü	0,05	0,09	0,28	1,71	0,30	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Cu, bakır; Pb, kurşun; Zn, kalay; Fe, demir; Al, alüminyum; Mn, manganez; Cr, krom; Hg, civa; B, bor.

Ağır metal analiz sonuçlarına göre, kadmiyum, civa ve bor elementlerinin çalışılan gölde bulunmadığı belirlendi.

Kovada Gölü'nden temin edilen balıklara ait solungaç mukus hücrelerinin primer ve sekonder lameller ile primer uçlardaki yoğunlukları Tablo 3, bu hücrelerin reaksiyon şiddeti ise Tablo 4'te verildi.

**Tablo 3.** Sudak balığı solungaçlarında primer ve sekonder lameller ve primer uçlardaki mukus hücrelerinin yoğunluğu.

**Table 3.** The density of mucus cells in primary and secondary lamellas and primary ends in gills of Sander fish.

Boyama Metotları	Kovada Gölü		
	Primer lamel	Sekonder lamel	Primer uç
PAS	++	++	++
AB pH 2.5	+++	+++	+++
AB pH 2.5/PAS	AB*+++ K+	AB*+++ K+	AB*+++ K+
AB pH 1.0	-	-	-
AB pH 0.5	+++	+++	+++
AF	++	++	++
AF/AB pH 2.5	AB+ AB*+++	AB+ AB*+++	AB+ AB*+++
KOH/PAS	+	+	+
Metilasyon/AB pH 2.5	++	++	++
Metilasyon/KOH/AB pH 2.5	+	+	+

PAS: Periodic Acid-Schiff, AB: Alcian Blue, AF: Aldehyde Fuchsin  
+++ yoğun, ++ orta, + az, - negatif, \* baskın

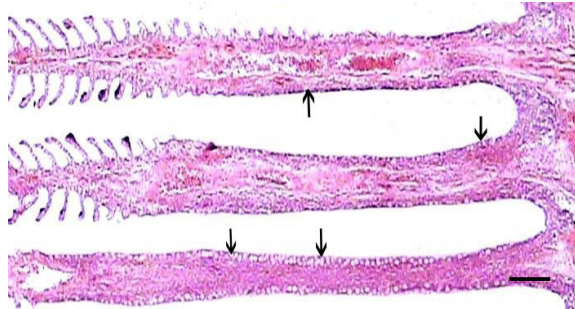
**Tablo 4.** Sudak balığı solungaçlarında primer ve sekonder lamellerde ve primer uçlardaki mukus hücrelerinin reaksiyon şiddeti

**Table 4.** The reaction of mucus cells in primary and secondary lamellas and primary ends in gills of Sander fish

Boyama Metotları	Kovada Gölü		
	Primer lamel	Sekonder lamel	Primer uç
PAS	+++	+++	+++
AB pH 2.5	++++	++++	++++
AB pH 2.5/PAS	AB*, K	AB*, K	AB*, K
AB pH 1.0	-	-	-
AB pH 0.5	++	++	++
AF	+++	+++	+++
AF/AB pH 2.5	AB, AB*	AB, AB*	AB, AB*
KOH/PAS	+++	+++	+++
Metilasyon/AB pH 2.5	+++	+++	+++
Metilasyon/KOH/AB pH 2.5	+++	+++	+++

PAS: Periyodik asid-Schiff, AB: Alcian Blue, AF: Aldehyde Fuchsin  
++++ çok güçlü, +++ güçlü, ++ orta, + zayıf, - negatif, \* baskın

Bazı primer lamellerin dip ve orta kısımlarında sekonder lamellerin bulunmadığı belirlendi (Şekil 1). Ayrıca yine bazı primer ve sekonder (Şekil 2) lamellerin uç kısımlarındaki kan damarlarında genişlemeler saptandı (Telangiectasis).



**Şekil 1.** Primer lamellerin orta ve dip bölgelerinde sekonder lamel bulundurmeyen kısımları (oklar). HE. Bar: 50 µm.

**Figure 1.** The absence of secondary lamellae regions middle and deep regions of primary lamellae (arrows). HE. Bar: 50 µm.



**Şekil 2.** Sekonder lamellerin uçlarında genişlemiş kapillar kan damarları (oklar). HE. Bar: 50 µm.  
**Figure 2.** Dilated capillary blood vessels in the ends of secondary lamellae (arrows). HE. Bar: 50 µm.

Yapılan bütün histokimyasal boyama yöntemleri sonucunda primer lamellerin sekonder lameller bulundurmeyen bölgelerinde mukus hücre sayısının az, reaksiyon şiddetinin ise orta yoğunlukta olduğu belirlendi.

Uygulanan PAS metodu sonucunda primer lamellerin uç bölgelerinde ve sekonder lamellerde yerleşim gösteren PAS (+) mukus hücre sayısının az, primer lamellerde bu hücrelerin orta yoğunlukta bulunduğu tespit edildi. PAS (+) reaksiyon şiddetinin primer ve sekonder lamellerdeki mukus hücrelerinde güçlü, primer lamel uçlarındaki mukus hücrelerinde ise orta yoğunlukta olduğu belirlendi.

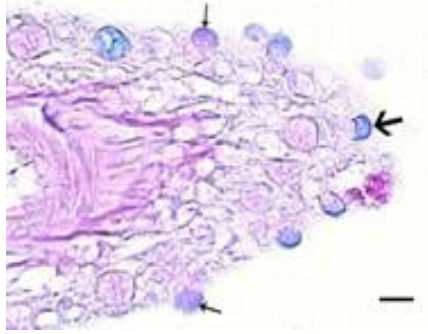
AB pH 2.5 uygulaması sonucunda AB pH 2.5 (+) mukus hücrelerinin solungaçın bütün bölgelerinde çok sayıda ve reaksiyon şiddetinin de bu hücrelerde çok güçlü olduğu saptandı.

Asidik ve nötral musinlerin kıyaslanması için uygulanan AB pH 2.5/PAS boyama metodu sonucunda çok sayıda mukus hücrelerinin AB pH 2.5 (+) baskın karakterde olduğu, az sayıda hücrede ise asidik ve nötral mukosubstansın karışım halinde bulunduğu belirlendi (Şekil 3).

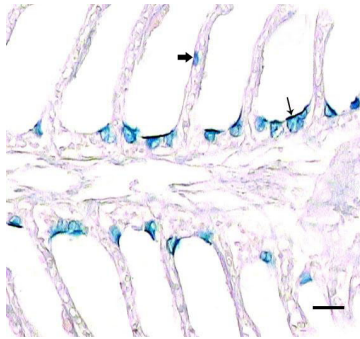
Uygulanan AB pH 1.0 metodu sonucunda solungaç mukus hücrelerinde reaksiyon gözlenmedi. AB pH 0.5 uygulamasında ise primer lamellerde ve primer lamel uçlarında mukus hücre sayısının çok, sekonder lamellerde orta sayıda olduğu belirlendi. Reaksiyon şiddetinin primer lamellerin uç bölgelerinde güçlü, primer ve sekonder lamellerde ise orta şiddette olduğu belirlendi.

Uygulanan AF boyama metodu sonucunda mukus hücrelerinin primer lamellerin uçlarında ve primer lamellerde orta, sekonder lamellerde ise az sayıda olduğu belirlendi. Solungaçın bütün bölgelerinde yerleşim gösteren mukus hücrelerindeki reaksiyonun güçlü olduğu tespit edildi.

AF/AB pH 2.5 uygulaması sonucunda solungaçın bütün bölgelerinde yerleşim gösteren mukus hücrelerinin çoğunluğunda AB pH 2.5 (+) baskınlığı, az sayıda hücrede de AB pH 2.5 (+) özellik gözlemlendi (Şekil 4).



**Şekil 3.** Primer lamel ucunda nötral ve asidik glikokonjugat içeren (ince oklar) ve AB pH 2.5 (+) baskın (kalın ok) mukus hücreleri. AB pH 2.5/PAS. Bar: 50 µm.  
**Figure 3.** Containing acidic glycoconjugate (thin arrow) and AB pH 2.5 (+) dominant (thick arrow) mucus cells in the ends of primary lamellae. AB pH 2.5/PAS. Bar: 50 µm.



**Şekil 4.** Primer (ince ok) ve sekonder (kalın ok) lamellerde AB pH 2.5 (+) baskın mukus hücreleri. AF/AB pH 2.5. Bar: 50 µm.  
**Figure 4.** The predominantly mucus cells in primary (thin arrow) and secondary (thick arrow) lamellae. AF/AB pH 2.5. Bar: 50 µm.

Uygulanan KOH/PAS metodu sonucunda solungacın bütün bölgelerinde bu reaksiyonu gösteren mukus hücrelerin az sayıda oldukları belirlendi. Reaksiyon şiddetinin primer ve sekonder lamellerdeki mukus hücresinde çok, primer lamellerin uçlarındaki hücrelerde ise orta şiddette olduğu saptandı.

Metilasyon/AB pH 2.5 uygulamasında solungaçta bulunan mukus hücrelerin primer ve sekonder lamellerde orta, primer lamellerin uçlarında ise az sayıda olduğu belirlendi. Reaksiyon şiddetinin ise solungacın bütün bölgelerindeki hücrelerde güçlü olduğu tespit edildi.

Metilasyon/KOH/AB pH 2.5 boyama yöntemi sonucunda solungaçların primer lamellerinde az, primer lamel uçlarında ve sekonder lamellerinde orta yoğunlukta olduğu belirlendi. Reaksiyon şiddetinin ise solungacın bütün bölgelerinde bulunan mukus hücrelerinde güçlü olduğu tespit edildi.

### TARTIŞMA ve SONUÇ

Balıklarda ağır metal toksisitesi, çözülmüş oksijen derişimi, sıcaklık, pH, sertlik, tuzluluk ve suda bulunan diğer metaller gibi çevresel faktörlere bağlı olarak değişim göstermektedir. Çevresel faktörler metalin sudaki formunu belirlediğinden, balıklar tarafından alınımını etkileyerek türlerin ağır metal hoşgörüsünü artırır ya da azaltabilirler (Witeska ve Jezierska, 2003). Doğrudan ortamlarla ilişkili ve lamelli yapıları nedeniyle geniş bir yüzeye sahip olan solungaçlar, metal alınımında en belirgin kaynağı oluştururlar (Hodson, 1988). Doğal ortamlarda balıklardaki ağır metal toksisitesi sıcaklığa bağlı mevsimsel değişim gösterdiği bildirilmiştir (Lugowska ve Jezierska, 2000).

*Dicentrarchus labrax* (Diler ve Çınar, 2009a), *Gara rufa* (Diler ve Çınar, 2009b) ve *Aphanius anatoliae sureyanus* (Diler ve Çınar, 2010) türlerinin solungaçlarına uygulanan PAS metodu sonucunda primer lamellerdeki mukus hücrelerinin güçlü; *Cyprinus carpio* (Çınar vd., 2008) türünün solungaçlarında orta; *Solea senegalensis* (Arellano vd., 2004) türünün solungaçlarındaki bazı mukus hücrelerinin ise bu boyama yöntemine karşı zayıf reaksiyon gösterdiği bildirilmiştir. Bu çalışmada ise solungaçların primer ve sekonder lamellerinde PAS (+) hücrelerin güçlü reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir.

*Pleuronectes platessa* L., *Platichthys flesus* L. ve *Oncorhynchus mykiss Richardson* (Fletcher vd., 1976), *Cynoscion guatucupa* (Diaz vd., 2005), *Dicentrarchus labrax* (Diler ve Çınar, 2009b) ve *Micropogonias furnieri* (Diaz vd., 2001) türlerinde yapılan çalışmalarda solungaçların primer ve sekonder lamellerindeki mukus hücrelerinin hem nötral hem de asidik glikokonjugatları eşit miktarda buldukları bildirilmektedir. *Cyprinus carpio* (Çınar vd., 2008) türünün solungaçlarında asidik glikokonjugatların baskın olduğunu bildirilmektedir. *Aphanius anatoliae sureyanus* (Diler ve Çınar, 2010) türünün solungaçlarının primer lamellerindeki asidik glikokonjugat içeren mukus hücrelerinin nötral ve asidik glikokonjugatları eşit miktarda içeren hücrelere göre daha çok sayıda olduklarını bildirmektedirler. *Gara rufa* (Diler ve Çınar, 2009b) türünün solungaç primer lamellerinin uç bölgelerinde bulunan hücrelerin çoğunda nötral glikokonjugatların bulunduğu bildirilmektedir. Az sayıdaki mukus hücresinde ise asidik ve nötral glikokonjugatların karışım halinde bulunup asidik glikokonjugatların baskın olduğu, bazı hücrelerin ise asidik glikokonjugat içerdiği belirtilmiştir. Primer lamellerin sekonder lameller arasında bulunan mukus hücrelerinin çoğunun asidik glikokonjugatları içerdiği, diğer hücrelerin bir kısmında asidik ve nötral glikokonjugatların eşit miktarda bulunduğu ve asidik glikokonjugatların baskın olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada da AB pH 2.5/PAS uygulaması sonucunda solungaçların primer ve sekonder lamellerindeki bazı hücrelerin asidik ve nötral glikokonjugatları eşit miktarda içerdiği ve aynı zamanda sadece asidik glikokonjugatları içeren hücrelerin de bulunduğu belirlendi.

*Pseudophoxinus antalyae* (Çınar vd., 2009) solungacın bütün bölgelerinde mukus hücrelerin AB pH 0.5 ve 1.0 uygulamalarında zayıf; *Cynoscion guatucupa* (Diaz vd., 2005) türünde orta şiddette reaksiyon verdiği belirtilmiştir. *Solea senegalensis* (Arellano vd., 2004) türünün solungaçlarındaki bazı mukus hücrelerin AB pH 0.5 ve 1.0 boyama

yöntemine karşı güçlü reaksiyon gösterdiğini bildirmiştir. *Cyprinus carpio* (Çınar vd., 2008) türünün solungaçlarında AB pH 0.5 ve 1.0 uygulamalarına karşı primer lamellerin orta, sekonder lamellerin zayıf şiddette reaksiyon gösterdiği belirtilmiştir. *Aphanius anatoliae sureyanus* (Diler ve Çınar, 2010) türünde yapılan çalışmada solungaçların primer lamellerindeki mukus hücrelerin AB pH 0.5 ve 1.0 uygulaması sonucunda reaksiyon göstermediği bildirilmektedir. *Dicentrarchus labrax* (Diler ve Çınar, 2009a) türlerinin solungaçlarında AB pH 1.0 (+) hücrelerin bulunmadığını belirtilmiştir. *Gara rufa* (Diler ve Çınar, 2009b) türünün solungaçlarının sekonder lamellerinde bulunan hücrelerde AB pH 0.5 ve 1.0 yöntemlerine karşı reaksiyon göstermediğini, primer lamellerde bulunan mukus hücrelerinin AB pH 0.5 ve 1.0 yöntemlerine karşı zayıf reaksiyon verdiklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise solungaç mukus hücrelerin AB pH 1.0'e karşı reaksiyon vermedikleri belirlendi. AB pH 0.5 uygulamasında da solungaç mukus hücrelerin primer ve sekonder lamellerde orta, primer lamel uçlarında güçlü reaksiyon verdiği tespit edildi.

*Dicentrarchus labrax* (Diler ve Çınar, 2009a) türlerinin solungaçlarındaki primer lamellerde bulunan mukus hücrelerinde sülfatlı asidik glikokonjugatların varlığını belirtmişlerdir. *Cyprinus carpio* (Çınar vd., 2008) türünün solungaçlarında sülfatlı asidik glikokonjugatları içeren mukus hücrelerin primer lamellerde orta, sekonder lamellerde zayıf şiddette reaksiyon gösterdiği bildirmektedirler. *Gara rufa* (Diler ve Çınar, 2009b) türünün solungaçlarındaki primer lamellerin uç bölgelerinde bulunan çoğu hücrenin zayıf, sekonder lameller arasında kalan az sayıdaki hücrenin ise orta şiddette reaksiyon verdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada solungaçların bütün bölgelerinde mukus hücrelerinde güçlü reaksiyon gösterdikleri saptandı.

*Odontesthes bonariensis* (Diaz vd., 2004) türünün solungaçlarında yapılan çalışmada mukus hücrelerinde sülfatlı glikokonjugatların baskın olduğu bildirilmiştir. *Gara rufa* (Diler ve Çınar, 2009b) ve *Dicentrarchus labrax* (Diler ve Çınar, 2009a) türünün solungaçlarındaki primer lamellerde bulunan çok sayıda mukus hücrelerinin asidik glikokonjugatlara baskın olduğu, az sayıda hücrenin ise sadece asidik glikokonjugat içerdiği bildirilmiştir. *Odontesthes bonariensis* (Vigliano vd., 2006) ve *Cyprinus carpio* (Çınar vd., 2008) türlerinin solungaçlarında ise bu boyama yöntemine karşı hücrelerin sadece AF (+) reaksiyon verdiği belirtilmiştir. Bu çalışmada ise solungaçların bütün bölgelerindeki mukus hücrelerinde asidik glikokonjugatların baskın olduğu belirlendi.

*Pseudophoxinus antalyae* (Çınar vd., 2009) türünde solungacın bütün bölgelerinde Metilasyon/AB pH 2.5 uygulaması sonucunda mukus hücrelerin zayıf reaksiyon verdiklerini belirtilmiştir. Bu çalışmada solungaç mukus hücrelerinin bu boyama metoduna karşı güçlü reaksiyon gösterdiği tespit edildi. Aynı araştırmacılar (Çınar vd., 2009) Metilasyon/KOH/AB pH 2.5 uygulamasında solungacın bütün bölgelerinde mukus hücrelerin zayıf reaksiyon verdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise solungaç mukus hücrelerinin bu boyama metoduna karşı güçlü reaksiyon verdiği belirlendi.

Sonuç olarak Kovada Gölü'nden alınan balıkların solungaç mukus hücrelerinde nötral, asidik, sülfatlı asidik, siyalik asitli, sülfatlı ve karboksilli glikokonjugatların güçlü reaksiyon gösterdikleri tespit edildi.

#### KAYNAKÇA

- Arellano, J.M., Storch, V., Sarasquete, C., (2004). Ultrastructural and histochemical study on gills and skin of the Senegal sole, *Solea senegalensis*. J Appl Ich, **20**, 452-460.
- Cirik, S., Cirik, Ş., (2005). Limnoloji. Ege üniversitesi su ürünleri fakültesi yayınları, No: 21, Ege Üniversitesi Basımevi, 248, İzmir.
- 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. J Histochem Cytochem, **24**, 1225-1230.
- Çınar, K., Şenol, N., Özen, M.R., (2008). Histochemical characterization of glycoproteins in the gills of the carp (*Cyprinus carpio*). AÜ Vet Fak Derg, **55**, 61-64.
- Çınar, K., Aksoy, A., Emre, Y., Aşti, R.N., (2009). The histology and histochemical aspects of gills of the flower fish, *Pseudophoxinus antalyae*. Vet Res Commun, **33**, 453-460.
- Demir, N., (2006). İhtiyoloji. 278, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Diler, D., Çınar, K., (2009a). A histochemical study of glycoconjugates in the gills of the bass (*Dicentrarchus labrax* L. 1758). Gazi Uni J Sci, **22** (4): 257-261.
- Diler, D., Çınar, K., (2009b). Kargal balıklarının (*Gara rufa*) solungaçlarındaki mukus hücrelerinin histokimyası üzerine çalışma. EÜ FBE Derg, **2** (1): 51-60.
- Diler, D., Çınar, K., (2010). Histochemical Characterization of Glycoconjugates in the Gills of the *Aphanius sureyanus anatoliae sureyanus* (Neu, 1937) (Osteichthyes: Cyprinodontidae). MAKÜ FBE Derg, **1**, 1-8.
- Diaz, A.O., Garcia, A.M., Devinenti, C.V., Goldemberg, A.L., (2001). Mucous cells in *Micropogonias furnieri* gills: Histochemistry and ultrastructure. Anat Histol Embryol, **30**, 135-139.
- Diaz, A.O., Garcia, A.M., Escalante, A.H., Goldemberg, A.L., (2004). Glycoconjugates in the gills of *Odontesthes bonariensis* (Teleostei, Atherinopsidae). Biocell, **28** (2): 241-245.
- Diaz, A.O., Garcia, A.M., Devinenti, C.V., Goldemberg, A.L., (2005). Ultrastructure and histochemical study of glycoconjugates in the gills of the white croaker (*micropogonias furnieri*). Anat Histol Embryol, **34**, 117-122.
- Ferguson, H.W., Morrison, D., Ostland, V.E., Lumsden, J., Byrne, P., (1992). Response of mucus-producing cell in gill disease of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). J Comp Pathol, **106**, 255-265.
- Fletcher, T.C., Jones, R., Reid, L., (1976). Identification of glycoproteins in goblet cells of epidermis and gill of plaice (*Pleuronectes platessa* L.), flounder (*Platichthys flesus* (L.)) and rainbow trout (*Salmo gairdneri richardson*). Histochem J, **8**, 597-608.
- Gomari, G., (1952). Gomari's aldehyde fuchsin stain, CFA Culling, RT Allison, WT Barr, In: Cellular Pathology Tecniqe Butterworths, 238, London.
- Hilary, M., Lease-Hansen-James, A., Bergman-Harold, L., Meyer-Joseph, S., (2003). Structural changes in gills of Lost River suckers exposed to elevated pH and

- ammonia concentrations. *Comp Biochem Physiol Part C: Toxicol Pharmacol*, **134**, 491-500.
- Hodson, P.V., (1988). The effects of metal metabolism on uptake, disposition and toxicity in Fish. *Aqua Toxicol*, **11**, 3-18.
- Laurent, P., Perry, S.F., (1990). Effects of cortisol on gill chloride cell morphology and ionic uptake in the freshwater trout, *Salmo gairdneri*. *Cell Tissue Res*, **259**, 429-442.
- Lev, R., Spicer, S.S., (1964). Specific staining of sulphate groups with alcian blue at low pH. *J Histochem Cytochem*, **12**, 309.
- Lugowska, K., Jezierska, B., (2000). Effect of copper and lead on common Carp Embryos and Larvae at two temperatures. *Folia University Agriculture Stetin (Piscia)*, **26**, 29-38.
- McManus, J.F.A., (1948). Histological and histochemical uses of periodic acid. *Stain Technol*, **23**, 99-108.
- Mowry, R.W., (1956). Alcian blue techniques for the histochemical study of acidic carbohydrates. *J Histochem Cytochem*, **4**, 407-408.
- Neutra, M., Forstner, J., (1987). Gastrointestinal Mucus: Synthesis, Secretion and Function. Johnson L, *Physiology of the Gastrointestinal Tract*, 2nd edn, 34, Raven Pres, Chapter New York, NY.
- Powell, M.D., Parsons, H.J., Nowak, B.F., (2001). Physiological effects of freshwater bathing of Atlantic salmon (*Salmo salar*) as a treatment for amoebic gill disease. *Aquaculture*, **199**, 259-266.
- Roberts, S.D., Powell, M.D., (2003). Comparative ionic flux and gill mucous cell histochemistry: effects of salinity and disease status in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Comp Biochem Physiol Part A*, **134**, 525-537.
- Sarıhan, E., Cengizler, İ., (2006). Temel balık anatomisi ve fizyolojisi. 172, Nobel kitabevi, Çukurova üniversitesi su ürünleri fakültesi, Adana.
- Spicer, S.S., (1960). A correlative study of the histochemical properties of rodent acid mucopolysaccharides. *J Histochem Cytochem*, **8**, 18-35.
- Spicer, S.S., Lillie, R.D., (1959). Saponification as a means of selectively reversing the methylation blockade of tissue basophila. *J Histochem Cytochem*, **7**, 123-125.
- Spicer, S.S., Mayer, D.R., (1960). Aldehyde fuchsin/Alcian blue, CFA Culling, RT Allison, WT Barr, In: *Cellular Pathology Technique*, 233, Butterworths, London.
- Timur, M., (2006). Balık fizyolojisi. 1.baskı, 192, Nobel Basımevi, Ankara.
- Timur. G., (2008). Balık anatomisi. 112, Nobel yayınevi, Ankara.
- Witeska, M., Jezierska, B., (2003). The effects of environmental factor on metal toxicity to fish. *Fresenius Environmental Bulletin*, **12** (8), 824-829.
- Vigliano, F.A., Aleman, N., Quiroga, M.I., Nieto, J.M., (2006). Ultrastructural characterization of gills in the juveniles of the Argentinian Silverside, *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes, 1835) (Teleostei: Atheriniformes). *Anat Histol Embryol*, **35**, 76-83.