

Kovada, Eğirdir ve Karacaören II Baraj Göllerinde Yaşayan Sudak Balığı (*Sander lucioperca* L., 1857) Solungaçlarındaki Glikokonjugatların Histokimyasal Yapısı

Emel DEMİRBAĞ Seval KELEK Kenan ÇINAR

Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Isparta, Türkiye

Geliş tarihi: 20.12.2011

Kabul Tarihi: 09.02.2012

ÖZET

Bu çalışmada Kovada, Eğirdir ve Karacaören II Baraj Göllerinde yaşayan sudak balığı (*Sander lucioperca*) solungaçlarındaki glikokonjugat karakterinin belirlenmesi amacıyla 15 erişkin sudak balığına ait solungaç örnekleri kullanıldı. Kovada ve Eğirdir Gölleri'nde yaşayan sudakların solungaç mukus hücrelerinde çok güçlü WGA (*Triticum vulgare* aglutinin) ve orta yoğunlukta SBA (*Glycine max* aglutinin) reaksiyonu tespit edildi. Karacaören II Baraj Gölü'nde yaşayan sudakların solungaçlarında UEA-I (*Ulex europaeus* aglutinin-I) reaksiyonuna rastlanmadı. Her üç gölde yaşayan sudakların solungaçlarındaki klorid hücrelerde Con A (*Canavalia ensiformis* aglutinin) ve WGA pozitif glikokonjugat bulunmadığı belirlendi.

Anahtar Kelimeler

Sudak, *Sander lucioperca*, Solungaç, Histokimya, Lektin

The histochemical structure of glycoconjugates in gills of zander (*Sander lucioperca* L., 1857) living in Kovada, Eğirdir and Karacaören II Dam Lakes

SUMMARY

In this study, the gill samples of 15 adult zander were used to determine the character of glycoconjugat in gills of zander (*Sander lucioperca*) living in Kovada, Eğirdir and Karacaören II Dam Lakes. The very strong WGA (*Triticum vulgare* agglutinin) and moderate SBA (*Glycine max* agglutinin) reactions were detected in mucous cells of gills of zander living in Kovada and Eğirdir lakes. There was no reaction against to UEA-I (*Ulex europaeus* agglutinin-I) in gills of zander living in Karacaören II Dam Lake. It was identified that there were not Con A (*Canavalia ensiformis* agglutinin) and WGA positive glycoconjugates in chloride cells of gills of zander living in all three lakes.

Key Words

Zander, *Sander lucioperca*, Gill, Histochemistry, Lectin

GİRİŞ

Solungaçlar suyla direk temas halinde olan organlardır. Solungaçlar çok sayıda epitel hücrelerinden oluşan ince duvarlı solungaç filamentlerinden (primer lamellalardan) oluşur (Timur 2008). Bu hücreler pavement (Arellano ve ark. 2004), klorid (Arellano ve ark. 2004; Genten ve ark. 2009), pillar (Arellano ve ark. 2004; Hughes ve Morgan 2008), rodlet (Mattey ve ark. 2006), eozinofilik granüllü (Manera ve ark. 2001), nöroepitelyal ve mukus hücreleridir (Calabro ve ark. 2005). Yapılan farklı çalışmalarda mukus hücre sayısının yüksek amonyak konsantrasyonu (Hilary ve ark. 2003), tuzluluk (Bordas ve ark. 2003), asidite (Ledy ve ark. 2003), yüksek basınç ve düşük sıcaklık (Dunel ve ark. 1996) gibi durumlarda artış gösterdiği bildirilmiştir.

Mukus lubrikasyon, solunum ve patojen mikroorganizmalara karşı korumada fiziksel olarak rol oynar. Ayrıca mukus örtü dehidrasyona karşı koruma, ozmoregülasyon ve difüzyon gibi önemli fonksiyonları yerine getirir (Laurent ve Perry 1990).

Bu çalışmada Kovada, Eğirdir ve Karacaören II Baraj Göllerinde yaşayan sudak balığı (*Sander lucioperca*) solungaçlarındaki glikokonjugat karakterinin lektin histokimya yöntemi ile belirlenmesi amaçlandı.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada Mart ayında Kovada, Eğirdir ve Karacaören II Baraj Gölü'nden 5'şer adet olmak üzere toplamda 15 adet erişkin (+3) sudak balıklarına (*Sander lucioperca*) ait solungaç materyal olarak kullanıldı. Bu göllerden yakalanan balıkların ağırlıkları (250 gr.) ile total boy (26.1 cm), çatal boy (23.8 cm) ile standart boyları (22.2cm) ölçüldü. Yaş tayini pullarla yapıldı. Balık örneklerinin toplandığı göllerin fizikokimyasal analiz sonuçları Devlet Su İşleri'nden alındı. Ayrıca materyal alımı esnasında balıkların temin edildiği bölgelerden su örnekleri alınarak ağır metal analizleri Proaktif Su A.Ş.' ne yaptırıldı.

Balıklardan alınan solungaç örnekleri %10'luk formaldehit solusyonunda 24 saat süreyle tespit edildi. Yıkama işlemini takiben rutin histolojik doku takibinden geçirilen örnekler parafinde bloklandı ve bloklardan 5-6 µm kalınlığında kesitler alınarak endojen peroksidazın bloke edilmesi için %0.3'lük H₂O₂ ile 10 dk muamele edildi. Kesitler distile su ile çalkalanarak %1'lik Bovine Serum Albumine (BSA) ile yıkandı. Kesitler Tablo 1'de spesifiteleri ve optimal konsantrasyonları belirtilen Horseradish Peroksidaz-bağlı (HRP) lektinlerle oda sıcaklığında 30 dakika, DAB (3,3'-diaminobenzidine tetrahydrochloride)'da oda sıcaklığında 10 dk inkübe edildi. Hazırlanan preparatlar Olympus CX 41 tipi ışık mikroskopunda incelendi ve ilgili kısımlardan fotoğraflar çekildi.

Tablo 1. Uygulanan lektinlerin bağlanma spesifiteleri ve optimal konsantrasyonları**Table 1.** The binding specificities and optimal concentrations of applied lectins

Uygulanan Lektin	Bağlanma Spesifitesi	Optimal Konsantrasyon
PNA (<i>Arachis hypogaea</i> aglutinin)	β -Galactose, <i>N</i> -acetylgalactosamine	20 μ g/ml
UEA-I (<i>Ulex europaeus</i> aglutinin-I)	α -L-Fucose	25 μ g/ml
SBA (<i>Glycine max</i> aglutinin)	<i>N</i> -acetylgalactosamine, D-galactose	20 μ g/ml
Con A (<i>Canavalia ensiformis</i> aglutinin)	α -D-mannosyl, α -D-glucosyl	50 μ g/ml
WGA (<i>Triticum vulgare</i> aglutinin)	<i>N</i> -acetyl- β -D-glucosamine (β -D-GlcNAc), <i>N</i> -acetylneuraminic acid (NeuNAc) (sialik asit)	20 μ g/ml

BULGULAR

Materyal alımı esnasında üç gölden (Kovada, Eğirdir ve Karacaören II Baraj Gölleri) alınan su örneklerinin fizikokimyasal analiz sonuçları Tablo 2'de ve ağır metal analiz sonuçları Tablo 3'te verildi.

Üç gölden temin edilen balıklara ait solungaçların primer ve sekonder lameller ile primer lamellerin uçlardaki hücrelerde glikokonjugatların dağılımı ve reaksiyon dereceleri Tablo 4'te verildi.

PNA

Kovada Gölü'nde yaşayan sudakların solungaçlarının sekonder lamel hücrelerinde ve primer lamel ucundaki hücrelerde bulunan glikokonjugatın pozitif olduğu gözlenirken, primer lamellerde sadece mukus hücrelerinde

reaktivite belirlendi. Karacaören II Baraj Gölü'nde yaşayan sudakların solungaçlarında ise sadece sekonder lamel epitel hücrelerinde reaktivite gösteren glikokonjugat saptandı. Eğirdir Gölü'nde yaşayan sudakların solungaçlarında klorid hücreler dışındaki bütün hücrelerde reaksiyon tespit edildi.

UEA-I

Kovada Gölünde yaşayan sudakların solungaçlarında sekonder lamel epitel hücrelerinde zayıf reaksiyon gözlenirken; Karacaören II Baraj Gölü'nde yaşayan sudakların solungaçlarındaki hücrelerde reaktiviteye rastlanmadı. Eğirdir Gölü'nde yaşayan sudakların solungaçlarında primer lamel mukus hücrelerinde zayıf, epitel hücreleri ile primer lamel ucu mukus hücrelerinde ise orta yoğunlukta reaksiyon saptandı.

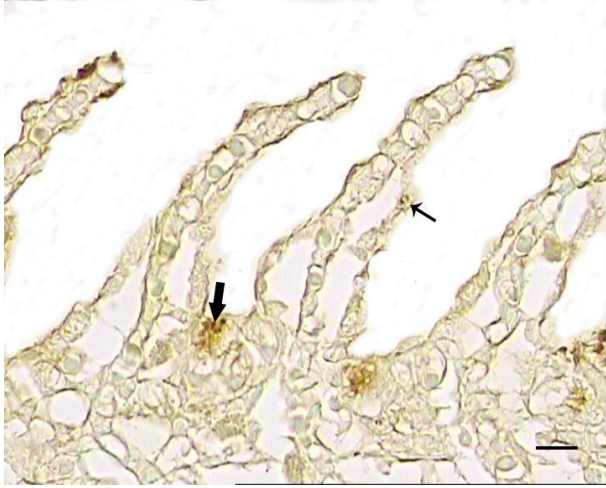
Tablo 2. Alınan su numunelerinin fizikokimyasal analiz sonuçları**Table 2.** The physicochemical analysis results of taken water samples

Parametreler	Simge	Birim	Kovada Gölü	Karacaören II Baraj Gölü	Eğirdir Gölü
Sıcaklık	T	°C	18.5	22	18.4
/N	pH	/N	7.9	8.12	8
Elektriksel İletkenlik	EC	Mohm/cm	343	37.4	424
Toplam çözünen madde	TDS	mg/l	218	232	267
Askıdaki katılar	SS	mg/l	17.0	3	1
Bulanıklık	Turb	NTU	19.0	4	2
Renk	Col	Pt-Co	5	5	5
Klorür	Cl	mg/l	10.6	8.86	9.6
Amonyum Azotu	NH ₃ -N	mg/l	0.0	0.013	0.269
Nitrit azotu	NO ₂ -N	mg/l	0.009	0.006	0.000
Nitrat azotu	NO ₃ -N	mg/l	0.310	0.190	0.440
Çözünmüş oksijen	DO	mg O ₂ /l	7.8	9.0	7.8
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı	BOD5	mg/l	6.0	6.0	5.0
Toplam Sertlik	TH	mg/l	175.0	186.5	222.5
Orta-Fosfat	o-PO ₄	mg/l	0.07	0.00	0.00
Sülfat	SO ₄	mg/l	9.0	10.2	12.0
Sodyum	Na	mg/l	10	9.6	11.60
Potasyum	K	mg/l	3.80	1.6	4.0
Kalsiyum	Ca	mg/l	34.67	48.90	23.1
Magnezyum	Mg	mg/l	21.52	15.79	40.1
Kimyasal Oksijen İhtiyacı	COD	mg/l	7.8	6.2	6.2
Toplam Kjeldahl Azotu	TKN	mg/l	0.5	0.62	0.2
Toplam Fosfor	Top. P	mg/l	0.05	0.049	0.04
Toplam Azot	Top. N	mg/l	1.560	1.020	1.450

Tablo 3. Alınan su numunelerinin ağır metal analiz sonuçları**Table 3.** The heavy metal analysis results of taken water samples

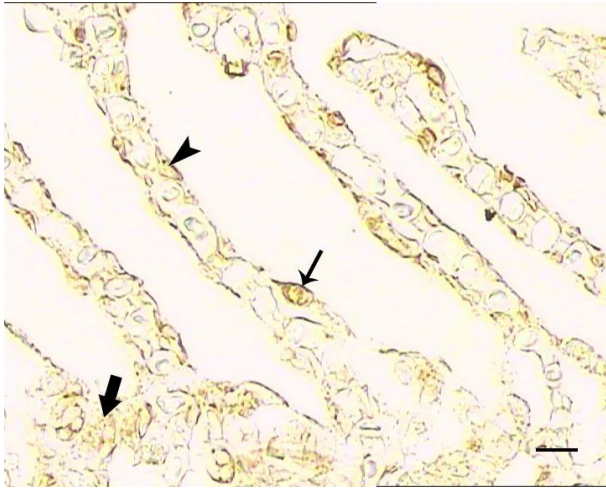
Göller	Cu	Pb	Zn	Fe	Al	Mn	Cr	Cd	Hg	B
Eğirdir	0.04	0.05	0.08	<0.01	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Karacaören	0.04	0.05	0.07	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Kovada	0.05	0.09	0.28	1.71	0.30	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01

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



Şekil 1. Karacaören II Baraj Gölü'nde yaşayan sudakların solungaçlarında primer lamel mukus hüresinde (kalın ok) ve sekonder lamel epitel hüresinde (ince ok) orta yoğunlukta reaksiyon. SBA. Bar: 50 µm

Figure 1. The moderate reaction in primary lamella mucous cell (thick arrow) and secondary lamella epithelial cell (thin arrow) in gills of zander living in Karacaören II Dam Lake. SBA. Bar: 50 µm



Şekil 2. Karacaören II Baraj Gölü'nde yaşayan sudakların solungaçlarında primer lamel mukus hüresinde (kalın ok) ve sekonder lamellerdeki epitel hüresinde orta (okbaşı) ve sekonder lamel mukus hüresinde güçlü (ince ok) reaksiyon. Con A. Bar: 50 µm

Figure 2. The moderate reaction in primary lamella mucous cell (thick arrow) and secondary lamella epithelial cell (arrowhead) and the strong reaction in secondary lamella mucous cell (thin arrow) in gills of zander living in Karacaören II Dam Lake. Con A. Bar: 50 µm

SBA

Eğirdir ve Kovada Gölleri'nde yaşayan sudakların solungaçlarındaki tüm hücrelerde, Karacaören II Baraj

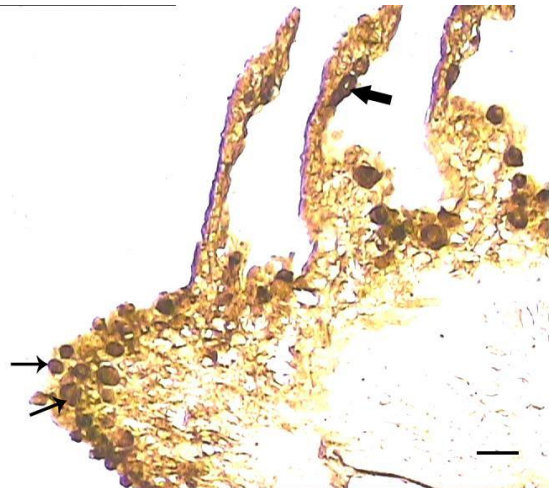
Gölü'nde yaşayan sudakların solungaçlarındaki primer ve sekonder lameller ile primer lamel ucu mukus ve epitel hücrelerinde pozitif glikokonjugat belirlendi (Şekil 1).

Con A

Kovada Gölü'nde yaşayan sudakların solungaçlarında primer lamel ucu mukus hücrelerinde güçlü, sekonder lamellerde ve primer lamellerin farklılaşmamış hücreleri ile mukus hücrelerinde orta yoğunlukta reaktivite saptandı. Klorid hücrelerde ise reaksiyona rastlanmadı. Karacaören II Baraj Gölü'nde yaşayan sudakların solungaçlarında sadece sekonder lamel hücrelerinde ve primer lamel mukus hücrelerinde reaksiyon belirlendi (Şekil 2). Eğirdir Gölü'nde yaşayan sudakların solungaçlarında sekonder lamellerde, primer lamel ucu mukus hücrelerinde ve primer lamellerin farklılaşmamış hücrelerinde güçlü reaksiyon gösteren glikokonjugat saptandı. Klorid hücrelerde ve primer lamel mukus hücrelerinde ise bu glikokonjugata rastlanmadı.

WGA

Kovada (Şekil 3) ve Eğirdir (Şekil 4) Gölleri'nde yaşayan sudakların solungaçlarında sekonder lamellerde ve primer lamel uçlarında bulunan hücrelerdeki glikokonjugatın çok güçlü, primer lamellerin farklılaşmamış hücrelerindeki glikokonjugatın ise güçlü reaksiyon gösterdiği belirlenirken; klorid hücrelerde bu reaktiviteye rastlanmadı. Karacaören II Baraj Gölü'ndeki sudakların solungaçlarında ise primer lamellerin farklılaşmamış hücreleri ile klorid hücrelerde reaksiyon bulunmadığı, buna karşın diğer hücrelerdeki glikokonjugatın reaktivite gösterdiği tespit edildi.



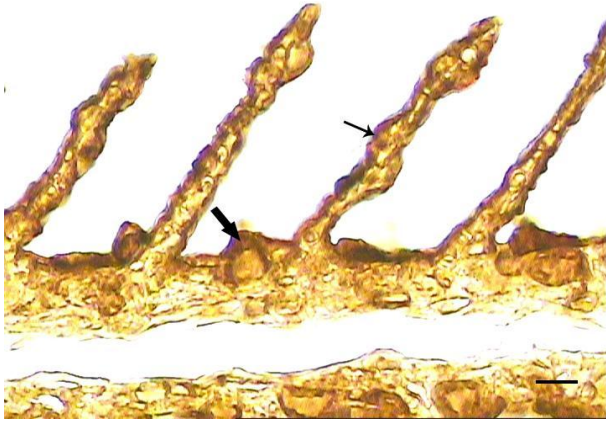
Şekil 3. Kovada Gölü'nde yaşayan sudakların solungaçlarında primer lamel ucu (ince oklar) ve sekonder lamel (kalın ok) mukus hücrelerinde çok güçlü reaksiyon. WGA. Bar: 50 µm

Figure 3. The very strong reaction in the tip of primary lamella (thin arrows) and secondary lamella (thick arrow) mucous cells in gills of zander living in Kovada Lake. WGA. Bar: 50 µm

Tablo 4. Kovada, Eğirdir ve Karacaören II Baraj Gölleri'nde yaşayan sudakların solungaçlarında glikokonjugatların dağılımı ve reaksiyon dereceleri**Table 4.** Distribution and reaction degree of glycoconjugates in the gills of sander living in Kovada, Eğirdir and Karacaören II Dam Lakes

Bölge	Kovada Gölü						Karacaören II Baraj Gölü						Eğirdir Gölü					
	PL		SL		PLU		PL		SL		PLU		PL		SL		PLU	
Lektin	FH	KH	MH	EH	MH	MH	FH	KH	MH	EH	MH	MH	FH	KH	MH	EH	MH	MH
PNA	0	0	3	1	2	2	0	0	0	1	0	0	3	0	2	2	2	3
UEA-I	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	2
SBA	2	3	3	3	3	3	0	0	2	2	2	1	3	3	3	3	3	3
Con A	2	0	2	2	2	3	0	0	2	2	3	0	3	0	0	3	3	3
WGA	3	0	4	3	4	4	0	0	2	2	3	2	3	0	4	4	4	4

Primer lamel, PL; Sekonder lamel, SL; Primer lamel ucu, PLU; Farklılaşmamış hücre, FH; Klorid Hücre, KH; Mukus Hücresi, MH; Epitel Hücresi, EH; negatif, 0; zayıf, 1; orta, 2; güçlü, 3; çok güçlü, 4



Şekil 4. Eğirdir Gölü'nde yaşayan sudakların solungaçlarında primer (kalın ok) ve sekonder (ince ok) lamel mukus hücrelerinde çok güçlü reaksiyon. WGA. Bar: 50 µm

Figure 4. The very strong reaction in the primary (thin arrows) and secondary (thick arrow) lamella mucous cells in gills of zander living in Eğirdir Lake. WGA. Bar: 50 µm

TARTIŞMA ve SONUÇ

Burkhardt-Holm (1997) *Oncorhynchus mykiss* türü solungaçlarındaki primer lamel klorid hücreleri ve sekonder lamel epitel hücrelerinin Con A'ya karşı güçlü reaksiyon gösterdiğini belirtmiştir. Bu çalışmada Kovada ve Karacaören II Baraj Gölleri'nde yaşayan sudaklarda sekonder lamel epitel hücrelerinde bu lektine karşı orta yoğunlukta, Eğirdir Gölü'nde yaşayan sudaklarda ise bu hücrelerde güçlü reaktivite belirlendi. Ayrıca çalışılan bütün göllerde yaşayan sudakların primer lamel klorid hücrelerinde bu reaktiviteye rastlanmadı. *Odontesthes bonariensis* (Diaz ve ark. 2010) türü solungaçlarında Con A uygulamasında solungaç filamentleri ile sekonder lamellerdeki mukus hücrelerinin zayıf reaksiyon verdiği belirtilmiştir. *Sparus aurata*, *Solea senegalensis* ve *Acipenser baeri* (Sarasquete ve ark. 2001), *Oncorhynchus mykiss* (Burkhardt-Holm 1997) ile *Coelorrhynchus coelorrhynchus* (Calabro ve ark. 2005) türlerinin solungaçlarındaki primer ve sekonder lamel mukus hücrelerinde ise Con A'ya karşı reaksiyon bulunmadığı bildirilmiştir. Aynı zamanda Diaz ve ark. (2005) *Cynoscion guatucupa* türü solungaçlarında primer ve sekonder lamel mukus hücrelerinin bazılarının zayıf reaktivite

gösterdiğini, bazılarında ise reaktiviteye rastlanmadığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada Con A uygulamasında Kovada Gölü'nde yaşayan sudakların solungaçlarında bütün bölgelerdeki mukus hücrelerinde pozitifite belirlenirken, Karacaören II Baraj Gölü'nde yaşayan sudakların solungaçlarında primer lamel ucundaki ve Eğirdir Gölü'nde yaşayan sudakların solungaçlarında primer lamellerindeki mukus hücrelerinde reaksiyona rastlanmadı.

Burkhardt-Holm (1997) PNA uygulamasında *Oncorhynchus mykiss* türü solungaçlarında primer lamellerdeki bazı mukus hücrelerinde reaktiviteye rastlanmadığını, bazılarının ise zayıftan güçlüye kadar tüm reaksiyonları gösterdiğini bildirmiştir. *Odontesthes bonariensis* (Diaz ve ark. 2010) türü solungaçlarında PNA'ya karşı solungaç filamentleri ve sekonder lamellerdeki mukus hücrelerinin orta yoğunlukta; *Cynoscion guatucupa* (Diaz ve ark. 2005) türü solungaçlarında primer ve sekonder lamel mukus hücrelerinin ise güçlü reaksiyon gösterdiği bildirilmektedir. Bu çalışmada Kovada ve Eğirdir Gölleri'nde yaşayan sudakların solungaç mukus hücrelerinde PNA reaktivitesi belirlenirken, Karacaören II Baraj Gölü'nde yaşayan sudakların solungaç mukus hücrelerinde reaktiviteye rastlanmadı. Burkhardt-Holm (1997) *Oncorhynchus mykiss* türü solungaç epitel hücrelerinde PNA'ya karşı reaksiyon gösteren glikokonjugatın yoğun, bulunduğu klorid hücrelerinde ise az miktarda bulunduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada ise her üç gölde yaşayan sudakların solungaç epitel hücrelerinde PNA reaktivitesi belirlenirken, klorid hücrelerinde bu reaktiviteye rastlanmadı.

Eğirdir ve Kovada Gölleri'nde yaşayan sudakların solungaçlarındaki tüm hücrelerde SBA reaktif glikokonjugat belirlenirken, Karacaören II Baraj Gölü'nde yaşayan sudakların solungaçlarında ise farklılaşmamış ve klorid hücrelerde bu reaktiviteye rastlanmadı. Calabro ve ark. (2005) *Coelorrhynchus coelorrhynchus* türü solungaçlarında primer ve sekonder lamel mukus hücrelerinde SBA pozitif reaksiyon bildirmişlerdir. *Odontesthes bonariensis* (Diaz ve ark. 2010) ve *Cynoscion guatucupa* (Diaz ve ark. 2005) türleri solungaçlarında solungaç filamentleri ve sekonder lamellerdeki mukus hücrelerindeki SBA reaksiyonunun orta yoğunlukta olduğu bildirilmiştir. Burkhardt-Holm (1997) *Oncorhynchus mykiss* türü solungaçlarının primer lamellerindeki bazı mukus hücrelerinde SBA reaktivitesi bulunduğunu, bazılarında ise bu reaksiyona rastlanmadığını belirtmiştir. Aynı araştırmacı (Burkhardt-Holm 1997) bu reaksiyonun

sekonder lamel epitel hücrelerinde zayıf olduğunu, klorid hücrelerinde ise bulunmadığını bildirmiştir.

UEA-I uygulamasında *Oncorhynchus mykiss* (Burkhardt-Holm1997) türü solungaçlarında primer lamel mukus hücrelerinin bazılarında güçlü reaksiyon gözlemlendiği, bazılarında ise bu reaksiyona rastlanmadığı bildirilmiştir. *Odontesthes bonariensis* (Diaz ve ark. 2010), *Cynoscion guatucupa* (Diaz ve ark. 2005) ile *Sparus aurata* ve *Solea senegalensis* (Sarasquete ve ark. 2001) türlerinin solungaç mukus hücrelerinde UEA-I reaksiyonuna rastlanmadığı; *Acipenser baeri* (Sarasquete ve ark. 2001) türü solungaç mukus hücrelerinde ise zayıf reaksiyon bulunduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada ise Kovada ve Karacaören II Baraj Gölü'nde yaşayan sudakların solungaç mukus hücrelerinde bu reaksiyona rastlanmazken; Eğirdir Gölü'nde yaşayan sudakların solungaçlarındaki primer ve sekonder lamel mukus hücrelerinde orta yoğunlukta, primer lamel ucu mukus hücrelerinde ise güçlü reaktivite belirlendi. Jung ve ark. (2002) *Paralichthys olivaceus* türü solungaç mukus hücrelerinde UEA-I pozitifitesi bildirmişlerdir.

Sarasquete ve ark. (2001) *Sparus aurata* ve *Solea senegalensis* türleri solungaç mukus hücrelerinin WGA'ya karşı zayıftan güçlüye doğru reaksiyon gösterdiğini, *Acipenser baeri* türü solungaç mukus hücrelerinde ise zayıf reaksiyon bulunduğunu belirtmişlerdir. Diaz ve ark. (2005) *Cynoscion guatucupa* türü solungaçlarında primer ve sekonder lamel mukus hücrelerinden bazılarının zayıf, bazılarının orta yoğunlukta WGA reaksiyonu gösterdiğini bildirmektedirler. Jung ve ark. (2002) *Paralichthys olivaceus* türü solungaç mukus hücrelerindeki glikokonjugatın güçlü WGA reaktivitesine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Calabro ve ark. (2005) ise *Coelorhynchus coelorhynchus* türü solungaçlarındaki primer ve sekonder lamel mukus hücrelerinde WGA reaktivitesine rastlanmadığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada ise Eğirdir ve Kovada Gölleri'nde yaşayan sudakların solungaç mukus hücrelerinde çok yoğun; Karacaören II Baraj Gölü'nde yaşayan sudakların solungaçlarında ise primer lamel ile primer lamel ucu mukus hücrelerinde orta yoğunlukta, sekonder lamel mukus hücrelerinde ise yoğun WGA pozitif glikokonjugat belirlendi.

Sonuç olarak farklı ortam koşullarında yaşayan sudak balığı solungaçlarında bulunan hücrelerdeki glikokonjugat dağılımı ve yoğunluğunun farklılık gösterdiği tespit edildi. Bu farklılıkların Kovada, Eğirdir ve Karacaören II Baraj Gölleri'nin fizikokimyasal değerleri ve ağır metal oranlarından kaynaklanıyor olabileceği kanısına varıldı.

KAYNAKLAR

- Arellano JM, Storch V, Sarasquete C (2004).** Ultrastructural and histochemical study on gills and skin of the Senegal sole, *Solea senegalensis*. *J Appl Ichthyol*, 20, 452-460.
- Bordas MA, Balebona MC, Chabrillon M, Rodriquez-Maroto JM, Morinigo MA (2003).** Influence of temperature and salinity on the adhesion to mucous surfaces of gilt-head seabream (*Sparus auratus* L.) of pathogenic strains of *Vibrio alginolyticus* and *Listonella anguillarum*. *Bull Eur Ass Fish Pathol*, 23, 273-280.
- Burkhardt-Holm P (1997).** Lectin histochemistry of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) gill and skin. *Histochem J*, 29, 893-899.
- Calabro C, Albanese MP, Lauriano ER, Martella S, Licata A (2005).** Morphological, histochemical and immunohistochemical study of the gill epithelium in the abyssal teleost fish *Coelorhynchus coelorhynchus*. *Folia Histochem Cytobiol*, 43 (1), 51-56.
- Diaz AO, Garcia AM, Goldemberg AL (2005).** Glycoconjugates in the branchial mucous cells of *Cynoscion guatucupa* (Cuvier, 1830) (Pisces: Sciaenidae). *Sci Mar*, 69(4), 545-553.
- Diaz AO, Garcia AM, Escalante AH, Goldemberg AL (2010).** Glycoproteins histochemistry of the gills of *Odontesthes bonariensis* (Teleostei, Atherinopsidae). *J Fish Biol*, 77, 1665-1673.
- Dunel EB, Sebest P, Chevalier C, Simon B, Bart HL (1996).** Morphological changes induced by acclimation high pressure in the gill epithelium of the freshwater Yellow Eel. *J Fish Biol*, 48, 1018-1022.
- Genten F, Terwinghe E, Danguy A (2009).** Atlas of fish histology. 215, Enfield, New Hampshire, USA.
- 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.
- Hughes GM, Morgan M (2008).** The structure of fish gills in relation to their respiratory function. *Biol Rev*, 48 (3), 419-475.
- Jung KS, Ahn MJ, Lee YD, Go GM, Shin TK (2002).** Histochemistry of six lectins in the tissues of the flat fish *Paralichthys olivaceus*. *J Vet Sci*, 3(4), 293-301.
- Laurent P, Perry SF (1990).** Effects of cortisol on gill chloride cell morphology and ionic uptake in the freshwater trout, *Salmo gairdneri*. *Cell Tissue Res*, 259, 429-442.
- Ledy K, Giamberini L, Pihan PC (2003).** Mucous cell responses in gill and skin of Brown trout *Salmo trutta fario* in acidic, aluminium containing stream water. *Dis Aquat Organ*, 56, 235-240.
- Manera M, Simoni E, Dezfali BS (2001).** The effect of dexamethasone on the occurrence and ultrastructure of rodlet cells in goldfish. *J Fish Biol*, 59, 1239-1248.
- Mattey DL, Morgan M, Wright DE (2006).** Distribution and development of rodlet cells in the gills and pseudobranch of the bass, *Dicentrarchus labrax* (L.). *J Fish Biol*, 15 (3), 363-370.
- Sarasquete C, Gisbert E, Ribeiro L, Vieira L, Dinis MT (2001).** Glycoconjugates in epidermal, branchial and digestive mucous cells and gastric glands of gilthead sea bream, *Sparus aurata*, Senegal sole, *Solea senegalensis* and Siberian sturgeon, *Acipenser baeri* development. *Eur J Histochem*, 45, 267-278.
- Timur G (2008).** Balık anatomisi, 1. basım, 111, Nobel yayınevi, Ankara.