

**ADYAMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ATATÜRK BARAJ GÖLÜ'NDE ADYAMAN ŞEHİR ATIKSULARININ
OLUŞTURDUĞU KİRLİLİĞİN *Cyprinus carpio*'DAKİ BAZI BİYOKİMYASAL
PARAMETRELERİN KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

MÜSLÜM FARUK ALICI

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**ADYAMAN
OCAK-2012**

TEZ ONAYI

Müslüm Faruk ALICI tarafından hazırlanan “Atatürk Baraj Gölü’nde Adıyaman Şehir Atıksularının Oluşturduğu Kirliliğin *Cyprinus carpio*’daki Bazı Biyokimyasal Parametrelerin Kullanılarak Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması 18/01/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Adıyaman Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Yrd.Doç.Dr. Özgür FIRAT

Jüri Üyeleri :

Yrd.Doç.Dr. Özgür FIRAT

.....

Adıyaman Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı

Yrd.Doç.Dr. Gonca KESER

.....

Adıyaman Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı

Yrd.Doç.Dr. Hasan KARADAĞ

.....

Adıyaman Üniversitesi Kimya Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Doç.Dr. Mustafa ÖZDEN

.....

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ATATÜRK BARAJ GÖLÜ'NDE ADIYAMAN ŞEHİR ATIKSULARININ OLUŞTURDUĞU KİRLİLİĞİN *Cyprinus carpio*'DAKİ BAZI BİYOKİMYASAL PARAMETRELERİN KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

MÜSLÜM FARUK ALICI

Adıyaman Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı
2012, 54+vi sayfa

Danışman: Yrd.Doç.Dr. Özgür FIRAT

Atatürk Baraj Gölü, Türkiye'nin en büyük barajı olup Adıyaman şehrinde gelen kentsel, endüstriyel ve tarımsal atıksular tarafından kirlenmektedir. Bu nedenle sunulan çalışmada, Ağustos 2011'de barajın kirliliği ve temiz bölgelerinden örneklenen *Cyprinus carpio* türü balıkların kan dokusundaki bazı biyokimyasal parametreleri kullanarak baraj gölünün kirlilik durumunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Balık örnekleri, Adıyaman şehrinin kanalizasyon atıklarının baraja arıtılmaksızın doğrudan boşaltıldığı Sitalce bölgesi ile göreceli olarak temiz olan Samsat bölgesinden alınmıştır.

Balıkların serumundaki biyokimyasal parametrelerin analizi otoanalizatör cihazlar kullanılarak yapılmıştır. Samsat bölgesinden örneklenen balıklarla karşılaştırıldığında Sitalce bölgesinde örneklenen balıkların serumundaki alanin aminotransferaz, aspartat aminotransferaz, alkalen fosfataz ve laktat dehidrojenaz enzim aktiviteleri ile kortizol, glukoz ve potasyum düzeyleri daha yüksek bulunmuşken total protein, kolesterol, kalsiyum, sodyum ve klor düzeyleri daha düşük bulunmuştur.

Araştırma sonuçları, Atatürk Baraj Gölü'nün arıtılmamış atıksulardan olumsuz etkilendiğini ve barajın kirlilik yükünün azaltılması için Sitalce bölgesine bir atıksu arıtma tesisinin kurulması gibi etkili önlemlerin alınması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Atatürk Baraj Gölü; Kirlilik; *Cyprinus carpio*; Atıksular; Kan Parametreleri

ABSTRACT

Master Thesis

ASSESSMENT OF POLLUTION CAUSED BY WASTEWATERS OF ADIYAMAN CITY IN ATATÜRK DAM LAKE USING SOME BIOCHEMICAL PARAMETERS IN *Cyprinus carpio*

MÜSLÜM FARUK ALICI

Adiyaman University
Institute of Natural and Applied Sciences
Biology Department
2012, 54+vi pages

Supervisor: Asst.Prof.Dr. Özgür FIRAT

The Atatürk Dam Lake, the largest dam lake in Turkey, has been contaminated by domestic, industrial and agricultural effluents coming from Adiyaman city. Therefore, in the present study, it was investigated the pollution in this reservoir using biochemical parameters in serum of *Cyprinus carpio* collected from polluted and unpolluted areas in the dam lake in August 2011. Samples of fish were collected from Sitalce site where Adiyaman city untreated wastewaters discharged into Atatürk Dam Lake, and Samsat site considered a reference site.

The biochemical parameters in blood serum of fish were analyzed using biochemical autoanalyzers. The activities of alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, alkaline phosphatase and lactate dehydrogenase and levels of cortisol, glucose, and potassium increased while total protein, cholesterol, calcium, sodium, and chlorine levels decreased in fish from Sitalce site when compared to Samsat site.

The present results indicate that the Atatürk Dam Lake is affected by untreated wastewater discharges and that therefore the effective measures must be taken such as setting up of a wastewater treatment plant in Sitalce site to reduction of the dam lake pollution load.

Key Words: Atatürk Dam Lake; Pollution; *Cyprinus carpio*; Wastewater; Blood Parameters

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her saniyesinde kendisiyle çalışmaktan büyük onur duyduğum, bu zaman zarfında yalnızca bilgisiyle değil her konuda desteğini hissedip yardımlarını gördüğüm Sayın Hocam Yrd.Doç.Dr. Özgür FIRAT'a, en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Çalışmalarında büyük ilgi, destek ve yardımlarını gördüğüm Sayın Yrd. Doç.Dr. Gonca KESER'e ve benden bilgi ve yardımlarını esirgemeyen başta Bölüm Başkanımız Sayın Prof.Dr. Eyyüp RENCÜZOĞULLARI olmak üzere bölümümüzün diğer hocalarına da teşekkürü bir borç bilirim. Yine alan çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Sayın Yrd.Doç.Dr. Hasan KARADAĞ'a teşekkür ederim. Ayrıca çalışmalarım sırasındaki bilgi ve desteklerinden dolayı Sayın Öğr. Gör. Özge FIRAT'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım ile ilgili analizleri yürüttüğüm Adıyaman Devlet Hastanesi Merkezi Laboratuvarındaki Sayın Uzm.Dr. Ömer Faruk ERBİL, Sayın Uzm.Dr. Burak Ekrem ÇİTİL, Sayın Mehmet ÖZALP ve diğer çalışanlarına yardım ve destekleri için teşekkür ederim.

Ailenin bir ferdi olmaktan gurur duyduğum varlıklarıyla huzur bulduğum, benim yaşam kaynağım canım ailem; annem İsmihan ALICI, babam Kemal ALICI, ablalarım Şenay BALCI, Fatmagül GÜNEŞ, Sibel ERTÜRK ve her zaman bana daha çok abi olan Ramazan BALCI, Süreyya ERTÜRK ve Mustafa GÜNEŞ'e sonsuz teşekkür ederim.

Tez çalışmamın savunma aşamasında yakın ilgi ve desteğini gördüğüm Sayın Esra BİLGİN'e en içten duygularıyla teşekkür ediyorum.

Bu çalışma, FEFYL2011/0010 proje koduyla Adıyaman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Müslüm Faruk ALICI

Adıyaman, 2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM	15
4. BULGULAR	19
4.1. Serum Enzim Aktiviteleri.....	19
4.2. Serum Metabolit Düzeyleri.....	21
4.3. Serum İyon Düzeyleri.....	23
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	26
KAYNAKLAR	39
ÖZGEÇMİŞ	54

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Atatürk Baraj Gölü ve gölden balık örneklerinin alındığı Sitelce ve Samsat istasyonları.....	15
Şekil 4.1. Atatürk Baraj Gölü'nde örneklenen <i>C. carpio</i> 'nun serumundaki ALT (A), AST (B), ALP (C) ve LDH (D) enzim aktiviteleri.....	20
Şekil 4.2. Atatürk Baraj Gölü'nde örneklenen <i>C. carpio</i> 'nun serumundaki kortizol (A), glukoz (B), total protein (C) ve kolesterol (D) düzeyleri.....	22
Şekil 4.3. Atatürk Baraj Gölü'nde örneklenen <i>C. carpio</i> 'nun serumundaki Ca (A), Na (B), Cl (C) ve K (D) iyon düzeyleri..	24

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1.	Atatürk Baraj Gölü'nün bazı teknik özellikleri.....	5
Çizelge 1.2.	Adıyaman ili atıksularının özellikleri (Anonim 2008).....	8
Çizelge 1.3.	<i>C. carpio</i> 'nun serumundaki biyokimyasal parametrelerin referans değerleri.....	9
Çizelge 3.1.	Atatürk Baraj Gölü örnekleme istasyonlarının bazı su parametre değerleri.....	16
Çizelge 3.2.	Atatürk Baraj Gölü'nde örneklenen <i>C. carpio</i> 'nun morfometrik özellikleri.....	16
Çizelge 3.3.	Serum parametrelerinin analiz edildiği cihazlar ve bu cihazların analiz esnasında gereksinim duyduğu serum miktarları (μL).....	18
Çizelge 4.1.	Atatürk Baraj Gölü'nde örneklenen <i>C. carpio</i> 'nun serumundaki enzim aktiviteleri.....	19
Çizelge 4.2.	Atatürk Baraj Gölü'nde örneklenen <i>C. carpio</i> 'nun serumundaki metabolit düzeyleri.....	21
Çizelge 4.3.	Atatürk Baraj Gölü'nde örneklenen <i>C. carpio</i> 'nun serumundaki iyon düzeyleri.....	23

1. GİRİŞ

Yeryüzündeki tüm canlılar için yaşamın temel kaynağı olan su, vazgeçilmez bir gereksinimdir. Dünyanın % 70'i sularla kaplı olmasına rağmen, tatlı su kaynakları bunun yalnızca % 2,5'idir. Bugün, Dünya nüfusunun beşte biri su kaynaklarının yanlış kullanımı, kirlilik, alan kaybı gibi nedenlerden dolayı sağlıklı, temiz ve içilebilir suya sahip değildir. Günümüzde yaklaşık 1,3 milyar kişi su sıkıntısı çekmekte olup, gelecek 25 yılda bu sayının 2 katına çıkacağı tahmin edilmektedir. Nüfusun hızlı artışı, kentleşme, endüstrileşme ve ekosistemlerin tahrip edilmesi nedeniyle su kaynaklarının olumsuz etkilenmesi ve buna bağlı olarak önümüzdeki yıllarda Dünya nüfusunun yarısının sudan yoksun kalacak olması, su problemini gündemin birinci sırasına oturtmuştur. Bu nedenle, su kaynaklarının mevcut durumunun bilinmesi, potansiyelinin hesaplanması ve yönetimi, gelecek ve yapılacak planlar açısından çok önemlidir.

Günümüzde su kirliliği, gelişmiş ve gelişmekte olan tüm ülkeler için büyük bir sorun haline gelmiştir. İnsan aktivitesine dayalı tarımsal, endüstriyel, madencilik ve evsel atıklardan sucul ortamlara giren kirletici maddeler, ciddi çevre kirliliğine ve sucul organizmaların da bu kirlilikten olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Sucul ekosistemlerde çeşidi ve miktarı artan kirleticiler, duyarlı türlerde yaşam ortamlarını terk etmelerine yada tamamen ortadan kalkmalarına neden olduğu gibi toleransı yüksek olan türlerde birikime, fizyolojik, biyokimyasal olaylarla davranışlarda değişikliklere, ve besin zinciri aracılığı ile üst trofik düzeylerde önemli sağlık sorunlarına neden olabilmektedirler (Romanenko ve Yevtushenko 1985).

Akuatik organizmalar, ekonomik önemleri ve sucul habitatlardaki morfolojik, fizyolojik ve ekolojik farklılıklarından dolayı çevresel kirliliğin değerlendirilmesinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Williams ve Dusenbery 1990). Ekotoksikolojik araştırmalarda bu organizmaların kullanılması sucul ekosistemlerin izlenmesinde oldukça önemlidir. Bir çok çalışma çeşitli akuatik organizmalar üzerine çevresel kirleticilerin etkilerini araştırmak ve bazı indikatör organizmaları kullanarak su kalitesinin biyolojik değerlendirilmesini yapmak için yürütülmüştür (Sheedy vd. 1991). Birçok organizma grubu, çevresel ekolojik değişikliklerin biyoindikatörleri olarak kullanılmasına rağmen

çoğu araştırmalar, özellikle de toksik su kirliliği olayında akuatik ortam değişikliğinin ve ekosistem sağlığının indikatörü olarak balıkların kullanılmasının daha uygun olduğunu belirtmektedir (Moiseenko vd. 2008). Balıklar akuatik ortamın her yerinde bulunan canlı türü olup düşük düzeylerden daha yüksek trofik düzeylere doğru enerji taşıma fonksiyonundan dolayı akuatik besin zincirinde önemli bir ekolojik rol oynamaktadır (Beyer 1996; Van der Oost vd. 2003). Balıklar genel olarak sucul ekosistemlerdeki kirliliğin izlenmesi için en uygun organizmalar olarak düşünölmektedir (Van der Oost vd. 2003) ve bu nedenle de çevresel kirliliğin biyoidikatörleri olarak atfedilmektedirler (Dautremepuits vd. 2004). Akuatik ortamlardaki kirleticiler, balıkların dokularında birikme potansiyeline sahip olduğundan besin zinciri yoluyla bunlarla beslenen canlılara özelliklede insanlara transfer olabilmektedirler. Bu nedenle balıkların biyokimyasal kalitesini belirlemek balıkları tüketen insanların sağlığını değerlendirmek açısından da önem arz etmektedir.

Kirli bölgelerden örneklenen balıklardaki kirleticilerin neden olduğu olumsuz etkileri çalışmak ekosistemler üzerine antropojenik etkileri araştırmak için kullanılır ve atık su deşarjlarıyla oluşabilecek potansiyel olası riskleri değerlendirmeye yardımcı olur. Birçok ekolojik değişiklikler tarımsal, endüstriyel ve şehirsal atıkları içeren ve insan kaynaklı olan aktivitelerin bir sonucu olarak suda oluşmaktadır (Pohl vd. 2009; Stafilov ve Karadjova 2009). Akuatik ekosistemler, endüstriyel ve kentsel atık su deşarjlarının en önemli son alıcı ortamları olduğundan ekotoksikolojideki temel amaçlardan biri sucul organizmalar ve insan popülasyonları için olası riskleri değerlendirmektir (Oliveira Ribeiro vd. 2006). Ekosistemler üzerinde kirleticilerin etkileri kirlilik tip ve derecelerine özel olarak yanıt veren balıklardaki biyokimyasal parametrelerin ölçölmesiyle değerlendirilebilir (Petrivalsky vd. 1997).

Kanın biyokimyasal parametrelerini çalışmak hayvanların fizyolojik ve fizyopatolojik değerlendirilmesinde temel bir öneme sahiptir; çünkü, bu parametrelerdeki olası değişiklikler kirleticiler yada diğer çevresel faktörler tarafından tetiklenebilmektedir (Juneja ve Mahajan 1983; Ranzani-Paiva vd. 1997). Balık kanı solungaçlar aracılığıyla su ortamıyla doğrudan ilişki içinde olduğundan sudaki herhangi bir olumsuz değişiklikten kolaylıkla etkilenmektedir. Bu nedenle de fizyolojik ve patolojik

değişikliklerin olası indikatörü olarak toksikolojik araştırmalarda ve çevre izleme çalışmalarında giderek daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Adhikari vd. 2004).

Kan serumdaki biyokimyasal parametreler, özellikle de hayvanların genel sağlık durumunun yanı sıra hedef organ toksisitesinin belirlenmesinde ve stres altındaki organizmalarda potansiyel hasar değişikliklerin erken uyarıcıları olarak kullanılmaktadır (Folmar 1993; Jacobson-Kram ve Keller 2001). Kan plazması yada serumun biyokimyasal analizi, iç organlar (karaciğer ve böbrek gibi), proteinler (albuminler, globulinler), besleyici ve metabolik parametreler (kolesterol, trigliserid, glukoz gibi) ve elektrolitler (Na, Cl, K, Ca, P) hakkında bilgiler sağlamaktadır (Allen 1988; Duncan vd. 1994). Kan dokusundaki belirgin biyokimyasal yanıtlar, kirleticilere maruz kalan akuatik organizmalardaki organ ve dokuların hasar görmesinden sonra ortaya çıkmaktadır (Adhikari vd. 2004; Öner vd. 2008; Fırat vd. 2011). Alkalın amino transferaz (ALT), aspartat amino transferaz (AST), alkalen fosfataz (ALP) ve laktat dehidrojenaz (LDH) gibi spesifik enzimlerin kandaki düzeylerinin artması balıkların karaciğer, kas, solungaç gibi çeşitli dokularındaki, kirleticilerin neden olduğu hasarların tanılarında kullanılmaktadır (De la Tore vd. 2000). Bu nedenle bu serum enzimleri, sulardaki kirlilik düzeyinin belirlenmesinde yararlı biyomarkırlar olarak düşünölmektedir (Ozmen vd. 2006).

Kortizol, glukoz, total protein ve kolesterol serumun önemli bileşenleri olup kirleticilerin etkisindeki balıklarda fizyolojik durum ve doku hasarları hakkında bilgiler sağlamaktadır. Kortizol, balıklarda iyon regölasyonunda, enerji metabolizmasında ve kirleticilerin detoksifikasyonunda önemli bir rol oynamaktadır (Fu vd. 1990; Wendelaar Bonga 1997). Kirleticilerin balıklarda meydana getirdiği olumsuzluklarla organizmanın mücadele edebilmesi için enerji gereksinimi oldukça önemlidir. Glukoz, stres metabolitlerine karşı dokuların gereksinimi olan enerjiyi sağlamaktadır. Bir stres hormonu da olan kortizol balıklarda glukoneojenez ve glikojenoliz yoluyla glukoz üretimini artırdığı ve bu yolla plazma glukoz düzeyinde artışlara neden olduğu bilinmektedir (Iwama vd. 1999). Dokuların protein içeriği akuatik organizmalarda kirleticilerin neden olduğu stresin bir indikatörü olarak önerilmektedir (Singh ve Sharma 1998). Serum total proteini karaciğerde sentezlenen esas serum proteinleri olup karaciğer hasarının bir belirteci olarak ifade edilmektedir. Kolesterol akut ve kronik

stres etkisindeki balıklarda çevresel stres yapıcıların etkilerini değerlendirmek için yararlıdır (Wedemeyer ve McLeay 1981).

İyonlar (Na, Cl, K ve Ca gibi) balıkların büyümeleri ve iyon dengelerinin sağlanması için gerekli olup çoğu sudan solungaçlar aracılığıyla alınmaktadır (Eddy 1982). Akuatik organizmaların kanındaki iyon düzeylerinin ölçülmesi kimyasala maruz kalma ve etkilerinin duyarlı biyomarkırları olarak kullanılmaktadır (Mayer vd. 1992).

Türkiye'nin en büyük projesi olan Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP), Fırat ve Dicle nehirleri arasında uzanan ovaları kapsamakta, Adıyaman, Şanlıurfa, Diyarbakır, Mardin, Gaziantep, Batman, Şırnak ve Van illerinin tamamını veya bir kısmını içine almakta ve 74.000 km²'lik bir alana yayılmaktadır. GAP Projesi 13 adet alt projeye ayrılmaktadır ki bunların en önemlisi Aşağı Fırat Projesi'dir. Bu proje kapsamında Atatürk Barajı ve Hidroelektrik Santrali de bulunmaktadır (Dal 2006).

Atatürk Barajı, kaynağını Doğu Anadolu'dan alan ve Türkiye sınırlarında 1263 km uzunluğu olan ve Irak'ta Gat-ül Arap'ta Dicle Nehri ile birleşerek Basra (İran) Körfezi'ne dökülen Fırat Nehri üzerinde kurulmuştur. Baraj, Şanlıurfa ilinin 62 km Kuzeybatısında ve Adıyaman il merkezinin 35 km Güneyinde, Fırat Nehri üzerinde kurulu bulunan Keban Barajı'nın 346 km, Karakaya Barajı'nın ise 180 km aşağısında yer almaktadır. 1983 yılında inşaatı başlamış olan baraj 1992 yılında işletmeye açılmıştır. Atatürk Barajı ve Hidroelektrik Santrali, elektrik enerjisi üretimi ve tarım alanlarının sulanması amacıyla inşa edilmiştir.

Atatürk Baraj Gölü, 180 km uzunluğu, 48.7 km³ hacmi ve 817 km² yüzölçümüyle Türkiye'nin Van Gölü ve Tuz Gölü'nden sonra 3. büyük gölü durumundadır (Çizelge 1.1). Bu baraj, yurdumuzun her bakımından en büyük barajı, dünyada ise gövde hacmi bakımından dördüncü, su hacmi bakımından ise dokuzuncu sıradadır; ayrıca enerji üretimi ve göl hacmi bakımından da ilk 30 baraj arasındadır. Hidroelektrik Santrali, dünyada halen yapımı sürenler arasında 3., inşa edilmiş olanlar arasında da 5. en büyük santraldir.

Çizelge 1. 1. Atatürk Baraj Gölü'nün bazı teknik özellikleri

Drenaj Havzası	92.338 km ²
Yıllık Ortalama Su Akışı	26.654 km ²
Barajın Tipi	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu
Telveg Kotu	380.00 m
Minimum İşletme Kotu	526.00 m
En Yüksek Su Kotu	542.00 m
Kret Kotu	549.00 m
Min. Su Depolama Hacmi 526 Kotunda	37.7 km ³
Faydalı Su Depolama Hacmi 526 Kotunda	11.0 km ³
Toplam Su Depolama Hacmi 542 Kotunda	48.7 km ³
Jeolojisi	Plaketli Kireç Taşı
Göl Alanı	817 km ²
Toplam Beton Hacmi	364.000 m ³
Toplam Kurulu Güç	2400 MW
Yıllık Enerji Üretimi	8.9 TWH
Gövde Hacmi	84.400.000 m ³

Atatürk Barajı, GAP kapsamında düşünüldüğünde proje tamamlandığında, yılda toplam 52.94 milyar metreküpten fazla su akıtan Fırat ve Dicle nehirleri üzerindeki tesislerle, Türkiye toplam su potansiyelinin % 28.5'i kontrol altına alınacak, Çukurova'nın 4.5 katı olan 1.7 milyon hektarın üzerinde arazinin sulanması ve yaklaşık 7500 megavatlık kurulu güç kapasitesiyle yılda 27 milyar kilovat saatlik hidroelektrik enerjisi üretilmesi sağlanacaktır. Planlanan toplam sulama alanı, Türkiye'de ekonomik olarak sulanabilir toplam alanın % 20'sine ve toplam yıllık elektrik üretimi, Türkiye'de ekonomik olarak gerçekleştirilebilir elektrik enerjisi potansiyelinin % 22'sine eşdeğerdir. Atatürk Barajı, halen inşaatı devam eden Urfa tüneli ve Hilvan kanalı sulama sistemlerinin tamamlanması ile Şanlıurfa, Harran, Mardin, Ceylanpınar, Siverek-Hilvan ovaları ile beraber 1.43 milyon dönüm arazi sulanır hale gelecektir (Kutluay 2010).

Yapılan araştırmalarda, Fırat Nehri ve üzerindeki baraj göllerinde 8 familyaya ait yaklaşık 28 tür ve alttürün yaşadığı rapor edilmiştir (Kuru 1979; Bozkurt 1994). *Capoeta trutta* (Karaca), *Cyprinus carpio* (Sazan), *Carasobarbus luteus* (Bizir), *Chondrostoma regium* (Karakuyruk, Sarıkuyruk), *Tor grypus* (şabut), *Aspius vorax* (Zurna), *Chalcalburnus mossulensis* (Gümüş Balığı), *Leuciscus cephalus orientalis* (Golcu), *Barbus rajanorum mystaceus* (Küpelı Balık), *Silurus triostegus* (Mezopotamya Yayını), *Mugil abu* (İnci Kefalı) ve *Mastacembelus simack* (Fırat Yılan Balığı), Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan ve ekonomik değere sahip olan önemli balık türleridir. Baraj gölü nesli dünya genelinde tehlike altında olan Fırat Kaplumbağası (*Rafetus euphraticus*) için de önemli bir yaşam alanı oluşturmaktadır.

Baraj Gölü'ne balıkçılık faaliyetleri için çeşitli balık türlerinin yumurtaları ve yavruları atılmış ve gelecekte bölgenin ve Türkiye'nin önemli bir balıkçılık merkezi olması planlanmıştır (Dal 2006). Atatürk Baraj Gölü'nün su ürünleri potansiyeline bakıldığında 817 km²'lik yüzey alanına sahip bu gölde, baraj göllerinin her bir hektarında 100 kg/yıl ürün alınabileceği düşünülürse, basit bir hesaplamayla 81.700 ha x 100 kg/yıl = 8.170.00 ha.kg/yıl = 8.170 ton doğal potansiyelin bulunduğunu göstermektedir (Yüksel 1997).

Atatürk Baraj Gölü'nün çevresinde 3 il (Adıyaman, şanlıurfa ve Diyarbakır), 10 ilçe ve 156 köy bulunmaktadır. Adıyaman ili yaklaşık 400.000 nüfusu, geniş tarım alanları ve birçok sanayi tesisiyle (tekstil, çimento, kağıt ve kağıt ürünleri, kok ve petrol ürünleri, kimya, gübre, makine imalatı vb.) barajın kuzey kesimleri boyunca uzanan önemli bir tarım ve turizm şehridir. Adıyaman ilinde herhangi bir atıksu arıtma tesisi bulunmadığı için kent, sanayi ve tarımsal atıksular çeşitli noktalardan derelere deşarj edilmekte, bu dere akımları da Atatürk Baraj Gölü'ne ulaşmaktadır. Aynı zamanda, ilde bulunan katı atık deponi alanı sızıntı suları da dere yatağı boyunca baraj gölüne ulaşmaktadır. Son derece yüksek kirlilik değeri sağıp olabilen çöp sızıntı sularının alandaki yüzeysel su kaynakları, tarım arazileri ve Atatürk Baraj Gölü'ne dökülmesi önemli bir çevre kirliliğine neden olmaktadır (Anonim 2003).

Adıyaman il merkezi Atatürk Barajı'nda en fazla kirliliğe neden olan yerleşim yeridir. Şu anda mevcut şehir kanalizasyon atıkları hiçbir arıtmaya tabi tutulmadan Açık Cezaevi batısından, Eski mezarlık yeri 150 metre güneyinden, Eski Mezbahane çıkısından, Vartana Yolu Köprüsü ve Köy Hizmetleri İl Müdürlüğü doğusundan olmak üzere 5 noktadan dereye doğrudan deşarj edilmektedir. Bu atıksular yöre insanları tarafından tarımsal uygulamalarda sebze ve meyve bahçelerinin sulanmasında kullanılmakta ve geri kalan atık sular doğrudan son alıcı ortam olan Atatürk Baraj Gölü'ne boşalmaktadır. Yukarıda bahsedilen bu durumlardan dolayı özellikle yaz aylarında artan koku ile birlikte mevcut durum sivrisinek, karasinek ve çeşitli haşerelerin üremesine uygun bir ortam teşkil etmekte, insan ve çevre sağlığı sorunlarına ve telafisi zor çevre kirliliğine neden olmaktadır. 2009 nüfusuna göre Adıyaman'daki günlük toplam evsel atıksu miktarı yaklaşık 88.300 m³'tür. Bu değer kişi başına günlük su tüketiminin 150 litre olduğu (150 L/kişi/gün) kabul edilerek hesaplanmıştır (Anonim 2008).

Son yıllarda ilin köyden kente göç ve nüfus artışına paralel olarak şehirlerin büyümesi ve teknolojinin gelişmesi ile katı atık yoğunluğu ve kişi başına düşen katı atık miktarı gün geçtikçe artmaktadır. Adıyaman ili mevcut alt yapı eksiklikleri sebebiyle sağlıklı işleyen bir katı atık yönetimine sahip değildir. 65 m yükselteli Hacı Tepenin hemen kuzeyindeki kuzey-güney yönlü sırtın doğusunda bulunan mevcut katı atık depolama alanı dik yamaç eğimli bir dere yatağında yer almaktadır. Beyaz Dere adlı bu akarsu yaklaşık 200 m doğu yönünde Atatürk Barajı göl alanına ulaşmaktadır. Kırmızı-kahve renkli sızıntı suları Ziyaret Çayı'na oradan da Atatürk Baraj Gölü'ne ulaşmaktadır. Oldukça kirletici değerlere sahip olan bu suyun Atatürk Barajı'na karışması suyun kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir (Anonim 2003).

Yine, şehir merkezinde bulunan Eğri Çay'ın taşıdığı Küçük Sanayi Sitesi ve Sanko Dokuma Sanayisine ait arıtılmamış atıksular, Hosirge Köyü civarında baraja dökülerek endüstriyel kökenli bir kirlenmeye neden olmaktadır.

Adıyaman ilinden baraja dökülen evsel ve endüstriyel atıksulara ait bazı fiziko-kimyasal özellikler Çizelge 1.2'de verilmiştir.

Çizelge 1. 2. Adıyaman ili atıksularının özellikleri (Anonim 2008)

Parametre*	Birim	Örnekleme Noktaları, Mayıs 2008			Örnekleme Noktaları, Ağustos 2008		
		Adıyaman Deşarj Noktası 1 Eğri Çayı	Adıyaman Deşarj Noktası 2 Sitalce Çayı	Sitalce Çayı	Adıyaman Deşarj Noktası 1 Eğri Çayı	Adıyaman Deşarj Noktası 2 Sitalce Çayı	Sitalce Çayı
Bulanıklık	NTU	-	-	84.1	-	-	104
TP	mg/l	4.19	0.537	4.64	15.96	20.39	11.49
TN	mg/l	38.64	2.24	32.48	16.43	38.64	31.36
KOİ	mg/l	340	160	-	320	480	-
BOİ	mg/l	165	75	28	175	250	120
Fekal Koliform	Fekal Koliform /100 ml Örnek	-	-	350	-	-	1.2X10 ³
Yağ-Gres	mg/l	< 0.02	< 0.02	-	0.3	0.4	-
DO	mg/l	4.22	1.60	2.39	5.02	0.49	0.74
pH	-	7.97	7.81	7.88	8.05	6.43	6.45

*: TP (Toplam Fosfor), KN (Toplam Azot), KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı), BOİ (Biyolojik Oksijen İhtiyacı), DO (Çözünmüş Oksijen).

Alan çalışmalarından uygun sonuçlar alabilmek için kirleticilere verilen biyokimyasal ve fizyolojik yanıtların ölçülmesine olanak sağlayan yaygın ve önemli balık türlerinin seçilmesi mutlaka gereklidir (Stanic vd. 2006). Geniş coğrafik yayılış gösteren sazanlar dünyada en geniş bir şekilde kültürü yapılan balık türlerinden biridir (Jhigran 1977). Omnivor olarak beslenen sazanlar genelde sedimentten beslendiklerinden diğer pelajik balıklara oranlara kirleticilere daha fazla maruz kalmaktadırlar (Philips 1980). Sazanların geniş yayılım göstermeleri, üremelerinin kolay olması ve insanlar tarafından çok fazla tüketilmeleri bu balık türünün önemini arttırmaktadır. Sağlıklı sazan balıklarına ilişkin serum değerleri (Tripathi vd. 2003) Çizelge 1.3'te özetlenmiştir.

Çizelge 1.3. *C. carpio*'nun serumundaki biyokimyasal parametrelerin referans değerleri

Parametreler*	Aritmetik ortalama	Standart sapma
ALT (U/L)	31	8
AST (U/L)	85	28
ALP (U/L)	11	4
LDH (U/L)	207	136
Glukoz (mg/dL)	48	10
Total protein (g/dL)	3.0	0.3
Kolesterol (mg/dL)	164	24
Ca (mg/dL)	10.2	0.7
Na (mmol/L)	140	4
Cl (mmol/L)	113	2
K (mmol/L)	2.4	0.9

*: ALT (alanin aminotransferaz), AST (aspartat aminotransferaz), ALP (alkalen fosfataz), LDH (laktat dehidrojenaz), Ca (kalsiyum), Na (sodyum), Cl (klor), K (potasyum).

Son zamanlarda Atatürk Baraj Gölü çevresindeki yerleşim yerlerindeki artan nüfus, endüstriyel gelişmeler ve tarımsal aktiviteler baraj gölündeki kirletici düzeyini de artırmaktadır. Özellikle de her hangi bir arıtma tesisine sahip olmayan Adıyaman şehrinden göle karışan atıksular ciddi bir çevre problemine neden olmaktadır. Bu Baraj Gölü'ndeki potansiyel bir ilerleyici kirlilik yalnız bu bölgedeki balıkları ve bunlarla beslenen yöre insanlarını değil Fırat Nehri aracılığıyla Suriye ve Irak ülkelerini de olumsuz etkileyebilecektir (Karadede vd. 2004). Bu nedenle bu göldeki kirliliğin araştırılması, hem balıkların hem de onlarla beslenen canlıların özellikle de insan sağlığı ve bu gölün ekolojik geleceği açısından çok önemli olduğundan bu konuda yeni verilere acil olarak gereksinim duyulmaktadır. Akuatik ekosistemlerin kirlilik yükünün değerlendirilmesinde uygun biyomarkırlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla

birlikte Atatürk Baraj Göl'ünde kirlilikle ilgili yapılan çalışmaların tamamı çeşitli balık türlerindeki ve/veya su ve sediment örneklerindeki ağır metal düzeylerinin araştırılması üzerinde yoğunlaşmış olup göldeki kirlenici türlerine balıkların verdikleri biyokimyasal yanıtlarla ilgili bir çalışmaya özenli bir literatür araştırmasına rağmen rastlanamamıştır. Bu nedenle sunulan bu çalışmada Atatürk Baraj Gölü'nün kirliliği ve temiz bölgelerinden örneklenen *C. carpio* türü balıkların serumundaki ALT, AST, ALP ve LDH enzim aktiviteleriyle, kortizol, glukoz, total protein, kolesterol, Ca, Na, Cl ve K düzeylerinin karşılaştırılması ve bu bağlamda da baraj gölündeki kirliliğin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Adham (2002); *Clarias gariepinus* balığının kanındaki fizyolojik ve biyokimyasal kan parametrelerini kullanarak Maryût Gölü (Mısır)'ndeki su kirliliğinin subletal etkilerini araştırdığı çalışmasında; ALT, AST, LDH, kreatin kinaz, kolinesteraz aktivitelerinde, glukoz ve kreatin düzeylerinde su kirliliğine bağlı olarak artışlar gözlemlenmiştir.

Atamanalp ve Güneş (2002); 10.800 nüfuslu Tercan (Erzincan) ilçesinin kanalizasyon sularının deşarj edildiği ve üzerinde Tercan Barajı'nın yer aldığı Tuzla çayında, biri akarsuyun baraj gölüne ulaşmadan önceki kısmından, diğeri ise deşarj noktasının aşağısında belirlenen iki istasyondan yakalanan toplam 50 balıktan alınan kan örneklerinde hemoglobin seviyeleri ile eritrosit ve toplam lökosit sayılarını araştırmıştır. II. İstasyon (deşarj bölgesi aşağısı)'da, I. İstasyon (baraj gölü öncesi)'a göre hemoglobin seviyesinde düşme, eritrosit sayısında artış lökosit sayısında ise azalma belirlenmiştir.

Barnhoorn ve van Vuren (2004); Güney Afrika'daki sıcak ve soğuk sulardaki kirliliği belirlemek için *Oreochromis mossambicus* ve *Labeo umbratus*'un dokularında asetil kolin esteraz, glukoz-6-fosfat dehidrojenaz, LDH ve pirüvat kinaz enzimlerini ölçmüşlerdir. Çalışma sonucunda düşük kirlilik düzeyi nedeniyle söz konusu enzimlerde önemli değişiklikler belirlenmemiştir.

Adeyemo (2005); laboratuvar ortamında sanayi atıksularının etkisine bırakılan *Clarias gariepinus* türü balıklardaki hematolojik ve histopatolojik değişiklikleri incelemiştir. Araştırmada atıksuların etkisinde kan dokusundaki hemoglobin ve alyuvar değerlerinin düştüğünü, lökosit sayısının önemli ölçüde arttığını gözlemlenmiştir. Aynı zamanda karaciğerde ciddi nekrozis, hipertropi ve büyüme belirlenmiştir.

Ozmen vd. (2006); Kentsel, endüstriyel ve tarımsal aktivitelere bağlı olarak Karakaya Baraj Gölü'ndeki kirlilik düzeyini araştırdıkları çalışmalarında, *C. carpio*'daki çevresel kirliliğin biyomarkırları olarak çeşitli enzimlerin aktivitelerini incelemiştir. Baraj gölündeki kirletici unsurlara özellikle ağır metallere bağlı olarak *C. carpio*'nun

karaciğer dokusundaki glutatyon S-transferaz, karboksil esteraz, LDH, asit fosfataz ve AST enzimlerinde önemli değişiklikler gözlemlenmiştir.

Stanic vd. (2006); Danube Nehri'nin (Sırbistan) kirliliği ve temiz bölgelerinden örneklenen *Acipenser ruthenus*'un karaciğerindeki SOD, CAT, GPx, GST aktivitesiyle serum AST ve ALT aktivitelerini karşılaştırdıkları çalışmalarında SOD ve GPx aktivitelerinin kirliliği bölgede arttığını, diğer enzimlerde ise önemli bir değişiklik olmadığını belirlemiştir.

Deniz (2007); Silifke ve Karataş ilçelerinde yer alan, farklı su kaynaklarına sahip yetiştiricilik istasyonlarından örneklenen *C. carpio* ve *C. gariepinus*'da eritrosit sayıları, hematokrit, glukoz, kortizol, AST, ALT ve elektrolit düzeyleri gibi kan parametrelerinin karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Kan parametreleri Silifke istasyonuna oranla Karataş istasyonunda yüksek bulunurken, materyal olarak kullanılan balıklardan *C. gariepinus*'a oranla *C. carpio*'da daha fazla ayırım göstermiştir. Kan parametrelerinde gözlenen değişimler istasyonlardaki su kalitesi ve türlerin ortam koşullarına hoşgörülerinin farklı olması ile açıklanmıştır.

Yousafzai ve Shakoori (2007); evsel, endüstriyel ve tarımsal atıksularla kirlenen Kabul Nehri'nde (Pakistan) örneklenen tatlı su balığı *Tor putitora*'nın kas dokusundaki bazı biyokimyasal parametreleri analiz etmişlerdir. Temiz bölgeyle karşılaştırıldığında kirliliği bölgede örneklenen balıkların kas dokusundaki total protein düzeyleri artarken, kolesterol, glukoz, ALT, AST ve DNA düzeyleri düşmüştür.

Fontainhas–Fernandes vd. (2008); yaptıkları bir araştırmada 24, 48, 72 ve 96 saatlik sürelerle kanalizasyon arıtma tesislerindeki atıksulara maruz bırakılan *Oreochromis niloticus*'un solungaç dokularında önemli histopatolojik değişiklikleri saptamışlardır.

Kan ve Sarıyüpeoğlu (2008); Elazığ şehir kanalizasyonunun Haringet Çayı'na karıştıktan sonra Keban Baraj Gölü'ne döküldüğü bölgeden yakalanan balıklardaki mikrobiyolojik incelemeleri sonucunda içlerinde *Streptococcus faecalis* de olmak üzere çok sayıda mikroorganizmaları belirlemiştir. *S. faecalis* balıklarda hastalık oluşturmasının yanı sıra; insanlarda da endokardit, idrar yolları enfeksiyonları, intra abdominal absesler, yara ve dekübitus enfeksiyonları, nadiren menenjit, pnömoni ve septisemi gibi hastalıklara neden olduğundan bu etkenin Koçkale bölgesindeki diğer

balıklar, su canlıları ile çevre ve insan sağlığı açısından da ciddi bir tehdit oluşturabileceği belirtilmiştir.

Alhas vd. (2009); Atatürk Baraj Gölü'ndeki ekonomik öneme sahip *Barbus xanthopterus* ve *Barbus rajanorum mystaceus*'un kas, karaciğer, solungaç ve böbrek dokularında bazı ağır metallerin (Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb ve Zn) düzeylerini çalışmışlardır. Ağır metal derişimleri doku türlerine bağlı olarak farklı düzeylerde birikim göstermiştir. Her iki balığında karaciğer, solungaç ve böbreklerdeki metal birikimi kas dokusuna göre daha yüksek bulunmuştur. Kastaki metal düzeyleri insan tüketimi açısından güvenilir ve balıklar için önerilen limitler içinde bulunmuştur.

Fırat vd. (2010a); Atatürk Baraj Gölü'nün Sitalce ve Samsat bölgelerinden örneklenen *C. carpio* ve *Capoeta trutta* türü balıkların solungaç, karaciğer ve kas dokularında Cd, Pb, Cr, Ni, Co, Cu, Zn, Fe, Mn, Ca, Mg, Na ve K gibi metallerin düzeylerini araştırmışlar ve Sitalce bölgesi balıklarının dokularında incelenen metallerin düzeylerini Samsat bölgesine göre daha yüksek olduğunu ve Sitalce bölgesindeki yüksek metal düzeylerinin Adıyaman şehir kanalizasyon atıklarında kaynaklandığını rapor etmişlerdir.

Mol vd. (2010); Türkiye, Irak ve Suriye için önem taşıyan Fırat Nehri'ndeki kirliliğin ve buradaki yaygın balık türlerinin insan sağlığı açısından risk değerinin belirlenmesi amacıyla Atatürk Baraj Gölü'ndeki *S. triostegus*, *Acanthobrama marmid*, *Aspius vorax*, *C. trutta*, *Carasobarbus luteus*, *Chalcalburnus mossulensis*, ve *C. carpio* türü balıklarda Zn, Cu, As, Cd, Hg ve Pb gibi metallerin düzeylerini tespit etmişlerdir. Analiz edilen iz elementlerin miktarları Zn için 10.27-19.74; Cu için 0.101-2.785, As için 0.164-0.279; Hg için TE (Tespit edilmemiş)- 0.649; Pb için TE-0.236 (mg/kg) arasında değişmiştir. Zn, Cu, Cd ve As miktarları bakımından örnekler insan tüketimi açısından güvenilir bulunmuştur. Cıva ve kurşun ise bazı örneklerde tespit edilmemiş, ancak Hg miktarı bazı *S. triostegus* örneklerinde; kurşun ise bazı *A. marmid*'lerde sınırları aşmıştır. Atatürk Baraj Gölü'ndeki balıkların ağır metallerle önemli düzeyle kontamine olmadıkları, ancak insanların tüketim yoluyla aşırı ağır metal almasını önlemek için bunlarda düzenli kontrollerin yapılması ve su kirliliğinin gözlenmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

Velisek vd. (2010); 0.02, 4, 20 ve 40 µg/L terbutrin etkisine 28 gün süreyle bırakılan *C. carpio*'daki hematolojik ve biyokimyasal parametrelerdeki değişiklikleri incelemişlerdir. Yüksek konsantrasyonlarda terbutrin, kan dokusundaki eritrosit sayısını, amonyum ve laktat düzeylerini, AST ve LDH aktivitelerini arttırmışken hemoglobin ve kreatin değerlerini düşürmüştür.

Zutshi vd. (2010); Hindistan'ın Karnotaka bölgesindeki Bangalore Gölleri'ndeki kirliliğin neden olduğu stresin *Labeo rohita* türü tatlı su balıklarının hematolojik parametreleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, evsel atık sularla kirlenen Hebbal, evsel ve endüstriyel atıklarla kirlenen Chowkalli Gölleri'nden örneklenen balıkların kan dokusundaki eritrosit sayısı ve hemoglobin içeriği düşerken; lökosit sayısı ve serum glukoz düzeyi artmıştır. Bu parametrelerde gözlenen değişikliklerin, göllerin çevresinde bulunan sanayi kuruluşlarından gelen ve içerisinde ağır metalleri, sentetik deterjanları, petrol ürünlerini ve diğer asit ve alkali bileşikleri içeren atıksulardan kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

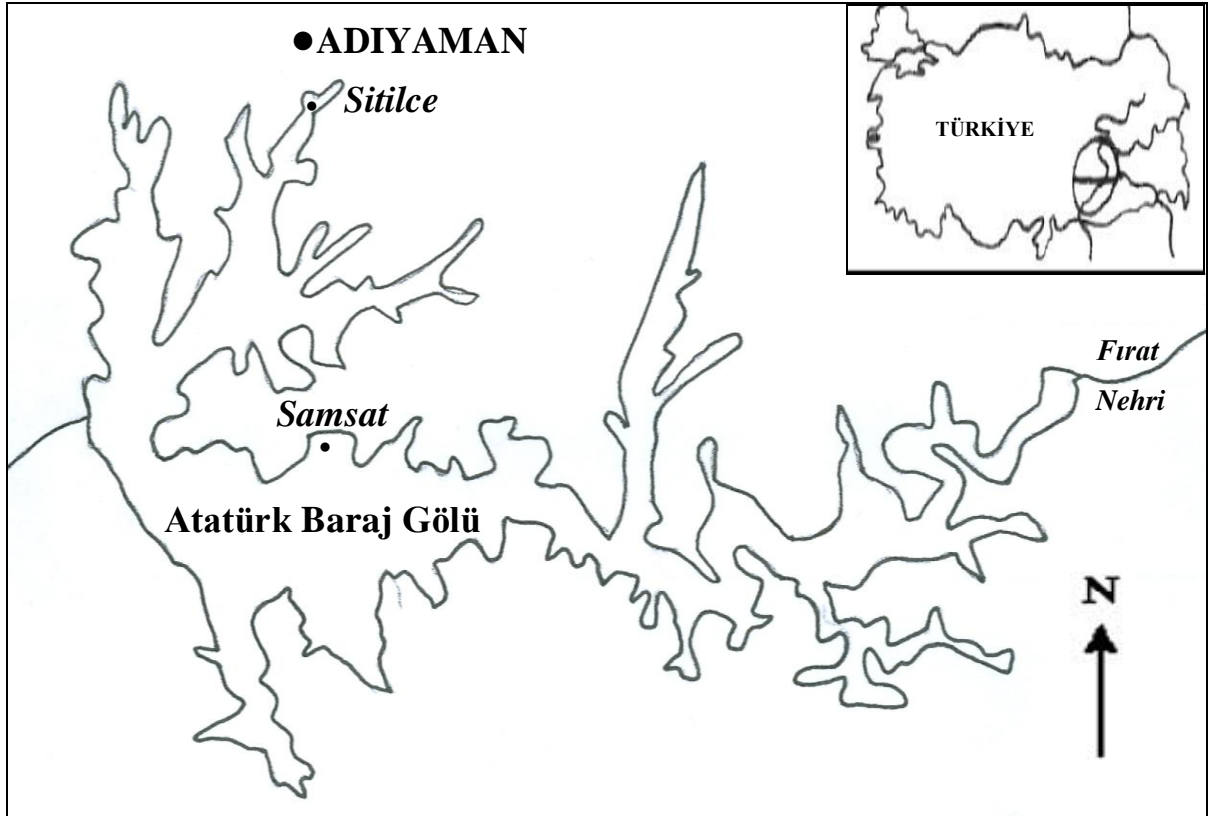
Gharaei vd. (2011); 32 gün süreyle metil cıva içeren besinlerle beslenen *Huso huso* türü balıkların kan dokusundaki çeşitli enzimler ve metabolit düzeylerindeki değişimleri inceledikleri çalışmalarında ALT, AST, LDH, kortizol ve glikoz düzeylerinin arttığını ALP aktivitesinin ise düştüğünü gözlemlemişlerdir.

Lavanya vd. (2011); inorganik arseniğin uzun dönemli subletal etkileşimine bırakılan *Catla catla* türü sazanlarda hematolojik ve biyokimyasal parametreleri ve iyon regülasyonlarını araştırmışlardır. Arsenik hemoglobin, hematokrit, akyuvar sayısında ve plazma ALT düzeylerinde önemli artışlara, alyuvar sayısı, plazma sodyum, klor, potasyum, glukoz, protein, AST ve LDH düzeylerinde ise azalmalara neden olmuştur.

Lopez–Lopez vd. (2011); ağır metaller, aromatik hidrokarbonlar ve organoklor pestisitler içeren kentsel ve endüstriyel atıklarla kirlenen Yuriria Gölü'nden (Meksika) alınan sulara laboratuvar ortamlarında 96 saat süreyle maruz kalan *Godea atripinnis* balığının karaciğerindeki SOD, CAT, GPx, Na⁺/K⁺-ATPaz ve lipid peroksidasyonunu incelemişlerdir. Araştırmacılar, deney balıklarında CAT aktivitesiyle lipid peroksidasyonunun arttığını, GPx ve SOD aktivitesinin ise düştüğünü rapor etmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırmada biyolojik materyal olarak kullanılan *C. carpio* türüne ait balık örnekleri Ağustos 2011’de Atatürk Baraj Gölü’nün Sıtılce ve Samsat istasyon bölgelerinden yakalanmıştır (Şekil 3.1). Bu örnekleme istasyonları kirlilik durumları dikkate alınarak seçilmiştir. Adıyaman ilinin kanalizasyon atıkları herhangi bir arıtılma işleme tabi tutulmaksızın Sıtılce bölgesinden doğrudan baraja dökülmektedir. Samsat bölgesi ise herhangi bir antropojenik kaynaklı kirleticiden etkilenmeyen ve göreceli olarak temiz bölge varsayılıp kontrol amaçlı seçilmiştir. Örnekleme istasyonlarında suyun pH, sıcaklık ve çözünmüş oksijen değerleri ölçülmüş ve sonuçlar Çizelge 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3. 1. Atatürk Baraj Gölü ve gölden balık örneklerinin alındığı Sıtılce ve Samsat istasyonları

Çizelge 3. 1. Atatürk Baraj Gölü örnekleme istasyonlarının bazı su parametre değerleri

İstasyon	pH	Sıcaklık (°C)	Çözünmüş Oksijen (mg/L)
Samsat	8.15	28.21	7.23
Sitilce	8.37	28.13	4.09

Her bir istasyon için 12 adet örnekleme yapılmış olup, çalışmanın tamamında 24 adet *C. carpio* kullanılmıştır. Bütün balıklar, balıkçılık yöntemindeki bütünlüğü sağlamak amacıyla aynı profesyonel balıkçı tarafından yakalanmıştır. Ağlar örnekleme istasyonlarına akşam saat 19.00'da atılmış, sabah saat 07.00'de toplanmıştır. Balıklar 80-130 mm göze genişliğine sahip 200 m uzunluğundaki ağlarla yakalanmıştır. Balıklar, çeşme suyu ile iyice yıkanarak temizlenmiş kurutma kağıdı ile yüzeylerinde bulunan su damlacıkları alınmış ve boy ve ağırlıkları saptanarak (Çizelge 3.2) kan alınımına hazır hale getirilmiştir. Kan alımı öncesinde anestezi maddelerinin kan parametreleri üzerindeki azaltıcı ve hücreleri hemoliz edici etkileri dikkate alınarak (Smith ve Hattingh 1980) balıklara her hangi bir anestezi uygulanmamıştır.

Çizelge 3. 2. Atatürk Baraj Gölü'nde örneklenen *C. carpio*'nun morfometrik özellikleri

İstasyon	Miktar	Uzunluk (cm)*	Ağırlık (g)*
Samsat	12	42.67±0.61	1020±78
Sitilce	12	40.21±0.53	942.5±29.10

*: veriler aritmetik ortalama±standart hata şeklinde verilmiştir.

Balıklarda kan, vücut ve ekstremitelerine dorsal aorta ve onun kollarından gitmektedir. Solungaçların hemen arkasında yer alan aorta yayları birleşip tek olarak dorsale uzanır ve dorsal aortayı oluşturur. Dorsal aorta da omurganın ventralinde bulunur ve kuyruk bölgesinde hemal yaylar içinde yoluna devam eder (Sarihan 1990). Bu durum dikkate alınarak balıklar, kuyruk bölgesinden (kaudal pedinkül) kesilerek dorsal aortadan kanları alınmıştır. Kan örnekleri serum ALT, AST, LDH, ALP, kortizol, total protein, glukoz, kolesterol, kalsiyum, sodyum, potasyum ve klor analizi için içinde her hangi bir antikoagülant madde bulunmayan içi boş düz tüplere alınmıştır ve soğuk zincirde laboratuvara getirilmiştir.

Kan örnekleri 3000 rpm'de 10 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Bu şekilde kanın şekilli elemanlarının çöktürülmesi, serumun ise üst faza geçmesi sağlanmıştır. Elde edilen serum örnekleri eppendorf tüplere alınmış ve analize hazır hale getirilmiştir. Serumda belirlenen parametrelerin analizi, Adıyaman Devlet Hastanesi Merkez Laboratuvarındaki Abbott marka otoanalizator cihazlarında (Abbott Laboratories, Diagnostic Division, Abbott Park, Illinois, ABD) yürütülmüştür. Biyokimyasal analizler de kullanılan tüm kitler, Abbott diagnostics (Vienna, Austria)'ten sağlanmıştır. Her bir serum parametresinin hangi otoanalizatorde okunduğu ve cihazın bir parametreyi okuması sırasında gereksinim duyduğu serum miktarı Çizelge 3.3.'te verilmiştir.

Deneylerden elde edilen verilerin istatistik analizi, SPSS 10.0 paket programı kullanılarak "Independent Samples T Testi" ile yapılmıştır. Analizler, her parametre için on iki tekrarlı olarak yapılmış ve aritmetik ortalamaları ve standart hataları hesaplanarak çizelgeler düzenlenmiştir. Çizelgelerde örnekleme istasyonları arasındaki istatistiksel ayırım, işaretleme sistemiyle gösterilmiştir. Sonuçlar $P < 0.05$ düzeyinde ise önemli kabul edilmiştir.

Çizelge 3. 3. Serum parametrelerinin analiz edildiği cihazlar ve bu cihazların analiz esnasında gereksinim duyduğu serum miktarları (µL)

OTOANALİZATÖRLER	
Architect ci-16200*	Architect i-2000 SR*
ALT (8.0)	Kort (30.0)
AST (7.0)	
ALP (6.0)	
LDH (6.0)	
Glu (3.0)	
TP (4.0)	
Kol (3.0)	
Ca (7.0)	
Na (5.0)	
Cl (5.0)	
K (5.0)	

*: ALT (alanin aminotransferaz), AST (aspartat aminotransferaz), ALP (alkalen fosfataz), LDH (laktat dehidrojenaz), Glu (glukoz), TP (total protein), Kol (kolesterol), Ca (kalsiyum), Na (sodyum), Cl (klor), K (potasyum), Kort (kortizol).

4. BULGULAR

Atatürk Baraj Gölü'nün iki farklı örnekleme istasyonunda *C. carpio* ile yürütülen bu araştırmada, balıkların serumundaki enzim (ALT, AST, ALP, LDH) aktiviteleri, metabolit (glukoz, kortizol, total protein, kolesterol) ve iyon (Ca, Na, Cl, K) düzeyleri belirlenmiştir.

4.1. Serum Enzim Aktiviteleri

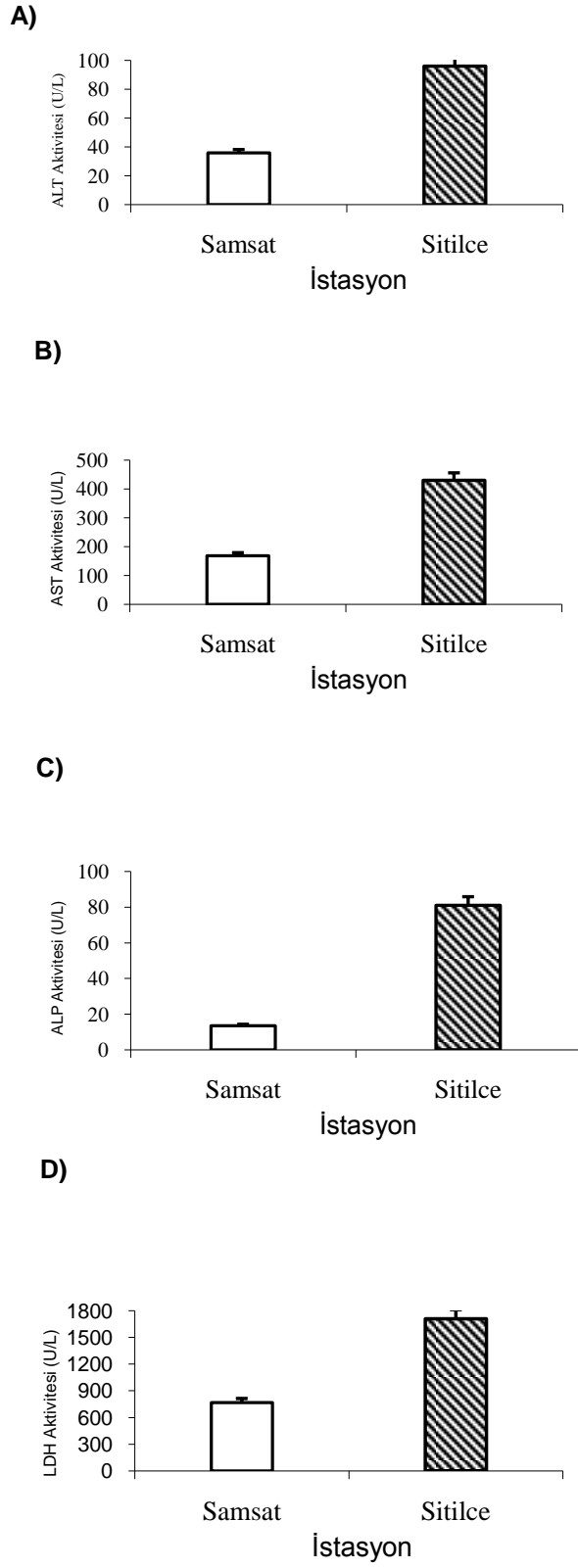
Samsat ve Sitalce istasyonlarından örneklenen *C. carpio*'nun serum enzim aktivitelerindeki karşılaştırmalar Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1'de verilmiştir. *C. carpio*'nun Sitalce bölgesi örneklerindeki incelenen tüm serum enzim aktivitelerinin, Samsat örneklerine oranla önemli düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur ($P < 0.05$). Serum enzim aktivitelerini her iki bölge arasında karşılaştırdığımızda, kontrol bölgesi olan Samsat'a oranla Sitalce bölgesinde örneklenen *C. carpio*'nun serumundaki ALT aktivitesinin %166, AST aktivitesinin %155, ALP aktivitesinin %500 ve LDH enzim aktivitesinin ise %123 daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4. 1. Atatürk Baraj Gölü'nde örneklenen *C. carpio*'nun serumundaki enzim aktiviteleri

Enzim Aktivitesi (U/L)	Samsat İstasyonu	Sitalce İstasyonu
ALT	36.00±3.58	95.90±5.50*
AST	168.6±15.6	429.5±28.9*
ALP	13.50±1.55	81.00±7.85*
LDH	766±43.9	1707±49.7*

Veriler, aritmetik ortalama±standart hata şeklinde verilmiştir ($N=12$).

* işareti, istasyonlar arasındaki istatistiksel ayrımı göstermektedir ($P < 0.05$).



Şekil 4. 1. Atatürk Baraj Gölü'nde örneklenen *C. carpio*'nun serumundaki ALT (A), AST (B), ALP (C) ve LDH (D) enzim aktiviteleri

4.2. Serum Metabolitleri

Çizelge 4.2 ile Şekil 4.2’de baraj gölünün her iki istasyonundan örneklenen *C. carpio*’nun serumundaki bazı metabolitlerin düzeyleri sunulmuştur. Araştırmamızda Samsat balıklarının ortalama kortizol ve glukoz değerleri sırasıyla, 9.77 ng/dL ve 73.83 mg/dL bulunurken bu değerler Sitalce istasyonunda örneklenen balıklarda ise sırasıyla 27.51 ng/dL ve 216.6 mg/dL olarak bulunmuştur. Barajın Sitalce istasyonundan elde edilen serum kortizol ve glukoz değerleri, kontrol istasyonundan elde edilen değerlerden yaklaşık olarak sırasıyla %182 ve %175 daha yüksek çıkmıştır. Bununla birlikte serum total protein ve kolesterol düzeyleri Samsat istasyonundaki değerlerle (sırasıyla 3.02 g/dL ve 249.6 mg/dL) karşılaştırıldığında Sitalce istasyonundan örneklenen balıklarda (sırasıyla 2.07 g/dL ve 148.3 mg/dL) daha düşük düzeylerde bulunmuştur. Yüzdesele olarak her iki istasyonda gözlenen değişimleri incelediğimizde Sitalce balıklarındaki total protein ve kolesterol düzeyleri sırasıyla %31 ve %41 daha düşük çıkmıştır.

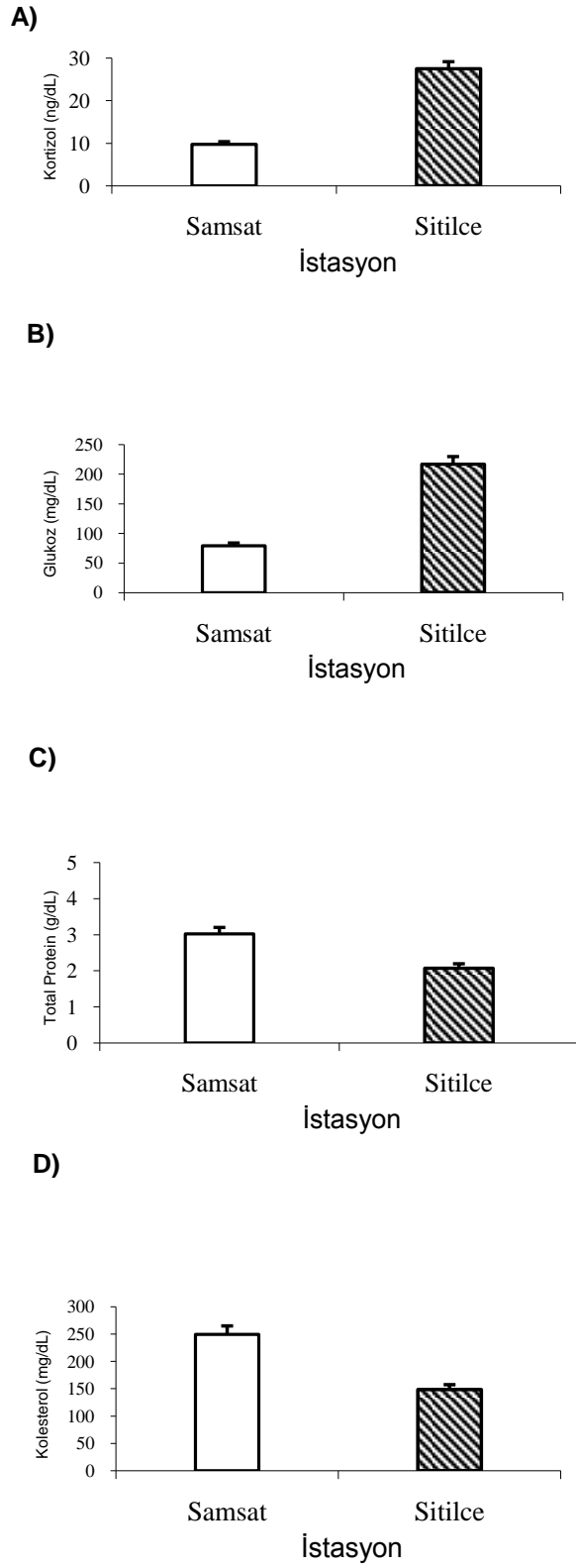
İstatistiki analiz sonucunda Samsat istasyon ile Sitalce istasyon örneklerinden elde edilen kortizol, glukoz, total protein ve kolesterol düzeyleri arasındaki farklar istatistiki açıdan önemli olarak değerlendirilmiştir ($P < 0.05$).

Çizelge 4. 2. Atatürk Baraj Gölü’nde örneklenen *C. carpio*’nun serumundaki metabolit düzeyleri

Metabolitler	Samsat İstasyonu	Sitalce İstasyonu
Kortizol (ng/dL)	9.77±0.60	27.51±2.17*
Glukoz (mg/dL)	78.83±5.52	216.6±15.1*
Total protein (g/dL)	3.02±0.12	2.07±0.08*
Kolesterol (mg/dL)	249.6±19.2	148.3±4.5*

Veriler, aritmetik ortalama±standart hata şeklinde verilmiştir ($N=12$).

* işareti, istasyonlar arasındaki istatistiksel ayrımı göstermektedir ($P < 0.05$).



Şekil 4. 2. Atatürk Baraj Gölü'nde örneklenen *C. carpio*'nun serumundaki kortizol (A), glukoz (B), total protein (C) ve kolesterol (D) düzeyleri

4.3. Serum İyon Düzeyleri

Araştırmamızda baraj gölünün her iki istasyonundan örneklenen *C. carpio*'ya ait serum iyon düzeyleri Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3'te karşılaştırılmalı olarak verilmiştir. Çalışılan Samsat ve Sitalce istasyonundan örneklenen balıkların serumundaki ortalama Ca düzeyi sırasıyla 13.17 ve 9.05 mg/dL; Na düzeyi 130.7 ve 105.9 mmol/L; Cl düzeyi 98.10 ve 71.37 mmol/L ve K için ise bu değerler 3.17 ve 7.38 mmol/L olarak bulunmuştur. Her iki istasyonu dikkate aldığımızda barajın kontrol istasyonuyla karşılaştırdığımızda Sitalce balıklarının Ca düzeyi %32, Na düzeyi %19 ve Cl düzeyi %27 daha düşük, K düzeyi ise %133 daha yüksek çıkmıştır.

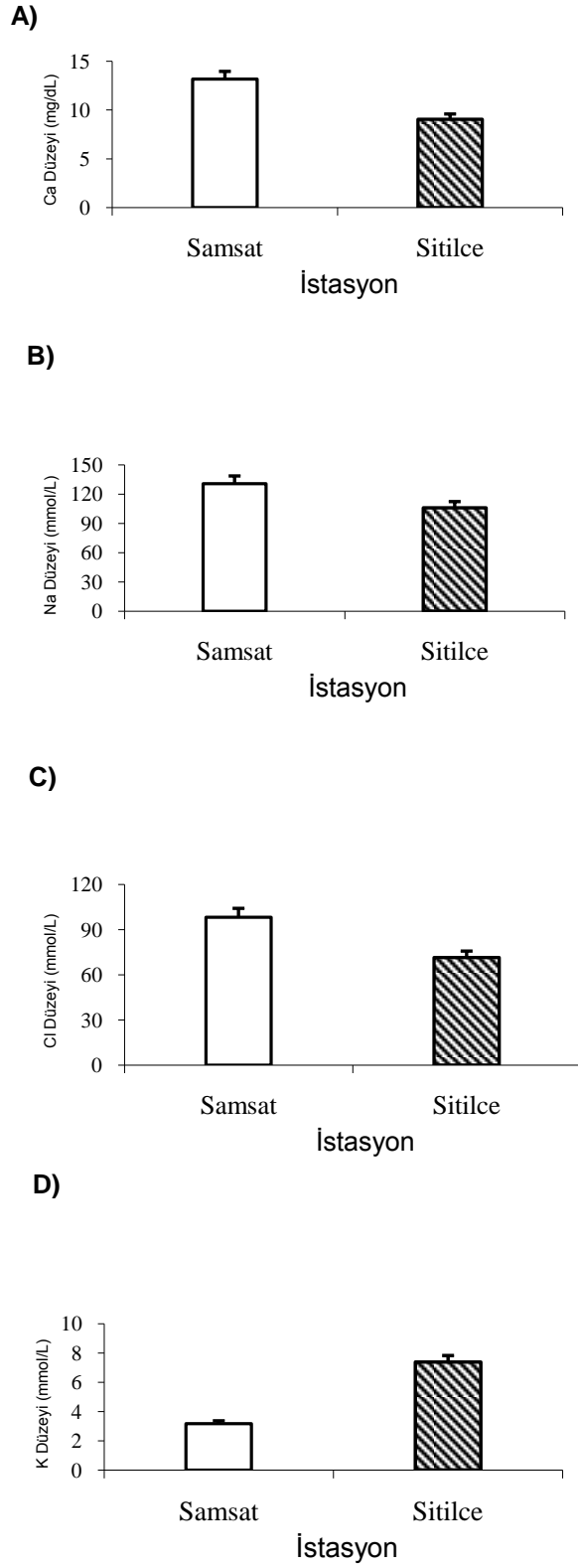
Her iki istasyondan örneklenen balıkların tüm serum iyon düzeyleri arasındaki farkların yapılan istatistiksel analiz sonucunda önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$).

Çizelge 4. 3. Atatürk Baraj Gölü'nde örneklenen *C. carpio*'nun serumundaki iyon düzeyleri

İyonlar	Samsat İstasyonu	Sitalce İstasyonu
Ca (mg/dL)	13.17±0.32	9.05±0.26*
Na (mmol/L)	130.7±2.2	105.9±3.1*
Cl (mmol/L)	98.10±2.15	71.37±1.38*
K (mmol/L)	3.17±0.21	7.38±0.41*

Veriler, aritmetik ortalama±standart hata şeklinde verilmiştir ($N=12$).

* işareti, istasyonlar arasındaki istatistiksel ayrımı göstermektedir ($P < 0.05$).



Şekil 4. 3. Atatürk Baraj Gölü'nde örneklenen *C. carpio*'nun serumundaki Ca (A), Na (B), Cl (C) ve K (D) iyon düzeyleri

Sitilce istasyonundan örneklenen balıkların serumundaki biyokimyasal parametrelerde gözlemlenen değişimlerin yüzdesel değerleri dikkate alınarak bir sıralama yapıldığında artışlar ALP (%500) > kortizol (%182) > glukoz (%175) > ALT (%166) > AST (%155) > K (%133) > LDH (%123) şeklinde belirlenirken, azalışlar ise kolesterol (%41) > Ca (%32) > total protein (%31) > Cl (%27) > Na (%19) şeklinde belirlenmiştir. Genel olarak enzim ve metabolit düzeylerinde meydana gelen değişiklikler, iyonlara oranla daha fazla olmuştur.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Her geçen gün artan endüstriyel ve tarımsal aktivitelerle ve şehir atıklarının gelişigüzel arıtılmadan doğaya bırakılması tatlı su ortamlarının (nehirler ve göller) ve içinde yaşayan canlı gruplarının zarar görmesine neden olmaktadır. Özellikle de ağır metaller ve pestisitleri içeren kirletici maddeler tarafından bu ortamların kontaminasyonu, sucul ortamın ekolojik dengesini ve akuatik organizmaların sayı ve çeşitliliğini kirliliğin de büyüklüğüne bağlı olarak olumsuz etkilemektedir. Balıklar, çevresel kirleticiler için biyobelirteç türler olarak sucul sistemlerin kalitesinin değerlendirilmesinde geniş çapta kullanılan organizmalardır (Kock vd. 1996). Atatürk Baraj Gölü tarımsal sulama, elektrik üretimi ve su ürünleri özellikle de balıkçılık açısından önemli bir baraj gölüdür. Araştırmamızda kullandığımız *C. carpio* türü balıklar da baraj gölünün önemli bir türü olup yöre halkının birinci dereceden besin kaynağını oluşturmaktadır. Atatürk Baraj Gölü'nde saptanacak olası bir kirlilik, bu nedenle, hem buradaki balıkları hem de bu balıklarla beslenecek insanların sağlıkları için risk oluşturacağından bu konuda elde edilecek veriler büyük bir önem arz etmektedir.

Ne yazık ki bu baraj gölü geniş tarımsal alanları olan ve yoğun bir nüfusa sahip Adıyaman şehrinden gelen evsel, sanayi ve tarımsal atıklarla devamlı olarak kontamine olmaktadır. Sunulan çalışmada, bu atıkların özellikle de Adıyaman kanalizasyon atıklarının arıtılmaksızın baraja döküldüğü yer olan Sitalce bölgesinden örneklenen *C. carpio*'nun serumundaki enzim (ALT, AST, ALP, LDH) aktivitelerinde ve metabolit (kortizol, glukoz, total protein, kolesterol) ve iyon (Ca, Na, Cl, K) düzeylerinde, şehirleşme ve tarımsal aktiviteden daha uzak olan Samsat bölgesinde örneklenen balıklarla karşılaştırıldığında önemli değişikliklerin olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar barajın bu bölgesinin Adıyaman şehrinden gelen atıksu deşarjları tarafından kirletilen bir bölge olarak dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Fırat vd. (2010a) Atatürk Baraj Gölü'ndeki balıklarda ağır metal düzeylerini araştırdıkları çalışmalarında Sitalce bölgesinde örneklenen *C. carpio* and *C. trutta* türü balıkların solungaç, kas ve karaciğer dokularındaki Cd, Pb, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Fe, Mn, Ca, Mg, Na ve K gibi metallerin düzeylerinin Samsat bölgesindeki balıklara oranla daha yüksek bulmuşlardır. Bu sonuçları da dikkate aldığımızda ağır metalleri içeren kirleticilerin baraja dökülmesinin,

yukarda bahsedilen biyokimyasal parametrelerde gözlenen önemli değişiklere neden olduğu ve bunun da barajdaki canlı kalitesi ve ortam üzerine ciddi bir tehdit oluşturduğu düşünölmektedir. Önceki çalışmalarda da Seyhan Nehri (Kargin 1998), Diele Nehri (Karadede-Akin ve Ünlü 2007) ve Eğirdir Gölü (Yigit ve Altındag 2006) gibi çeşitli tatlı su ekosistemlerinde şehirleşme ve tarımsal aktivitelere bağlı olarak meydana gelen kirliliğin gerek su ortamında gerekse içinde yaşıyan balıklarda olumsuz etkilere neden olduğu rapor edilmiştir. Yine, Maryut Gölü (Mısır) (Adham 2002), Tuzla Çayı (Erzincan) (Atamanalp ve Güneş 2002), Akdenizin Silifke ve Karataş bölgeleri (Deniz 2007) ve Bangalore Gölleri'nde (Hindistan) (Zutshi vd. 2010) yapılan alan çalışmalarda kirli bölgelerden örneklenen yada laboratuvar ortamında ağır metaller ve pestisitleri içeren kirlenici maddelerin etkisinde yürütölen çalışmalarda (Öner vd. 2008; Sepici-Dinçel vd. 2009; Fırat ve Kargin 2010a; Fırat vd. 2011) çeşitli balık türlerinin kan dokularındaki biyokimyasal parametrelerde önemli azalış yada artışların meydana geldiği belirlenmiştir.

Balıklarda kan parametrelerindeki değişiklikler, dokuların enfeksiyonu ve hasar görmesi sonucu olduğundan doku ve organların fonksiyon bozukluklarının ve hasarlarının belirlenmesinde önemlidir (Vosyliene 1999). Balıklarda bu parametreler tüm organizmanın yanıtıyla yakından ilişkilidir. Akuatik organizmaların enzim aktivitelerindeki değişiklikler, çoğunlukla toksikant stresine bağlı olarak oluşun doku/organ hasarlarını yada hastalık durumlarını göstermektedir. ALT, AST, ALP ve LDH gibi bazı enzimler su kirliliğinin izlenmesinde ve hayvanlar üzerine kirliliğin neden olduğu etkilerin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Lavanya vd. 2011). Bu enzimler kirlenicilerin etkisindeki hayvanlarda meydana gelen değişikliklerin biyobelirteçleri olarak düşünölmektedir (Den Besten vd. 2001; Ozmen vd. 2006). Sunulan çalışmada baraj gölünün kirli bölgesinden örneklenen *C. capio*'nun serumundaki ALT, AST, ALP ve LDH enzim aktivitelerinde önemli artışların olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Maryut Gölü'nün aşırı kirli bölgelerinden örneklenen *Clarias gariepinus* türü balıkların serumundaki ALT, AST ve LDH aktiviteleri temiz bölge balıklarıyla karşılaştırıldığında yüksek bulunmuştur (Adham 2002).

ALT ve AST aminoasit metabolizmasına katılan en önemli enzimlerdir (Cowey ve Walton 1988). Bu aminotranferazlar sitosolik enzimlerdir ve başlıca sentez yerleri olan karaciğerlerde yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır. ALT ve AST normal koşullarda kanda düşük derişimlerde bulunurken, karaciğer dokusunun zarar görmesi durumunda serumdaki derişimleri artış göstermektedir. Pappas (1989), sağlıklı hücrelerin sağlam ve fonksiyonlarını yerine getiren zarlarından dolayı hücre içi enzimlerin dışarı çıkmasının normal koşullarda çok olası olmadığını vurgulamaktadır. Bu nedenle kandaki ALT ve AST enzimlerinin yüksek düzeylerinin, hücre hasarına bağlı olarak kan plazmasına bu enzimlerin geçmesiyle oluştuğu öngörülmektedir. Balıkların plazmasında bu enzimlerin aktivitelerindeki artışların başta karaciğer olmak üzere diğer organların (böbrek ve/ya da solungaç) zarar görmesi sonucu oluştuğu belirtilmektedir (Nemcsok ve Hughes 1988). Bu nedenle sunulan araştırmada Sitalce istasyonundan örneklenen balıkların serumundaki ALT ve AST aktivitesinde gözlenen artışların büyük bir olasılıkla kirleticilerin etkisinde karaciğerde meydana gelen hücre hasarlarının bir sonucu olarak kan dokusuna bu enzimlerin geçmesiyle oluştuğu düşünülmektedir. Adham (2002), Maryut Gölü'nün kirli bölgelerinden örneklenen balıkların serumunda gözlemlenen ALT ve AST aktivitelerindeki artışların karaciğer sitosolünden dolaşım sistemine bu enzimlerin geçişiyle oluştuğunu ve bu enzimlerin kirleticilerin hepatotoksik etkilerinin belirteci olduğunu vurgulamışlardır. Benzer şekilde yapılan laboratuvar çalışmalarında da çeşitli toksik maddelerin etkisindeki balıklarda bu enzimlerin aktivitesinde önemli artışlar saptanmıştır. ALT ve AST aktivitesindeki bir artış evsel atıksulara maruz bırakılan *Salmo trutta*'nın serumunda gözlenmiştir (Bucher ve Hofer 1990). Fırat ve Kargin (2010a) *O. niloticus*'ta serum ALT ve AST aktivitelerinin çinko yada kadmiyumun tek başına yada birlikte etkisinde arttığını rapor etmişlerdir. Başka bir çalışmada da *Carassius auratus gibelio*'da Cd'nin ALT ve AST enzim aktivitesini artırdığı ve bunun metalin neden olduğu oksidatif stresin, karaciğer ve böbrek gibi bazı dokularda hasara neden olarak bu enzimlerin plazmaya salınmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Zikic vd. 2001).

Organizmalarda stres koşullarında enerjiye olan gereksinimin arttığı bilinmektedir. Balıklarda bu enerji gereksinimi; glukoz ve glikojen gibi karbonhidratların yanı sıra protein ve lipid gibi karbonhidrat olmayan kaynaklardan glukoneogenik enzimler aracılığıyla da sağlanmaktadır (Levesque vd. 2002). ALT ve AST önemli birer

glukoneogenik enzimlerdir. Wendelaar Bonga (1997), ALT ve AST aktivitesinin çevresel stres yapıcıların olumsuz etkilerine adaptasyon sürecinde balıkların gereksinim duyduğu enerjiyi karşılamada önemli olduğunu belirtmiştir. *C. carpio*'un serumundaki artan ALT ve AST aktivitesinin baraj gölündeki kirleticilerin neden olduğu stresle mücadele etmek için gereksinim duyulan fazla enerjinin karşılanması sonucunda da artmış olabileceği düşünülmektedir. De Smet ve Blust (2001), yaptıkları bir çalışmada kadmiyum etkisinde *C. carpio*'da ALT ve AST aktivitesinin arttığını ve bu artışların, Cd'nin neden olduğu stres esnasında enerji krizini karşılamak için oluştuğunu rapor etmişlerdir. Deniz (2007) *C. carpio* ve *C. gariepinus* ile yürütülen alan araştırmasında *C. carpio*'da Silifke istasyondaki örneklerin AST ve ALT düzeylerini, Karataş'a oranla daha yüksek bulmuş ve bu glukoneogenik enzim aktivitelerinde belirlenen artışları metabolik olaylara bağlı olarak açıklamıştır.

Fosfatazlar ve dehidrojenazlar, biyolojik proseslerde önemli ve kritik enzimler olup makro moleküllerin biyosentezinde ve metabolizmasında ve ayrıca detoksifikasyonda görev yapmaktadırlar (Yousef vd. 2007). ALP enziminin en önemli kaynakları böbrek ve karaciğerler olup kan dokusundaki artışları bu organlardaki hasarları göstermektedir (Velisek vd. 2011). LDH tetramerik bir enzim olup bir kimyasalın toksisitesinin değerlendirilmesi için potansiyel bir markır olarak tanımlanmaktadır (Li vd. 2011). Plazma LDH aktivitesinin karaciğerdeki hücre ölümlerinin sonucunda enzimin kana geçmesiyle arttığı belirtilmektedir (Wang ve Zhai 1988). Çalışmamızda Sitilce balıklarının serumunda ALP ve LDH aktivitesindeki artışlar, baraj gölüne dökülen atıksuların etkisinde iç organ ve dokularda meydana gelen strese bağlı hasarları gösterebilir. Bu sonuçlar, Fırat ve Kargin'in (2010b) ağır metallerin etkisinde *O. niloticus* ile yaptığı çalışmada buldukları sonuçlarla uygunluk göstermektedir. Araştırmacılar, çinko ve kadmiyumun balıkların serumundaki ALP ve LDH aktivitelerini artırdığını bildirmişlerdir. Agrahari vd. (2007), pestisid etkisinde *C. punctatus*'ta artan ALP aktivitesinin normal karaciğer fonksiyonlarının bozulması ve hepatik doku hasarının sonucunda oluştuğunu vurgulamışlardır. Burtis vd. (1996), LDH aktivitesindeki artışın, hemoliz ve karaciğer hasarıyla ilişkili olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bir sentetik piretroit insektisit olan cypermethrinin *Rhamdia quelen* (Borges vd. 2007) ve *L. rohita* (Das ve Mukherjee 2003) türü balıklarda serum ALP ve LDH aktivitelerini artırdığı rapor edilmiştir. Başka bir piretroit olan deltamethrin 28

günlük etkisinde ise *O. niloticus*'un serum ALP aktivitesi artmıştır (El-Sayed ve Saad 2008). Başka bir çalışmada da Ag, Cd, Cr, Cu ve Zn gibi çeşitli metallere maruz kalan *O. niloticus*'ta serum ALP ve LDH düzeylerinde önemli değişiklikler belirlenmiştir (Öner vd. 2008).

Bir stres olayına yanıtta beynin hipotalamus bölgesi adrenokortikotropik hormonunun (ACTH) serbest kalmasını uyarmakta ve ACTH da kortizol ve diğer kortikosteroid hormonların üretilmesini sağlamaktadır (Almeida vd. 2002). Kortizol balıklarda başlıca kortikosteroid hormon olup böbreklerdeki interrenal hücrelerden sentezlenip kana salınmaktadır (Hontela 1998). Bu hormon ihtiyaca bağlı olarak sentezlenip dokularda depo edilmemektedir (Sumpter 1997). Bu nedenle çalışmamızda Sitilce balıklarının serumundaki kortizol düzeylerinin kirleticilerin neden olduğu strese bir yanıt olarak sentezinin uyarılmasıyla artmış olabileceği düşünülmektedir. Barton ve Iwama (1991) kortizol derişimindeki artışın stres yapıcı kimyasallara karşı temel hormonal bir yanıt olduğunu ve stres indikatörü olarak geniş bir şekilde kullanıldığını belirtmektedir. Thrall vd. (2004) ve Martinez-Porchas vd. (2009), karaciğerin kortizolün atılımında önemli bir organ olduğunu ve bu nedenle karaciğer bozukluklarına (hepatosit nekrozis ve subletal hasarlar gibi) ve kirlilik gibi stres durumlarına bağlı olarak da serum kortizol düzeylerinin artabileceğini belirtmişlerdir. Kortizol düzeylerindeki artışlar çeşitli kimyasalların etkisinde balık kanında belirlenmiştir. Yüksek amonyum konsantrasyonlarının etkisinde 7 ve 14. günlerde *Scophthalmus maximus*'da (Ruyet vd. 2003), alüminyum etkisinde *Salmo salar*'da (Ytrestoyl vd. 2001), Cd etkisinde *Oncorhynchus mykiss*'de (Hontela vd. 1996) ve cypermethrin türü pestisit, Cu ve Pb'nin etkisinde *O. niloticus*'ta (Fırat vd. 2011) serum kortizol düzeyinin arttığı rapor edilmiştir.

Glukoz, canlılar için başlıca enerji kaynağı olan önemli bir bileşiktir. Glukoz düzeyindeki değişim genellikle böbrek hasarıyla ilişkilendirilmektedir ve çeşitli kirleticilerin serum glukoz düzeyinde artışa neden olabileceği bilinmektedir (Öner vd. 2008). Balıklarda, organik ve inorganik kimyasalların etkisinde, serum glukoz düzeyinde artış olduğu gibi sıcaklık, pH, oksijen miktarı ve mevsimsel değişimlerinde glukoz düzeyinde değişikliklere neden olduğu belirtilmektedir (Folmar 1993). Brown (1993) stres altındaki hayvanlarda katekolamin ve kortikosteroid hormonların

salınımına bağılı olarak kan glukoz düzeyinin arttığını bildirmiştir. Sitalce balıklarında gözlemlenen hiperglisemia yanıtının olasılıkla kirleticilerin etkisinde karaciğer glikojeninin artan yıkımına, karaciğerde glukoz-6-fosfataz enzim aktivitesinin artmasına yada protein ve aminoasitlerden glukozun sentezine bağılı olarak oluşabileceği öngörülmektedir. Yapılan alan çalışmasında Banglore Gölleri'nde (Hindistan) insan aktivitesine bağılı olarak oluşan kirliliğin etkisindeki *L. rohita* balığının serum glukoz düzeylerinin temiz bölgeyle karşılaştırıldığında arttığı rapor edilmiştir (Zutshi vd. 2010). Yine atıksuların *C. carpio*'da karbonhidrat metabolizmasını etkilediği ve glukoz düzeylerinde artışa neden olduğu belirtilmiştir (Ramakritinan vd. 2005). Raja vd. (1992), kan glukoz düzeyindeki artışların adrenokortikotropik ve glukagon hormonlarındaki artışla ve/veya insülin aktivitesinin azalmasıyla oluştuğunu ve karaciğerdeki glikojen yıkımına bağılı olarak bozulan karbonhidrat metabolizmasını gösterebileceğini ileri sürmüştür. Karataş vd. (2005), *C. carpio* ile yürütülen araştırmalarında Cd'nin serum glukoz düzeyinde önemli artışlara neden olduğunu ve bunun, olasılıkla Cd'nin kas ve karaciğer dokularında glikojenolizisi uyarımasından, endokrin sistem aracılığı ile glikoneogenik enzimlerin aktivitesini artırarak karbonhidrat olmayan kaynaklardan glukoz sentezini artırmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Balıklarda biyokimyasal parametreler arasında serum kortizol (Wendelaar Bonga 1997) ve glukoz (Kavitha vd. 2010) düzeyleri çevresel stresin duyarlı bir indikatörü olarak geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Stres, enerji gereksinimini artırıcı bir süreç olduğundan organizma bu durumla baş edebilmek için enerji substratlarını harekete geçirici mekanizmaları uyarır (Vijayan vd. 1997). Glukoz, bir organizmanın stres durumunun en duyarlı indekslerinden biri olup kandaki yüksek düzeyleri balıkların stres altında olduğunu ve karaciğer ve kaslardaki glikojen gibi enerji kaynaklarının yoğun bir şekilde kullanıldığını gösterir (Vosyliene 1999). Bir stres hormonu olan kortizolun, glukoneogenez ve glikogenoliz yoluyla balıklarda glukoz üretimini artırdığı ve olasılıkla stresle ilişkili plazma glukoz düzeylerindeki artışlarda önemli bir rol oynadığı vurgulanmaktadır (Iwama vd. 1999). Plazma kortizol ve glukozun balıklarda metaller gibi toksik maddelerin etkisinde arttığı ve bu parametrelerin birbiriyle önemli ölçüde ilişkili olduğu bildirilmiştir (Monteiro vd. 2005). Sitalce balıklarının serum kortizol ve glukoz düzeyindeki artışların büyük bir olasılıkla kirleticilerin neden olduğu stres

koşullarıyla mücadele etmek için organizmanın gereksinim duyduğu enerjiyi karşılamak için oluştuğu ve bu nedenle de her iki parametrenin stres durumunun giderilmesinde önemli roller oynadığı düşünülmektedir. Yapılan bir alan çalışmasında da yerleşim bölgelerinden geçen ve bu nedenle insan kaynaklı kirleticilerden büyük ölçüde etkilenen Cambe Nehri'nden (Brezilya) örneklenen *Prochilodus lineatus*'un serum kortizol ve glukoz düzeylerinin kirli bölgelerde çok yüksek olduğu rapor edilmiştir (Camargo ve Martinez 2006). Wood (2001), kortizolün, stres durumunda balıklarda enerji gereksinimini karşılamak amacıyla karbonhidrat ve protein yıkımını uyardığından kan glukoz düzeyinde artışa neden olduğunu rapor etmiştir. Ricard vd. (1998), Cd etkisinde *O. mykiss*'te plazma glukoz ve kortizol düzeylerinin arttığını ve glukozun Cd'nin neden olduğu hasarlara karşı onarım mekanizmalarının yürütülmesi için bir enerji substratı olarak balıklar tarafında kullanıldığını ve artan glukoz düzeyinin kortizolün glukoneojenezdeki etkin rolüyle yakından ilişkili olduğunu vurgulamışlardır. *C. carpio*'nun serum glukoz düzeylerinde krom ve nikelin etkisinde gözlenen artışın, metaller tarafından bozulan metabolizmanın normale dönmesi için gerekli olan enerji ihtiyacından kaynaklandığı belirtilmiştir (Canli 1995). Serum kortizol ve glukoz düzeylerinin, metallerin etkisinde *P. lineatus* (Martinez vd. 2004) ve *O. niloticus* (Monteiro vd. 2005) ve pestisit etkisinde *R. quelen* (Borges vd. 2007) türü balıklarda arttığı rapor edilmiştir.

Esas olarak karaciğerde sentezlenen serum total proteinlerin düzeylerindeki azalmalar karaciğer hasarına, emiliminin azalmasına ve protein kaybına bağlı olarak gözlenebilmekte ve bu nedenle de balıkların genel sağlık durumunun indikatörü olarak kullanılmaktadır (Öner vd. 2008). Çalışmamızda Sitalce istasyonundan örneklenen balıkların serumlarında belirlenen total protein düzeylerindeki azalışların, kirleticilerin etkisinde karaciğer hasarına bağlı olarak protein sentezinin zarar görmesi sonucunda oluştuğu düşünülmektedir. Banglore Gölleri'nde yapılan bir çalışmada su kirliliğine bağlı olarak *L. rohita* balığının serum total protein düzeylerinin temiz bölgeyle karşılaştırıldığında azaldığı belirlenmiştir (Zutshi vd. 2010). Araştırmacılar su ortamında bulunan kirletici maddelerin balıkların protein sentezi üzerine olan toksik etkilerinin, böyle bir sonuca neden olduğunu rapor etmişlerdir. Jana ve Bandyopadhyaya (1987) ağır metaller ve pestisitlerin protein sentez aktivitesini engelleyerek yada bazen polipeptid zincirine aminoasitlerin alınımını etkileyerek balıkların kan dokusundaki

protein düzeylerinin azalttığını belirtmişlerdir. Lavanya vd. (2011) proteinlerin, toksikolojik stres durumlarında balıkların genel sağlık durumunun ve metabolizmanın biyolojik mekanizmasının değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir biyokimyasal parametre olduğunu ve kandaki düşük düzeylerinin serum proteinlerinin sentezlendiği yer olan karaciğerin zarar görmesinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Singh ve Reddy (1990) de *Heteropneustes fossilis*'de bakır sülfat etkisinde total serum protein düzeyinin azaldığını ve bu durumun metalin karaciğerde neden olduğu zararların bir sonucu olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmamızda total protein düzeylerinin kısmen, kirleticilerin neden olduğu stres esnasında oluşan enerji krizini karşılamak için glukoneogenik enzimler tarafından proteinin glukozla dönüştürülmesine bağlı olarak da azalmış olabileceği düşünülmektedir. Çalışmamızda ALT ve AST aktivitesindeki ve glukoz düzeylerinde rapor edilen artışlarda bu sonucu desteklemektedir. Sobha vd. (2007) yaptıkları çalışmalarında Cd etkisinde *Catla catla* türü balıkların dokularında total protein düzeylerinin azaldığını ve bunun olası nedenlerinden birini de glukoz sentezi için glukoneogenez sürecindeki ketoasitlerin metabolik kullanımına bağlı olarak açıklamışlardır. De smet ve Blust (2001) da proteinlerin aminoasitlere kadar parçalanması işlemi olan proteoliz olayının, metalik stres esnasında arttığını ve bunun proteinlerin, enerji üretimi için kullanılmasından kaynaklanmış olabileceğini belirtmişlerdir.

Kolesterol, hücre membranlarının önemli bir yapısal bileşeni olup tüm steroid hormonların öncüsü olarak görev yapmaktadır (Murray vd. 2000). Kolesterolün balık metabolizmasında yapısal ve fizyolojik birçok mekanizmada önemli işlevleri olduğu bilinmektedir. Kolesterol düzeyindeki değişiklik balıklardaki çevresel stres yapıcıların toksik etkilerinin biyokimyasal hasarlarını göstermektedir (Munoz vd. 1991). Serum kolesterol düzeyindeki değişiklikler, eritrosit membranları ve karaciğerde kolesterol düzeyindeki değişiklikleri yansıtmaktadır (Billy vd. 1995). Serum kolesterol düzeyinin baraj gölünün Sitalce istasyonundan örneklenen balıklardaki azalışları bir hipokolesterolemi durumunu göstermektedir. Bu durum, bölgedeki kirleticilerin balıklardaki kolesterol sentezi üzerine olan inhibe edici etkilerinden kaynaklanmış olabilir. Bu sonuçlar Zutshi vd. (2010) alan çalışmalarında buldukları sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Araştırmacılar, evsel, endüstriyel ve tarımsal atıksularla kirlenen Hindistan'ın Hebbal and Chowkalli Gölleri'ndeki *L. rohita* balığında serum kolesterol

düzeşinin kirlenmemiş bölgeyle karşılaştırıldığında azaldığını gözlemlemişlerdir. Yapılan birçok laboratuvar çalışmasında da çeşitli toksik maddelerin etkisinde balıkların serum/plazma kolesterol düzeylerinde azalışlar rapor edilmiştir. Pb etkisinde *Barbus conchoniuss* balığında plazma kolesterol düzeyinin azaldığı belirlenmiş ve bunun kolesterol sentezinin durdurulmasıyla ya da kortikosterodojenez esnasındaki aşırı kullanılması sonucunda oluştuğu ileri sürülmüştür (Tewari vd. 1987). Agrahari vd. (2007) monocrotophos türü pestisit etkisinde *Channa punctatus*'ta gözlemlenen hipokolesterolemiyi, pestisit'in esterleşmiş kolesterolün serbest kolesterole dönüşmesini inhibe edici etkisine bağlı olarak açıklamışlardır. Zn ve Cd'nin tek başına yada birlikte etkisine yanıtta *O. niloticus*'taki serum kolesterol düzeyinin düştüğu bildirilmiştir (Fırat ve Kargin 2010a). Başka bir çalışmada da, metil-civa etkisinde *Lepomis macrochirus*'ta serum kolesterol düzeyinin önemli ölçülerde azaldığı rapor edilmiştir (Dutta ve Haghghi 1986).

Canlı organizmalarda iyonlar, enzimatik reaksiyonlarda kofaktör olarak görev alırlar ve asit-baz dengesini sağlarlar. Akuatik organizmalarda Na, Cl, K ve Ca gibi iyonların, su alınımı ve iyon atılımının aktif düzenlenmesi ve normal doku işlevlerinin sürdürülebilmesi için uygun iyonik denge gibi birçok fizyolojik işlevlerde önemli rolleri bulunmakta (Mayer vd. 1992) ve düzeyleri kirleticilere yanıtta sıklıkla değişmektedir (Suvetha vd. 2010). Kan dokusundaki iyon düzeyleri kirleticilerin balıklar üzerine olan etkilerinin indikatörü olarak geniş bir şekilde kullanılmaktadır (Abel 1989). Croke ve McDonald (2002), balıklardaki iyon regülasyon mekanizmasının tüm çevre kirleticilerine karşı çok duyarlı olduğunu ve kirleticilerin solungaçların iyon işlevlerini bozmasıyla ilk toksik etkilerini gösterdiklerini bildirmişlerdir. Tatlı su balıkları hiperozmotik bir ortamda bulunduğundan uzun dönemli kirleticili etkileşiminden sonra solungaç epitelyumunun hasar görerek suyun girişi ve tuzun çıkışına karşı solungaç epitelyumunun geçirgenliğinin arttığı (Richards ve Playle 1999) ve bunun sonucunda da iyon kayıplarının yaşandığı belirtilmektedir (Monteiro vd. 2005).

Su ortamındaki toksik maddelerin, tatlı su balıklarının osmoregülatör parametrelerinde önemli bir takım değişikliklere neden olduğu iyi bilinmektedir. Bunların arasında solungaçlarda aktif iyon taşınmasında görev yapan enzimler ve hormonlar üzerindeki etkiler önem taşımaktadır. Aldosteron böbrek tübül hücrelerinde iyonların taşınmasını

kontrol eden, kortizol ise balıklarda iyon homeostasisin korunmasında önemli rol oynayan hormonlardır (Pelgrom vd. 1995). Deniz ve tatlı su balıklarında prolaktin deride su ve iyonlara karşı hücre membran geçirgenliğini azaltma ve osmoregülasyonunun düzenlenmesinde işlev yapan önemli bir hormondur (Manzon 2002). Balıklarda Na^+, K^+ -ATPaz ile $\text{Ca}^{+2}-\text{Mg}^{+2}$ ATPaz sistemi solungaçlarda ilgili iyonların aktif taşınmalarını (Roger vd. 2003; Sloman vd. 2003), karbonik anhidraz enzimi Na^+ ve Ca^{+2} iyonlarının taşınmalarını (McGeer vd. 2000) sağlayarak iyon dengesinin korunmasında büyük önem taşırlar. Sunulan çalışmada temiz bölgeyle karşılaştırıldığında Sitilce istasyonundaki *C. carpio*'da serum Na, Cl ve Ca düzeylerinin daha düşük; K düzeylerinin ise daha yüksek olduğu saptanmıştır. İyon düzeylerinde gözlenen bu değişiklikler, büyük bir olasılıkla kirleticilerin toksisitesine bağlı olarak balık ve su arasındaki iyon değişimine katılan solungaç ve böbrek gibi dokulardaki patolojik değişikliklere, endokrin sistemlerdeki bozukluklara veya tüm vücut iyon regülasyonunda merkezi bir rol oynayan Na^+/K^+ -ATPaz ve Ca^{+2} -ATPaz gibi enzimlerin aktivitelerindeki azalışlara atfedilebilir. Önceki çalışmalarda (Reddy ve Philip 1994; De Boeck vd. 2001; Monteiro vd. 2005) pestisitler ve ağır metaller gibi toksik maddelerin neden olduğu iyon düzeylerindeki değişikliklerin ve osmoregülasyondaki bozuklukların, solungaçlardaki epitalyal geçirgenlikteki artışa, aktif iyon alımının engellenmesine, Na^+/K^+ -ATPaz enzim aktivitesinin düşmesine ve aktif klorid hücrelerinin sayısındaki azalmaya bağlı olabileceği rapor edilmiştir. Martinez ve Colus (2002), hidromineral dengedeki değişikliklerin osmoregülasyona katılan organlar, endokrin sistem, metabolizma ya da aktif taşıma sistemleri üzerinde kirleticilerin neden olduğu toksik etkilerinin bir sonucu olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Tatlı su ortamlarında yaşayan balıklarda osmotik dengenin sürdürülebilmesi için Na ve Cl iyonlarının alınması gereklidir. Bu iyonların içeriye alınımı engellenirse plazma osmolitesinin bozulabileceği ve bunun sonucunda da kalbe yakın damarlardaki tıkanıklıklardan balık ölümlerinin meydana gelebileceği ileri sürülmektedir (Hongstrand vd. 1999). Genel olarak serum Na ve Cl düzeyleri çalışmamızda da görüldüğü gibi sudaki kirleticilerden benzer şekilde etkilenmektedir (McDonald vd. 1989). Monteiro vd. (2005), kan plazmasındaki bu iyonların düzeylerinde gözlemlenen azalışları, metallerin osmoregülasyon üzerine olan doğrudan etkilerine ve Na^+/K^+ -ATPaz enzim aktivitesini baskılamalarına bağlamışlardır. Balıklarda bakır etkisinde solungaçlardaki

iyon regülasyon mekanizmalarındaki hasarlara bağlı olarak plazma Na ve Cl düzeylerinin azaldığı rapor edilmiştir (Nussey vd. 1995; Pelgrom vd. 1995). Serum Na düzeyindeki azalışlar stresin neden olduğu genel bir organizma yanıtından kaynaklanabilir (Martinez ve Colus 2002). Plazma sodyum konsantrasyonlarındaki azalış klorid hücre hasarlarına (De Boeck vd. 2001), apikal sodyum kanallarının doğrudan inhibisyonunu ya da karbonik anhidraz enziminin inhibisyonuna (Grosell ve Wood 2002) atfedilmiştir. Bir insektisit olan deltamethrin etkisinde *C. carpio*'nun serum Na ve Cl düzeylerinde azalışlar, K düzeylerinde ise artışlar belirlenmiştir (Bernard ve Grazyna 1999). Cerqueira ve Fernandes (2002), Cu etkileşimini takiben *Prochilodus scrofa*'nın serumunda Na ve Cl iyonlarının azaldığını, K iyonlarının ise arttığını ve bunun balıklardaki solungaç doku hasarını gösterdiğini bildirmişlerdir. *O. mykiss* ile yürütülen bir çalışmada Cd'nin serum Ca düzeylerini azalttığı, K düzeylerini ise arttırdığı rapor edilmiştir (Chowdhury vd. 2004). Araştırmacılar K düzeyindeki artışların olasılıkla stres ve/veya asidosisten kaynaklandığını ve beyaz kas hücrelerinden plazmaya K geçişini gösterdiğini bildirmişlerdir. K normalde böbrekler yoluyla atılmaktadır bu nedenle böbreklerdeki bir fonksiyon bozukluğu da serum K düzeylerini arttırmış olabilir. Larsson vd. (1985), plazma Ca düzeylerindeki azalmaları böbrekten Ca'nın tekrardan alınımının bozulmasına bağlamışlardır. Pb'nin etkisine bırakılan *O. mykiss*'in plazmasında Ca'un azalması hipokalsemiyaya neden olduğu bildirilmiştir (Roger vd. 2003). Sonuçlarımız pestisit ve metal etkileşimini takiben *O. niloticus*'un serumundaki azalan Na, Cl ve Ca ile artan K düzeylerini rapor eden Fırat vd. (2011) çalışmalarıyla da birebir uygunluk göstermektedir.

Araştırmamızda temiz bölge olarak seçtiğimiz Samsat istasyonunda örneklenen *C. carpio*'nun serum parametre değerleri, kontrollü ortamlarda yetişen balık üretim çiftliklerinden alınan sağlıklı sazan balıklarına ilişkin serum değerleriyle (Tripathi vd. 2003) karşılaştırılabilir. Biyokimyasal parametrelere ilişkin çalışmamızda elde ettiğimiz ortalama değerler ile araştırmacıların sağlıklı sazanlara ilişkin ortalama değerleri sırasıyla ALT için 36 ve 31 U/L; AST için 168 ve 85 U/L; ALP için 13.5 ve 11.0 U/L; LDH için 766 ve 207 U/L; glukoz için 78 ve 48 mg/dL; total protein için 3.02 ve 3.00 g/dL; kolesterol için 249 ve 164 mg/dL; Ca için 13.17 ve 10.20 mg/dL; Na için 131 ve 140 mmol/L; Cl için 98 ve 113 mmol/L ve K için 3.17 ve 2.4 mmol/L'dir. Bu sonuçları dikkate aldığımızda çalışmamızda çok yüksek bulunan LDH enzim aktivitesi dışında

diğer parametrelerin genel olarak birbirine yakın olduğunu ve bu nedenle bu değerlerin Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan sağlıklı *C. carpio* için referans değerler olarak kullanılabilceğini söyleyebiliriz.

Akuatik ekosistemlerdeki besin zincirinin önemli bir halkasını oluşturan balıklar zengin bir protein kaynağı olarak insanlar tarafından birinci dereceden tüketilmektedirler. Yaşam ortamları, evsel, endüstriyel ve tarımsal kökenli kirleticilerin son uğrak yerleri olduğundan bu ortamlardaki toksik maddeler, bu canlıların yaşamlarını önemli ölçülerde tehdit edebilmektedir. Bu nedenle çevresel kirleticilerin etkisinde balıklarda meydana gelen fizyolojik ve biyokimyasal değişimleri belirlemek, hem balık popülasyonlarının ve bunlarla beslenen insanların sağlığı hem de ekosistemin geleceği açısından önemlidir. Sunulan çalışmada Atatürk Baraj Gölü'nde atıksuların neden olduğu kirliliğin belirlenmesi amacıyla *C. carpio*'un serumundaki bazı biyokimyasal parametreler kullanılmış ve Sitalce bölgesinden baraja atılmaksızın dökülen Adıyaman kanalizasyon atıklarına bağlı olarak bu parametrelerde önemli değişikliklerin olduğu belirlenmiştir. Karadede vd. (2004), yakın gelecekte nüfus yoğunluğu kadar tarımsal ve endüstriyel gelişmelere bağlı olarak Atatürk Baraj Gölü'ndeki kirliliğin artabileceğini ve yine Alhas vd. (2009) de bu barajdaki kirliliğin evsel atık sulara ve tarımsal aktivitelere bağlı olarak gelecekte ortaya çıkabileceğini öngörmüşlerdir. Araştırmamızda elde edilen sonuçların, bu öngörülerini destekler nitelikte olduğunu söyleyebiliriz.

Adıyaman bölgesi, son zamanlarda artan şehirleşme, tarımsal ve endüstriyel aktivitelerin çevre üzerine olan olası etkilerinin değerlendirilmesi için farklı disiplinlerde yapılacak birçok bilimsel araştırmalara ciddi anlamda gereksinim duymaktadır. Literatür taramalarında Atatürk Baraj Gölü üzerine Adıyaman şehir atıksularının etkilerini araştıran iki çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmalarda (Fırat vd. 2010a; Fırat vd. 2010b), Sitalce bölgesinde örneklenen çeşitli balıklardaki ağır metal düzeyleri araştırılmıştır. Bu nedenle sunulan araştırmanın, kirleticilerin biyokimyasal düzeydeki etkilerini belirlemeye yönelik ilk çalışma olma özelliğinde olduğunu belirtebiliriz.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular;

1. Balıkların kan dokusundaki biyokimyasal parametrelerin, çevresel kirleticilerin etkisine oldukça duyarlı olduğunu ve sucul ekosistemlerdeki kirliliğin ve bunun canlılar üzerine olan toksik etkilerinin belirlenmesinde biyoindikatör parametreler olarak kullanılabileceğini,
2. Barajın Sitalce bölgesinde kanalizasyon atıklarıyla meydana gelen kirlenmenin hem su ekosistemindeki organizmalarda hem de onlarla beslenen canlılarda olumsuz etkilere neden olabileceğini,
3. Sitalce bölgesinden örneklenen balıklardaki kirleticilerin neden olduğu toksik etkilerden dolayı barajın düzenli olarak izlenmesi gerektiğini,
4. Atatürk Baraj Gölü'nün kirlilik yükünün azaltılması ve göle giren kirleticilerin miktar ve niteliğinin kontrol edilebilmesi için Sitalce bölgesine atıksu arıtma tesisinin kurulması ve benzerleri gibi gerekli önleyici yada iyileştirici tedbirlerin biran önce alınması gerektiğini,
5. Bu tedbirlerin sadece barajın su kalitesinin iyileştirilmesi için değil aynı zaman da içinde yaşayan canlı gruplarının sağlığı açısından da önemli olduğunu,
6. Gelecekte daha olumsuz sonuçlara neden olabilecek bir su kirliliğinin oluşmaması için acil olarak ileri bir atıksu arıtma tesisinin Sitalce bölgesine kurulmasının bu barajın ve ekosistemin geleceği açısından önemli olduğunu,
7. Bu bölgede yürütülecek başka çalışmalara kaynak oluşturacağı, yön verebileceği ve ivme kazandıracaklarını,
8. Olası bir atıksu arıtma tesisinin kurulmasından sonra yürütülecek kirlilikle ilgili çalışmalar için de karşılaştırılabilir bir niteliğe sahip olabileceğini, göstermektedir.

KAYNAKLAR

Abel, P. D. 1989. Water pollution, ellis horwood limited, chinchester, pp 231, UK.

Adeyemo, O. K. 2005. Haematological and histopathological effects of Cassava mill effluent in *Clarias gariepinus*. Afr. J. Biomed. Res., 8; 179 – 183.

Adham, K. G. 2002. Sublethal effects of aquatic pollution in Lake Maryut on the African sharptooth catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). J. Appl. Ichthyol., 18; 87-94.

Adhikari, S., Sarkar, B., Chatterjee, A., Mahapatra, C. T. and Ayyappan, S. 2004. Effects of cypermethrin and carbofuran on certain hematological parameters and prediction of their recovery in a freshwater teleost, *Labeo rohita* (Hamilton). Ecotox. Environ. Safe., 58; 220–226.

Agrahari, S., Pandey, K. C. and Gopal, K. 2007. Biochemical alteration induced by monocrotophos in the blood plasma of fish, *Channa punctatus* (Bloch). Pestic. Biochem. Phys., 88; 268-272.

Alhas, E., Oymak, S. A. and Karadede Akin, H. 2009. Heavy metal concentrations in two barb, *Barbus xanthopterus* and *Barbus rajanorum mystaceus* from Atatürk Dam Lake, Turkey. Environ. Monit. Assess., 148; 11–18.

Allen, J. L. 1988. An overview of avian serum chemical profiles. In: Jacobson, E. R. and Kollias, G. V. (Eds), Exotic Animals. Churchill Livingstone, pp. 143–159, New York.

Almeida, J. A., Diniz, Y. S., Marques, S. F. G., Faine, L. A., Ribas, B. O., Burneiko, R. C. and Novelli, L. B. 2002. The use of oxidative stres responses as biomarkers in nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) exposed to *in vivo* cadmium contamination. Environ. Int., 27; 673-679.

Anonim. 2003. Adıyaman İl Çevre Durum Raporu. Adıyaman Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 200s, Adıyaman.

Anonim. 2008. Adıyaman İl Çevre Durum Raporu. Adıyaman Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 194s, Adıyaman.

Atamanalp, M. and Güneş, M. 2002. Tuzla Çayı'nda yaşayan *Capoeta capoeta*'nın hemoglobin seviyesi, eritrosit ve toplam lökosit sayıları üzerine bir araştırma. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 33 (3); 297-300.

Barnhoorn, I. E. J. and van Vuren, J. H. J. 2004. The use of different enzymes in feral freshwater fish as a tool for the assessment of water pollution in South Africa. Ecotox. Environ Safe., 59; 180–185.

Barton, B. A. and Iwama G. K. 1991. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. Annu. Rev. Fish Dis., 10; 3-26.

Bernard, K. and Grazyna, L. 1999. Effect of a sublethal concentration of deltametrin on biochemical parameters of the blood serum of carp (*Cyprinus carpio* L.). Acta Ichth. Piscat., 29; 109–117.

Beyer, J. 1996. Fish biomarkers in marine pollution monitoring; evaluation and validation in laboratory and field studies. Norway: Academic thesis, University of Bergen.

Billy, G. G., Miller, C. A., Pallone, M. N., Donachy, J. H. and Pierce, W. S. 1995. Hemolytic differences among artificial cardiac valves used in a ventricular assist pump. Artif. Org., 19; 339-343.

Borges, A., Scotti, L. V., Siqueira, D. R., Zanini, R., Amaral, F., Jurinitz, D. F. and Wassermann, G. F. 2007. Changes in hematological and serum biochemical values in jundiá *Rhamdia quelen* due to sub-lethal toxicity of cypermethrin. Chemosphere, 69; 920–926.

Bozkurt, R. 1994. Atatürk Baraj Gölü ve baraj gölüne dökülen derelerdeki balıkların sistematığı. Yüksek lisans tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 71s., Şanlıurfa.

- Brown, J. A. 1993. Endocrine responses to environmental pollutants. In: Rankin, J. C. and Jensen, F. B. (Eds.), Fish ecophysiology. Chapman and Hall, UK, pp. 276–296, London.
- Bucher, F. and Hofer, R. 1990. Effects of domestic wastewater on serum enzyme activities of brown trout (*Salmo trutta*). Comp. Biochem. Physiol., 97 C; 381–385
- Burtis, C. A., Ashwood, E. R. and Tietz, N. W. 1996. In: Aldrich, J. E. (Ed.), Fundamentals of clinical chemistry. Saunders Company, W. B., ISBN: 0-7216-3763-9 Dallas Texas.
- Canli, M. 1995. Effects of mercury, chromium and nickel on some blood parameters in the carp *Cyprinus carpio*. Tr. J. Zool., 18; 233-239.
- Camargo, M. M. P. and Martinez, C. B. R. 2006. Biochemical and physiological biomarkers in *Prochilodus lineatus* submitted to in situ tests in an urban stream in southern Brazil. Environ. Toxicol. Phar., 21; 61–69.
- Cerqueira, C. C. C., Fernandes, M. N. 2002. Gill tissue recovery after copper exposure and blood parameters responses in the tropical fish *Prochilodus scrofa*. Ecotox. Environ. Safe., 52; 83–91.
- Chowdhury, M. J., Pane, E. F. and Wood, C. M. 2004. Physiological effects of dietary cadmium acclimation and waterborne cadmium change in rainbow trout: Respiratory, ionoregulatory, and stress parameters. Comp. Biochem. Physiol., 139C.; 163–173.
- Cowey, C. B. and Walton, M. J. 1988. Intermediary metabolism in fish nutrition 2nd edition. Academic Press, San Diego.
- Croke, S. J. and McDonald, D. G. 2002. The further development of ionoregulatory measures as biomarkers of sensitivity and effect in fish species. Environ. Toxicol. Chem., 21(8); 1683-1691.

- Dal, A. 2006. Atatürk Baraj Gölü (Adiyaman)'nde yetiştiriciliği yapılan Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda parazitolojik araştırmalar. Yüksek lisans tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, pp 52, Adana.
- Das, B. K. and Mukherjee, S. C. 2003. Toxicity of cypermethrin in *Labeo rohita* fingerlings: biochemical, enzymatic and haematological consequences. *Comp. Biochem. Physiol.*, 134C; 109–121.
- Dautremepuits, C., Paris – Palacios, S., Betoulle, S. and Vernet, G., 2004. Modulation in hepatic and head kidney parameters of carp (*Cyprinus carpio* L.) induced by copper and chitosan. *Comp. Biochem. Physiol.*, 137C; 325 – 333.
- De Boeck, G., Vlaeminck, A., Balm, P. H., Lock, R. A., De Wachter, B. and Blust, R. 2001. Morphological and metabolic changes in common carp, *Cyprinus carpio*, during short-term copper exposure: interactions between Cu²⁺ and plasma cortisol elevation. *Environ. Toxicol. Chem.*, 20; 374–38.
- De La Tore, F. R., Salibian, A. and Ferrari, L. 2000. Biomarkers assessment in juvenile *Cyprinus carpio* exposed to waterborne cadmium. *Environ. Pollut.*, 109; 227-278.
- Den Besten, P. J., Valk, S., van Weerlee, E., Nolting, R. F., Postma, J. F. and Everaarts, J. M. 2001. Bioaccumulation and biomarkers in the sea star *Asterias rubens* (Echinodermata: Asteroidea): a north sea field study. *Mar. Environ. Res.*, 51; 365–387.
- Deniz, H. 2007. *Cyprinus carpio* ve *Clarias gariepinus*'da hematolojik parametrelerin Silifke ve Karataş örneklerinde karşılaştırılması. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 29s, Adana.
- De Smet, H. and Blust, R. 2001. Stress responses and changes in protein metabolism in carp *Cyprinus carpio* during cadmium exposure. *Ecotox. Environ. Safe.*, 48; 255-262.
- Duncan, R. J., Prasse, K. W. and Mahaffey, E. A. 1994. Veterinary laboratory medicine clinical pathology, 3rd edition. Iowa State Press, Ames, IA.

Dutta, H. M. and Haghghi, A. Z. 1986. Methylmercuric chloride and serum cholesterol levels in blugill *Lepomis macrochrus*. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 36; 181-185.

Eddy, F. B. 1982. Osmotic and ionic regulation in captive fish with particular reference to salmonids. Comp. Biochem. Physiol., 73B; 125–141.

El-Sayed, Y. S. and Saad, T. T. 2008. Sub-acute intoxication of a deltamethrin-based preparation (Butox[®] 5% EC) in monosex Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. Basic Clin. Pharmacol. Toxicol., 102; 293–299.

Fırat, Ö. and Kargin, F. 2010a. Individual and combined effects of heavy metals on serum biochemistry of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 58; 151-157.

Fırat, Ö. and Kargin, F. 2010b. Biochemical alterations induced by Zn and Cd individually or in combination in the serum of *Oreochromis niloticus*. Fish Physiol. Biochem., 36; 647-653.

Fırat, Ö., Kargin, F. and Korkmaz, S. 2010a. Atatürk Baraj Gölü'nde ekonomik öneme sahip balıklardaki ağır metal düzeylerinin belirlenmesi. Adıyaman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Sonuç Raporu, Proje No FEFBAP2008/0004, 16s, Adıyaman.

Fırat, Ö., Fırat, Ö., Çoğun, H. Y., Yüzereroğlu, T. A., Kargin, F., Alıcı, M. F. and Şahin, M. 2010b. Atatürk Baraj Gölü'ndeki *Chondrostoma regium*'un dokularındaki metal düzeyleri. 1. Ulusal Palandöken Toksikoloji Sempozyumu, 28-30 Mayıs, 75s, Erzurum.

Fırat, Ö., Cogun, H. Y., Yüzereroğlu, T. A., Gök, G., Fırat, Ö., Kargin, F. and Kötemen Y. 2011. A comparative study on the effects of a pesticide (cypermethrin) and two metals (copper, lead) to serum biochemistry of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Fish Physiol. Biochem., 37; 657-666.

Folmar, L. C. 1993. Effects of chemical contaminants on blood chemistry of teleost fish: a bibliography and synopsis of selected effects. Environ. Toxicol. Chem., 12; 337–375.

- Fontainhas-Fernandes, A., Luzio, A., Garcia-Santos, S., Carrola, J. and Monteiro, S. 2008. Gill histopathological alterations in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* exposed to treated sewage water. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 51(5); 1057-1063.
- Fu, H., Steinebach, O. M., van den Hamer, C. J. A., Balm, P. H. M. and Lock, R. A. C. 1990. Involvement of cortisol and metallothionein-like proteins in the physiological responses of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) to sublethal cadmium stress. *Aquat. Toxicol.*, 16; 257-270.
- Gharaei, A., Ghaffari, M., Keyvanshokoo, S. and Akrami, R. 2011. Changes in metabolic enzymes, cortisol and glucose concentrations of Beluga (*Huso huso*) exposed to dietary methylmercury. *Fish Physiol. Biochem.*, 37; 485–493.
- Grosell, M. and Wood, C. M. 2002. Copper uptake across rainbow trout gills: mechanisms of apical entry. *J. Exp. Biol.*, 205; 1179– 1188.
- Hongstrand, C., Ferguson, E. A., Galves, F., Shaw, J. R., Webb, N. A. and Wood, C. M. 1999. Physiology of acute silver toxicity in the starry flounder (*Platichthys stellatus*) in seawater. *J. Comp. Physiol.*, 169B; 461- 473.
- Hontela, A., Daniel, C. and Ricard, A. C. 1996. Effects of acute and subacute exposures to cadmium on the interrenal and thyroid function in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquat. Toxicol.*, 35; 171–182.
- Hontela, A. 1998. Interrenal dysfunction in fish from contaminated sites: *In vivo* and *in vitro* assessment. *Environ. Toxicol. Chem.*, 17; 44–48.
- Iwama, G. K., Vijayan, M. M., Forsyth, R. B. and Ackerman, P. A. 1999. Heat shock proteins and physiological in fish. *Am. Zool.*, 39; 901-909.
- Jacobson-Kram, D. and Keller, K. A. 2001. Toxicology testing handbook. Marcel Dekker, New York.
- Jana, S. and Bandyopadhyaya, N. 1987. Effect of heavy metals on some biochemical parameters in the freshwater fish, *Channa punctatus*. *Environ. Ecol.*, 5(3); 488–493.

- Jhigran, V. G. 1977. Fish and fisheries of India. Hindustan Publishing Corporation (India), Jawaahar Nagar, Delhi, pp 954, India.
- Juneja, C. J. and Mahajan, C. L. 1983. Hematological and haemopoietic changes in fish *Channa punctatus* due to mercury pollution in water. Indian J. Anim Res., 17(2); 63-71.
- Kan, N. İ. and Sarıeyyüpoğlu, M. 2008. Elazığ şehir kanalizasyonunun Keban Baraj Gölü'ne döküldüğü bölgeden yakalanan balıklarda Streptokokus'ların araştırılması. Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi, 20(2); 271-277.
- Karadede, H., Oymak, S. A. and Ünlü, E. 2004. Heavy metals in mullet, *Liza abu*, and catfish, *Silurus triostegus*, from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. Environ. Int., 30; 183–188.
- Karadede-Akin, H. and Ünlü, E. 2007. Heavy metal concentrations in water, sediment, fish and some benthic organisms from Tigris River, Turkey. Environ. Monit. Assess., 131; 323–337.
- Karataş, S., Erdem, C. and Cıçık, B. 2005. Kadmiyumun *Cyprinus carpio* (L. 1758)'da serum aspartat aminotransferaz, alanin aminotransferaz ve glukoz düzeyi üzerine etkileri. Ekoloji Dergisi, 14; 18-23.
- Kargın, F. 1998. Metal concentrations in tissues of the freshwater fish *Capoeta barroisi* from the Seyhan River (Turkey). Bullet. Environ. Contam. Toxicol., 60; 822-828.
- Kavitha, C., Malarvizhi, A., Senthil Kumaran, S. and Ramesh, M. 2010. Toxicological effects of arsenate exposure on hematological, biochemical and liver transaminases activity in an Indian major carp, *Catla catla*. Food Chem. Toxicol., 48; 2848–2854.
- Kock, G., Triendl, M. and Hofer, R. 1996. Seasonal patterns of metal accumulation in arctic char (*Salvelinus alpinus*) from an oligotrophic Alpine Lake related top temperature. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 53; 780–786.
- Kuru, M. 1979. The fresh water fish of South-Eastern Turkey-2 (Euphrates-Tigris Systeme). Hac. Bull. Nat. Sci. Eng., 7–8; 105–114.

- Kutluay, E. S. 2010. Adiyaman-Şanlıurfa-Diyarbakir planlama bölgesi 1/100.000 ölçekli çevre düzeni planı araştırma raporu. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi ve Planlama Genel Müdürlüğü, pp 1-1091, Ankara.
- Larsson, A., Haux, C. and Sjöbeck, M. 1985. Fish physiology and metal pollution: Results and experiences from laboratory and field studies. *Ecotox. Environ. Safe.*, 9; 250-281.
- Lavanya, S., Ramesh, M., Kavitha, C. and Malarvizhi, A. 2011. Hematological, biochemical and ionoregulatory responses of Indian major carp *Catla catla* during chronic sublethal exposure to inorganic arsenic. *Chemosphere*, 82; 977–985.
- Levesque, H. M., Moon, T. W., Campbell, G. C. and Hontela, A. 2002. Seasonal variation in carbohydrate and lipid metabolism of yellow Perch (*Perca flavescens*) chronically exposed to metals in the field. *Aquat. Toxicol.*, 60; 257-267.
- Li, Z.-H., Velisek, J., Zlabek, V., Grabic, R., Machova, J., Kolarova, J., Li, P. and Randak, T. 2011. Chronic toxicity of verapamil on juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Effects on morphological indices, hematological parameters and antioxidant responses. *J. Hazard. Mater.*, 185; 870–880.
- Lopez-Lopez, E., Sedeno-Diaz, J. E., Soto, C. and Favari, L. 2011. Responses of antioxidant enzymes, lipid peroxidation, and Na⁺/K⁺-ATPase in liver of the fish *Goodea atripinnis* exposed to Lake Yuriria water. *Fish Physiol. Biochem.*, 37; 511–522.
- Manzon, L. A. 2002. The role of prolactin in fish osmoregulation: A review. *Gen. Comp. Endocr.*, 125; 291-310.
- Martinez, C. B. R. and Colus, I. M. S. 2002. Biomarcadores em peixes neotropicais para o monitoramento da poluição aquática na bacia do rio Tibagi. In: Medri, M. E., Bianchini E., Shibatta, A. O. and Pimenta, J. A. (eds), A bacia do Rio Tibagi. Londrina, Parana, pp 551–577, B.R.

- Martinez, C. B. R., Nagae, M. Y., Zaia, C. T. B. V. and Zaia, D. A. M. 2004. Acute morphological and physiological effects of lead in the neotropical fish, *Prochilodus lineatus*. *Braz. J. Biol.*, 64; 797–807.
- Martinez-Porchas, M, Martinez-Cordova, L. R. and Ramos-Enriquez, R. 2009. Cortisol and glucose: Reliable indicators of stress? *Pan. Am. J. Aquat. Sci.*, 4; 158–178.
- Mayer, F. L., Versteeg, D. J., McKee, M. J., Folmar, L. C., Graney, R. L., McCume, D. C. and Rattner, B. A. 1992. Physiological and nonspecific biomarkers. In: Huggett, R. J., Kimerle, R. A., Mehrle Jr., P. M. and Bergman, H. L. (Eds.), *Biomarkers, biochemical, physiological and histological markers of anthropogenic stress. Proceedings of the eighth pellston workshop, Keystone, Colorado, July 23–28, 1989.* Lewis Publishers, Boca Raton, pp 5–85, USA.
- McDonald, D. G., Reader, J. P., Dalziel, T. R. K. 1989. The combined effects of pH and trace metals on fish ion regulation. In *acid toxicity and aquatic animala* (eds: Morris, R., Taylor, E. W. and Brown, J. A.). *Soc. Exp. Biol. Semin. Scr.*, 31; 221-242.
- McGeer, J. C., Szebedinszky, C., McDonald, D. G. and Wood, C. M. 2000. Effect of chronic sublethal exposure to waterborne Cu, Cd or Zn in rainbow trout 2: Tissue spesific metal accumulation. *Aquat. Toxicol.*, 50; 245-256.
- Moiseenko, T. I., Gashkina, N. A., Sharova, A., Yu, N. and Kudriavtseva, L. P. 2008. Ecotoxicological assessment of water quality and ecosystem health: A case study of the Volga River. *Ecotox. Environ. Safe.*, 71; 837- 850.
- Mol, S., Özden, Ö. and Oymak S. A. 2010. Trace metal contents in fish species from Ataturk Dam Lake (Euphrates, Turkey). *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.*, 10; 209-213.
- Monteiro, S. M., Mancera, J. M., Fernandes A. F. and Sousa, M. 2005. Copper induced alterations of biochemical parameters in the gill and plasma of *Oreochromis niloticus*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 141C; 375-383.

- Munoz, M. J., Carbailo, M. and Tarazona, J. V. 1991. The effects of sublethal levels of copper and cyanide some biochemical parameters of rainbow trout along subacute exposure. *Comp. Biochem. Physiol.*, 100C; 577–582.
- Murray, R. K., Daryl, K., Granner, P. A. and Rodwell, W. V. 2000. A medical Book Harper's Biochemistry. 25'th edn. Los Angeles, California: Lange.
- Nemcsok, J. and Hughes, G. M. 1988. The effect of copper sulphate on some biochemical parameters of rainbow trout. *Environ. Pollut.*, 49; 77–85.
- Nussey, G., Van Vuren, J. H. J. and Du Preez, H. H. 1995. Effect of copper on the haematology and osmoregulation of the mozambique Tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Cichlidae). *Comp. Biochem. Physiol.*, 111C; 369–380.
- Oliveira Ribeiro, C. A., Filipak Neto, F., Mela, M., Silva, P. H., Randi, M. A. F., Rabitto, I. S., Alves Costa J. R. M. and Pelletier, E. 2006. Hematological findings in neotropical fish *Hoplias malabaricus* exposed to subchronic and dietary doses of methylmercury, inorganic lead, and tributyltin chloride. *Environ. Res.*, 101; 74–80.
- Ozmen, M., Gungordu, A., Kucukbay, F. Z. and Guler, R. E. 2006. Monitoring the effects of water pollution on *Cyprinus carpio* in Karakaya Dam Lake, Turkey. *Ecotoxicology*, 15; 157–169.
- Öner, M. Atli, G. and Canli, M. 2008. Changes in serum biochemical parameters of freshwater fish *Oreochromis niloticus* following prolonged metal (Ag, Cd, Cr, Cu, Zn) exposures. *Environ. Toxicol. Chem.*, 27; 360–366.
- Pappas, N. J. Jr. 1989. Diagnostic enzymology. *Clin. Lab. Med.*, 9; 595-826.
- Pelgrom, S. M. G. J., Lock, R. A. C., Balm, P. H. M. and Wendelaar Bonga, S. E. 1995. Effects of combined waterborne Cd and Cu exposures on ionic composition and plasma cortisol in Tilapia, *Oreochromis mossambicus*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 111C; 227-235.

- Petrivalsky, M., Machala, M., Nezveda, K., Piacka, V., Svobodova, Z. and Drabek, P. 1997. Glutathione-dependent detoxifying enzymes in rainbow trout liver: Search for specific biochemical markers of chemical stress. *Environ. Toxicol. Chem.*, 16; 1417-1421.
- Philips, D. J. H. 1980. Toxicity and accumulation of cadmium marine and estuarine biota. In: Nriagu, J. O. (ed.), *Cadmium in the environment. Part I: Ecological Cycling*, Jhon Wiley and Sons, pp 425-569, New York.
- Pohl, P., Sergie, I. and Stecka, H. 2009. Determination and fractionation of metals in honey. *Crit. Rev. Anal. Chem.*, 39; 276–288.
- Raja, M., Al-Fatah, A., Ali, M., Afzal, M., Hassan, R. A., Menon, M. and Dhimi, M. S. 1992. Modification of liver and serum enzymes by paraquat treatment in rabbits. *Drug Metab. Drug Inter.*, 10; 279-291.
- Ramakritinan, C. M., Kumaraguru, A. K. and Balasubramanian, M. P. 2005. Impact of distillery effluent on carbohydrate metabolism of freshwater fish, *Cyprinus carpio*. *Ecotoxicology*, 14; 693–707.
- Ranzani-Paiva, M. J. T. Ishikawa, C. M., Campos, B. E. S. and Eiras, A. C. 1997. Haematological characteristics associated with parasitism in mullets, *Mugil platanus* Günther, from the estuarine region of Cananéia, São Paulo, Brasil. *Revta Bras. Zool.*, 14(2); 329-339.
- Reddy, P. M. and Philip, G. H. 1994. *In vivo* inhibition of AChE and ATPase activities in the tissues of freshwater fish, *Cyprinus carpio* exposed to technical grade cypermethrin. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 52; 619–626.
- Ricard, A. C., Daniel, C., Anderson, P. and Hontela, A. 1998. Effects of subchronic exposure to cadmium chloride on endocrine and metabolic functions in rainbow trout *Onchorynchus mykiss*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 34; 377-381.

- Richards, J. G. and Playle, R. C. 1999. Protective effects of calcium against the physiological effects of exposure to a combination of cadmium and copper in rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*). *Can. J. Zool.*, 77; 1035-1047.
- Roger, J. T., Richards, J. G. and Wood, C. M. 2003. Ionoregulatory disruption as the toxic mechanism for lead in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquat. Toxicol.*, 64(2); 215-234.
- Romanenko, V. D. and Yevtushenko, N. Y. 1985. The tissue accumulation of heavy metals and their influence on the biosynthesis in the fish organism. *Symposia Biologica Hungarica*, 29; 299-311.
- Ruyet, J. P., Lamers, A., Roux, A., Severe, A., Boeuf, G. and Gostan-Mayer, N. 2003. Long-term ammonia exposure of turbot: effects on plasma parameters. *J. Fish Biol.*, 62; 879-894.
- Sarihan, E. 1990. Balık anatomisi. Ç. Ü. Su Ürünleri Y. O. Yayın No:1, pp 140, Adana.
- Sepici-Dinçel, A., Benli, A. Ç. K., Selvi, M., Sarıkaya, R., Şahin, D., Özkul, I. A. and Erkoç, F. 2009. Sublethal cyfluthrin toxicity to carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings: biochemical, hematological, histopathological alterations. *Ecotox. Environ. Safe.*, 72; 1433-1439.
- Singh, H. S. and Reddy, T. V. 1990. Effect of copper sulphate on hematology, blood chemistry and hepato-somatic index of an Indian Catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch) and its recovery. *Ecotox. Environ. Safe.*, 20; 30-35.
- Singh, R. K. and Sharma, B. 1998. Carbufuran induced biochemical changes in *Clarias batrachus*. *Pestic. Sci.*, 53; 285-290.
- Sheedy, B. R., Lazorchak, J. M., Grunwald, D. J., Pickering, Q. H., Pilli, A., Hall, D. and Webb, R. 1991. Effects of pollution on freshwater organisms. *Res. J. Water Control Fed.*, 63; 619-696,.

- Sloman, K. A., Morgan, T. P., McDonald, D. G. and Wood, C. M. 2003. Socially-induced changes in sodium regulation affect the uptake of waterborne copper and silver in the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 135C; 393-403.
- Smith, G. L. and Hattingh, J. 1980. Haematological assessment of generally used freshwater fish blood anticoagulants. *J. Fish Biol.*, 7: 337-341.
- Sobha, K., Poornima, A., Harini, P. and Veeraiah, K. 2007. A study on biochemical changes in the fresh water fish, *Catla catla* (Hamilton) exposed to the heavy metal toxicant cadmium chloride. *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology*, 1(4); 1-11.
- Stafilov, T. and Karadjova, I. 2009. Atomic absorption spectrometry in wine analysis: A review. *Maced. J. Chem. Chem. Eng.*, 28; 17–31.
- Stanic, B., Andric, N., Zoric, S., Grubor-Lajsic, G. and Kovacevic, R. 2006. Assessing pollution in the Danube River near Novi Sad (Serbia) using several biomarkers in sterlet (*Acipenser ruthenus* L.). *Ecotox. Environ. Safe.*, 65; 395–402.
- Sumpter, J. P. 1997. In: Iwama, G. K., Rickerling, A. D., Sumpter, J. P. and Schreck, C. B. (Eds), *The endocrinol, stress*. Cambridge Univ. Press, pp 95-118, Cambridge.
- Suvetha, L., Ramesh, M. and Saravanan, M. 2010. Influence of cypermethrin toxicity on ionic regulation and gill Na⁺/K⁺-ATPase activity of a freshwater teleost fish *Cyprinus carpio*. *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, 29(1); 44–49.
- Tewari, H., Gill, T. S. and Pant, J. 1987. Impact of chronic lead poisoning on the haematological and biochemical profiles of a fish, *Barbus conchonioides*. *Ham. Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 40; 198-203.
- Thrall, M. A., Baker, D. C., Campbell, T. W., DeNicola, D., Fettman, M. J., Lassen, E. D., Rebar, A. and Weiser, G. 2004. *Veterinary hematology and clinical chemistry*. Williams and Wilkins, pp 486–490, Philadelphia.

- Tripathi, N. K., Latimer, K. S., Lewis, T. L. and Burnley, V. V. 2003. Biochemical reference intervals for koi (*Cyprinus carpio*). *Comp. Clin. Path.*, 12; 160–165.
- Van Der Oost, R., Beyer, J. and Vermeulen, N. P. E. 2003. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: A review. *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, 13; 57-149.
- Velisek, J., Sudova, E., Machova, J. and Svobodova, Z. 2010. Effects of sub-chronic exposure to terbutryn in common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Ecotox. Environ. Safe.*, 73; 384–390.
- Velisek, J., Stara, A., Li, Z. H., Silovska, S. and Turek, J. 2011. Comparison of the effects of four anaesthetics on blood biochemical profiles and oxidative stress biomarkers in rainbow trout. *Aquaculture*, 310; 369–375.
- Vijayan, M. M., Cristina Pereira, E., Grau, G. and Iwama, G. K. 1997. Metabolic responses associated with confinement stress in tilapia: The role of cortisol. *Comp. Biochem. Physiol.*, 116C; 89-95.
- Vosyliene, M. Z., 1999. The effects of heavy metals on haematological indices of fish. *Act. Zool. Lit. Hydro.*, 9; 76-82.
- Wang, X. and Zhai, W. 1988. Cellular and biochemical factors in bronchoalveolar lavage fluids of rats exposed to fenvalerate. *Zhongguo Yaolixue Yu Dulixue Zoghi*, 2; 271-276.
- Wedemeyer, G. A. and McLeay, D. J. 1981. Methods for determining the tolerance of fishes to environmental stressors. In Pickering, A. D. (Ed.), *Stress and fishes*. Academic Press, pp 247–275. London.
- Wendelaar Bonga, S. E. 1997. The stress response in fish. *Physiol. Rev.*, 7; 591-625.
- Williams, P. L. and Dusenbery, D. B. 1990. Aquatic toxicity testing using the nematode *Caenorhabditis elegans*. *Environ. Toxicol. Chem.*, 9; 1285–90.

Wood, C. M. 2001. Toxic responses of the gill. In: Schlenk, D. and Benson, W. H. (Eds.), target organ toxicity in marine and freshwater teleost. Taylor and Francis, pp. 1-87, London.

Yigit, S. and Altındag, A. 2006. Concentration of heavy metals in the food web of Lake Egirdir, Turkey. J. Environ. Biol., 27(3); 475-478.

Yousafzai, A. M. and Shakoori, A. R. 2007. Toxic effects of aquatic pollution on the white muscle of mahaseer, *Tor putitora* (Hamilton) from River Kabul, NWFP, Pakistan. Pakistan J. Zool., 39(4); 215-227.

Yousef, M. I., Awad, T. I., Elhag, F. A. and Khaled, F. A. 2007. Study of the effect of ascorbic acid against the toxicity of stannous chloride on oxidative damage, antioxidant enzymes and biochemical parameters in rabbits. Toxicol., 235; 194-202.

Ytrestoyl, T., Finstad, B. and McKinley, R. S. 2001. Swimming performance and blood chemistry in atlantic salmon spawners exposed to acid river water with elevated aluminium concentrations. J. Fish Biol., 58; 1025–1138.

Yüksel, M. 1997. Atatürk Baraj Gölü suyunun balık yetiştiriciliği açısından fiziksel ve kimyasal parametrelerinin tespiti. Yüksek lisans tezi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.

Zikic, R. V., Stajn, S., Pavlovic, Z., Ognjanovic, B. I. and Saicic, Z. S. 2001. Activities of superoxide dismutase and catalase in erythrocyte and plasma transaminases of goldfish (*Carassius auratus gibelio* Bloch.) exposed to cadmium. Physiol. Res., 50; 105-111.

Zutshi, B., Raghu Prasad, S. G. and Nagaraja, R. 2010. Alteration in hematology of *Labeo rohita* under stress of pollution from Lakes of Bangalore, Karnataka, India. Environ. Monit. Assess., 168; 11-19.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Müslüm Faruk ALICI

Doğum Tarihi : 06.02.1980

Doğum Yeri : Adıyaman

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Adıyaman Lisesi (1994-1997)

Lisans : Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü
(1999-2003)

Yüksek Lisans : Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı
(2010-2012)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

- Tuna Medikal Tıbbi Cihaz San. ve Tic. Ltd. Şti. (2005-2008)
- Adıyaman Sınav Dergisi Dershaneleri (2008- 2009)
- Özel Merkez Okulları (2011-....)

Yayımları

1. Ö. Fırat, Ö. Fırat, H.Y. Çoğun, T.A. Yüzereroğlu, F. Kargin, **M.F. Alıcı**, M. Şahin. Atatürk Baraj Gölü'ndeki *Chondrostoma regium* 'un Dokularındaki Metal Düzeyleri. 1. Ulusal Palandöken Toksikoloji Sempozyumu, 28-30 Mayıs 2010, Erzurum, 75 pp.
2. H.Y. Çoğun, Ö. Fırat, F. Kargin, Ö. Fırat, **M.F. Alıcı**, M. Şahin. Karataş ve İskenderun Körfezinden Avlanan Yengeç (*Charybdis longicollis*) Dokularında Mevsimsel Ağır Metal Düzeyleri. XX. Ulusal Biyoloji Kongresi, 21 - 25 Haziran 2010, Denizli, 592 pp.