

Tuzla Çayı' nda Yaşayan *C. capoeta*' nın Hemoglobin Seviyesi, Eritrosit ve Toplam Lökosit Sayıları Üzerine Bir Araştırma

Muhammed ATAMANALP

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü, 25240 / ERZURUM

Muharrem GÜNEŞ

Atatürk Üniversitesi Tercan M. Y. O., Tercan, ERZİNCAN

Geliş Tarihi : 06.11.2001

ÖZET: 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 sayıları araştırılmıştır. II. İstasyon (deşarj bölgesi aşağısı) da, I. İstasyon (baraj gölü öncesi)' a göre hemoglobin seviyesinde düşme, RBC sayısında artış WBC' de ise azalma belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *C. capoeta*, su kirliliği, hemoglobin, RBC, WBC

Haemoglobin, RBC and Total WBC Counts of *C. capoeta* Living In Tuzla Stream

ABSTRACT: Two statitons were determined in the Tuzla stream which was discharged sewage of Tercan city (10.800, population). I. station was before Tercan Dam Lake, II. station was after discharge point. 50 fish were caughted from two stations and researched haemoglobin values and RBC, WBC counts. II. station compared with I. station haemoglobin level and WBC count decreased while RBC count increased.

Key Words: *C. capoeta*, sewage, water pollution, haemoglobin, RBC, WBC

GİRİŞ

Kanalizasyon suları yüksek derecede BOİ, KOİ, amonyum, fosfat, klorit ve ağır metaller gibi bileşikleri yüksek seviyelerde bulundurmaktadırlar. Amonyum balıklar için ciddi toksikant olduğu gibi ağır metallerin akuatik canlılar için zararlı etkileri de yaygın olarak bilinmektedir. Kirlilik çalışması yapılan alanlarda genellikle çözünmüş oksijen (ÇO) seviyeleri düşük bulunmaktadır. Düşük çözünmüş oksijen, toksisiteyi arttırmakta, bu da çeşitli toksikantlar için letal konsantrasyonlarını düşürmektedir. Dolayısıyla, atıklar deniz, nehir ya da göle deşarj edildiğinde, balıklar ve diğer sucul canlıları direk ya da indirek olarak etkilemektedir (Kakuta vd., 1994).

Balıkların hematolojik parametreleri balık yetiştiriciliğinde balıkların fiziksel durumlarının belirlenmesinde, stres ve hastalıkların kontrolünde her geçen gün daha yaygın olarak kullanılan indikatörlerdir (Aldrin vd., 1982).

Balıklarda hematoloji, farklı yaşam ve çevre şartları altında balık sağlığı ile ilgili yapılan çalışmaların artışına bağlı olarak gün geçtikçe daha önem kazanmaktadır (Hickey, 1976; Joshi vd., 1980). Hematolojik bulguların değerlendirilmesiyle balık hastalıkları erken teşhis edilebilmektedir (Kocabatmaz ve Ekingen, 1984). Hematolojik metotlar balıkların genel sağlığının tayininde biyologlar tarafından yıllardır kullanılmaktadır (Heath, 1987).

Balıklarda hematolojik parametreler çevre şartlarındaki değişikliklere kısa sürede cevap

verdiğinden dolayı toksikolojik çalışmalarda yaygınlaşarak faydalanılmaktadır. Bu parametreler organizmanın klinik statüsü hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır (Bridges vd., 1976, Sharma ve Gupta, 1994).

Balıklarda, hastalıkların ve çevresel faktörlerin yaratacağı durumun belirlenmesinde normal hematolojik değerlere yer verilmesi kaçınılmazdır. Hematoloji balık bilimi (Ichthyologie) ile ilgili olarak balıkların ekolojik, fizyolojik durumlarının belirlenmesinin yanı sıra su ortamlarında hızla artan pestisit kaynaklı kirlenmenin balıklar üzerindeki stres düzeyini belirlemede de yararlanan bir bilim dalıdır. Hematolojinin değişen çevresel koşullarda ve normal koşullarda değerlerinin belirlenmesi, popülasyonlar arasındaki tanıda ve su ortamındaki kirleticiler ile ilgili bilgilerin saptanmasında yardımcı olur. Hematoloji balık hastalıklarının tanısının yanı sıra, beslenme ve çevresel etmenlerin etkilerini de belirleyen bir bilim dalıdır (Azizoğlu ve Cengizler, 1996).

Balık hematolojik değerleri su sıcaklığı, ışıktaki iklimsel değişikliklerle ilişkili olan mevsimsel varyasyonların etkisiyle değişiklik göstermektedir (Vuren ve Hattingh, 1978; Lie ve Lambertsen, 1989).

Capoeta genusu Güney Çin, Kuzey Hindistan, Afganistan, Türkistan, Aral Gölü, Ortadoğu ve Anadolu' yu içermekte olup çok geniş bir coğrafyada dağılım göstermektedir. Memleketimizin iç sularında 5 türü (*Capoeta capoeta*, *C. trutta*, *C. barroisi*, *C. pestai*, *C.*

tinca) ve 6 alt türü (*C. capoeta sieboldi*, *C. capoeta umbla*, *C. capoeta bergama*, *C. capoeta kosswigi*, *C. capoeta angorae* ve *C. capoeta capoeta*) yaşadığı bildirilmektedir (Kuru, 1975, Geldiay ve Balık, 1996).

MATERYAL VE YÖNTEM

Tuzla çayı, Fırat havzasının önemli memba kollarından birisi olup, üzerinde Tercan Barajı' nı bulundurmaktadır. Tercan Barajı' ndan sonra Kötür köprüsünde Fırat nehrinin ana kollarından biri olan Karasu nehri ile birleşmektedir (Anonim, 1990). Biri Tuzla çayının baraja ulaşmadan önce diğeri ise Tercan şehir atıklarının deşarj noktasının aşağı kısmında olmak üzere iki istasyon belirlenmiş ve buralardan germe ağlar yardımı ile balık örnekleme yapılmıştır. Bu istasyonlara ait su parametreleri Tablo 1' de sunulmuştur.

Tablo 1. İstasyonlara ait su parametreleri.

	I Nolu İstasyon	II Nolu İstasyon
pH	8,3	8
T. Cl *	0	0,04
Ca *	2,70	1,73
E. C. (mho/cm)	- 0,95	- 0,75
Fe *	0,03	0,01
Nitrit *	1	2
Nitrat *	0	0

* (mg/l)

Balık materyali olarak Tuzla çayının dominant türlerinden olan *C. capoeta* kullanılmış, araştırmada tek düzeyli bir sonuca varmak ve yaş faktörünü elimine etmek için olgun balıklardan örnekleme yapılmıştır (Kocabatmaz ve Ekingen, 1984). Eylül ayında ortalama ağırlıkları 370 ± 45 g olan balıklardan her iki istasyondan da 25' er adet yakalanmış ve bir kez örnekleme yapılmıştır.

Balıklardan kan örneklerinin alınmasında 10 ml kapasiteli ve 21 numara iğneli plastik enjektörler (Clarence ve Hickey, 1982; Val vd., 1998; Atamanalp, 2000, 2002), alınan kanların muhafazasında ise vakumlu ve heparinli kan tüpleri kullanılmıştır (Pottinger ve Carrick, 1999). Trombositlerin cama yapışma afinitesinin yüksek olması ve kanın pıhtılaşmasını hızlandırdığından dolayı cam enjektörler yerine plastik enjektörler kullanılmıştır (Atamanalp 2000).

Kan örnekleri, balıkların anüs yüzgecinin hemen arka kısmından, kana mukoza karışmaması amacıyla, iyice kurulanıp temizlendikten sonra enjektörle kaudal venadan girilerek 1,5 - 2 ml civarında alınmıştır. Alınan kanlar heparinli vacutaineer tüplerle aynı gün içerisinde soğutucu taşıyıcılarla laboratuara getirilmiş ve incelenmiştir.

Hemoglobin miktarının tayini için asit hematin metodunu esas alan sahli cihazı kullanılmıştır (Kocabatmaz ve Ekingen, 1977; 1984; Satake vd., 1986; Reddy ve Bashamohideen, 1989). Sahli tüpünün 2 çizgisine kadar % 5'lik HCl solüsyonu koyulmuştur.

Sahli pipetinin 0,02 ml çizgisine kadar alınan kan örneği bu solüsyon içerisine eklenerek sahlinin cam karıştırma çubuğuyla homojenize edilmiş, sahli düzeneğindeki kontrol renkleri ile karşılaştırılmıştır. Kan örneğinden yapılan bileşik kontrol rengini tutturuncaya kadar yavaş yavaş saf su eklenmiştir. Rengin tuttuğuna kanaat getirilince bulunan değer tüp üzerindeki ölçekten okunarak g/100 ml. cinsinden kaydedilmiştir (Kocabatmaz ve Ekingen, 1977; 1984; Satake vd., 1986; Reddy ve Bashamohideen, 1989)

Total eritrosit ve total lökosit sayısının tespitinde dilisyon işlemlerinde eritrosit pipetleri kullanılmıştır (Conroy, 1972). RBC (Eritrosit) sayısının belirlenmesinde Eritrosit pipetiyle 0.5 çizgisine kadar çekilen taze kan, 101 çizgisine kadar Dacie's solüsyonuyla tamamlanarak 1/200 oranında sulandırılmıştır. İyice çalkalanan karışım, 1-2 dk. boyanmaya bırakılmıştır. Homojenize olmamış ilk 4-5 damla pipetten boşa akıtıldıktan sonra Neubauer tipi Thoma laminin kamarasına doldurulmuştur. Thoma lamı üzerinden mikroskopta $1/5 \text{ mm}^2$ sayılarak çıkan değer $10^6/\text{mm}^3$ cinsinden hesaplanmıştır (Blaxhall ve Daisley, 1973)

Total eritrosit sayısının tespitindeki metodun aynısı uygulandıktan sonra lökositler için 4 mm^2 sayılmış, sayının yetersiz bulunduğu durumlarda ise 9 mm^2 sayılmıştır. Bulunan sonuç $10^3/\text{mm}^3$ cinsinden hesaplanmıştır (Blaxhall ve Daisley, 1973).

Çalışma sonucunda elde edilen verilerin istatistiki değerlendirmesi SAS bilgisayar programı ile yapılmış, farklar t testi ile analiz edilmiştir .

BULGULAR VE TARTIŞMA

Hemoglobin

Balıklarda hemoglobin değeri kültüre alınmış *Hypostomus regani*' de 8.6 g/100 ml (Favaretto vd., 1978); yabani *Hypostomus regani*' de 8,5 g/100 ml; *Hypostomus paulinus*'da 6.87 ± 0.46 g/100 ml (Satake vd., 1986); *Hypostomus punctatus*'da 7.6 g/100 ml; (Torres vd., 1986); *Cyprinus carpio*'da 8.07 ± 0.86 g/100 ml (Reddy ve Bashamohideen, 1989); *Anabas testudineus*'da 14.53 g/100 ml (Kumar vd., 1999); *Tilapia mossambica*'da, $9,80 \pm 1.17$ g/100 ml (Aziz vd., 1993); *Heteropneustes fossilis*' de 14.5 ± 2.5 g/100 ml (Kumar vd., 1999); *Ctenopharyngodon idella*'nda ise Shakoori vd. (1991), 4.38 ± 2.5 g/100 ml, Shakoori vd. (1996) ise 4.33 ± 0.18 g/100 ml olduğunu rapor etmişlerdir.

Bu araştırmalardan anlaşılacağı üzere hemoglobin değeri balık türlerine göre önemli ölçülerde farklılıklar göstermektedir.

I. istasyondan örneklenen balık kanlarında hemoglobin değeri $11,84 \pm 1,75$ g/100 ml bulunurken, bu değer 2. istasyonda $10,02 \pm 1,87$ g/100 ml olarak bulunmuştur (Tablo 2). Baraj öncesindeki istasyondan

bulunan değer deşarj sonrası istasyondan elde edilen hemogloblin değerinden % 15,37 daha yüksek çıkmıştır.

Reddy ve Bashamohideen (1989), *Cyprinus carpio*'da Fenvalarate'nin hemogloblini 8.07 ± 0.86 g/100 ml' den, 3.70 ± 0.46 g/100 ml' ye ve Cypermethrin'in 8.37 ± 0.82 g/100 ml' den, 4.04 ± 0.51 g/100 ml' ye, Ahmad vd. (1995), Çin ot sazanı (*Ctenopharyngodon idella*)'nda Danitol (Fenprothrin)'in hemogloblin miktarını % 28 düşürdüğünü, Kumar vd. (1999) ise Tatlı su kedi balığı (*Heteropneustes fossilis*)'nda Deltamethrin'in 14.5 ± 2.5 g/100 ml' den 13.5 ± 2.8 g/100 ml' ye düşürdüğünü bildirmişlerdir. Dolayısıyla araştırmamızda elde ettiğimiz hemogloblin değerleri, su kirliliği unsurlarından olan bu kimyasalların etkilerinin belirlendiği bu grup literatürlerle paralellik göstermektedir.

Bunun yanında; Shakoori vd. (1991), Çin ot sazanı (*Ctenopharyngodon idella*)'nda civa kloridin subletal dozlarının hemogloblin miktarını 4.38 ± 0.21 g/100 ml' den $4.56 \pm 0,898$ g/100 ml'ye, Aziz vd. (1993), *Tilapia mossambica*'da kadmiyum kloridin 9.80 ± 1.17 g/100 ml' den, 10.32 ± 0.07 g/100 ml' ye, Shakoori vd. (1996), Çin ot sazanı (*Ctenopharyngodon idella*)'nda Fenvalarate'nin 4.33 ± 0.18 g/100 ml' den, 5.0 ± 0.15 g/100 ml' ye ve Atamanalp (2000) gökkuşuğu alabalığı (*O. mykiss*)' nda $6,866 \pm 0,898$ g/100 ml' den $10,475 \pm 0,550$ g/100 ml' ye yükselttiğini rapor ettikleri araştırmaları ile çalışmaktadır. Bu durum kullanılan kimyasal ve denemeye alınan balık türlerinin farklı olması ile açıklanabilir.

Her iki istasyon arasındaki farkların yapılan istatistiki analiz sonucunda önemli ($p < 0,05$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 2. Araştırma sonucunda her iki istasyondan elde edilen hemogloblin, RBC ve WBC değerleri

İstasyonlar	Hemogloblin (g/100 ml)*	RBC ($10^6/\text{mm}^3$)**	WBC ($10^4/\text{mm}^3$)
I	$11,84 \pm 1,75$	$0,815 \pm 0,077$	$2,16 \pm 0,19$
II	$10,02 \pm 1,87$	$1,004 \pm 0,143$	$2,04 \pm 0,18$

* Önemli ** Çok Önemli

RBC (Eritrosit Sayısı)

Bu değerın gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)' nda min $0.538 \times 10^6/\text{mm}^3$, max $1.185 \times 10^6/\text{mm}^3$, ort $0,782 \times 10^6/\text{mm}^3$ (Kocabatmaz ve Ekingen, 1984); *Tilapia zilli*' de $1.8 \times 10^6/\text{mm}^3$ (Ezzat vd., 1974); *Hypostomus paulinus*' da $0,66 - 2,01 \times 10^6/\text{mm}^3$ (Satake vd., 1986), kültüre alınmış *Hypostomus regani*' de $0,69 \times 10^6/\text{mm}^3$, (Favaretto vd., 1978), yabani *Hypostomus regani*' de $1,04 \times 10^6/\text{mm}^3$, (Satake vd., 1986), *Hypostomus punctatus*'da $1,00 \times 10^6/\text{mm}^3$ (Torres vd., 1986); *Anabas testudineus*'da $4,09 \times 10^6/\text{mm}^3$ (Kumar vd., 1999) olduğunu rapor etmişlerdir.

İlk istasyondan yakalanan balıkların kanında eritrosit sayısı $0,815 \pm 0,077 \times 10^6/\text{mm}^3$ olarak hesaplanırken 2. istasyonda bu değer $1,004 \pm 0,143 \times$

$10^6/\text{mm}^3$ olarak ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla; kentsel atıklara maruz kalmanın *C. Capoeta*' da eritrosit sayısını arttırdığı belirlenmiştir. Bu durum; *Tilapia mossambica*' da kadmiyum kloridi deneyen Aziz vd. (1993), üreye maruz bırakmanın *Puntius sophore*'de etkilerini inceleyen Sharma ve Gupta, (1994), Çin ot sazanı (*Ctenopharyngodon idella*)'nda Fenvalarate'nin subletal dozlarını uygulayan Shakoori vd. (1996) ve tatlı su kedi balığı (*Heteropneustes fossilis*)'nda Deltamethrinin toksik etkisini inceleyen Kumar vd. (1999)'la paralellik göstermektedir. Şöyleki; Aziz vd. (1993)' e göre, *Tilapia mossambica*'da kadmiyum kloridin eritrosit sayısını $1.2 \pm 0.014 \times 10^6/\text{mm}^3$ ' den $1.28 \pm 0.01 \times 10^6/\text{mm}^3$ 'ye; Sharma ve Gupta (1994)'e göre üreye maruz bırakılan *Puntius sophore*'de $1.16 \times 10^6/\text{mm}^3$ 'den, $1.84 \times 10^6/\text{mm}^3$ 'ye; Shakoori vd. (1996)' e göre, Fenvalarate'nin subletal dozlarına maruz bırakılan Çin ot sazanı (*Ctenopharyngodon idella*)'nın eritrosit sayısının sayısını $1.16 \pm 0.08 \times 10^6/\text{mm}^3$ ' den $1.48 \pm 0.05 \times 10^6/\text{mm}^3$ 'ye; Kumar vd. (1999)' a göre ise, tatlı su kedi balığına Deltamethrin verilmesinin eritrosit sayısını $4.6 \pm 1.2 \times 10^6/\text{mm}^3$ ' den $6.5 \pm 1.5 \times 10^6/\text{mm}^3$ 'ye yükseltmektedir.

Kentsel atıkların eritrosit sayısını arttırdığı sonucunu veren araştırmamız *Cyprinus carpio*' da Fenvalarate ve Cypermethrini deneyen Reddy ve Bashamohideen (1989); Çin ot sazanı (*Ctenopharyngodon idella*)'nda civa kloridin subletal dozlarını uygulayan Shakoori vd. (1991) ve *Anabas testudineus*'da monocrotophosun subletal dozlarını deneyen Kumar vd. (1999) ile çalışmaktadır. Şöyleki; Reddy ve Bashamohideen (1989)' e göre *Cyprinus carpio*'da Fenvalarate ve Cypermethrin eritrosit sayısını $2.70 \pm 0.13 \times 10^6/\text{mm}^3$ 'den $1.02 \pm 0.15 \times 10^6/\text{mm}^3$ 'e; Shakoori vd. (1991)'a göre Çin ot sazanı (*Ctenopharyngodon idella*)'nın civa kloridin subletal dozlarına 48 saat maruz bırakılması balık kanlarındaki eritrosit sayısını $1.28 \pm 0.08 \times 10^6/\text{mm}^3$ ' den $0.99 \pm 0.02 \times 10^6/\text{mm}^3$ ' ye; Kumar vd. (1999)' a göre ise monocrotophosun subletal dozları *Anabas testudineus*'da eritrosit sayısını $4.09 \pm 0.13 \times 10^6/\text{mm}^3$ ' den $3.53 \pm 0.17 \times 10^6/\text{mm}^3$ 'ye düşürmüştür.

Bu çalışmada bulunan değerler ile literatürler arasında ve bu literatürlerin kendi aralarındaki farklılıklar denemeye alınan balık türlerinin ve kullanılan toksikantların farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

İstatistiki analiz sonucunda I. İstasyon ile II. İstasyon örneklerinden elde edilen eritrosit sayıları ortalamaları arasındaki farklar çok önemli olarak değerlendirilmiştir ($p < 0,01$).

WBC (Lökosit Sayısı)

Balıklarda lökosit sayısının gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)' nda min $3,0 \times 10^4$, max 6.5×10^4 ve ort 4.6×10^4 (Kocabatmaz ve Ekingen, 1984); *Tilapia zilli*' de $0.7 \times 10^4/\text{mm}^3$, (Ezzat vd. 1974) *Anabas*

testudineus'da $4,71 \times 10^4/\text{mm}^3$ (Kumar vd., 1999), olduğu rapor edilmiştir.

İlk istasyondan elde edilen $2,16 \pm 0,19 \times 10^4/\text{mm}^3$ değeri, II. istasyonda çok az miktarda düşüş göstererek $2,04 \pm 0,18 \times 10^4/\text{mm}^3$ değerini almıştır. Bu sonuç, Shakoori vd. (1996) ve Atamanalp (2000) ile paralellik göstermektedir.

Farklı tür balık ve kimyasalları kullanan Shakoori vd. (1991); Aziz vd. (1993); Kumar vd. (1999); Shakoori vd. (1996) ve Kumar vd. (1999) ise lökosit miktarının kimyasal maddeye maruz bırakılma ile arttığını belirtmişlerdir. Dolayısıyla bu araştırmadan elde edile lökosit değeri değişimleri sıralanan makaleler ile uyum göstermemiştir.

Araştırma sonucunda elde edilen farkların istatistiksel olarak önem taşımadığı belirlenmiştir (Tablo 2).

KAYNAKLAR

- Ahmad, F., Ali, S.S., Shakoori, A., 1995. Sublethal Effects of Danitol (Fenprothrin), a Synthetic Pyrethroid, on Freshwater Chinese grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. Folia. Biol. (Krakow) 43: 151-159.
- Aldrin, J. F., Messenger, J.L., Laurencin, F.B., 1982. La Biochimie Clinique en Aquaculture. Interet et Perspective. CNEXO Actes Colloq. 14: 291-326.
- Anonim, 1990. Erzincan Projesi Tercan Barajı ve Hidroelektrik Santralı Tesisleri. T. C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, D. S. İ. Genel Müdürlüğü, D. S. İ. VIII. Bölge Müdürlüğü, Erzurum.
- Atamanalp, M., 2000. Bir Sentetik Piretroit İnektisinin (Cypermethrin) Sublethal Dozlarının Gökkuşuğu Alabalığı (*O. mykiss*)'na Makroskopik, Histopatolojik, Hematolojik ve Biyokimyasal Etkileri. A. Ü. Fen Bil.Enst. Doktora Tezi, 95-101.
- Atamanalp, M., Keleş, M.S., Haliloğlu, H.İ., Aras, M. S., 2002. The effects of Cypermethrin (A synthetic pyrethroid) on some biochemical parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Turk. J. Vet. Anim. Sci. (26): 1157-1160.
- Aziz, F., Amin, M., R.Shakoori, A., 1993. Toxic Effects of Cadmium Chloride on the Haematology of Fish, *Tilapia mossambica*. Proc.Pakistan Congr. Zool. 13: 141-154.
- Azizoğlu, A., Cengizler, İ., 1996. Sağlıklı *Oreochromis niloticus* (L.) Bireylerinde Bazı Hematolojik Parametrelerin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences. 20: 425-431.
- Blaxhall, P.C., Daisley, K.W., 1973. Routine Haematological Methods For Use Fish With Blood. J. Fish Biol. 5: 771-781.
- Bridges, D.W., Cech, J.J., Petro, D.N., 1976. Seasonal Hematological Changes in Winter Flounder, *Pseudopleuronectes americanus*. Trans. Am. Fish. Soc. 5: 596-599.
- Clarence, R., Hickey, JR., 1982. Comparative Haematology of Wild and Captive Cunnners. The American Fisheries Soc. 111, 242-249.
- Conroy, D.A., 1972. Studies on the haematology of the atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Symp. Zool. Soc. Lond. 30, 101-127.
- Ezzat, A. A., Sharana, M.B., Farghaly, A.M., 1974. Studies on the blood characteristics of *Tilapia zilli* I. Blood cells. J. Fish. Biol., 6: 1-12.
- Favaretto, A.L.V., P. Sawaya, S. O. Petenusci, R. A. 1978. Lopes. Hematologia do Cascudo *Plecostomus regani*. I. Serie vermelha. Biologica. 4: 12-17.
- Geldiay, R., Balık, S., 1996. Türkiye Tatlı Su Balıkları. Ege Üniv. Su Ürünleri Fak. Yay. No:46, Ders Kitabı No: 16, İzmir.
- Heath, A. G., 1987. Water Pollution and Fish Physiology. CRC Press Inc. Florida, 198-205.
- Hickey, C. R. Jr., 1976. Fish Haematology, Its Uses and Significance. N. Y. Fish Game J. 23: 170-175.
- Joshi, B. D., Chaturvedi, L.D., Dabral, R., 1980. Some Haematological Values of *Clariias batrachus*, Following its Sudden Transfer to Varying Temperature. Indian J. Exp. Biol. 18: 76-77.
- Kakuta, I., Ishii, K., Murachi, S., 1994. Effects of Diluted Sewage on Biochemical Parameters of Carp, *Cyprinus carpio*. Comp. Biochem. Physiol. 107 C, (2): 289-294.
- Kocabatmaz, M., Ekingen, G., 1977. Preliminary investigation on some haematological norms in five freshwater fish species. Fırat Üniv. Vet. Fak. Derg. 4. (1-2) 28-40.
- Kocabatmaz, M., Ekingen, G., 1984. Değişik Tür Balıklarda Kan Örneği Alınması ve Hematolojik Metotların Standardizasyonu. Doğa Bilim Dergisi, 8: 149-159.
- Kumar, S., Lata, S., Gopal, K., 1999. Deltamethrin Induced Physiological Changes in Freshwater Cat fish *Heteropneustes fossilis*. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 62: 254-258.
- Kuru, M., 1975. Doğu Anadolu Balık Faunası. Atatürk Üniv. Yay. No: 348, Araştırma Serisi No: 36, Erzurum.
- Lie, Ø, Lied, E., Lambertsen, G., 1989. Haematological Values and Fatty Acid Composition of Erythrocyte Phospholipids in Cod (*Gadus morhua*) Fed at Different Water Temperatures. Aquaculture, 79: 137-144.
- Pottinger, T. G., Carrick, T.R., 1999. A Comparison of Plasma Glucose and Plasma Cortisol as Selection Markers for High and Low Stress-responsiveness in Female Rainbow trout. Aquaculture, 175: 351-363.
- Reddy, P., Bashamohideen, M., 1989. Fenvalerate and Cypermethrin Induced Changes in the Haematological Parameters of *Cyprinus carpio*. Acta. Hydrochim. Hydrobiol. 17, 1: 101-107.
- Satake, T., Nuti-Sobrinho, A., Paula-Lopes, O.V., Lopes, R.A., Leme Dos Santos, H.S., 1986. Haematological study of brazilian fish. III. Blood parameters in armored catfish *Hypostomus paulinus* IHERING 1905 (Pisces, Loricariidae). Ars Veterinaria, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias "Campus" de Jaboticabal Unesp, 2 (2), Jaboticabal-SP-Brasil, 179-183.
- Shakoori, A. R., Mughal, A.L., Iqbal, M.J., 1996. Effects of Sublethal Doses of Fenvalerate (a synthetic pyrethroid) Administered Continuously for Four Weeks on the Blood, Liver and Muscles of a Freshwater Fish, *Ctenopharyngodon idella*. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 57: 487-494.
- Shakoori, A., Iqbal, R., Mughal, A.L., Ali, S.S., 1991. Drastic Biochemical Changes Following 48 Hours of Exposure of Chinese grass carp *Ctenopharyngodon idella*, to Sublethal Doses of Mercuric Chloride. Proc I. Symp. Fish & Fisheries, Pakistan, 81-98.
- Sharma, J.P., Gupta, V.K., 1994. Morphological and Haematological Alterations in Urea Exposed Fish, *Puntius sophore*. Curr. Agric. 18: 45-48.
- Torres, I.P., Moura, E.G., Nascimento, C.C.A., Contaifer, Jr D., Ramos, C.F., Pimenta, M.A., Torres, E.B., 1986. Parametros Bioquimicos e Hematologicos de Cascudos (*Hypostomus punctatus*). Ciencia e Cultura, 38: 825-828.
- Val, A.L., De Menezes, G.C., Wood, C.M., 1998. Red Blood Cell Adrenergic Responses in Amazonian Teleost. J. of Fish Biology, 52: 83-93.
- Vuren, J.H.J.V., Hattingh, J., 1978. A Seasonal of the Haematology of Wild Freshwater Fish. J. Fish. Biol. 13: 305-313.
- Yanık, T., M. Atamanalp, 2001. Balık Yetiştiriciliğinde Su Kirliliğine Giriş. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yay. No: 226, Erzurum.