



## Kültür Kökenli Karaca Mersin Balığı (*Acipenser gueldenstaedtii*)'nın Hematolojik Parametrelerinin Referans Değerlerinin Belirlenmesi

Kübra AK\* Akif ER Mert MİNAZ

<sup>1</sup>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiricilik A.B.D, Rize, Türkiye.

Geliş Tarihi: 09.01.2023

Kabul Tarihi: 09.02.2023

Basım Tarihi: 31.03.2023

Atıf yapmak için: Ak, K., Er, A., & Minaz M. (2023). Kültür Kökenli Karaca Mersin Balığı (*Acipenser gueldenstaedtii*)'nın Hematolojik Parametrelerinin Referans Değerlerinin Belirlenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 8(1), 88-94. <https://doi.org/10.35229/jaes.1231567>  
How to cite: Ak, K., Er, A., & Minaz M. (2023). Determination of Reference Intervals for Hematological Parameters in Cultured Diamond Sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 8(1), 88-94. <https://doi.org/10.35229/jaes.1231567>

<https://orcid.org/0000-0001-6809-2659>  
 <https://orcid.org/0000-0002-0052-5590>  
 <https://orcid.org/0000-0003-1894-9807>

**\*Sorumlu yazarın:**

Kübra AK  
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiricilik ABD, Rize, Türkiye.  
 [kubra.ak@erdogan.edu.tr](mailto:kubra.ak@erdogan.edu.tr)  
 [akif.er@erdogan.edu.tr](mailto:akif.er@erdogan.edu.tr)  
 [mert.minaz@erdogan.edu.tr](mailto:mert.minaz@erdogan.edu.tr)

**Öz:** Karadeniz havzasının doğal türlerinden olan Karaca mersin balığı (*Acipenser gueldenstaedtii*), ekolojik öneminin yanı sıra, et kalitesi ve havyarı ile ekonomik değeri de yüksek bir balık türüdür.

Bu çalışmanın amacı, yetiştiricilik ortamında sağlıklı Karaca mersin balığı yavru ve yetişkin bireylerinin hematolojik parametrelerinin referans aralıklarını belirlemektir. Çalışmada, otomatik tam kan sayım cihazı kullanılarak, hematolojik parametreler ölçülmüştür. Tam kan sayımı için lökosit (WBC), lenfosit (LYM), granülasit (Gran), monosit (MID), hematokrit (HCT), hemoglobini (HGB), eritrosit (RBC), ortalama eritrosit hacmi (MCV), ortalama eritrosit hemoglobini (MCH) ve ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) değerlerinin referans aralıkları belirlenmiştir.

Çalışmada elde edilen veriler incelendiğinde, yaşa bağlı olarak Karaca mersin balığının ortalama WBC, LYM, MID, GRAN, MCV, MCH ve MCHC değerleri anlamlı bir farklılık göstermiştir. ( $p < 0.05$ ). Bununla birlikte RBC, HGB ve HCT değerleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. ( $p > 0.05$ ).

**Anahtar kelimeler:** *Acipenser gueldenstaedtii*, akuakültür, mersin balığı, kan parametreleri, otomatik kan sayımı.

## Determination of Reference Intervals for Hematological Parameters in Cultured Diamond Sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*)

**\*Corresponding author's:**

Kübra AK  
Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Fisheries, Department of Aquaculture, Rize, Türkiye  
 [kubra.ak@erdogan.edu.tr](mailto:kubra.ak@erdogan.edu.tr)  
 [akif.er@erdogan.edu.tr](mailto:akif.er@erdogan.edu.tr)  
 [mert.minaz@erdogan.edu.tr](mailto:mert.minaz@erdogan.edu.tr)

**Abstract:** Diamond sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*), one of the native species in the Black Sea basin, is economically an important species with its meat quality and caviar as well as ecological importance.

The aim of this study is to determine the reference ranges of hematological parameters in healthy Danube sturgeon juvenile and adult individuals in aquaculture environment. In the study, hematological parameters were measured by an automatic blood count device. Reference ranges were determined for leukocyte (WBC), lymphocyte (LYM), granulocytes (Gran), monocytes (MID), hematocrit (HCT), hemoglobin (HGB), red blood cell (RBC), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH) and mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) values as hematological indicators.

According to the data obtained in the study, mean WBC, LYM, MID, GRAN, MCV, MCH and MCHC values in the sturgeon showed a significant difference depending on age. ( $p < 0.05$ ). However, no significant difference was detected between RBC, HGB and HCT values ( $p > 0.05$ ).

**Keywords:** *Acipenser gueldenstaedtii*, aquaculture, sturgeon, automatic blood analyser, blood parameters.

## GİRİŞ

Karadeniz havzasının doğal türlerinden olan Karaca mersin balığı (*Acipenser gueldenstaedtii*) Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN) tarafından nesilleri kritik tehlike altında olan türler grubundadır (IUCN, 2020). Göç yollarının barajlarla engellenmesi, üreme alanlarının tahribi ve aşırı avlanma gibi antropojenik ve çevresel etkenler nedeniyle popülasyonları tükenme tehlikesiyle karşı karşıya kalmıştır (Hurvitz vd., 2007; Ustaoglu Tırl & Memiş, 2018). Son yıllarda Karadeniz bölgesinde Mersin balığı popülasyonlarının güncel durumları değerlendirilmemiştir, ancak 20. yüzyılın başlarından beri büyük bir düşüş içinde olduğuna dair göstergeler vardır (Beridze vd., 2022).

Mersin balığı eti ve havyarı nedeniyle ekonomik değeri çok yüksek bir balık türüdür. Dünyada 12 mersin balığı türü ticari amaçla yetiştirilmektedir. Yetiştiriciliği yapılan mersin balığı türleri arasında en popüler iki tür Sibiryaya mersin balığı (*Acipenser baerii*) ve Karaca veya Tuna mersin (*Acipenser gueldenstaedtii*) balığıdır (Bronzi, 2011; Ak vd., 2019). Doğal popülasyonlarındaki azalmaya karşın, mersin balığı yetiştiriciliği giderek artma eğilimindedir (Bronzi vd., 2011). Mersin balığı yetiştiriciliğinin geliştirilmesi, bu türden ekonomik fayda sağlamanın yanı sıra doğal popülasyonlarının korunmasına da katkı sağlayacaktır (Memiş, 2007).

Mersin balığı ile ilgili yapılan çalışmaların çoğu koruma stratejileri ve yetiştiricilik tekniklerinin geliştirilmesi ile ilgilidir (Bemis vd., 1997; Ruban, 2019). Su ürünleri yetiştiriciliğinde verimliliğin artması, üretim tekniklerinin geliştirilmesinin yanı sıra balık refahı ve sağlık durumu ile de doğrudan bağlantılıdır (Esmaceli, 2021). Dış ve iç etkenler nedeniyle organizmanın fizyolojik durumu ağır yük altına girmekte ve bu tip uyarılara karşı, fizyolojik ve davranışsal tepkiler vermektedir. Stres oluştuğunda vücutta, sempatik sinir sistemi aktivitesinin yanı sıra kanda fizyolojik ve biyokimyasal pek çok değişim meydana gelmektedir (Noyan, 1993; Altınçekiç & Koyuncu, 2010). Metabolizmada, homeostazisin sağlanması için hematolojik, osmotik, hormonal ve enerji metabolizmasını içeren birtakım fizyolojik değişimler meydana gelirken, buna bağlı olarak kan dokusundaki bazı parametrelerin değişimleri stres düzeyinin değerlendirilmesi konusunda önemli veriler elde edilmesini sağlamaktadır (Moeller & Robert, 2001; Dönmez vd., 2006; Keleştemur & Özdemir, 2010). Bu nedenle araştırmacılar son yıllarda balık sağlığı ve refahının değerlendirilmesine yönelik çalışmalara odaklanmıştır.

Balıklarda yaş (Jamalzadeh & Ghomi, 2009; Fallah vd., 2014; Yousefzadeh & Khara 2015), cinsiyet (Karimi vd., 2013; Adel vd., 2016; Zhu vd., 2017),

beslenme (Romano vd., 2017; Rehulka vd., 2004; Vazquez & Guerrero, 2007), su kalitesi (Hrubec & Smith, 2000), stres (Ak vd., 2022; Ahmed vd., 2020) ve hastalık (Claus vd., 2008; Sebastiao vd., 2011; Fazio, 2019) gibi endojen ve eksojen faktörlerin hematolojik parametreleri etkilediği yapılan çalışmalarda belirtilmiştir. Bu nedenle her tür için, sağlıklı bireylerde biyolojik ve çevresel faktörlere göre kan değerlerinin referans aralıklarının belirlenmesi hematolojik analizlerin doğruluğunu ve kullanılabilirliğini artıracaktır. Karaca mersin balığında referans aralıklarının belirlendiği bazı çalışmalar mevcut olmasına rağmen özellikle yavru balıkların referans aralıklarının belirlendiği çalışmalar kısıtlıdır. Bununla birlikte aynı ortamda bulunan farklı yaş grubundaki Karaca mersin balığı bireylerinin referans aralıklarının karşılaştırıldığı çalışmalara rastlanılmamıştır.

Bu doğrultuda, çalışmanın amacı, yetiştiricilik ortamında farklı yaş grubundaki Karaca mersin balığı bireylerinin hematolojik referans aralıklarını belirlemektir.

## MATERYAL VE METOT

Denemeler Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde Kasım 2022 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma protokolü Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu (Karar Numarası:2020/37) tarafından onaylanmıştır.

Çalışmada 2011 yılında Almanya'da özel bir işletmeden getirilen yumurtaların kuluçkalanmasıyla elde edilmiş kökenli 60 adet Karaca mersin balığı (+11 yaş) damızlık bireyleri ve bu damızlık bireylerden elde edilmiş 60 adet Karaca mersin balığı yavru bireyleri (+0 yaş) kullanılmıştır. Yavru ve yetişkin karaca mersin balığının ortalama ağırlıkları sırasıyla 150±20 g ve 8±1 kg olarak ölçülmüştür.

Balıklar rutin yetiştiricilik şartlarında, dikdörtgen beton havuzlarda iyi havalandırmaya sahip kuyu suyunda tutulmuştur. Su sıcaklığı (18±0,8 °C), çözünmüş oksijen (6,8-7,4) ve pH (7,18-7,46), multiparametrelili portatif ölçüm cihazıyla ölçülmüştür (Hach HQ40d 58258-00, Loveland, CO). Örnekleme yapılabilecek gün balıklara yemleme yapılmamıştır.

**Sağlıklı Balıkların Tespiti:** Sağlıklı balıkların tespiti için rastgele örnekleme yapılarak yavru ve yetişkin bireylerden 5'er adet balık örnekleme ve balıklar parazit ve bakteri yönünden incelenmiştir. Balıkların deri ve solungaçlarında kazıntı yöntemiyle, bağırsaklarından ise dışkı ve vücut sıvısı alınarak parazit yönünden incelenmiştir. Bakteriyel patojenlerin varlığı, balıkların karaciğer, böbrek ve dalak dokularından genel besi yerine ekimler yapılarak incelenmiştir. Bakteri ve parazit

yönünden incelenen balıklarda herhangi bir patojen varlığına rastlanılmamıştır.

**Hematolojik Analizler:** Kan alma işleminden önce, balıklara 20 mg/L karanfil yağı ile anestezi uygulanmış ve hafif sedasyon sağlanmıştır. (Mylonas vd., 2005) Kan örnekleri, balığın kuyruk yüzgecinin arkasındaki damardan (kaudal vena) 2,5 ml'lik plastik enjektör ile alınmıştır. (Val vd., 1998). Tam kan sayımı için yaklaşık 0,5 ml kan örneği alınarak lityum heparinize tüplere konulmuştur. Kan örnekleri, aynı gün içinde PROKAN-6800VET marka tam otomatik kan sayım cihazı ile analiz edilmiştir. Her numune için, lökosit (WBC), lenfosit (LYM), granülasitler (Gran), monositler (MID), hematokrit (HCT), hemoglobin (HGB), eritrosit (RBC), ortalama eritrosit hacmi (MCV), ortalama eritrosit hemoglobini (MCH) ve ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) değerleri ölçülmüştür.

Kan sayım cihazının çalışma prensibi, kan hücrelerinin elektriksel empedans yöntemiyle sayılması ve boyutlandırılması esasına dayanır (Minaz vd., 2022). Bir sensörün açıklığından geçen parçacığın (WBC ve RBC) ürettiği elektrik direncindeki değişiklikler ölçülür. Kan hücreleri iletken olmadığından, örnek kan iletken bir sıvıda (lisis solüsyonu) seyreltilir. Seyreltici sensörden geçtiğinde, sürekli akım oluşturmak için elektrotlar açıklığı her iki tarafındaki sıvıya daldırılır. Hücreler açıklıktan geçerken, hücre hacmi arttıkça elektrotlar arasındaki direnç artar. Büyütme devresinden geçerek voltaj sinyali büyütülür ve ses filtrelenir, ardından analitik sonuçlar elde edilir: Bir sayım havuzu ve algılama devresi WBC'yi sayar, başka bir sayım havuzu ve algılama devresi de RBC'yi sayar. Aletin mikroişlemcisi hücreleri (WBC ve RBC) hesaplar ve analiz eder ve ardından histogramlarını verir. HGB ölçümü için ise kana lisis eklenerek kırmızı kan hücresi hızla parçalanır ve hemoglobini serbest bırakır. Hemoglobin ve lisis, 540 nm dalga boyunu absorbe edebilen yeni bir karışım oluşturur. Saf seyreltici ile numune arasındaki emiciliğin karşılaştırılmasıyla, numune hemoglobin konsantrasyonu hesaplanır. Cihaz, denklemlere dayalı olarak, diğer hematolojik parametreleri (HCT, MCH ve MCHC) belirler.

**İstatistiksel Analiz:** Çalışmada istatistiksel değerlendirmeler SigmaPlot 11.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Tüm kan parametreleri için elde edilen veri setlerinin normallik dağılımı Shapiro-Wilk testi ile analiz edilmiştir. Normal dağılım göstermeyen veriler %95 güven aralığında kontrol edilerek alt ve üst uç değerler çıkarılmıştır. Kalan değerlerin aralığı referans aralığı olarak kullanılmıştır.

Farklı büyüklükteki grupların kan parametreleri arasındaki farklılık Mann-Whitney-U testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Tüm veriler  $p < 0,01$  önem seviyesine göre değerlendirilmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Karaca mersin balığında, yavru ve yetişkin bireylerin kan parametrelerinin ortalama değerleri, standart sapmaları, medyan değerleri ve referans aralıkları Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre, yaşa bağlı olarak mersin balıklarının ortalama WBC, LYM, MID, GRAN, MCV, MCH ve MCHC değerleri anlamlı bir farklılık göstermiştir ( $p < 0,05$ ). Bununla birlikte RBC, HGB ve HCT değerleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ( $p > 0,05$ ).

Hematolojik bulgular balıkların strese olup olmadığını göstermede indikatör olarak kullanılmaktadır (Wedemeyer, 1996). Bu çalışmada yavru balıkların RBC, HCT ve MCV hariç diğer hematolojik parametreleri yetişkin bireylerden daha yüksek değerlerde ölçülmüştür. Benzer şekilde Yousefzadeh ve Khara, (2015) *Capoeta capoeta* türünde 1 yaşındaki bireylerin, 2 ve 3 yaşındaki bireylere göre WBC, MID, LYM ve MCH değerlerinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Turna balığında yapılan bir diğer çalışmada ise genç bireylerin HCT, RBC, WBC ve MCV değerlerinin yaşlı bireylerden daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Fallah vd., 2014). *Salmo trutta caspius* balığında yaşa bağlı olarak HGB, RBC, MCHC, MID değerleri de paralel şekilde artmıştır (Jamalzadeh & Ghomi, 2009). Mersin morinalarında genç bireylerin lökosit sayılarının yetişkin bireylere göre daha yüksek olduğu da bir başka çalışmada ifade edilmiştir (Bahmani vd., 2011). Farklı balık türlerine ait çalışmalarda bu çalışmayla benzer şekilde kan parametrelerinin yaşa bağlı olarak değişim gösterdiği ortaya konulmuştur (Jamalzadeh & Ghomi, 2009; Bahmani vd., 2011).

Balıkların ortalama RBC değeri  $1-5 \times 10^6 / \mu\text{L}$  aralığında değişmektedir. Fazio, (2019) tarafından yetiştiricilik kökenli balıkların kan parametreleri değerlendirilmiştir. Çalışmada ortalama RBC sayıları, Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) için  $1,53 \pm 0,13 \times 10^6 / \mu\text{L}$ , çipura (*Sparus aurata*) için  $3,50 \pm 0,08 \times 10^6 / \mu\text{L}$ , deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) için ise  $3,51 \pm 0,34 \times 10^6 / \mu\text{L}$  olarak belirtilmiştir. Bu çalışmada ise yavru ve yetişkin karaca mersin balığı bireylerinin ortalama RBC değeri  $0,66-0,75 \times 10^6 / \mu\text{L}$  olarak ölçülmüştür. Duman, (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, ortalama 3670 g ağırlığındaki karaca mersin balıklarının RBC referans değeri  $0,77-1,23 \times 10^6 / \mu\text{L}$  aralığında bulunmuştur. Daha önce yapılan bazı çalışmalarda mersin balıklarının RBC referans değerleri, *Acipenser brevirostrum* için  $0,65-1,09 \times 10^6 / \mu\text{L}$  (Knowles vd., 2006), *A. baerii* için  $2,3-2,9 \times 10^6 / \mu\text{L}$  (Sadati, 2011), hibrit mersin balığı (*Huso huso* A. *ruthenus*) için  $0,83 \times 10^6 / \mu\text{L}$  (Alyakrinskyay vd., 1984) olarak verilmiştir. Hematolojik parametreler metabolizma ile yakından bağlantılıdır, bu nedenle diğer türlerle kıyaslandığında karaca mersin balığının RBC değerlerinin düşük olması

metabolizma hızlarının düşük olduğunun bir göstergesi olabilir. Bununla birlikte yavru ve yetişkin bireylerde ortalama RBC değerlerinin benzer olmasına rağmen, yavru balıkların daha yüksek HGB seviyesine sahip olması daha yüksek kırmızı kan hücresi üretimine işaret eder. Bu durum yavru balıkların, metabolik aktivite ve yüksek enerji talebine bağlı olarak oksijen tüketiminin yetişkin bireylerden fazla olmasıyla açıklanabilir. Ayrıca HGB değerine bağlı olarak MCH ve MCHC değerleri de yavru balıklarda yetişkinlere kıyasla daha yüksek tespit edilmiştir.

Kırmızı kan hücrelerinin (RBC) hacmini belirten MCV değeri, balıklarda 150-350 fL aralığındadır (Hrubec ve Smith, 2000). Bu referans değerler bizim çalışmamızda mersin balığı için ölçülen referans değerleri ile uyumludur. Yüksek aktiviteye sahip balıkların oksijen talepleri fazladır ve eritrositleri küçüktür, bu nedenle MCV değeri daha düşüktür (Knowles vd., 2006). Çalışmada daha önce belirtildiği gibi oksijen tüketimine bağlı olarak, yavru balıkların MCV'si yetişkin balıklardan daha düşük bulunmuştur.

Eritrosit indekslerindeki (MCH, MCHC, MCV) değişiklikler, hem aneminin varlığını ve türünü teşhis etmek hem de balıkların fizyolojik adaptasyon durumunun teşhisi için kullanılır (Speckner vd., 1989). Diğer omurgalı türlerinde olduğu gibi, balıklarda da toksik kimyasal maddeler, enfeksiyonlar, yetersiz beslenme veya açlık durumu balıklarda anemiye neden olabilir (Witeska, 2015). Araştırmacılar birçok farklı balık türünde bu faktörlerin kan parametrelerine etkilerini ortaya koymuştur (Xu vd., 2021, Vinodhini & Narayanan, 2009; Yarmohammadi vd., 2015). Bu çalışmada herhangi bir toksik maddeye maruz kalmamış ve yıl boyunca sabit çevresel parametrelerde tutulan sağlıklı karaca mersin balığının kan parametreleri değerlendirilmiştir. Balıklar aynı şartlarda tutulmasına rağmen yavru ve yetişkin bireylerin MCH, MCHC ve MCV değerleri farklılık göstermiştir. Bu durum anemiyle değil, balıkların farklı yaşam evrelerinde göstermiş oldukları metabolik aktivite ve adaptasyonla ilişkilendirilebilir. Çalışmalarda referans değerleri bu kapsamda değerlendirilmelidir.

Lökosit sayısı (WBC), omurgalılarda bağışıklık durumunun değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir parametredir (Witeska vd., 2022). Filogenetik farklılıklar, çevresel koşullar ve stres faktörlerinin bir sonucu olarak, balıklarda toplam WBC sayıları oldukça farklılık göstermektedir (Matsche vd., 2014). Daha önceki çalışmalarda bazı mersin balığı türlerinin WBC referans aralıkları, *A. gueldenstaedtii* için  $9,2-16,9 \times 10^3/\mu\text{L}$  (Duman, 2020), *A. baerii* için  $19,4-25,5 \times 10^9/\mu\text{L}$  (Sadati vd., 2011) *A. oxyrinchus oxyrinchus* için  $26,4-33,7 \times 10^9/\mu\text{L}$  (Matsche vd., 2014), *A. ruthenus* için ise  $62,3 \pm 7,5 \times 10^3/\mu\text{L}$  (Ghiasi vd., 2014) olarak verilmiştir. Çalışmada Karaca mersin

balığı yavru bireylerinin WBC sayıları yetişkin bireylerden yaklaşık 2,3 kat daha yüksek seviyede ölçülmüştür. Benzer şekilde Yousefzadeh ve Khara, (2015) *Capoeta capoeta gracilis* türlerinde yaptıkları bir çalışmada, 1 yaşındaki bireylerin, 2 ve 3 yaşındaki bireylere göre WBC, monosit ve lenfosit sayılarının daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte, yapılan bir başka çalışmada farklı yaşlardaki sazan balıklarının WBC değerlerinin yaşa bağlı olarak artış gösterdiği de ifade edilmiştir (Baghizadeh vd., 2014).

**Tablo 1.** Karaca mersin balığı (*Acipenser gueldenstaedtii*)'nda hematolojik parametrelerin referans aralığı.

**Table 1.** Reference intervals of hematological parameters in Danube sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*).

Parametre	Grup	Ortalama	Standart sapma	Medyan	Referans aralığı
WBC ( $10^3/\mu\text{L}$ )	Yavru	114,5 <sup>a</sup>	11,4	116,6	111-120
	Yetişkin	50,3 <sup>b</sup>	3,9	50,4	49-52
LYM ( $10^3/\mu\text{L}$ )	Yavru	104,1 <sup>a</sup>	10,3	106,2	102-107
	Yetişkin	45,8 <sup>b</sup>	3,3	45,8	45-47
MID ( $10^3/\mu\text{L}$ )	Yavru	5,7 <sup>a</sup>	0,9	5,6	5,3-6,0
	Yetişkin	2,6 <sup>b</sup>	0,6	2,5	2,3-2,7
GRAN ( $10^3/\mu\text{L}$ )	Yavru	4,6 <sup>a</sup>	0,9	4,4	4,2-4,6
	Yetişkin	2,0 <sup>b</sup>	0,6	1,9	1,8-2,3
RBC ( $10^6/\mu\text{L}$ )	Yavru	0,7 <sup>a</sup>	0,1	0,7	0,66-0,73
	Yetişkin	0,7 <sup>a</sup>	0,1	0,7	0,67-0,75
HGB (g/dL)	Yavru	12,9	1,8	12,7	12,1-13,6
	Yetişkin	11,4	1,5	11,3	10,8-11,9
HCT (%)	Yavru	13,6	2,2	14,1	13,2-14,6
	Yetişkin	15,2	2,1	15,3	14,4-16,0
MCV (fL)	Yavru	200,0 <sup>a</sup>	6	200,8	198-203
	Yetişkin	215,1 <sup>b</sup>	7,6	217,8	214-218
MCH (pg)	Yavru	190,8 <sup>a</sup>	25	189,8	181-192
	Yetişkin	162,2 <sup>b</sup>	28,3	156,1	154-159
MCHC (g/dL)	Yavru	95,6 <sup>a</sup>	11,9	93,8	92-96
	Yetişkin	73,6 <sup>b</sup>	17,5	72	71-73

Hasta balıkların hematolojik parametrelerinde eritrosit indeksleri (HGB, HCT, RBC) genel olarak düşme eğilimindeyken WBC indeksleri (LYM, MID, GRAN) artma eğilimindedir. Balıklarda herhangi bir enfeksiyon durumunda bağışıklık sistemi harekete geçer. Bu durumda antikor üretimindeki artışa bağlı olarak kandaki WBC sayısı da artış gösterir (Matsche vd., 2014).

Knowles vd., (2006) kısa burunlu mersin balığında (*A. brevirostrum*) yaptıkları çalışmada kan referans değerlerinin belirlenmesinin hastalığın erken tespiti, teşhisi ve izlenmesinde faydalı olacağını bildirmişlerdir. Ancak balıklarda referans değerlerini belirlemek son derece zordur ve çoğu kan parametresinin normal aralıkları, balığın iç ortamının poikilotermiye bağlı kararsızlığı ve dış etkenlere karşı yüksek duyarlılığı nedeniyle çok geniştir (Luskova, 1997; Witeska, 2015). Bu nedenle yapılacak çalışmalarda referans aralıklarını cinsiyet, yaş, cinsi olgunluk durumu gibi biyotik ve abiyotik faktörlere göre belirlemek bir tanı aracı olarak hematolojik ve biyokimyasal analizlerin doğruluğunu ve kullanılabilirliğini artırır (Cassle, 2021). Bununla birlikte, numune alım tekniklerinin ve kan analizlerinin standardize edilmesi yaklaşımı da hematolojik ve biyokimyasal analizlerin doğruluğunu destekleyici nitelikte olacaktır (Fazio, 2019).

## SONUÇ

Sonuç olarak, bu çalışmada elde edilen veriler, yetiştiricilik kökenli karaca mersin balığı yavru ve yetişkin bireylerinin fizyolojik durumunun başarılı bir şekilde takip edilmesi için yararlanılabilecek güvenilir bir hematolojik veri kaynağı oluşturmayı hedeflemiştir. Çalışmada yavru ve yetişkin bireylerin WBC, LYM, MID, GRAN, MCV, MCH ve MCHC değerlerinin önemli derecede farklılık gösterdiği ortaya konmuştur. Bu nedenle gelecek çalışmalarda referans aralıkları karşılaştırılırken bu farklılıkların göz önünde bulundurulması çalışmanın güvenilirliği açısından önemlidir. Balık sağlığı ve refahının değerlendirilmesinde son yıllarda biyokimyasal ve hematolojik analizlerin kullanımı yaygınlaşmasına rağmen balık fizyolojisi hakkında daha fazla araştırma yapılması gelecek çalışmalar için önemli bir veri kaynağı oluşmasını sağlayabilir.

## KAYNAKLAR

### KAYNAKLAR

- Adel, M., Safari, R., Yeganeh, S., Satheesh Kumar, P. & Safaie, P. (2017).** Hematological and biochemical profile of pike breeders (*Esox lucius* Linnaeus, 1758) from the Anzali Wetland, Caspian Sea. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 87(4), 1271-1276.
- Ahmed, I., Reshi, Q.M. & Fazio, F. (2020).** The influence of the endogenous and exogenous factors on hematological parameters in different fish species: a review. *Aquaculture International*, 28(3), 869-899.
- Ak, K., Kurtoğlu, İ. Z., Serezli, R., KAYIŞ, Ş. & Yandı, İ. (2019).** Introduce the Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) to Turkish aquaculture industry: Duoculture possibility with rainbow trout. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(3), 211-217.
- Ak, K., Minaz, M., Er, A. & Aslankoç, R. (2022).** The using potential of a new natural anesthetic agent on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Chamomile oil (*Matricaria chamomilla*). *Aquaculture*, 561, 738-742.
- Altınçekiç, Ş.Ö. & Koyuncu, M. (2010).** Nakil koşullarının hayvan refahı üzerine etkileri. *Hayvansal Üretim*, 51, 48-56.
- Alyakrinskyaya, I.O. & Dolgova, S.N. (1984).** Hematological features of young sturgeons. *Vopr Ikhtiol*, 4, 135-139.
- Baghizadeh, E., Sadeghpour, A., Khara, H. & Nezami, S.A. (2014).** Effect of age on some blood hücre and biochemical factors of common carp *Cyprinus carpio* Linnaeus 1758. *Journal of Aquatic Animals & Fisheries* 4(16), 17-24.
- Bahmani, M., Kazemi, R. & Donskaya, P. (2011).** A comparative study of some hematological features in young reared sturgeons (*Acipenser persicus* and *Huso huso*). *Fish Physiol Biochem*. 24, 135-140.
- Bemis, W.E., Birstein, V.J. & Waldman, J.R. (1997).** Sturgeon biodiversity and conservation: an introduction. *Sturgeon Biodiversity and Conservation*, 454, 13-14. Springer, Dordrecht.
- Beridze, T., Boscari, E., Scheele, F., Edisherashvili, T., Anderson, C. & Congiu, L. (2022).** Interspecific hybridization in natural sturgeon populations of the Eastern Black Sea: the consequence of drastic population decline? *Conservation Genetics*, 23(1), 211-216.
- Bronzi, P., Rosenthal, H. & Gessner, J. (2011).** Global sturgeon aquaculture production: an overview. *Journal of Applied Ichthyology*, 27(2), 169-175.
- Cassle, S.E., Yanong, R.P., Pouder, D.B., Rodriguez, C., Mylniczenko, N., Thompson, P. M. & Stacy, N.I. (2021).** Reference intervals for blood analytes of adult aquarium-housed Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii*. *Journal of Aquatic Animal Health*, 33(1), 33-43.
- Clauss, T.M., Dove, A.D. & Arnold, J.E. (2008).** Hematologic disorders of fish. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 11(3), 445-462.
- Dönmez, E.A., Kolay, M., Özkan, F. & Koyuncu, C.E. (2006).** FMC ve malaşit yeşili sağaltım dozlarının (*Oreochromis niloticus* L., 1758) bazı kan parametrelerinde meydana getirdiği değişimler. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(1/1), 61-64.
- Duman, S. (2020).** Determination of reference values of some hematological and immunological parameters in healthy Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*). *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 5(2), 212-217.
- Esmaili, M. (2021).** Blood performance: A new formula for fish growth and health. *Biology*, 10(12), 1236.
- Fallah, F.J., Khara, H., Roohi, J.D. & Boorani, M.S. (2014).** Hematological parameters of pike *Esox lucius* in relation to different ages and seasons. *Comparative Clinical Pathology*, 23(4), 949-953.
- Fazio, F. (2019).** Fish hematology analysis as an important tool of aquaculture: a review. *Aquaculture*, 500, 237-242.
- Fazio, F., Marafioti, S., Arfuso, F., Piccione, G. & Faggio, C. (2013).** Influence of different salinity

- on haematological and biochemical parameters of the widely cultured mullet, *Mugil cephalus*. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, **46**(4), 211-218.
- Ghiasi, S., Falahatkar, B., Dabrowski, K., Abasalizadeh, A. & Arslan, M. (2014)**. Effect of thiamine injection on growth performance, hematology and germinal vesicle migration in sterlet sturgeon *Acipenser ruthenus* L. *Aquaculture International*, **22**(5), 1563-1576. DOI: 10.1007/s10499-014-9765-77
- Hrubec, T.C. & Smith, S.A. (2000)**. Hematology of fish. In: Feldman BF, Zinkl JG, Jain NC (eds) *Schalm's Veterinary Hematology*, 5th. Philadelphia, 1120-1125.
- Hrubec, T.C., Robertson, J.L. & Smith, S.A. (1997)**. Effects of temperature on hematologic and serum biochemical profiles of hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *Morone saxatilis*). *Am. J. Vet. Res.*, **58**,126-130.
- Hurvitz, A., Jackson, K., Degani, G. & Levavi-Sivan, B. (2007)**. Use of endoscopy for gender and ovarian stage determinations in Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) grown in aquaculture. *Aquaculture*, **270**(1-4), 158-166.
- IUCN. (2020)**. The IUCN Red List of Threatened Species. From: <https://www.iucnredlist.org/>
- Jamalzadeh, H.R. & Ghomi, M.R. (2009)**. Hematological parameters of Caspian salmon *Salmo trutta caspius* associated with age and season. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, **42**(1), 81-87.
- Karimi, S.H., Kochinian, P. & Salati, A.P. (2013)**. The effect of sexuality on some haematological parameters of the yellowfin seabream, *Acanthopagrus latus* in Persian Gulf. *Iranian Journal of Veterinary Research*, **14**(1), 65-68.
- Keleştemur, G.T. & Özdemir, Y. (2010)**. Nakil işleminin gökkuşuğu alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792)'nın bazı kan parametre değerleri üzerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **14**(3), 213-217.
- Knowles, S., Hrubec, T.C., Smith, S.A. & Bakal, R.S. (2006)**. Hematology and plasma chemistry reference intervals for cultured shortnose sturgeon (*Acipenser brevirostrum*). *Veterinary Clinical Pathology*, **35**(4), 434-440.
- Matsche, M.A., Arnold, J., Jenkins, E., Townsend, H. & Rosemary, K. (2014)**. Determination of hematology and plasma chemistry reference intervals for 3 populations of captive Atlantic sturgeon (*Acipenser oxyrinchus oxyrinchus*). *Veterinary Clinical Pathology*, **43**(3), 387-396. DOI: 10.1111/vcp.12174
- Memiş, D. (2007)**. Sturgeon aquaculture. A. Candan, S. Karataş, Küçüktaş & L. Okumuş, eds. *Marine aquaculture in Turkey*. Istanbul, Turkish Marine Research Foundation, 49-59.
- Minaz, M., Er, A., Ak, K., Nane, İ. D., İpek, Z.Z., Kurtoğlu, İ. Z. & Kayış, Ş. (2022)**. Short-term Exposure to Bisphenol A (BPA) as a Plastic Precursor: Hematological and Behavioral Effects on *Oncorhynchus mykiss* and *Vimba vimba*. *Water, Air, & Soil Pollution*, **233**(4), 1-12.
- Moeller, J. & Robert, B. (2001)**. California animal health and food safety: Diseases of fish. *California Press*, **43**, 34.
- Mylonas C.C., Cardinaletti G., Sigelaki I. & Polzonetti-Magni A. (2005)**. Comparative Efficacy of Clove Oil and 2-phenoxyethanol as Anesthetics in the Aquaculture of European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) and Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) at Different Temperatures. *Aquaculture*, **246**(1-4): 467-481.
- Noyan, A. (1993)**. *Yaşam ve Hekimlikte Fizyoloji*. 8. Baskı. Meteksan Yayınevi, Ankara.
- Ranzani-Paiva, M.J.T., Rodrigues, E.L., Veiga, M.L., Eiras, A.C. & Campos, B.E.S. (2003)**. Differential leucocyte counts in "dourado", *Salminus maxillosus* Valenciennes, 1840, from the Mogi-Guaçu River, Pirassununga, sp. *Brazilian Journal of Biology*, **63**, 517-525.
- Rehulka, J., Minařík, B. & Řehulková, E. (2004)**. Red blood hücre indices of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) in aquaculture. *Aquaculture Research*, **35**(6), 529-546.
- Romano, N., Scapigliati, G. & Abelli, L. (2017)**. Water oxygen content affects distribution of T and B lymphocytes in lymphoid tissues of farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Fishes*, **2**(3), 16.
- Ruban, G.I. (2019)**. Adaptive ecological and morphological features of the Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt). *Inland Water Biology*, **12**(2), 210-216.
- Sadati, M.A.Y., Pourkazemi, M., Shakurian, M., Hasani, M.H.S., Pourali, H.R., Pourasaadi, M. & Yousefi, A. (2011)**. Effects of daily temperature fluctuations on growth and hematology of juvenile *Acipenser baerii*. *Journal of Applied Ichthyology*, **27**(2), 591-594.
- Sebastiao, F.A., Nomura, D., Sakabe, R. & Pilarski, F. (2011)**. Hematology and productive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) naturally infected with *Flavobacterium columnare*. *Brazilian Journal of Microbiology*, **42**, 282-289.

- Speckner, W., Schindler, J.F. & Albers, C. (1989).** Age-dependent changes in volume and haemoglobin content of erythrocytes in the carp (*Cyprinus carpio* L.). *Journal of Experimental Biology*, **141**(1), 133-149. DOI: [10.1007/s00580-014-1983-x](https://doi.org/10.1007/s00580-014-1983-x)
- Ustaoglu Tiril, S. & Memiş, D. (2018).** An overview of the factors affecting the migration of sturgeons in Yeşilirmak. *Aquatic Sciences and Engineering*, **33**(4), 138-144. DOI:[10.26650/ASE20180002](https://doi.org/10.26650/ASE20180002)
- Val, A.L., De Menezes, G.C. & Wood C.M. (1998).** Red Blood Cell Adrenergic Responses in Amazonian Teleost. *J. Fish Biol.*, **52**: 83-93.
- Vázquez, G.R. & Guerrero, G.A. (2007).** Characterization of blood hücre and hematological parameters in *Cichlasoma dimerus* (Teleostei, Perciformes). *Tissue and Hücre*, **39**(3), 151-160.
- Vinodhini, R. & Narayanan, M. (2009).** The impact of toxic heavy metals on the hematological parameters in common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Journal of Environmental Health Science & Engineering*, **6**(1), 23-28.
- Witeska, M. (2015).** Anemia in teleost fishes. *Bull. Eur. Assoc. Fish. Pathol.*, **35**(4).
- Witeska, M., Kondera, E., Ługowska, K. & Bojarski, B. (2022).** Hematological methods in fish–Not only for beginners. *Aquaculture*, **547**, 737-498.
- Xu, Z., Cao, J., Qin, X., Qiu, W., Mei, J. & Xie, J. (2021).** Toxic effects on bioaccumulation, hematological parameters, oxidative stress, immune responses and tissue structure in fish exposed to ammonia nitrogen: a review. *Animals*, **11**, 3304.
- Yarmohammadi, M., Pourkazemi, M., Kazemi, R., Pourdehghani, M., Hassanzadeh Saber, M. & Azizzadeh, L. (2015).** Effects of starvation and re-feeding on some hematological and plasma biochemical parameters of juvenile Persian sturgeon, *Acipenser persicus* Borodin, 1897. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, **13**(2), 129-140.
- Yousefzadeh, F. & Khara, H. (2015).** Changes in blood chemistry and hematological indices of *Capoeta capoeta gracilis* in relation to age, sex, and geographic location. *Comparative Clinical Pathology*, **24**, 791-795.
- Zakes, Z., Demska-Zakes, K., Szczepkowski, M., Rozynski, M. & Ziomek, E. (2016).** Impact of sex and diet on hematological and blood plasma biochemical profiles and liver histology of pike perch (*Sander lucioperca* (L.)). *Arch Pol*
- Fisheries* **24**,61-68. DOI: [10.1515/aopf-2016-0007](https://doi.org/10.1515/aopf-2016-0007)