

DERLEME / REVIEW

FARKLI TÜR BALIKLARDA HEMATOLOJİK İNDEKSLERİN REFERANS DEĞERLERİ

Ekrem Şanver ÇELİK¹, Mehmet AKBULUT, Serpil SAĞIR ODABAŞI, Deniz ANIL ODABAŞI²

ÖZ

Balıklarda her türlü stres, hastalıklar, beslenme yetersizliği, toksik maddeler, su kalitesindeki değişimler ve diğer çevresel faktörler gibi nedenler balığın direk fizyolojik durumunu etkilemektedir. Bu makalede, balıklarda sağlık ve fiziksel durumun önemli göstergeleri olarak bilinen bazı hematolojik indekslerin farklı tür balıklardaki seviyeri incelenmiştir. Hematolojik indekslerden eritrosit sayısı (RBC), lökosit sayısı (WBC), hemoglobin değeri (Hb), hematokrit oranı (Hct), ortalama eritrosit hacmi (MCV), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin (MCH) ve eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonunun (MCHC) minimum ve maksimum değerleri sırasıyla $0,128-4,005 \times 10^6 / \text{mm}^3$, $1,43571-107,000 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $1,300-16,000 \text{ g}100\text{ml}^{-1}$, % 4,800-58,800, $31,600-894,940 \mu\text{m}^3$, $17,300-406,250 \mu\text{g}/\text{hücre}$ ve $8,700-65,000 \text{ g}100\text{ml}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Bu değerler ışığında, genel olarak balıklarda hematolojik indekslerin farklılık gösterdiği sonucuna varılabilir.

Anahtar Kelimeler : Balık, Hematolojik indeksler, RBC, WBC, Hb, Hct, MCV, MCH, MCHC.

REFERENCE VALUES OF HAEMATOLOGICAL INDICES FOR DIFFERENT FISH SPECIES

ABSTRACT

Any type of stress, diseases, in sufficient diet, toxins, variation in water quality and other environmental factors may directly affect the physiological conditions of fish. In this present study, the values of some haematological indices, which are known as important criteria of health and physical conditions of fish, have been investigated in different fish species. The minimum and maximum values of red blood cell (RBC), white blood cell (WBC), haemoglobin (Hb), haematocrit (Hct), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular haemoglobin (MCH) and mean corpuscular haemoglobin concentration (MCHC) from examined haematological indices were found as $0.128-4.005 \times 10^6 / \text{mm}^3$, $1.43571-107.000 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $1.300-16.000 \text{ g}100\text{ml}^{-1}$, $4.800-58.800 \%$, $31.600-894.940 \mu\text{m}^3$, $17.300-406.250 \mu\text{g}/\text{cell}$, $8.700-65.000 \text{ g}100\text{ml}^{-1}$ respectively. Based on the above parameters, it can be concluded that, the haematological indices showed variations in different fish species.

Keywords: Fish, Haematological indices, RBC, WBC, Hb, Hct, MCV, MCH, MCHC.

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 17100/ ÇANAKKALE
E-posta: sanver_celik@hotmail.com

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 17100/ ÇANAKKALE

1. GİRİŞ

Balık, akvatik çevrenin koşullarını ve değişimini belirlemede biyoindikatör olarak kullanılan canlılardan birisidir. Bu nedenle, ekosistemdeki değişimlere bağlı olarak balığın çeşitli seviyelerde bu değişimlere gösterdiği tepkilerin derecelerinin ve şeklinin bilinmesi gerekmektedir. Balık kanı, omurgalı sucül canlıların biyolojik göstergeleri olduğu gibi, çevresel ve insan kaynaklı stres faktörlerinin etkilerini ve ekosistem sağlığını da gösterir (Heath, 1990; Lusková, 1997). Balık kanının hematolojik ve biyokimyasal değişimleri ve tepkileri ile ilgili çoğu bilgi, kültürü yapılan balık türlerine aittir. Günümüze dek, yabancı balık popülasyonları fazla dikkate alınmamıştır. Kan parametrelerinin referans fizyolojik değerleri ise; çevre koşullarının, akvatik ekosistemin ve ekosistemin ait olduğu karaların durumunun değerlendirilmesinde kullanılan önemli özelliklerdir (Lusková, 1997).

Balık hematolojisi ile ilgili çalışmalar 1960 ve 1970'li yıllarda çok yoğun bir şekilde yapılmıştır (Hawkins and Mawdesley-Thomas, 1972). Daha sonraki yıllarda ise, kan biyokimyası ile ilgili araştırmalar belirli aralıklarla devam etmiştir (Folmar 1993; Hille 1982). Başlangıçta çoğunlukla laboratuvar şartlarında belirli bir etkiye göre değişen kan parametreleri tek taraflı yaklaşımla incelenmiş (Lusková, 1997; Svobodová, 1982), özellikle çeşitli kimyasal maddelerin toksisitesinin değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Ancak, laboratuvar koşullarında stres faktörleriyle yapılan test sonuçlarının, doğal çevreye uygulandığında genellikle yanlış sonuçlara yol açacağı görülmüştür. Doğal koşullarda tüm organizmaları çok sayıda çevresel faktörler etkilediğinden ve organizmaların bu etkilere verdiği tepkiler farklı olduğundan, laboratuvarda yapılan biyolojik test sonuçları ve sucül organizmalar üzerine stres faktörlerinin etkilerini değerlendiren yayın metotlarla çok fazla tahmin yapılamamaktadır (Adams, 1990; Lusková, 1997).

Hematolojik indekslerin referans değerleri, sağlık durumlarının ve hastalık teşhislerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır (Alexander vd., 1980; Blaxhall, 1972; Campbell, 1998). Belirli balık hastalıklarının araştırılmasında ve metabolik rahatsızlıkların teşhisinde balıkların hematolojik indeksleri fayda sağlamaktadır. Ayrıca hematolojik indeksler balıkların fizyolojik durumlarının belirlenmesinde bir indikatör olarak kullanılmaktadır (Aldrin vd., 1982; Barham vd., 1980; Bollard vd., 1989).

Balık kültürü, deneyler, toksisite testleri vb. ile ilgili çok sayıda veri ve bilgi mevcut olmasına rağmen (Lusková, 1997), doğal şartlarda serbest olarak yaşayan balıkların normal fizyolojilerine ait temel veriler oldukça sınırlıdır. Çok sayıda araştırmacı bu gerçeğin farkında olup makalelerinde kendi çevresel koşullarında yaşayan balıklar üzerine verilerin elde edilmesinin gerekli olduğunu belirtmişlerdir (Blaxhall ve Daisley 1973; Van Vuren ve Hattingh, 1978). Balıklarda kan parametreleri ile ilgili olarak dünyada ve ülkemizde bir çok araştırmacı tarafından çalışmalar yapılmaktadır. Ba-

lıklarda hematolojik indekslerin değişiminde balık türünün (Lusková, 1997) yanında; mevsimlerin (Azizoğlu ve Cengizler, 1996; Çelik, 2004; Girgin Başusta ve Şen, 2001; Lusková, 1997; Şahan ve Cengizler, 2002; Van Vuren ve Hattingh, 1978), su sıcaklığı ve oksijenin (Azizoğlu ve Cengizler, 1996; Kocabatmaz ve Ekingen, 1977; Lie vd., 1989), üremenin (Azizoğlu ve Cengizler, 1996; Çelik, 2004; Lusková, 1997; Lusková vd., 1995; Shimma vd., 1984), besleme durumunun (Handy vd., 1999; Yone vd., 1986), balık büyüklüğü ve ağırlığının (Girgin Başusta ve Şen, 2001), örneklem metodunun (Houston, 1997), yaşın (Bahmani vd., 2001; Girgin Başusta ve Şen, 2001), ayrıca suyun tuzluluğunun (Brown vd., 2001), hastalıkların (Altun ve Diler, 1999; Aydın vd., 1997; Barham vd., 1980; Blaxhall ve Daisley, 1973), ağır metal ve toksik maddelerin (Atamanalp, 2000; Aziz vd., 1993; Dawson, 1990; Shakoori vd., 1991, 1994, 1996; Sharma ve Gupta, 1994; Yamawaki vd., 1986), stres faktörlerinin (Heath, 1987; Pagés vd., 1995) de etkili olduğu bildirilmiştir.

Balıklarda hematolojik indekslerin yukarıda belirtilen alanlarda kullanılabilmesi için bu indekslerin referans değerlerinin yada değer aralıklarının bilinmesi zorunludur. Bu çalışmada, konuyla ilgili farklı tür sağlıklı balıklarda yapılan hematolojik indeksler ile ilgili çalışma sonuçlarının bir araya getirilerek karşılaştırılması amaçlanmıştır. Böylece bu konuyla ilgili araştırma yapacaklara bir kaynak oluşturması hedeflenmiştir.

2. HEMATOLOJİK İNDEKSLER

Balıklarda yaygın olarak en çok çalışılan ve önemli olan bazı hematolojik indeksler: eritrosit sayısı (RBC), lökosit sayısı (WBC), hematokrit oranı (Hct), hemoglobin değeri (Hb), ortalama eritrosit hacmi (MCV), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin (MCH) ve eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC)'dur. Hematolojik indekslerin genel ortalama değeri Çizelge 1'de verilen balıkların ortalama değeri alınarak hesaplanmıştır.

2.1 Eritrosit Sayısı (RBC)

Eritrositler (kırmızı kan hücreleri) çekirdekli ve sarı-kırmızı renklidir (Çelikkale, 1991). Eritrositlerin karakteristik kırmızı rengi, renksiz bir protein olan globin ve demir içeren sarı-kırmızı renkli bir pigment olan heme'den oluşan hemoglobinden ileri gelmektedir (Demir, 1996). Ergin bireylerin 1 mm³ kanında 20000-3000000 arasında eritrosit bulunur. Balık türlerine göre miktarı çok değişken olan çekirdeksiz kırmızı kan hücreleri ise az sayıda olup, olgunlaşmamış ve yuvarlamsı yapıdadır. Büyüklükleri türlere göre değişmek üzere 7-36 µ arasındadır (Çelikkale, 1991). Örneğin *Petromyzon* (bofa balıkları) familyasına ait türlerde küresel eritrositlerin çapı 9 µ dolayındadır. *Elasmobranchii* (vatoz ve köpek balıkları) alt sınıfı üyelerinde büyük çapları 20-27 µ, küçük çapları 14-20 µ arasında değişen büyük eritrositler bulunur. *Osteichthyes* (kemikli balıklar) sınıfı üyelerinin çoğunda eritrositlerin büyük çapları 12-24 µ, küçük çap-

ları 8,5-9,5 μ arasında değişir; fakat *Dipnoi* (akciğerli balıklar) alt sınıfı üyelerinde büyük çapları yaklaşık 36 μ 'dur. Genellikle eritrositlerin büyüklüğü ile sayısı arasında ters bir ilişki vardır. Örneğin *Elasmobranchii* alt sınıfı üyelerinde 1 mm³ kanda yarım milyondan daha az eritrosit bulunmasına karşılık, *Osteichthyes* sınıfı üyelerinin çoğunda 1-3x10⁶ eritrosit vardır; fakat aktif deniz balıklarında bu sayı, 4-6x10⁶'ya kadar erişir (Demir, 1996). Memelilerde eritrositler 60-90 günlük bir hayat döngüsüne sahipken balıklarda bu süre bilinmemektedir. Sayılarının az, hacimlerinin büyük olmasından dolayı balık eritrositlerinin sayılması memelilerinkine göre daha kolaydır (Heath, 1987). Zayıf beslenme ve anemi durumlarında eritrosit sayısında azalma, dehidrasyon durumunda ise artma meydana gelmektedir (Mayer, 1998). RBC sayısı kirleticilere ve tahriş edici maddelere karşı organizmanın verdiği sekonder cevap olarak kullanılabilir (Vosyliene, 1999).

İncelenen 42 balık türü içerisinde en düşük RBC sayısı 0,128x10⁶/mm³ ile *Scorpaena porcus* (Çelik ve Bircan, 2004) türünde, en yüksek RBC sayısı ise 4,005x10⁶/mm³ ile *Oreochromis niloticus* (Azizoğlu ve Cengizler, 1996) balığında görülmüştür. Balıklarda ortalama RBC sayısı 1,455±0,836x10⁶/mm³ olarak hesaplanmıştır.

RBC sayısı balık türüne göre değişmekle birlikte (Lusková, 1997), aynı balık türü ile yapılan farklı çalışmaların bazılarında RBC sayısı birbirine yakın bulunurken, bazı çalışmalarda ise farklılık göstermiştir. Örneğin Kocabatmaz ve Ekingen, (1984), Aydın vd., (1997) ve Handy vd., (1999)'nın Salmonidae familyasına ait *Oncorhynchus mykiss* türü için elde ettiği RBC değeri birbirine yakın bulunurken Tablo 1'de aynı türle yapılan diğer araştırmalarda (Kocabatmaz ve Ekingen, 1977; Atamanalp, 2000; Martinez vd., 1994; Altun ve Diler, 1999; Çakıcı, 1999) ise birbirinden farklı elde edilmiştir. Shakoori vd. (1991, 1994)'nın Cyprinidae familyasından olan *Ctenopharyngodon idella* türü için belirlediği RBC sayısı birbirinden farklı bulunurken benzer durum aynı familyaya ait olan *Cyprinus carpio* türü için yapılan farklı çalışmalarda (Van Vuren ve Hattingh, 1978; Yamawaki vd., 1986; Cengizler ve Azizoğlu, 2000) da tespit edilmiştir. Sadler vd., (2000) ile Everall vd., (1992)'nin *Salmo salar* (Salmonidae) türü için yaptığı farklı çalışmada RBC sayısı değişiklik göstermiştir. Atamanalp ve Güneş, (2002)'in *Capoeta capoeta* (Cyprinidae) ile Sadler vd., (2000)'nin *Salmo salar* (Salmonidae) türü için tespit ettiği RBC sayısı birbirine benzer olarak belirlenirken Van Vuren ve Hattingh, (1978)'in, *Cyprinus carpio* (Cyprinidae), Şahan ve Cengizler, (2002)'in *Rutilus rutilus* (Cyprinidae) ile Kocabatmaz ve Ekingen, (1977)'in *Oncorhynchus mykiss* (Salmonidae), Satake vd. (1986)'nin *Hypostomus punctatus* (Loricariidae), Altun ve Diler (1999)'nin *Oncorhynchus mykiss* (Salmonidae) ile Blaxhall ve Daisley (1973)'in *Salmo trutta* (Salmonidae), Çelik ve Bircan, (2004)'in *Scorpaena porcus* (Scorpaenidae) ile Çakıcı, (1999)'nin *Oncorhynchus mykiss* (Salmonidae) türleri için elde ettiği RBC sayısı birbirinden önemsiz bir farklılık göstermiştir (Tablo 1). Tablo 1'de farklı yada

aynı familyaya ait farklı türler arasında yapılan diğer çalışmalarda ise RBC sayısında değişiklik gözlenmiştir.

Ayrıca yapılan çalışmalarda RBC sayısına; sıcaklık ve oksijenin (Azizoğlu ve Cengizler, 1996; Kocabatmaz ve Ekingen, 1977; Lie vd., 1989; Lusková vd., 1995), mevsimlerin (Azizoğlu ve Cengizler, 1996; Çelik, 2004; Lusková, 1997; Lusková vd., 1995; Girgin Başusta ve Şen, 2001; Şahan ve Cengizler, 2002), ağırlık ve total boyun (Girgin Başusta ve Şen, 2001), cinsiyetin (Girgin Başusta ve Şen, 2001; Lusková, 1997), hastalıkların (Altun ve Diler, 1999; Aydın vd., 1997; Blaxhall ve Daisley, 1973; Barham vd., 1980), üremenin (Çelik, 2004; Ezzat vd., 1973; Lusková, 1997; Lusková vd., 1995; Azizoğlu ve Cengizler, 1996), örnekleme metodunun (Houston, 1997), ağır metaller ve toksik maddelerin (Atamanalp, 2000; Aziz vd., 1993; Shakoori vd., 1991; 1994; Sharma ve Gupta, 1994; Yamawaki vd., 1986), sanayi atıkları ve kirliliğin (Atamanalp ve Güneş, 2002; Das ve Mukherjee, 2003), besleme durumunun (Yone vd., 1986; Handy vd., 1999), stresin (Heath, 1987; Pagés vd., 1995), yaşın (Bahmani vd., 2001; Girgin Başusta ve Şen, 2001) ve stok yoğunluğunun (Wagner vd., 1997) da etkili olduğu belirlenmiştir.

2.2 Lökosit Sayısı (WBC)

Lökositler (beyaz kan hücreleri) oval benzeri elips şeklindeki kan hücreleridir (Heath, 1987). Bir mm³ kandaki sayıları 20000-150000 arasında değişir; fakat eritrositlerinkinden daha azdır. Lökositler agranüler (agranüositler) veya granüler (granüositler) şekilli olarak bulunurlar. Lökositlerin agranüler olanları lenfosit, monosit, trombosit olmak üzere üçe ayrılırlar. Büyüklükleri 4,5-12 μ arasında değişen lenfositlerin birincil işlevi, antikor oluşturarak hücrel bağışıklık sağlamak. Monositler ise küresel şekilli olup makrofaj (bir maddenin etrafını çevirerek içine alma ve sindirme) rolü oynarlar. Balıklarda lökositlerin yaklaşık yarısını oluşturan trombositler az çok iğ biçiminde hücreler olup kanın pıhtılaşmasında görev alırlar. Granüositler içerdikleri granüllerin boyanma yeteneğine göre nötrofil, asidofil (euzinofil) ve bazofil olmak üzere üç tiptedir. Bunlardan bazofiller balıklarda ender olarak bulunurlar. Balıklarda sayıca en fazla bulunanlar nötrofillerdir. Tüm lökositlerin % 4-40'ını oluşturan granüositlerin çapları, ortalama 10 μ dolayındadır; fakat *Protepterus* genusuna ait türlerde 24-33 μ kadar olabilir. Granüositler genelde fagositik olup, hastalıklarla savaşta rol oynarlar ve bakterilerle enfekte olduğunda, sayılarında artma meydana gelebilir (Demir, 1996). Çoğunlukla stres durumlarında lökosit sayısında artma ve hemostaside bozulma görülmektedir. İmmun sisteminin bozulması durumunda ise lökosit sayısında azalma meydana gelmektedir (Zhiteneva vd., 1989; Palm vd., 1992). WBC sayısı, kirleticilere ve tahriş edici maddelere karşı organizmanın verdiği sekonder cevap olarak kullanılabilir (Vosyliene, 1999). Bakteriyel enfeksiyon ve stres durumlarında ise lökosit sayısında artma meydana gelmektedir (Mayer, 1998).

Yapılan incelemelerde, ortalama WBC sayısı $32,888 \pm 21,549 \times 10^3/\text{mm}^3$ olarak bulunmuştur. WBC sayısı *Acanthalburnus microlepis* (Kocabatmaz ve Ekingen, 1977) balığında en yüksek ($107,000 \times 10^3/\text{mm}^3$), *Capoeta barroisi* (Şahan ve Cengizler, 2002) türünde ise en düşük ($1,43571 \times 10^3/\text{mm}^3$) olarak belirlenmiştir (Tablo 1).

Cyprinidae familyasının bir üyesi olan *Ctenopharyngodon idella* için yapılan çeşitli çalışmalarda (Shakoori vd., 1991, 1994) belirlenen WBC sayısı birbirinden anlamsız bir farklılık gösterirken benzer durum Salmonidae familyasına ait *Oncorhynchus mykiss* türü için yapılan farklı çalışmalarda (Kocabatmaz ve Ekingen, 1977; Çakıcı, 1999) da görülmüştür. Tablo 1'de Cyprinidae familyasına ait *Cyprinus carpio* (Van Vuren ve Hattingh, 1978; Cengizler ve Azizoğlu, 2000) ve Salmonidae familyasına ait *Oncorhynchus mykiss* (Atamanalp, 2002; Kocabatmaz ve Ekingen, 1984; Aydın vd., 1997; Altun ve Diler, 1999) türü için yapılan diğer araştırmalarda ise belirlenen WBC sayısı birbirinden farklılık göstermiştir. Aynı balık türü ile yapılan farklı çalışmada tespit edilen WBC sayısı değişebilmektedir. Santhakumar vd., (1999)'nın *Anabas testudineus* (Anabantidae) ile Kocabatmaz ve Ekingen, (1984)'in *Oncorhynchus mykiss* (Salmonidae), Girgin Başusta ve Şen, (2001)'in *Chondrostoma regium* (Cyprinidae) ile Cengizler ve Azizoğlu, (2000)'nun *Cyprinus carpio* (Cyprinidae), Shakoori vd., (1994)'nin *Ctenopharyngodon idella* (Cyprinidae) ile Atamanalp ve Güneş, (2002)'in *Capoeta capoeta* (Cyprinidae) türleri için elde ettiği WBC sayısı birbirine çok yakın bulunmuştur. Benzer durum Cyprinidae familyasına ait olan *Cyprinus carpio* (Van Vuren ve Hattingh, 1978) ile *Puntius sophore* (Sharma ve Gupta, 1994), Salmonidae familyasına ait olan *Oncorhynchus mykiss* (Kocabatmaz ve Ekingen, 1977) ile Scorpaenidae familyasına ait olan *Scorpaena porcus* (Çelik ve Bircan, 2004) türleri için de belirlenmiştir. Aynı şekilde Salmonidae familyasına ait olan *Salmo trutta abanticus* (Kocabatmaz ve Ekingen, 1977) ile *Oncorhynchus mykiss* (Altun ve Diler, 1999) türleri için elde edilen WBC sayısı birbirine çok yakın elde edilirken Tablo 1'de belirtilen diğer farklı veya aynı familyaya ait farklı türler arasında elde edilen WBC sayısı birbirinden farklılık göstermiştir. Lökosit sayısı balık türüne göre değişebilmektedir (Lusková, 1997).

Farklı türden balıklar üzerine yapılan araştırmalarda, WBC sayısına; balık ağırlığının (Girgin Başusta ve Şen, 2001), hastalıkların (Aydın vd., 1997; Altun ve Diler, 1999), örnekleme metodunun (Houston, 1997), ağır metal ve toksik maddelerin (Shakoori vd., 1991, 1994; Aziz vd., 1993; Sharma ve Gupta, 1994; Atamanalp, 2000; Das ve Mukherjee, 2003), sanayi atıkları ve kirliliğin (Atamanalp ve Güneş, 2002), besleme durumunun (Blaxhall, 1972; Handy vd., 1999), stresin (White vd., 1993; Hickey, 1982), yaşın (Bahmani vd., 2001; Girgin Başusta ve Şen, 2001), su sıcaklığı ve oksijenin (Lusková vd., 1995; Lusková, 1997; Azizoğlu ve Cengizler, 1996; Kocabatmaz ve Ekingen, 1977), üremenin (Çelik, 2004; Lusková vd.,

1995; Azizoğlu ve Cengizler, 1996), mevsimlerin (Girgin Başusta ve Şen, 2001; Şahan ve Cengizler, 2002; Azizoğlu ve Cengizler, 1996; Lusková, 1997; Çelik, 2004; Van Vuren ve Hattingh 1978; Cengizler ve Azizoğlu, 2000) de etkili olduğu bilinmektedir.

2.3 Hemoglobin (Hb)

Hemoglobin, oksijeni dokulara taşıma görevini yüklenmiş olan bir solunum pigmentidir (Berkarda ve Eyüpoğlu, 1983). Kanın oksijen taşıma kapasitesi, hemoglobinin miktarına, o da eritrositlerin sayısına göre değişir. Çünkü kanın oksijen bağlama gücünü artıran başlıca faktör hemoglobindir. Balıkların çoğunda kandaki oksijenin % 90'ından fazlası hemoglobin tarafından bağlanarak, geri kalan az bir kısmı plazmada erimiş halde taşınır (Demir, 1996). Hemoglobinin, bu hayati görevinin yanı sıra karbondioksiti de taşıma ve kan pH'sını sabit tutmada rolleri vardır. Eritrosit katı maddesinin % 35'i hemoglobindir (Berkarda ve Eyüpoğlu, 1983). Anemia ve absorpsiyonun bozulması durumunda hemoglobin seviyesinde azalma görülmektedir (Mayer, 1998). Hb değeri, kirleticilere ve tahriş edici maddelere karşı organizmanın verdiği sekonder cevap olarak kullanılabilir (Vosylienė, 1999).

İncelenen literatürler içerisinde bildirilen en düşük Hb değeri $1,300 \text{ g}100\text{ml}^{-1}$ ile *Cyprinus carpio* [Cyprinidae (Yamamoto ve Shirai, 1991)] türünde, en yüksek Hb değeri ise $16,000 \text{ g}100\text{ml}^{-1}$ ile *Puntius sophore* [Cyprinidae (Sharma ve Gupta, 1994)] balığında görülmüştür. Balıklarda ortalama Hb değeri $7,682 \pm 2,328 \text{ g}100\text{ml}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır (Tablo 1).

Farklı yazarlar tarafından Cyprinidae familyasına ait *Ctenopharyngodon idella* türü ile yapılan farklı çalışmalarda (Shakoori vd., 1991, 1994, 1996; Mughal vd., 1993) Hb değeri birbirine benzer olarak elde edilmiştir. Benzer şekilde, Cyprinidae familyasına ait *Cyprinus carpio* türü ile yapılan çeşitli çalışmalarda (Yamawaki vd., 1986; Malla Reddy ve Bashamohideen, 1989) elde edilen Hb değeri birbirine yakın bulunmuştur. Martínez vd., (1994) ile Altun ve Diler, (1999)'in, Aydın vd., (1997), Çakıcı, (1999) ile Kocabatmaz ve Ekingen, (1977)'in, Atamanalp, (2002) ile Kocabatmaz ve Ekingen, (1984)'in Salmonidae familyasına ait *Oncorhynchus mykiss* türü ile yaptıkları farklı araştırmalarda Hb değeri birbirine yakın elde edilmiştir. *Salvelinus namaycush* (Salmonidae) türü ile yapılan farklı çalışmalarda (Piper ve Stephens, 1962; Hunn vd., 1968; Soivio vd., 1974; Jayaram ve Beamish, 1992) Hb seviyesi birbirine yakın belirlenmiştir. Hb değeri, aynı balık türüyle yapılan farklı çalışmalarda genel olarak birbirinden anlamsız bir farklılık göstermiştir. *Acipenser transmontanus* [Acipenseridae, (Lacey ve Rodnick, 2002)], *Salmo salar* [Salmonidae (Sadler vd., 2000)] ile *Hypostomus punctatus* [Loricariidae (Satake vd., 1986)], *Oreochromis niloticus* [Cichlidae (Azizoğlu ve Cengizler, 1996)], *Ctenopharyngodon idella* [Cyprinidae (Shakoori vd., 1991, 1994, 1996; Mughal vd., 1993)] ile *Salvelinus namaycush* [Salmonidae (Hoffert ve Fromm, 1996)], *Tilapia mossambica*

[Cichlidae, (Aziz vd., 1993)] ile *Plecoglossus altivelis* [Plecoglossidae, (Aliah vd., 1991)], *Tilapia nilotica* [Cichlidae, (Lacey ve Rodnick, 2002)] ile *Salmo salar* [Salmonidae (Sandnes vd., 1988)], *Capoeta barroisi* [(Şahan ve Cengizler, 2002)] ile *Leuciscus cephalus* [Cyprinidae, (Haşiloğlu ve Atamanalp, 2002)], *Capoeta capoeta* [Cyprinidae, (Atamanalp ve Güneş, 2002)] ile *Puntius sophore* [Cyprinidae, (Sharma ve Gupta, (1994)], *Cyprinus carpio* [Cyprinidae, (Van Vuren ve Hattingh, 1978)] ile *Salvelinus namaycush* [Salmonidae, (Soivio vd., 1974)], *Leuciscus cephalus* [Cyprinidae, (Kocabatmaz ve Ekingen, 1977)] ile *Xiphophorus helleri* [Poeciliidae, (Schütt vd., 1997)] türleri için belirlenen Hb seviyesi birbirine paralellik göstermiştir. Benzer durum *Rutilus rutilus* [Cyprinidae, (Şahan ve Cengizler, 2002)], *Scorpaena porcus* [Scorpaenidae (Çelik ve Bircan, 2004)] ile *Sparus aurata* [Sparidae (Pagés vd., 1995)], *Hypostomus paulinus* [Loricariidae, (Satake vd., 1986)], *Oncorhynchus mykiss* [Salmonidae, (Atamanalp, 2002)] ile *Salmo trutta* [Salmonidae, (Blaxhall ve Daisley, 1973)], *Oncorhynchus mykiss* [Salmonidae, (Martínez vd., 1994)] ile *Pagrus auratus* [Sparidae, (Canfield vd., 1994)], *Oncorhynchus mykiss* [Salmonidae, (Altun ve Diler, 1999)] ile *Chrysophrys major* [Sparidae, (Yone vd., 1986)], *Oncorhynchus mykiss* [Salmonidae, (Handy vd., 1999)] ile *Salvelinus fontinalis* [Salmonidae, (Audet ve Claireaux, 1992)] türleri için de elde edilmiştir (Tablo 1). Farklı veya aynı familyalara ait farklı tür balıklarda tespit edilen Hb değeri genel olarak önemsiz bir değişkenlik göstermektedir. Hb değeri türlere göre değişmektedir (Lusková, 1997).

Yapılan araştırmalarda Hb seviyesine; toplam ağırlık ve boyun (Girgin Başusta ve Şen, 2001), üremenin (Azizoğlu ve Cengizler, 1996; Çelik, 2004; Lusková vd., 1995), cinsiyetin (Girgin Başusta ve Şen, 2001; Lusková, 1997; Kocabatmaz ve Ekingen, 1984; Lusková vd., 1995), mevsimlerin (Audet ve Claireaux, 1992; Dawson, 1990; Şahan ve Cengizler, 2002; Azizoğlu ve Cengizler, 1996; Lusková vd., 1995; Lusková, 1997), su sıcaklığının (Lie vd., 1989; Murad vd., 1990; Azizoğlu ve Cengizler, 1996; Kocabatmaz ve Ekingen, 1977), hastalıkların (Blaxhall ve Daisley, 1973; Bergheim vd., 1990; Altun ve Diler, 1999), örnekleme metodunun (Houston, 1997), ağır metal ve toksik maddelerin (Dawson, 1990; Yamawaki vd., 1986; Aziz vd., 1993; Shakoovi vd., 1991; 1994; 1996; Sharma ve Gupta, 1994; Saxena vd., 2000; Atamanalp, 2000; Das ve Mukherjee, 2003), sanayi atıkları ve kirliliğin (Jeney vd., 1996; Atamanalp ve Güneş, 2002), besleme durumunun (Sakthivel, 1998), stresin (Pagés vd., 1995; Heath, 1987), tuzluluğun (Brown vd., 2001), yaştan (Bahmani vd., 2001) da etkili olduğu bildirilmiştir.

2.4 Hematokrit (Hct)

Kırmızı kan hücrelerinin (eritrosit) yüzde olarak değeridir. Anemiyi kontrol için kullanılan bir kriterdir (Murray vd., 1993). Ölçümünün kolay olması nedeniyle yaygın olarak kullanılan bir parametredir. Zayıf bes-

lenme ve anemia durumlarında Hct oranında azalma, dehidrasyon durumunda ise artma meydana gelmektedir (Mayer, 1998). Aynı zamanda stres Hct oranını artırırken Hct oranı kirleticilere ve tahriş edici maddelere karşı organizmanın verdiği sekonder cevap olarak da kullanılabilir (Vosylienė, 1999).

Eldeki mevcut araştırmalara göre, ortalama Hct oranı % 33,460±8,485 olarak tespit edilmiştir. Bunun yanında incelenen makalelerde *Oncorhynchus mykiss* (Martínez vd., 1994) türü için en yüksek ortalama değer olarak verilen % 58,800±4,100 değeri şimdiye kadar rapor edilen literatürler içerisinde bildirilen en yüksek Hct oranından da yüksek olduğu görülmüştür. Balıklarda en düşük Hct oranı % 4,800 *Cyprinus carpio* (Yamamoto ve Shirai, 1991) türünde elde edilmiştir (Tablo 1).

Hct oranı balık türüne göre değişmekle (Lusková, 1997) birlikte, Azizoğlu ve Cengizler (1996) ile Chen vd. (2002)'nin Cichlidae familyasına ait *Oreochromis niloticus* türü için yaptıkları farklı araştırmada Hct oranı birbirine yakın bulunurken Tablo 1'de diğer araştırmacıların (Aziz vd., 1993; Hussein vd., 1996; Yavuzcan Yıldız vd., 1997) aynı tür için bulduğu Hct oranı ise birbirinden farklıdır. Van Vuren ve Hattingh (1978), Yamawaki vd. (1986) ile Hamers (1994)'in Cyprinidae familyasına ait *Cyprinus carpio* türü için yaptığı farklı araştırmalarda Hct oranı birbirine yakın elde edilirken Malla Reddy ve Bashamohideen (1989), Kopp ve Heteša (2000) ile Yamamoto ve Shirai, (1991)'nin aynı tür için yaptığı farklı çalışmalarda ise Hct oranı birbirinden farklı bulunmuştur. Cyprinidae familyasından olan *Rutilus rutilus* (Jeney vd., 1996; Şahan ve Cengizler, 2002) türü için yapılan farklı araştırmalarda Hct oranı farklı tespit edilirken Loricariidae familyasından olan *Hypostomus punctatus* (Satake vd., 1986; Sawaya ve Viera, 1983) türü için yapılan farklı çalışmalarda ise Hct oranı birbirine yakın bulunmuştur. Kocabatmaz ve Ekingen, (1977), Çakıcı, (1999) ile Aydın vd., (1997)'nin, Kocabatmaz ve Ekingen, (1984) ile Railo vd., (1985)'nin Salmonidae familyasından olan *Oncorhynchus mykiss* türü için yaptıkları farklı çalışmalarda Hct oranı birbirine yakın bulunurken benzer durum aynı familyaya ait *Salmo salar* (Sandnes vd., 1988; Everall vd., (1992) için yapılan farklı araştırmalarda da görülmüştür. Piper ve Stephens, (1962), Hunn vd., (1968), Poston (1976) ve Soivio vd., (1974)'nin *Salvelinus namaycush* (Salmonidae) türü için yaptıkları çeşitli çalışmalarda elde ettikleri Hct oranı birbirine yakın bulunurken benzer durum Jayaram ve Beamish, (1992) ve Pastor, (1983)'ün aynı tür için yaptıkları farklı araştırmada da görülmüştür. Aynı balık türü ile yapılan farklı çalışmalarda Hct oranı değişebilmektedir.

Kocabatmaz ve Ekingen (1977)'in *Leuciscus cephalus* (Cyprinidae), Aliah vd., (1991)'nin *Plecoglossus altivelis* (Plecoglossidae), Kocabatmaz ve Ekingen (1977), Çakıcı, (1999) ile Aydın vd., (1997)'nin *Oncorhynchus mykiss* (Salmonidae) türleri için birbirine yakın olarak elde ettiği Hct oranı, Chen vd., (2002)'nin *Oreochromis niloticus* (Cichlidae),

Haşiloğlu ve Atamanalp, (2002)'in *Leuciscus cephalus* (Cyprinidae), Altun ve Diler, (1999)'in *Oncorhynchus mykiss* (Salmonidae) türleri için belirlediği Hct oranından önemsiz bir farklılık göstermiştir. Blaxhall ve Daisley, (1973)'in *Salmo trutta* (Salmonidae) ile McKim vd., (1999)'nin *Salvelinus namaycush* (Salmonidae) türleri için birbirine paralel olarak tespit ettiği Hct oranı, Pagés vd., (1995)'nin *Sparus aurata* (Sparidae) ile Satake vd., (1986)'nin *Hypostomus punctatus* (Loricariidae) türleri için elde ettiği Hct oranından anlamsız bir değişkenlik göstermiştir. Schütt vd., (1997)'nin *Xiphophorus helleri* (Poeciliidae) ile Sawaya ve Vieria, (1983)'nin *Hypostomus punctatus* (Loricariidae) türleri için bulunduğu Hct oranı birbirine benzerlik gösterirken, bu oran Azizoğlu ve Cengizler, (1996)'in *Oreochromis niloticus* (Cichlidae), Girgin Başusta ve Şen, (2001)'in *Chondrostoma regium* (Cyprinidae), Sadler vd., (2000)'nin *Salmo salar* (Salmonidae), Lowe vd., (2000)'nin *Thunnus obesus* (Scombridae), Yone vd. (1986)'nin *Chrysophrys major* (Sparidae) türleri için elde ettiği Hct oranına yakın tespit edilmiştir. Hamers, (1994)'in *Cyprinus carpio* (Cyprinidae) ile Kocabatmaz ve Ekingen (1977)'in *Salmo trutta abanticus* (Salmonidae) balığı için elde ettiği Hct oranı birbirine yakın bulunurken bu oran Piper ve Stephens, (1962), Hunn vd., (1968), Poston (1976) ve Soivio vd., (1974)'nin *Salvelinus namaycush* (Salmonidae), Van Vuren ve Hattingh, (1978)'in *Cyprinus carpio* (Cyprinidae), Railo vd., (1985)'nin *Oncorhynchus mykiss* (Salmonidae), Yamawaki vd., (1986)'nin *Cyprinus carpio* (Cyprinidae) türleri için bulunduğu Hct oranından önemsiz bir değişkenlik göstermiştir. Chen vd., (2002)'nin *Oreochromis niloticus* (Cichlidae), Altun ve Diler, (1999)'in *Oncorhynchus mykiss* (Salmonidae), Jayaram ve Beamish, (1992) ve Pastor, (1983)'un *Salvelinus namaycush* (Salmonidae) türleri için bulunduğu Hct oranı birbirine benzer bulunurken bu oran Jeney vd., (1996)'nin *Rutilus rutilus* ile Handy vd., (1999)'nin *Oncorhynchus mykiss* (Salmonidae) türleri için elde ettiği Hct oranından önemsiz derecede farklıdır. Aziz vd., (1993)'nin *Tilapia mossambica* (Cichlidae), Atamanalp, (2000)'in *Oncorhynchus mykiss* (Salmonidae), Sandnes vd., (1988), Hunn ve Greer (1991) ile Overall vd., (1992)'nin *Salmo salar* (Salmonidae) türleri için belirlediği Hct oranı birbirinden anlamsız bir değişkenlik göstermiştir. Bergheim vd., (1990)'nin *Salmo salar* (Salmonidae) ile Lehmann ve Stürenberg, (1976)'in *Oncorhynchus mykiss* (Salmonidae) türleri için bulunduğu Hct oranı birbirine benzerlik gösterirken bu oran Canfield vd., (1994)'nin *Pagrus auratus* (Sparidae), Shimma vd., (1984) ile Martinez vd., (1994)'nin *Oncorhynchus mykiss* (Salmonidae) türleri için elde ettiği Hct oranından önemsiz derecede farklıdır. Benzer şekilde Yavuzcan Yıldız vd., (1997)'in *Oreochromis niloticus* (Cichlidae), Murad vd., (1990)'nin *Carassius auratus* (Cyprinidae), Malla Reddy ve Bashamohideen, (1989)'nin *Cyprinus carpio* (Cyprinidae), Nelson vd., (1996) ile Lie vd., (1989)'nin *Gadus morhua* (Gadidae), Kavamoto vd., (1983)'nin *Hypostomus albopunctatus* (Loricariidae), Satake vd., (1986)'nin *Hypostomus paulinus* ve *Hypostomus regani* (Loricariidae), Brown vd.,

(2001)'nin *Stizostedion lucioperca* (Percidae) ve Çelik ve Bircan, (2004)'nin *Scorpaena porcus* (Scorpaenidae) türleri için belirledikleri Hct oranı birbirinden anlamsız bir farklılık göstermiştir. Şahan ve Cengizler, (2002)'in *Capoeta barroisi* (Cyprinidae) ile *Rutilus rutilus* (Cyprinidae) türleri için tespit ettiği Hct oranı birbirine yakinken elde edilen bu değer *Cyprinus carpio* [Cyprinidae, (Kopp ve Heteša, 2000)] türünden düşük Tablo 1'de verilen diğer balıkların Hct oranından ise yüksek bulunmuştur. Tamburrini vd., (1997)'nin *Pleuragramma antarcticum* (Nototheniidae) ile Saxena vd., (2000)'nin *Scophthalmus maximus* (Scophthalmidae) balığı için elde ettiği Hct oranı birbirine paralellik gösterirken bu oran *Cyprinus carpio* [Cyprinidae, (Yamamoto ve Shirai, 1991)] türü için belirlenen Hct oranından önemsiz derecede farklıdır ve bu balıklarda elde edilen Hct oranı Tablo 1'de verilen diğer balıklardan düşük bulunmuştur. Aynı veya farklı familyaya ait farklı tür balıklar ile yapılan farklı çalışmalarda Hct oranı değişebilmektedir.

Hct oranına; toplam ağırlık ve boyun (Girgin Başusta ve Şen, 2001), üremenin (Azizoğlu ve Cengizler, 1996; Çelik, 2004; Shimma vd., 1984), cinsiyetin (Girgin Başusta ve Şen, 2001; Lusková, 1997; Kocabatmaz ve Ekingen, 1984; Lusková vd., 1995), mevsimlerin (Dawson, 1990; Azizoğlu ve Cengizler, 1996; Çelik, 2004; Girgin Başusta ve Şen, 2001; Şahan ve Cengizler, 2002; Shimma vd., 1984; Van Vuren ve Hattingh, 1978; Chen vd., 2002; Lusková vd., 1995; Lusková, 1997), su sıcaklığı ve oksijenin (Lie vd., 1989; Murad vd., 1990; Aydın vd., 1997; Lusková vd., 1995), hastalıkların (Altun ve Diler, 1999; Aydın vd., 1997; Blaxhall ve Daisley, 1973; Jones ve Pearson, 1976; Bergheim vd., 1990), örnekleme metodunun (Houston, 1997), ağır metal ve toksik maddelerin (Dawson, 1990; Yamawaki vd., 1986; Shakoori vd., 1996; Saxena vd., 2000; Atamanalp, 2000), sanayi atıkları ve kirliliğin (Jeney vd., 1996; Atamanalp ve Güneş, 2002), besleme durumunun (Sakthivel, 1998; Handy vd., 1999), stresin (Pagés vd., 1995), tuzluluğun (Nelson vd., 1996; Brown vd., 2001), kanın vücuttan alınma şeklinin (Railo vd., 1985), yaşın (Bahmani vd., 2001; Girgin Başusta ve Şen, 2001) da etkili olduğu bilinmektedir.

2.5 Ortalama Eritrosit Hacmi (MCV)

MCV'nin hesaplanmasında aşağıdaki formülden yararlanılmaktadır (Kocabatmaz ve Ekingen, 1984; Atamanalp, 2000): $MCV (\mu m^3) = Hct (\%) \times 10/RBC (10^6/mm^3)$. Kalp hareketleri ve kan akışının önemli belirteçlerinden biri olan MCV, osmoregülasyon durumunu belirlemede kullanılır (Heath, 1987). Farklı tipteki anemi durumlarında ise MCV miktarında artma veya azalma görülebilir (Mayer, 1998).

Yapılan incelemelerde, en düşük MCV değeri 31,600 μm^3 ile *Oncorhynchus mykiss* [Salmonidae, (Lehmann ve Stürenberg, 1976)] türünde, en yüksek

MCV değeri ise $894,940 \mu\text{m}^3$ ile *Scorpaena porcus* [Scorpaenidae, (Çelik ve Bircan, 2004)] balığında görülmüştür. Balıklarda ortalama MCV değeri $222,172 \pm 182,724 \mu\text{m}^3$ olarak hesaplanmıştır (Tablo 1).

Cyprinidae familyasına ait *Cyprinus carpio* türü için yapılan farklı araştırmalarda (Van Vuren ve Hattingh, 1978; Yamawaki vd., 1986; Hamers, 1994) MCV değeri birbirinden önemsiz bir değişiklik gösterirken aynı familyaya ait *Ctenopharyngodon idella* balığı için yapılan çeşitli çalışmalarda (Shakoori vd., 1994 ise Shakoori, 1996; Shakoori vd., 1991 ile Mughal vd., 1993) MCV değeri birbirine yakın bulunmuştur. Salmonidae familyasına ait *Oncorhynchus mykiss* türü için yapılan çeşitli araştırmalarda (Atamanalp, 2000; Martinez vd., 1994; Altun ve Diler, 1999; Lehmann ve Stürenberg, 1976) MCV değeri birbirinden farklı bulunmuştur. Aynı durum Salmonidae familyasına ait *Salmo salar* türü için yapılan çeşitli araştırmalarda (Sadler vd., 2000; Sandnes vd., 1988; Everall vd., 1992) da görülmüştür. Aynı balık türleri için yapılan çeşitli araştırmalarda MCV değeri değişebilmektedir.

Girgin Başusta ve Şen, (2001)'in *Chondrostoma regium* (Cyprinidae) ile Haşiloğlu ve Atamanalp, (2002)'in *Leuciscus cephalus* (Cyprinidae), Mughal vd., (1993) ve Shakoori vd., (1991)'nin *Ctenopharyngodon idella* (Cyprinidae) ile Aliah vd., (1991)'nin *Plecoglossus altivelis* (Plecoglossidae), Lehmann ve Stürenberg, (1976)'in *Oncorhynchus mykiss* (Salmonidae) ile Sadler vd., (2000)'nin *Salmo salar* (Salmonidae), Dawson, (1990)'nun *Scophthalmus aquosus* (Scophthalmidae) ile Quentel ve Obac, (1992)'in *Scophthalmus maximus* (Scophthalmidae), Canfield vd., (1994)'nin *Pagrus auratus* (Sparidae) ile Pagés vd., (1995)'nin *Sparus aurata* (Sparidae) türleri için belirlediği MCV değeri birbirinden anlamsız bir değişiklik gösterirken Tablo 1'de aynı veya farklı familyalar arasında çeşitli tür balıklar ile yapılan diğer araştırmalarda ise MCV değerinde farklılıklar gözlenmiştir. MCV değeri balık türüne göre değişebilmektedir (Lusková, 1997).

Yapılan araştırmalarda MCV değerine; toplam ağırlık ve boyun (Girgin Başusta ve Şen, 2001), cinsiyetin (Girgin Başusta ve Şen, 2001; Lusková, 1997), mevsimlerin (Girgin Başusta ve Şen, 2001; Van Vuren ve Hattingh, 1978; Lusková vd., 1995), toksik maddelerin (Shakoori vd., 1991, 1996; Atamanalp, 2000), hastalıkların (Altun ve Diler, 1999), su sıcaklığının (Lie vd., 1989; Lusková vd., 1995), besleme durumunun (Yone vd., 1986) ve stresin (Pagés vd., 1995) de etkili olduğu bildirilmiştir.

2.6 Eritrosit Başına Düşen Ortalama Hemoglobin (MCH)

Solunum fonksiyonunun önemli bir belirteci olan MCH'nin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmaktadır (Kocabatmaz ve Ekingen, 1984; Atamanalp, 2000): $\text{MCH} (\mu\text{g}/\text{hücre}) = [\text{Hb} (\text{g}/100\text{ml}) \times 10] / \text{RBC} (10^6/\text{mm}^3)$.

Eldeki mevcut bilgilere göre, ortalama MCH değeri $57,670 \pm 41,335 \mu\text{g}/\text{hücre}$ olarak hesaplanmıştır. Bunun yanında, incelenen makalelerde *Xiphophorus helleri* (Schütt vd., 1997) için MCH değeri ortalama $17,300 \pm 2,300 \mu\text{g}/\text{hücre}$ olarak rapor edilmiştir. Bildirilen bu değer incelenen makalelerde bildirilen en düşük MCH değerlerinden de düşük olduğu görülmüştür. Sözü geçen makalede en düşük ve en yüksek MCH değeri belirtilmediğinden dolayı bildirilen ortalama değer şimdiye kadar rapor edilen en düşük MCH değeri olarak kaydedilmiştir. En yüksek MCH değeri ($406,250 \mu\text{g}/\text{hücre}$) ise *Scorpaena porcus* (Çelik ve Bircan, 2004) türünde elde edilmiştir (Tablo 1).

Cyprinidae familyasına ait *Ctenopharyngodon idella* türü için yapılan çeşitli çalışmalarda (Shakoori vd., 1991, 1994, 1996; Mughal vd., 1993) MCH değeri birbirinden anlamsız bir değişiklik göstermiştir. Benzer durum Cyprinidae familyasına ait *Cyprinus carpio* türü ile yapılan farklı araştırmalarda (Yamawaki vd., 1986; Hamers, 1994) da gözlenmiştir. *Salmo salar* (Salmonidae) için yapılan farklı araştırmalarda (Sandnes vd., 1988; Sadler vd., 2000) ise MCH değeri birbirine yakın elde edilmiştir. Martínez vd., (1994) ile Lehmann ve Stürenberg, (1976)'in Salmonidae familyasına ait *Oncorhynchus mykiss* türü için yaptıkları farklı araştırmalarda MCH değeri birbirine yakın elde edilirken diğer araştırmacıların (Atamanalp, 2000; Altun ve Diler, 1999) aynı türle yaptığı çeşitli çalışmalarda ise birbirinden farklı bulunmuştur. MCH değeri aynı balık türleri için yapılan çeşitli çalışmalarda farklılık gösterebilmektedir.

MCH değeri balık türleri arasında farklılık göstermekle birlikte (Lusková, 1997), *Ctenopharyngodon idella* [Cyprinidae, (Shakoori vd., 1991, 1994, 1996; Mughal vd., 1993)] ile *Plecoglossus altivelis* [Plecoglossidae, (Aliah vd., 1991)], *Scophthalmus aquosus* [Scophthalmidae (Dawson, (1990))] ile *Pagrus auratus* [Sparidae, (Canfield vd., 1994)], *Sparus aurata* [Sparidae (Pagés vd., 1995)] ile *Chrysophrys major* [Sparidae, (Yone vd., 1986)] türleri için belirlenen MCH değeri birbirine yakın bulunurken Tablo 1'de farklı veya aynı familyaya ait farklı türler arasında yapılan çeşitli araştırmalarda ise farklılık gösterebilmektedir.

Farklı türden balıklar üzerine yapılan incelemelerde, MCH değerine; toplam ağırlık ve boyun (Girgin Başusta ve Şen, 2001), cinsiyetin (Girgin Başusta ve Şen, 2001; Lusková, 1997), mevsimlerin (Girgin Başusta ve Şen, 2001; Lusková vd., 1995; Lusková, 1997), toksik maddelerin (Malla Reddy vd., 1989; Shakoori vd., 1991, 1996; Aziz vd., 1993; Atamanalp, 2000), su sıcaklığının (Lie vd., 1989) ve besleme durumunun (Yone vd., 1986) da etkili olduğu bildirilmiştir.

2.7 Eritrosit Başına Düşen Ortalama Hemoglobin Konsantrasyonu (MCHC)

MCHC değerlerinde, farklı tip anemiasinde artma ve azalma görülebilir (Mayer, 1998). MCHC değerinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılır (Kocabatmaz ve Ekingen, 1984; Atamanalp,

2000): $MCHC \text{ (g/100ml)} = [Hb \text{ (g/100ml)} \times 100] / Hct \text{ (\%)}$

İncelenen makalelerde, Martínez vd., (1994) *Oncorhynchus mykiss* türünde en düşük ortalama değer olarak verdikleri ile 8,700±0,200 g100ml⁻¹ değeri, şimdiye kadar rapor edilen literatürler içerisinde bildirilen en düşük MCHC değerinden de düşük olduğu görülmüştür. Bunun yanında Martínez vd., (1994) çalışmalarında en düşük MCHC değerini belirtmemişlerdir. En yüksek MCHC değeri ise 65,000 g100ml⁻¹ ile *Scorpaena porcus* (Çelik ve Bircan, 2004) balığında görülmüştür. Balıklarda ortalama MCHC değeri 23,540±4,093 g100ml⁻¹ olarak hesaplanmıştır (Tablo 1).

Farklı yazarlar tarafından Cyprinidae familyasına ait *Ctenopharyngodon idella* (Shakoori vd., 1991, 1994, 1996; Mughal vd., 1993) ve *Cyprinus carpio* (Yamawaki vd., 1986; Hamers, 1994; Van Vuren ve Hattingh, 1978) türü için yapılan farklı çalışmalarda MCHC değeri birbirine benzer olarak elde edilmiştir. Salmonidae familyasına ait *Salmo salar* türü ile yapılan çeşitli araştırmalarda (Sadler vd., 2000; Sandnes vd., 1988) MCHC değeri birbirinden anlamsız bir farklılık göstermiştir. Martínez vd., (1994) ile Lehmann ve Stürenberg, (1976)'in *Oncorhynchus mykiss* (Salmonidae) türü ile yaptıkları farklı araştırmada MCHC değeri birbirine yakın elde edilirken diğer araştırmacıların (Atamanalp, 2000; Altun ve Diler, 1999) aynı türle yaptığı çeşitli çalışmalarda ise farklı bulunmuştur. Genel olarak, MCHC değeri aynı balık türleri için yapılan farklı çalışmalarda anlamsız bir değişkenlik gösterebilmektedir.

Farklı tür balıklarda MCHC ortalama değerleri 20-30 rakamları arasında yığılma göstermektedir. *Ctenopharyngodon idella* [Cyprinidae, (Shakoori vd., 1991, 1994, 1996; Mughal vd., 1993)], *Cyprinus carpio* [Cyprinidae, (Yamawaki vd., 1986; Hamers, 1994; Van Vuren ve Hattingh, 1978)], *Leuciscus cephalus* [Cyprinidae, (Haşiloğlu ve Atamanalp, 2002)], *Stizostedion lucioperca* [Percidae, (Brown vd., 2001)], *Plecoglossus altivelis* [Plecoglossidae, (Aliah vd., 1991)], *Xiphophorus helleri* [Poeciliidae, (Schütt vd., 1997)], *Oncorhynchus mykiss* [Salmonidae, (Altun ve Diler, 1999)], *Salmo salar* [Salmonidae (Sadler vd., 2000)], *Scorpaena porcus* [Scorpaenidae (Çelik ve Bircan, 2004)], *Chrysophrys major* [Sparidae, (Yone vd., 1986)] ve *Sparus aurata* [Sparidae (Pagés vd., 1995)] türleri için belirlenen MCHC değeri birbirine yakın bulunmuştur. Aynı şekilde *Pagrus auratus* [Sparidae, (Canfield vd., 1994)], *Salmo salar* [Salmonidae (Sandnes vd., 1988)] ile *Oncorhynchus mykiss* [Salmonidae, (Martínez vd., 1994; Lehmann ve Stürenberg, 1976)], *Chondrostoma regium* [Cyprinidae, (Girgin Başusta ve Şen, 2001)], *Gadus morhua* [Gadidae, (Lie vd., 1989)], *Oncorhynchus mykiss* [Salmonidae, (Atamanalp, 2002)] ile *Scophthalmus aquosus* [Scophthalmidae (Dawson, 1990)] türleri için elde edilen MCHC değeri birbirine yakın tespit edilmiştir. Genel olarak, MCHC değeri

aynı veya farklı familyaya ait farklı türler arasında önemsiz bir değişkenlik gösterebilmektedir.

MCHC değerine; toksik maddelerin (Malla Reddy vd., 1989; Shakoori vd., 1991,1996; Aziz vd., 1993; Santhakumar vd., 1999; Atamanalp, 2000), mevsimlerin (Van Vuren ve Hattingh, 1978; Girgin Başusta ve Şen, 2001; Lusková vd., 1995; Lusková, 1997), su sıcaklığının (Lie vd., 1989) ve tuzluluğun (Brown vd., 2001) da etkili olduğu bildirilmiştir.

Sonuç olarak, farklı tür balıklarda yaygın olarak kullanılan ve önemli olan bazı hematolojik parametrelerden RBC sayısı 1,455±0,836x10⁶/mm³ (0,128-4,005), WBC sayısı 32,888±21,549x10³/mm³ (1,43571-107,000), Hb değeri 7,682±2,328 g100ml⁻¹ (1,300-16,000), Hct oranı % 33,460±8,485 (4,800-58,800), MCV değeri 222,172±182,724 µm³ (31,600-894,940), MCH miktarı 57,670±41,335 µg/hücre (17,300-406,250) ve MCHC seviyesi 23,540±4,093 g100ml⁻¹ (8,700-65,000) olarak belirlenmiştir. Genel olarak, aynı balık türleri için yada farklı familyalar içerisinde yer alan farklı balık türleri için yapılan çeşitli araştırmalarda hematolojik kan parametrelerinin farklılık gösterdiği görülmüştür.

Hematolojik kan parametrelerini balığın türü yanında, yaş, toplam ağırlık ve boy, üreme, cinsiyet, besleme, su kirliliği ve kalitesi, su sıcaklığı ve oksijen, tuzluluk, mevsimler, örnekleme metodu, kanın vücuttan alınma şekli, stres, hastalık oluşu, balığın bulunduğu ortamdaki flora ve faunanın yapısı, toksik maddeler, ağır metal ve sanayi atıklarının da etkilediği görülmüştür. Farklı tür balıklara ait hematolojik indeksler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bundan sonra yapılacak balık kanı ile ilgili çalışmalar için bir ön veri olması ümit edilmektedir. Böylece bu faktörlerin etkileri araştırıldıkça balık kanındaki parametre ve özelliklerin standardizasyonu, dolayısıyla balık sağlığı kontrol kriterleri geliştirilebilecektir.

Tablo 1. Farklı Tür Balıklara Ait Hb, Ht, RBC, WBC, MCV, MCH ve MCHC Değerleri

Balık Türü	RBC x10 ⁶ /mm ³ Xort (Min-Mak)	WBC x10 ³ /mm ³ Xort (Min-Mak)	Hb g100ml ⁻¹ Xort (Min-Mak)	Hct % Xort (Min-Mak)	MCV µm ³ Xort (Min-Mak)	MCH µg/hücre Xort (Min-Mak)	MCHC g100ml ⁻¹ Xort (Min-Mak)	Kaynaklar
Fam Acipenseridae								
<i>Acipenser percus</i>	-	13,430-46,480	4,220-6,580	-	-	-	-	Bahmani ve ark., 2001
<i>Acipenser transmontanus</i>	-	-	7,610±0,700 ^b	-	-	-	-	Lacey ve Rodnick, 2002
<i>Huso huso</i>	-	-	4,630-7,860	-	-	-	-	Bahmani ve ark., 2001
Fam Anabantidae								
<i>Anabas testudineus</i>	4,090	47,100	14,530	-	-	-	-	Santhakumar ve ark., 1999
Fam Cichlidae								
<i>Oreochromis niloticus</i>	2,730±0,860 (2,160-4,005)	53,200±23,900 (25,600-77,500)	4,350 ±1,240 (3,000-6,000)	34,000±10,420 (25,000-44,000)	-	-	-	Azizoğlu ve Cengizler, 1996
	-	-	-	36,700±3,900 (37,600±2,900-44,800±3,500) ^c	-	-	-	Chen ve ark., 2002
	-	-	-	25,270	-	-	-	Yavuzcan Yıldız ve ark., 1997
	-	-	-	20,000	-	-	-	Hussein ve ark., 1996
<i>Tilapia mossambica</i>	-	-	9,800±1,170	46,550±7,250	-	-	-	Aziz ve ark., 1993
<i>Tilapia nilotica</i>	-	-	9,680±0,700 ^b	-	-	-	-	Lacey ve Rodnick, 2002
<i>Tilapia zilli</i>	-	-	9,100±1,620 ^b	-	-	-	-	Lacey ve Rodnick, 2002
	1,800	70,000	-	-	-	-	-	Ezzat ve ark., 1973
Fam Cyprinidae								
<i>Acanthalburnus microlepis</i>	(1,210-2,240)	(21,000-107,000)	(6,500-9,000)	(20,000-38,000)	-	-	-	Kocabatmaz ve Ekingen, 1977
<i>Capoeta barroisi</i>	*1,098±0,696 ^a (0,600714±0,747320-2,122857±1,515780 ^b) ^c	*3,310±1,530 ^a (1,43571±0,12896-4,91666±1,08517 ^b) ^c	*10,080±1,516 ^a (8,580±1,080-12,150±1,130 ^b) ^c	*50,270±3,854 ^a (47,850±1,630-56,000±0,920 ^b) ^c	-	-	-	Şahan ve Cengizler, 2002
<i>Capoeta capoeta</i>	0,815±0,077	21,600±1,930	11,840±1,750	-	-	-	-	Atamanalp ve Güneş, 2002
<i>Carassius auratus</i>	-	-	*6,483±0,306 ^a (5,900±0,070-6,800±0,560 ^b) ^c	*26,783±1,948 ^a (23,800±0,630-29,100±1,480 ^b) ^c	-	-	-	Murad ve ark., 1990
<i>Chondrostoma regium</i>	*1,459±0,575 ^a (0,530-2,710)	*25,430±0,510 ^a (17,600-40,000)	*5,540±0,762 ^a (4,000-7,560)	*33,20±5,596 ^a (21,000-46,000)	*265,664±128,329 ^a (129,150-698,110)	*42,786±15,666 ^a (20-88,06)	*17,256±4,193 ^a (10,810-27,200)-	Girgin Başusta ve Şen, 2001
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	-	-	4,300±0,230 ^b	-	131,910±7,600 ^b	34,480±2,490 ^b	25,750±0,690 ^b	Mughal ve ark., 1993
	1,190±0,050 ^b	22,180±1,810 ^b	4,380±0,140 ^b	-	150,300±5,560 ^b	37,510±1,290 ^b	24,790±0,800 ^b	Shakoori ve ark., 1994
	-	-	4,330±0,180 ^b	-	153,000±600 ^b	38,100±0,700 ^b	25,100±0,900 ^b	Shakoori ve ark., 1996
	1,280±0,080 ^b	23,540±2,880 ^b	4,380±0,210 ^b	-	134,560±6,950 ^b	34,760±1,880 ^b	26,440±0,910 ^b	Shakoori ve ark., 1991
<i>Cyprinus carpio</i>	*1,445±0,238 ^a (1,220-1,780)	*6,575±2,934 ^a (3,300-10,400)	*7,010±1,263 ^a (5,500-8,590)	*29,620±9,706 ^a (21,420-43,290)	*213,900 ±73,227 ^a (141,050-309,230)	-	*26,770±3,532 ^a (23,960-31,920)	Van Vuren ve Hattingh , 1978
	*1,650±19,000 ^a	-	*8,100±1,000 ^a	31,000±4,000 ^a	190,000±13,000 ^a	49,300±3,600 ^a	26,100±3,200 ^a	Yamawaki ve ark., 1986
	-	-	8,070±0,860	25,440±1,670	-	-	-	MallaReddy ve Bashamohideen, 1989
	-	-	*4,950±5,162 ^a (1,300-8,600)	*15,350±14,920 ^a (4,800-25,900)	-	-	-	Yamamoto ve Shirai, 1991
	*2,129±1,0536 ^a (0,682428±66314,54-3,168142±143753,75) ^c	*25,162±18,827 ^a (12,595±1628,63-60,888±1217,75) ^c	-	-	-	-	-	Cengizler ve Azizoğlu, 2000

Değerler literatürlerde verildiği şekilde ortalama değer yada aralık olarak sunulmuştur. a: ± standart sapmayı, b: ± standart hatayı, Xort: ortalama değeri, Min: minimum değeri ve Mak: maksimum değeri göstermektedir. * Ortalamalar ilgili çalışmalarda belirtilen değerler kullanılarak tarafımızdan hesaplanmıştır. c: İncelenen makalelerde en düşük ve en yüksek değerler belirtilmemiştir. Dolayısıyla makalelerde belirtilen en düşük ve en yüksek ortalama değerler ilgili hematolojik indeksler için en düşük ve en yüksek değerler olarak kaydedilmiştir.

Tablo 1. Farklı Tür Balıklara Ait Hb, Ht, RBC, WBC, MCV, MCH ve MCHC Değerleri (Devamı)

Balk Türü	RBC x10 ⁶ /mm ³ Xort (Min-Mak)	WBC x10 ³ /mm ³ Xort (Min-Mak)	Hb g/100ml ⁻¹ Xort (Min-Mak)	Hct % Xort (Min-Mak)	MCV µm ³ Xort (Min-Mak)	MCH µg/hücre Xort. (Min-Mak)	MCHC g/100ml ⁻¹ Xort (Min-Mak)	Kaynaklar
Fam Cyprinidae								
<i>Cyprinus carpio</i>	-	-	-	30,500±4,680 ^a	199,700±29,220 ^a	52,800±6,850 ^a	26,600±3,470 ^a	Hamers, 1994
	-	-	-	*56,370±1,697 ^a (55,170±6,260- 57,570±8,570 ^a) ^c	-	-	-	Kopp ve Heteša, 2000
<i>Labeo rohita</i>	*2,110±0,021 ^a (2,090±0,230- 2,130±0,110 ^b) ^c	*19,570±0,293 ^a (19,240±0,710- 19,770±0,240 ^b) ^c	*5,647±0,0214 ^a (5,400±0,850- 5,770±0,450 ^b) ^c	-	-	-	-	Das ve Mukherjee, 2003
<i>Leuciscus cephalus</i>	1,050-1,900	17,000-33,000	7,800 (6,500-9,500)	38,200 (33,000- 42,000)	-	-	-	Kocabatmaz ve Ekingen, 1977
	1,400±0,300	18,000±3,600	10,000±1,700	37,000±5,400	272,000±48,400	70,000±13,100	26,000±4,700	Haşiloğlu ve Atamanalp, 2002
<i>Puntius sophore</i>	*1,586±0,324 ^a (1,160-2,040)	*6,816±1,614 ^a (4,200-8,500)	*11,383±3,847 ^a (8,000-16,000)	-	-	-	-	Sharma ve Gupta, 1994
<i>Rutilus rutilus</i>	*1,437±0,860 ^a (0,714285±0,69884- 2,617857±3,19027 ^b) ^c	*9,789±10,752 ^a (1,63571±0,13658- 25,4000±3,95024 ^b) ^c	*7,560±1,199 ^a (6,390±0,600- 9,220±0,420 ^b) ^c	*49,510±5,303 ^a (45,420±1,250- 57,300±1,140 ^b) ^c	-	-	-	Şahan ve Cengizler, 2002
	-	-	-	*35,090±6,767 ^a (30,300±3,860- 39,870±2,700 ^a) ^c	-	-	-	Jeney ve ark., 1996
Fam Gadidae								
<i>Gadus morhua</i>	-	-	*4,200±0,335 ^a (3,580±0,220- 4,570±0,550 ^a) ^c	*24,010±1,741 ^a (22,100±8,400- 27,100±2,770 ^a) ^c	-	-	-	Nelson ve ark., 1996
	-	-	*5,130±0,293 ^a (4,800±0,620- 5,350±0,480 ^a) ^c	*27,230±1,701 ^a (25,300±2,800- 28,500±2,400 ^a) ^c	-	-	*18,870±0,116 ^a (18,800±0,700- 19,000±0,900) ^a	Lie ve ark., 1989
Fam Ictaluridae								
<i>Ictalurus punctatus</i>	-	-	8,690±0,770 ^b	-	-	-	-	Lacey ve Rodnick, 2002
Fam Loricariidae								
<i>Hypostomus albopunctatus</i>	-	-	-	27,800	-	-	-	Kavamoto ve ark., 1983
<i>Hypostomus paulinus</i>	0,660-2,010	-	6,870±0,460	25,420±2,590	-	-	-	Satake ve ark., 1986
<i>Hypostomus punctatus</i>	1,000	-	7,600	32,700	-	-	-	Sawaya ve Viera, 1983
	-	-	-	33,800	-	-	-	Satake ve ark., 1986
<i>Hypostomus regani</i>	1,040	-	8,500	26,400	-	-	-	Satake ve ark., 1986
Fam Nototheniidae								
<i>Pleuragramma antarcticum</i>	-	-	-	16,000±9,800 ^a	-	-	-	Tamburrini ve ark., 1997
Fam Percidae								
<i>Stizostedion lucioperca</i>	-	-	*5,720±0,488 ^a (5,370±0,600- 6,060±0,300 ^b) ^c	*24,850±0,212 ^a (24,700±1,300- 25,000±2,700 ^b) ^c	-	-	*23,050±2,333 ^a (21,400±0,500- 24,700±0,600 ^b) ^c	Brown ve ark., 2001

Değerler literatürlerde verildiği şekilde şekilde ortalama değer yada aralık olarak sunulmuştur. a: ± standart sapmayı, b: ± standart hatayı, Xort: ortalama değeri, Min: minimum değeri ve Mak: maksimum değeri göstermektedir. * Ortalamalar ilgili çalışmalarda belirtilen değerler kullanılarak tarafımızdan hesaplanmıştır. c: İncelenen makalelerde en düşük ve en yüksek değerler belirtilmiştir. Dolayısıyla makalelerde belirtilen en düşük ve en yüksek ortalama değerler ilgili hematolojik indeksler için en düşük ve en yüksek değerler olarak kaydedilmiştir.

Tablo 1. Farklı Tür Balıklara Ait Hb, Ht, RBC, WBC, MCV, MCH ve MCHC Değerleri (Devamı)

Balık Türü	RBC x10 ⁶ /mm ³ Xort (Min-Mak)	WBC x10 ³ /mm ³ Xort (Min-Mak)	Hb g100ml ⁻¹ Xort (Min-Mak)	Hct % Xort (Min-Mak)	MCV µm ³ Xort (Min-Mak)	MCH µg/hücre Xort (Min-Mak)	MCHC g100ml ⁻¹ Xort (Min-Mak)	Kaynaklar
Fam Plecoglossidae								
<i>Plecoglossus altivelis</i>	*3,045±0,933 ^a (2,220±0,240-3,950 ±0,180 ^a) ^c	-	*9,883±0,345 ^a (9,460±0,740- 10,240±0,600 ^a) ^c	*38,958±1,114 ^a (37,460±4,370- 39,950±3,860 ^a) ^c	*136,460±38,793 ^a (101,010±7,000- 170,070±16,150 ^a) ^c	*35,980±11,266 ^a (25,330±1,580- 45,530±2,620 ^a) ^c	*25,695±1,258 ^a (23,920±1,790- 26,780±0,720 ^a) ^c	Aliah ve ark., 1991
Fam Poeciliidae								
<i>Xiphophorus hellerii</i>	-	-	*7,800±1,920 ^a	*33,800±4,330 ^a	75,100±11,920 ^a	17,300±2,300 ^a	23,100±1,570 ^a	Schütt ve ark., 1997
Fam Salmonidae								
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	1,437 (0,960-1,890)	32,150 (30,000-65,000)	9,700 (8,000-11,000)	38,300 (31,000- 44,000)	-	-	-	Kocabatmaz ve Ekingen, 1977
	0,603±0,102 ^b	65,331±1,173 ^b	6,860±0,890 ^b	44,660±3,460 ^b	743,050±133,03 ^b	114,942±30,830 ^b	15,462±1,761 ^b	Atamanalp, 2000
	0,782 (0,538-1,185)	46,000 (30,000-65,000)	6,500 (4,300-10,900)	28,000 (19,000- 41,300)	325,000-517,900	67,300-102,600	20,500-28,400	Kocabatmaz ve Ekingen, 1984
	*1,292±0,150 ^a (1,07±0,03-1,59±0,09 ^b) ^c	-	*8,280±2,023 ^a (2,100±0,200- 12,100±0,200 ^b) ^c	*42,720±7,177 ^a (31,500±2,500- 58,800±4,100 ^b) ^c	*312,779±70,215 ^a (49,400±16,800- 377,900±13,500 ^b) ^c	*67,510±7,264 ^a (54,500±3,300- 84,900±3,000 ^b) ^c	*20,110±3,057 ^a (8,700±0,200- 23,200±1,500 ^b) ^c	Martinez ve ark., 1994
	0,778000±0,410511	50,606±10,024	10,000±3,640	38,350±8,430	-	-	-	Aydın ve ark., 1997
	*0,989±0,049 ^a (0,910±0,360- 1,070±0,570) ^c	*39,000±1,207 ^a (37,200±2,400- 41,400±2,700) ^c	*8,750±0,298 ^a (8,360±0,240- 9,320±0,120) ^c	*36,270±1,316 ^a (33,800±1,280- 38,800±2,090) ^c	*369,260±22,492 ^a (337,600±12,680- 399,600±17,940) ^c	*88,380±3,620 ^a (80,000±6,300- 94,800±6,200) ^c	*24,480±1,147 ^a (22,600±0,930- 27,000±0,950) ^c	Altun ve Diler, 1999
	-	-	-	*41,000±4,949 ^a (37,500-44,500)	*35,600±5,657 ^a (31,600-39,690)	*69,250±6,718 ^a (64,500-74,000)	*20,000±2,828 ^a (18,000-22,000)	Lehmann ve Stürenberg, 1976
	-	-	-	*29,150±0,354 ^a (28,900±2,100- 29,400±1,400 ^b) ^c	-	-	-	Railo ve ark., 1985
	*0,356±0,041 ^a (0,176-0,536)	*30,820±2,567 ^a (17,600-70,400)	*9,730±1,192 ^a (6,000-13,800)	*38,700±7,112 ^a (20,000-58,000)	-	-	-	Çakıcı, 1999
	*0,775±0,159 ^a (0,620±0,040- 0,990±0,040 ^b) ^c	-	*7,100±0,110 ^a (6,970±0,370- 7,220±0,290 ^b) ^c	*35,250±4,158 ^a (31,400±1,710- 40,400±2,000 ^b) ^c	-	-	-	Handy ve ark., 1999
	-	-	-	*40,800±4,835 ^a (33,400±9,600- 45,300±5,900 ^b) ^c	-	-	-	Shimma ve ark., 1984
<i>Salmo salar</i>	-	-	9,600±0,200 ^b (8,900- 10,400)	47±1,000 ^b (44,000- 49,000)	485,000±700 ^b (441,000-553,000)	100,000±1,000 ^b (94,000-106,000)	20,900±0,300 ^b (19,400-21,700)	Sandnes ve ark., 1988
	-	-	-	*41,220±6,954 ^a (29,000±2,300- 53,000±1,000 ^b) ^c	-	-	-	Bergheim ve ark., 1990
	*0,815±0,1768 ^a (0,690±0,130- 0,940±0,150 ^b) ^c	-	*7,630±1,054 (6,880±0,740- 8,370±1,730 ^b) ^c	*33,950±2,051 ^a (32,500±3,500- 35,400±6,300 ^b) ^c	*41,600±8,768 ^a (35,400±6,700- 47,800±6,100 ^b) ^c	*96,700±8,344 ^a (90,800±23,200- 102,600±24,900 ^b) ^c	*23,086±4,108 ^a (20,180±4,940- 25,990±5,780 ^b) ^c	Sadler ve ark., 2000
	-	-	-	45,800±3,600 ^a (35,000-57,000)	-	-	-	Hunn ve Greer, 1991
	1,364 (1,221-1,557)	-	12,800 (11,470- 14,750)	47,000 (36,000- 50,000)	233,800 (227,400- 246,500)	-	-	Everall ve ark., 1992
<i>Salmo trutta</i>	0,995±0,160 ^b (0,606-1,320)	11,536±9,061 ^b (2,000-63,000)	6,830±1,480 ^b (4,100-10,300)	32,000±4,880 ^b (20,000-43,000)	-	-	-	Blaxhall ve Daisley, 1973
<i>Salmo trutta abanticus</i>	1,096 (0,900-1,350)	40,300 (34,000-55,000)	7,900 (6,000-10,000)	30,600 (22,000- 32,000)	-	-	-	Kocabatmaz ve Ekingen, 1977

Değerler literatürlerde verildiği şekilde ortalama değer yada aralık olarak sunulmuştur. a: ± standart sapmayı, b: ± standart hatayı, Xort: ortalama değeri, Min: minimum değeri ve Mak: maksimum değeri göstermektedir. * Ortalamalar ilgili çalışmalarda belirtilen değerler kullanılarak tarafımızdan hesaplanmıştır. c: İncelenen makalelerde en düşük ve en yüksek değerler belirtilmemiştir. Dolayısıyla makalelerde belirtilen düşük ve en yüksek ortalama değerler ilgili hematolojik indeksler için en düşük ve en yüksek değerler olarak kaydedilmiştir.

Tablo 1. Farklı Tür Balıklara Ait Hb, Ht, RBC, WBC, MCV, MCH ve MCHC Değerleri (Devamı)

Balık Türü	RBC x10 ⁶ /mm ³ Xort (Min-Mak)	WBC x10 ³ /mm ³ Xort (Min-Mak)	Hb g100ml ⁻¹ Xort (Min-Mak)	Hct % Xort (Min-Mak)	MCV µm ³ Xort (Min-Mak)	MCH µg/hücre Xort (Min-Mak)	MCHC g100ml ⁻¹ Xort (Min-Mak)	Kaynaklar
Fam Salmonidae								
<i>Salvelinus fontinalis</i>	-	-	7,160±0,080 ^b	-	-	-	-	Audet ve Claireaux, 1992
<i>Salvelinus namaycush</i>	-	-	-	32,000±3,000 ^a	-	-	-	McKim ve ark., 1999
	-	-	4,300±0,400 ^a	25,000±3,000 ^a	-	-	-	Hoffert ve Fromm, 1996
	-	-	6,200±0,200 ^a	29,000±3,000 ^a	-	-	-	Piper ve Stephens, 1962
	-	-	6,600 (4,700-9,600)	30,000 (15,000-45,000)	-	-	-	Hunn ve ark., 1968
	-	-	7,000±0,300	29,000±0,010 ^a	-	-	-	Soivio ve ark., 1974
	-	-	7,700±1,800 ^a	36,000±5,000 ^a	-	-	-	Jayaram ve Beamish, 1992
	-	-	-	29,000	-	-	-	Poston, 1976
	-	-	-	36,000±2,000 ^a	-	-	-	Pastor, 1983
Fam Scombridae								
<i>Thunnus obesus</i>	-	-	12,300±0,900 ^b	34,500±2,200 ^b	-	-	-	Lowe ve ark., 2000
Fam Scophthalmidae								
<i>Scophthalmus aquosus</i>	-	-	*3,910±0,233 ^a (3,500±0,130-4,200±1,140 ^b) ^c	*23,860±1,677 ^a (20,600±0,900-26,600±0,400 ^b) ^c	96,600±5,700 ^b	20,200±1,600 ^b	*16,280±1,832 ^a (19,100±1,000-14,400±0,040 ^b) ^c	Dawson,1990
<i>Scophthalmus maximus</i>	1,602±0,094 ^b	87,400±6,900 ^b	5,500±0,200 ^b	-	94,200±4,500 ^b	31,000±1,500 ^b	33,100±0,900 ^b	Quentel ve Obach, 1992
	-	-	-	16,000	-	-	-	Saxena ve ark., 2000
Fam Scorpaenidae								
<i>Scorpaena porcus</i>	0,384978±3882 ^b (0,128-0,526)	33,903±0,576 ^b (18,500-85,000)	7,400±0,091 ^b (3,500-12,500)	25,700±0,274 ^b (8,000-41,000)	668,500±4,0029 ^b (500,000-894,940)	193,080±1,554 ^b (112,900-406,250)	28,940±0,196 ^b (16,670-65,000)	Çelik ve Bircan, 2004
Fam Sparidae								
<i>Chrysophrys major</i>	*3,345±0,218 ^a (3,070±0,490-3,530±0,310) ^c	-	*8,780±0,113 ^a (8,670±0,580-8,930±0,310) ^c	*33,650±0,858 ^a (33,000±1,500-34,900±1,800) ^c	*101,150±6,790 ^a (93,000±5,100-109,300±10,600) ^c	*26,500±1,831 ^a (24,900±1,100-29,000±2,800) ^c	*26,300±0,548 ^a (25,700±2,000-26,900±1,300) ^c	Yone ve ark., 1986
<i>Pagrus auratus</i>	-	-	8,200 (4,500-12,600)	40,000 (18,000-58,000)	113,000 (84,000-145,000)	22,000 (19,000-28,000)	20,800 (16,000-29,000)	Canfield ve ark., 1994
<i>Sparus aurata</i>	-	-	7,490±0,420	32,180±1,100	115,400±4,200	26,100±2,500	23,400±2,000	Pagés ve ark., 1995
Genel Ortalama	1,455±0,836 (0,128-4,005)	32,888±21,549 (1,435571-107,000)	7,682±2,328 (1,300-16,000)	33,460±8,485 (4,800-58,800)	222,172±182,724 (31,600-894,940)	57,670±41,335 (17,300-406,250)	23,540±4,093 (8,700-65,000)	

Değerler literatürlerde verildiği şekilde ortalama değer yada aralık olarak sunulmuştur. a: ± standart sapmayı, b: ± standart hatayı, Xort: ortalama değeri, Min: minimum değeri ve Mak: maksimum değeri göstermektedir. * Ortalamalar ilgili çalışmalarda belirtilen değerler kullanılarak tarafımızdan hesaplanmıştır. c: İncelenen makalelerde en düşük ve en yüksek değerler belirtilmemiştir. Dolayısıyla makalelerde belirtilen en düşük ve en yüksek ortalama değerler ilgili hematolojik indeksler için en düşük ve en yüksek değerler olarak kaydedilmiştir.

3. KAYNAKLAR

- Adams, S.M. (1990). Status and use of biological indicators for evaluating the effects of stress on fish. *Am. Fish. Soc. Symp.* 8, 1-8.
- Aldrin, J.F., Messenger, J.L. and Baudin Laurencin, F. (1982). La biochemie clinique en aquaculture. Interet et perspectives. CNEXO Actes Colloq. 14, 291-326.
- Alexander, N., Laurs, R.M., McIntosh, A. and Russell, S.W. (1980). Haematological characteristics of albacore, *Thunnus alalunga* (Bonnaterre), and skipjack, *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus). *Journal of Fish biology* 16, 383-395.
- Aliah, R.S., Inada, Y., Yamaoka, K. and Taniguchi, N. (1991). Effects of Triploidy on hematological Characteristics and Oxygen Consumption in Ayu. *Nippon Sisan Gakkaishi* 57(5), 833-836.
- Altun, S. ve Diler, Ö. (1999). *Yersinia ruckeri* ile İnfekte Edilmiş Gökkuşluğu Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) Hematolojik İncelemeler. *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences* 23, 301-309.
- Atamanalp, M. (2000). Bir Sentetik Piretroit İnsektisitinin (Cypermethrin) Subletal Dozlarının Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'na Makroskopik, Histopatolojik, Hematolojik ve Biyokimyasal Etkileri. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 120 s.
- Atamanalp, M. ve Güneş, M. (2002). Tuzla Çayı'nda Yaşayan *C. capoeta*'nın Hemoglobin Seviyesi, Eritrosit ve Toplam Lökosit Sayıları Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Der. 33(3), 1-4.
- Audet, C. and Claireaux, G. (1992). Diel and Seasonal Changes in Resting Levels of Various Blood Parameters in Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*). *Can. J. Fish. Aquat., Sci.* 49, 870-877
- Aydın, S., Çelebi, S. and Akyurt, İ. (1997). Clinical, Haematological and Pathological Investigations of *Escherichia vulneris* in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish Pathology* 32, 29-34.
- Aziz, F., Amin, M. and Shakoory, A.R. (1993). Toxic effects of cadmium chloride on the haematology of fish, *Tilapia mossambica*. *Proc. Pakistan Congr. Zool.* 13, 141-154.
- Azizoğlu, A. ve 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.
- Bahmani M., Kazemi, R. and Dondkaya, P. (2001). A Comparative Study of Some Hematological Features in Young Reared Sturgeons (*Acipenser percisus* and *Huso huso*). *Fish Physiology and Biochemistry* 24(2), 135-146 (6).
- Barham, W.T., Smith, G.L. and Schoonbee, H.J. (1980). The Effect of Bacterial Infection on Erythrocyte Frugility and Sedimentation Rate of Rainbow Trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Journal of Fish Biology* 16, 177-180.
- Bergheim, A., Kroglund, F., Vatne, D.F. and Rosse-land, B.O. (1990). Blood Plasma Parameters in Farmed Atlantic Salmon (*Salmo Salar* L.) Transferred to Sea Cages at Age Eight to Ten Months. *Aquaculture* 84, 159-165.
- Berkarda, B. ve Eyüboğlu, H. (1983). Hematoloji Laboratuvar Yöntemleri. Ar Basım Yayım., İstanbul, 347 s.
- Blaxhall, P.C. (1972). The Haematological Assessment of the Health of Freshwater Fish, A Review of Selected Literature. *Journal of Fish Biology* 4, 593-604.
- Blaxhall, P.C. and Daisley, K.W. (1973). Routine Haematological Methods for Use with Fish Blood. *Journal of Fish Biology* 5, 771-781.
- Bollard, B.A., Pankhurst, N.W. and Wells, R.M.G. (1989). The effects of varying cortisol levels on haematological parameters in snapper (*Chryso-phrys auratus*). *Proceedings of the Physiological society of the New Zealand* 9, 29.
- Brown, J.A., Moore, W.M. and Quabius, E.S. (2001). Physiological Effects of Saline Waters on Zander. *Journal of Fish Biology* 59, 1544-1555.
- Campbell, T.W. (1998). Fish cytology and hematology. *Veterinary Clinics of North America-Small Animal Practice* 18, 349-364.
- Canfield, P.J., Quartararo, N., Griffin, D.L., Tsoukalas, G.N. and Cocaro, S.E. (1994). Haematological and Biochemical Reference Values for Captive Australian snapper, *Pagrus auratus*. *Journal of Fish Biology* 44, 849-856.
- Cengizler, İ. ve Azizoğlu, A. (2000). Seyhan Baraj Gölü ve Seyhan Nehri'nde Yaşayan Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758)'larda Bazı Kan Parametrelerinin Belirlenmesi. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 24, 205-215.
- Chen, C.Y., Wooster, G.A., Getchell, R.G., Bowser, P.R. and Timmons, M.B. (2002). Blood Chemistry of Healthy, Nephrocalcinosis-Affected and Ozone-Treated Tilapia in a Recirculation System, with Application of discriminant analysis. *Aquaculture* 218, 89-102.

- Çakıcı, H. (1999). Farklı İşletmelerde Yetiştirilen Gökkuşluğu Alabalığının (*Onchorhynchus mykiss* Walbaum) Kan Özelliklerinin Karşılaştırılması Olarak Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 45 s.
- Çelik, E.Ş. (2004). Çanakkale Boğazı'nda Bulunan İskorpit Balığı (*Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758)'nin Hematolojik ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Üremenin ve Mevsimlerin Etkisi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, s. 171.
- Çelik, E.Ş. ve Bircan, R. (2004). Çanakkale Boğazı'nda Bulunan İskorpit Balığı (*Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758)'nin Hematolojik Parametrelerinin Belirlenmesi. *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 16(4), 735-744.
- Çelikkale, M.S. (1991). Balık Biyolojisi. K.T.Ü. Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksek Okulu Yayınları. Yayın no: 1, Trabzon, 387 s.
- Das, B.K. and Mukherjee, S.C. (2003). Toxicity of Cypermethrin in *Labeo rohita* Fingerlings: Biochemical, Enzymatic and Haematological Consequences. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*, 134, 109-121.
- Dawson, M.A. (1990). Blood Chemistry of the Windowpane Flounder *Scophthalmus aquosus* in Long Island Sound: Geographical, Seasonal, and Experimental Variations. *Fishery Bulletin* 88(3), 429-437.
- Demir, N. (1996). İhtiyoloji, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Basımevi, Cilt No. 2, İstanbul, 365 s.
- Everall, N.C., Mitchell, C.G. and Robson, J.N. (1992). Effluent causes of the 'pigmented salmon syndrome' in wild adult Atlantic salmon *Salmo salar* from the River Don in Aberdeenshire. *Diseases of Aquatic Organisms* 12, 199-205.
- Ezzat, A.A., Shrana, M.B. and Farghaly, A.M. (1973). Studies on the blood characteristics of *Tilapia zilli* I. Blood cell. *J. Fish Biol.* 6, 1-12.
- Folmar, L.C. (1993). Effects of Chemical Contaminants on Blood Chemistry of Teleost of Fish: A Bibliography and synopsis of selected effects. *Environm. Toxicol. Chemistry* 12, 337-375.
- Girgin Başusta, A. ve Şen, D. (2001). Keban Baraj Gölü'ndeki *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'da Hematolojik Parametrelerin Değişimi. *F.Ü. Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi* 13(2), 247-254.
- Hamers, R. (1994). Untersuchungen zur Hämatologie und immunologie des Karpfens (*Cyprinus carpio* L.) bei Infektionen urch Blutflagellaten. Dissertation, Ruhr-Universität Bochumi, Germany, 156 pp.
- Handy, R.D., Sims, D.W., Giles, A., Campbell, H.A. and Musonda, M.M. (1999). Metabolic Trade-Off Between Locomotion and Detoxification for Maintenance of Blood Chemistry and Growth Parameters by Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) During Chronic Dietary Exposure to Copper. *Aquatic Toxicology* 47, 23-41.
- Haşiloğlu, M.A. ve Atamanalp, M. (2002). Demirdöven Baraj Gölü (Erzurum) Tatlısu Kefali (*Leuciscus cephalus*) Populasyonu Hematolojik Parametrelerinin Belirlenmesi. *OMU Zir. Fak. Dergisi* 17 (2), 34-38.
- Hawkins, R.J. and Mawdesley-Thomas, L.E. (1972). On accuracy in estimating fish blood variables, *Comp. Biochem. Physiol.* 75A, 35-40.
- Heath, A.G. (1987). Water Pollution and Fish Physiology. CRC Press Inc. Florida. 198-205.
- Heath, A. G. (1990). Summary and perspective, *Am. Fish. Soc. Symp.* 8, 183-191.
- Hickey, C.R.S.R. (1982). Comparative Haematology of Wild and Captive Cunness. *Trans. Am. Fish. Soc.* 111, 242-249.
- Hille, S. (1982). A Literature Review of the Blood Chemistry of Rainbow trout, *Salmo gaidneri*, *Journal of Fish Biology.* 20, 535-569.
- Hoffert, J.R. and Fromm, P.O. (1966). Effect of carbonic anhydrase inhibition on aqueous humor and blood bicarbonate ion in the teleost (*Salvelinus namaycush*). *Comp. Biochem. Physiol.* 18, 333-340.
- Houston, A.H. (1997). Are the classical hematological variables acceptable indicators of fish health? *Transactions of the American Fisheries Society.* 126 (6), 879-894.
- Hunn, J. B. and Greer, I. E. (1991). Influence of Sampling on the Blood Chemistry of Atlantic Salmon. *The Progressive Fish Culturist* 53, 184-187.
- Hunn, J. B., Schoettger R.A. and Healdon, E.W.W. (1968). Observations on the handling and maintenance of bioassay fish. *Prog. Fish-Cult.* 30, 164-167.
- Hussein, S.Y., El-Nasser, M.A. and Ahmed, S.M. (1996). Comparative studies on the effects of herbicide atrazine on freshwater fish *Oreochromis niloticus* and *Chrysichthyes auratus* at Assiut, Egypt. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 57, 503-510.

- Jayaram, M.G. and Beamish, F.W.H. (1992). Plasma metabolites of lake trout (*Salvelinus namaycush*) in relation to diet and storage conditions. *Comp. Biochem. Physiol.* 103A, 373-380.
- Jeney, Z., Valtonen, E.T., Jeney, G. and Jokinen, E. I. (1996). Effects of Pulp and Paper Mill Effluent (BKME) on Physiology and Biochemistry of the Roach (*Rutilus rutilus* L.). *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 30, 523-529.
- Jones, B.J. and Pearson, W.D. (1976). Variations in a Haematocrit Values of Successive Blood Samples from Bluegill. *Trans. Am. Fish. Soc.* 2, 291-293.
- Kavamoto, E. T., Tokumaro, M., Silva, R. A. P. S. and Campos, B. E. S. (1983). Algumas Variaveis Hematologicas do Cascu do *P. albopunctatus* R. (1908). *B. Inst. Pesca* 10, 101-106.
- Kocabatmaz, M. ve Ekingen, G. (1977). Preliminary Investigations on Some Haematological Norms in Five Freshwater Fish Species. *Firat Üniv. Vet. Fak. Der.* 4 (1-2), 28-40.
- Kocabatmaz, M. ve Ekingen, G. (1984). Değişik tür balıklarda kan örneği alınması ve hematolojik metotların standardizasyonu. *Doğa Bilim Der.* 8(2), 149-159.
- Kopp, R. and Heteša, J. (2000). Changes of Haematological Indices of Juvenile Carp (*Cyprinus carpio* L.) Under the Influence of Natural Populations of Cyanobacterial Water Blooms. *Acta Vet. Brno* 69, 131-137.
- Lacey, J.A. and Rodnick, K.J. (2002). Important Considerations for Methaemoglobin Measurement in Fish Blood: Assay Choice and Storage Conditions. *Journal of Fish Biology* 60, 1155-1169.
- Lehmann, J. and Stüenberg, F.J. (1976). Heamatologisch-serologische Substratuntersuchungen an der Regenbogenforelle (*Salmo gairdneri* Richardson), III. Normwerte des Haemogramms unter Berücksichtigung alters-und jahreszeitlich bedingter Schankungen. *Gewässer und Abwasser* 59, 32 pp.
- Lie, O., Lied, E. and 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.
- Lowe, T.E., Brill, R.W. and Cousins, K.L. (2000). Blood Oxygen-Binding Characteristics of Bilgeye Tuna (*Thunnus obesus*), A High-Energy-Demand Teleost That is Tolerant of Low Ambient Oxygen. *Marine Biology* 136, 1087-1098.
- Lusková, V. (1997). Annual Cycles and Normal Values of Hematological Parameters in Fishes. *Acta Sc. Nat. Brno* 31(5), 70 p.
- Lusková, V., Halačka, K. and Lusk, S. (1995). Dynamics of the Haemogram in the Nase, *Chondrostoma Nasus*. *Folia Zoologica* 44 (Suppl.1), 69-74.
- Malla Reddy, P. and Bashamoideen, M.D. (1989). Fenvalerate and Cypermethrin Induced Changes in the Haematological Parameters of *Cyprinus carpio*, *Acta. Hydrochim. Hydrobiol.* 17, 1, 101-107.
- Martínez, F.J., Garcia-Riera, M.P., Canteras, M., De Costa, J. and Zamora, S. (1994). Blood parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Simultaneous influence of various factors, *Comp. Biochem. Physiol.* 107A(1), 95-100.
- Mayer, S. (1998). A review of the scientific justifications for Maintaining cetaceans in captivity. (edit. By Frances Clarke). A report for the whale and dolphin conservation society (WDCS). 35 p.
- McKim, J.M., Lien, G.J., Hoffman, A.D. and Jenson, C.T. (1999). Respiratory-Cardiovascular Physiology and Xenobiotic Gill Flux in the Lake Trout (*Salvelinus namaycush*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 123, 69-81.
- Mughal, A.L., Iqbal, M.J. and Shakoori, A.R. (1993). Toxicity of short term exposure of sublethal doses of a synthetic pyrethroid, fenvalerate, on the Chinese grass carp, *Ctenopharyngodon idella*, *Proc. Sem. Aqua. Dev. Pak.*, 49-74.
- Murad, A., Houston, A.H. and Samson, L. (1990). Haematological Response to Reduced Oxygen-Carrying Capacity, Increased Temperature and Hypoxia in Goldfish, *Carassius auratus* L. *Journal of Fish Biology* 36, 289-305.
- Murray R.K. Mayes P.A., Granner D.K. and Rodwel V.W. (1993). Harper'ın Biyokimyası (Menteş D. ve Ersöz B. çev.), Barış Kitabevi, İstanbul, 26-115.
- Nelson, J.A., Tank, Y., Boutilier, R.G. (1996). The Effects of Salinity Change on the Exercise Performance of Two Atlantic Cod (*Gadus morhua*) Populations Inhabiting Different Environments. *The Journal of Experimental Biology* 199, 1295-1309.
- Pagés, T., Gómez, E., Súñer, O., Viscor, G. and Tort L. (1995). Effects of Daily Management Stress on Haematology and Blood Rheology of the Gilthead Seabream. *Journal of Fish Biology* 46, 775-786.

- Palm, A., Tuvikene, A. and Krause, T. (1992). Changes in haematological characteristics of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walb.) reared in the mixture of natural and oil-shale mine drainage water. *Proc. Estonian Acad. Sci. Biol.* 41(4), 183-188.
- Pastor, S.M. (1983). Observations on hematocrit and body form of hatchery-reared lake trout. *Prog. Fish-Cult.* 24, 81-84.
- Piper, RG and Stephens, RF. (1962). A comparative study of the blood of wild and hatchery-reared lake trout. *Prog. Fish-Cult.* 24, 81-84.
- Poston, H.A. (1976). Relative effect of two dietary water-soluble ana-logues of menaquinone on coagulation and packed cell volume of blood of lake trout (*Salvelinus namaycush*). *J. Fish Res. Bd. Can.* 33, 1791-1793.
- Quentel, C. and Obach, A. (1992). The Cellular Composition of the Blood and Haematopoietic Organs of Turbot *Scophthalmus maximus* L. *Journal of Fish Biology* 41, 709-716.
- Railo, E., Nikinmaa, M. and Soivio, A. (1985). Effects of Sampling on Blood Parameters in the Rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Journal of Fish Biology* 26, 725-732.
- Sadler, J., Wells, R.M.G., Pankhurst, P.M. and Pankhurst, N.W. (2000). Blood Oxygen Transport, Rheology And Haematological Responses to Confinement Stress in Diploid and Triploid Atlantic Salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture* 184, 349-361.
- Sakthivel, M. (1988). Effects of Varying Dietary Protein Level on the Blood Parameters of *Cyprinus carpio*. *Proc. Indian Acad. Sci. (Anim. Sci.)* 97(4), 363-366.
- Sandnes, K., Lie, Ø. and Waagbo, R. (1988). Normal Ranges of Some Blood Chemistry Parameters in Adult Farmed Atlantic Salmon, *Salmo salar*. *Journal of Fish Biology* 32, 129-136.
- Santhakumar, M., Balaji, M. and Ramudu, K. (1999). Effect of sublethal concentrations of monocrotophos on erythropoietic activity and certain haematological parameters of fish *Anabas testudineus*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 63, 379-384.
- Satake, T., Nuti-Sobrinho, A., Paula-Lopes, O.V., Lopes, R.A. and Leme Dos Santos, H.S. (1986). Haematological study of brazilian fish. III. Blood parameters in armored catfish *Hypostomus paulinus* IERING 1905 (Pisces, Loricariidae), *Ars Veterinaria, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias "Campus" de Jaboticabal Uneps* 2(2), Jaboticabal-SP-Brasil, 287-183.
- Saxena, T.B., Zachariassen, K.E. and Jørgensen, L. (2000). Effects of Ethoxyquin on the Blood Composition of Turbot, *Scophthalmus maximus* L. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*, 127, 1-9.
- Sawaya, P. and Vieira, V.L.A. (1983). Volume Sanguineo de Peixes Tropicais: *Plecostomus punctatus* Cuvier & Valenciennes, 1840 (Loricariidae). *Bol. Fisiol. Animal. Univ. S. Paulo* 7, 55-62.
- Schütt, D.A., Lehmann, J., Goerlich, R. and Hamers, R. (1997). Haematology of Swordtail, *Xiphophorus helleri*. I: Blood Parameters and Light Microscopy of Blood Cells, *J. Apply. Ichthyol.* 13, 83-89.
- Shakoori, A.R., Iqbal, M.J., Mughal, A.L. and 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. Ist. Symp. Fish & Fisheries, Pakistan*, 81-92.
- Shakoori, A.R., Iqbal, M.J., Mughal, A.L. and Ali, S.S. (1994). Biochemical Changes Induced by Inorganic Mercury on the Blood, Liver and Muscles of Freshwater Chinese Grass Carp, *Ctenopharyngodon idella*. *J. Ecotoxicol. Environ. Monit.* 4 (2), 81-92.
- Shakoori, A.R., Mughal, A.L. and 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.
- Sharma, J.P. and Gupta, V.K. (1994). Morphological and Haematological Alterations in Urea Exposed Fish, *Pintius sophera*. *Curr. Agric.* 18(1-2), 45-48.
- Shimma, Y., Shimma, H., Ikeda, K., Akiyama, T. and Suzuki, R. (1984). A Rearing Test of 2-Year-Old Rainbow Trout a 15 0C Pond from June to Spawning in December with Reference to Plasma Constituents. *Bull. Natl. Res. Inst. Aquaculture* 6, 33-43.
- Soivio, A., Westman, K. and Nyholm, K. (1974). Changes in haematocrit values in blood samples treated with and without oxygen: A comparative study with four salmonid species. *Journal of Fish Biology* 6(6), p. 763-769.
- Svobodová, Z. (1982). Changes in some haematological parameters in carp after intoxication with $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, *Bul. VÚRH Vodňany* 18(2), 26-29.

- Svobodová, Z., Flajšhans, M., Kolářová, J., Modrá, H., Svoboda, M. and Vajcová, V. (2001). Leukocyte Profiles of Diploid and Triploid Tench *Tinca tinca* L. *Aquaculture* 198, 159-168.
- Şahan, A. ve Cengizler, İ. (2002). Seyhan Nehri (Adana Kent İçi Bölgesi)'nde Yaşayan Benekli Siraz (*Capoeta barroisi* Lortet, 1894) ve Kızıl-göz (*Rutilus rutilus*) Linnaeus, 1758)'de Bazı Hematolojik Parametrelerin Belirlenmesi. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 26, 849-858.
- Tamburrini, M., Avino, R.D., Carratore, V., Kunzmann, A. and Di Prisco, G. (1997). The Hemoglobin System of Pleuragramma antarcticum: Correlation of Hematological and Biochemical Adaptations With Life Style. *Comp. Biochem. Physiol.* 118A(4), 1037-1044
- Vosyliene, M.Z. (1999). The effect of heavy metals on haematological indices of fish (Survey). *Acta Zoologica. Hydrobiologia* 9(2), 76-82.
- Van Vuren, J.H.J. and Hattingh, J. (1978). A Seasonal Study of the Haematology of Wild Freshwater Fish. *Journal of Fish Biology* 13, 305-313.
- Wagner, E.J., Jeppsen, T., Arndt, R., Routledge, M.D. and Bradwisch, Q. (1997). Effects of Rearing Density upon Cutthroat Trout Hematology, Hatchery Performance, Fin Erosion, and General Health and Condition. *The Progressive Fish-Culturist* 59, 173-187.
- White, T.A., Fletcher, T.C., Houlihan, D.F. and Secombes, C.D. (1993). The Effect of Stress on the Immune Response of Atlantic Salmon (*Salmo Salar* L.). Feed Diets Containing Different Amounts of Vitamin C. *Aquaculture* 114, 1-18.
- Yamawaki, K., Hashimoto, W., Fujii, K., Koyama, J., Ikeda, Y. and Ozaki, H. (1986). Hemochemical Changes in Carp Exposed to Low Cadmium Concentrations. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 52(3), 459-465.
- Yamamoto, K. and Shirai, K. (1991). Relationship Between Hematocrit Value and Arterial Blood Gases in the Carp. *Nippon Suisan Gakkaishi* 57 (2), 273-276.
- Yavuzcan Yıldız, H., Polatsü, S. and Kurtoğlu, F. (1997). Baseline Haematological and Serological Parameters of Healthy Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Anim. Sci. Pap. Rep.* 15, 213-217.
- Yone, Y., Hossain, M.A., Furuichi, M. and Kato, F. (1986). Effect of Fermented Scrap Meal on Proximate Compositions of Muscle and Liver Hematological Characteristics and Chemical Components in Blood Plasma of Rea Sea Bream. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 52(8), 1461-1464.
- Zhiteneva, L.D., Poltavceva, T.G. and Rudnickaja, O.A. (1989). Atlas of normal and pathological cells in the blood of fish. Rostov-on-Don, 112 pp.