

## Çanakkale Boğazı'ndan Avlanan İskorpit Balığı (*Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758)'nin Kan Glukoz Düzeyindeki Aylık Değişmeler

Ekrem Şanver Çelik

Onsekiz Mart Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Çanakkale, Türkiye  
E mail: sanver\_celik@hotmail.com

**Abstract:** Monthly variations in the blood glucose level of scorpion fish (*Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758) captured from Dardanelles. In this study, monthly variation in blood glucose level of scorpion fish *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758) caught from in Dardanelles between July 2000 and June 2001 was determined. The average blood glucose level was determined to be  $120.6 \pm 4.3200$  mgdL<sup>-1</sup> in the population. The blood glucose level was highest ( $213.0 \pm 14.4100$  mgdL<sup>-1</sup>) in May, and lowest ( $49.7 \pm 4.2000$  mgdL<sup>-1</sup>) in December. However, the value of glucose during pre-reproduction period significantly increased ( $p < 0.05$ ).

**Key Words:** *Scorpaena porcus*, blood, glucose level, reproduction, monthly variation.

**Özet:** Bu çalışmada, Temmuz 2000-Haziran 2001 tarihleri arasında Çanakkale Boğazı'ndan avlanan iskorpit balığı *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758) türünün kan glukoz düzeyleri incelenmiştir. Populasyonun ortalama kan glukoz düzeyi  $120,6 \pm 4,3200$  mgdL<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır. Aylara göre en yüksek kan glukoz düzeyi  $213,0 \pm 14,4100$  mgdL<sup>-1</sup> ile Mayıs ayında, en düşük ise  $49,7 \pm 4,2000$  mgdL<sup>-1</sup> ile Aralık ayında gerçekleşmiştir. Aynı zamanda, üreme öncesi dönemde glukoz değeri istatistik olarak önemli derecede artmıştır ( $p < 0.05$ ).

**Anahtar Kelimeler:** *Scorpaena porcus*, kan, glukoz düzeyi, üreme, aylık değişim.

### Giriş

Karbonhidratlar, sıcak kanlı hayvanların enerji ihtiyaçlarının karşılanmasında birinci kaynak olarak kullanılmaktadırlar (Keha ve Küfrelioğlu, 2000). Bu durum, balıklarda beslenme şekline göre değişiklik arz etmektedir. Omnivor ve herbivor türlerin karbonhidratları karnivora göre daha iyi değerlendirdikleri bilinmekte olup, karbonhidrat metabolizmasında glukozun önemli yer tuttuğu bildirilmektedir (Akyurt, 1993; Lovell, 1989). Glukoz metabolizmasında insulin, glukagon ve tiroid hormonlarının memelilerde düzenleyici rol oynadıkları bilinmesine karşılık (Keha ve Küfrelioğlu 2000), bu durumun balıklardaki etkileri hakkında kesin bir bilgi bulunmamaktadır (Kaminska ve diğ., 1988; Navarro ve diğ., 1993).

Ayrıca, kan glukoz düzeyine; türlerin (Johnson ve Casillas, 1991), ağır metal ve toksik maddelerin (Atamanalp, 2000, Das ve Mukherjee, 2003; Shakoori ve diğ., 1991, Wood ve diğ., 1996; Yamawaki ve diğ., 1986), su kalitesinin (Ytrestøyl ve diğ., 2001), yem kompozisyonunun (Hemre ve ark. 1995), sıcaklığın (Strange, 1980; White ve Fletcher, 1985; Yıldırım ve diğ., 1999), stres faktörlerinin (Casillas ve Smith, 1977; Kubokawa ve diğ., 1999), enfeksiyonların, enfeksiyöz veya enfeksiyöz olmayan sebeplerle oluşan karaciğer dejenerasyonlarının, hipoglisemi veya hipergliseminin (Aydın ve Erman 1998), glukoz enjeksiyonunun (Peres ve diğ., 1999) da etkili olduğu değişik çalışmalarda belirlenmiştir. Bütün bunlardan anlaşılacağı üzere, kan glukoz düzeyinin çevre faktörleri ve endokrin sistem tarafından kontrol edildiği söylenebilir (Yıldırım ve diğ., 2000).

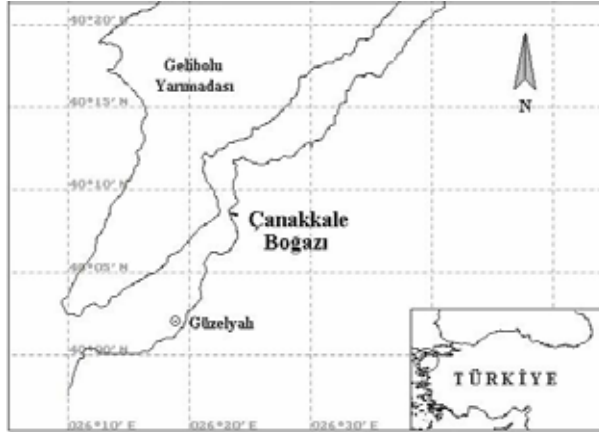
Bu çalışmada, Çanakkale Boğazı'nda yaşayan *Scorpaena porcus* türünün mevsimlere ve üreme faaliyetlerine bağlı olarak kan glukoz düzeyindeki değişimler araştırılmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, Çanakkale Boğazı'nın Güzelyalı Mevkii'nde ( $40^{\circ} 02' 33''$  N- $26^{\circ} 18' 09''$  E) aylık periyotlar halinde yürütülmüştür (Şekil 1). Çalışmada Çanakkale Boğazı'nda doğal olarak bulunan *Scorpaena porcus* balığı kullanılmıştır. Balıkların tür teşhisi Akşiray (1987) ve Mater ve diğ. (1989)'ne göre yapılmıştır. Balık örnekleri fanyalı uzatma ağı avlanmıştır. Balıkların boy ölçümünde  $\pm 1$  mm hassasiyetli boy ölçü tahtası ve ağırlıkların tartımında ise  $\pm 0.001$  g'a hassas HM-200 marka elektronik terazi kullanılmıştır. Ortalama ağırlığı  $140.56 \pm 3.96$  (50.82-480.13) g ve total boyu  $19.2 \pm 0.76$  (14.6-27.0) cm olan ve cinsiyet ayrımı göz ardı edilen 312 adet iskorpit balığından canlı olarak kan örnekleri alınmış ve analizler yapılmıştır.

Kan analizleri için; balıkların anal yüzgecinin hemen arkasından kaudal venaya, kana mukoza karışmaması amacıyla, iyice kurulanıp temizlendikten sonra, 5 ml lik 22 numaralı iğneli plastik enjektörle girilerek kan numuneleri alınmış (Val ve diğ., 1998) ve örneklerin hemoliz olmamaları için özen gösterilmiştir. Trombositlerin cama yapışma afinitesinin yüksek olması ve bunun da kanın pıhtılaşmasını hızlandırmasından dolayı cam enjektör yerine plastik enjektörler kullanılmıştır (Blaxhall ve Daisley, 1973). Glukoz tayini için alınan kan örnekleri biyokimya çalışması için özel

hazırlanmış vakumlu vacutaineer tüplere konulmuştur. Kan analizleri kan örneklerinin alınmasından sonraki iki saat içerisinde Çanakkale Devlet Hastanesi Biyokimya Laboratuvarı'na getirilmiştir. Biyokimyasal analizler için alınan kanlar 4000 rpm devirde 10 dakika santrifüj edilip kan serumu ayrıldıktan sonra (Bricknell ve diğ. 1999) çıkartılan serumların analizi, Çanakkale Devlet Hastanesi'nde bulunan I Lab 900 and 1800 marka otoanalizör ile yapılmıştır.



Şekil 1. Araştırma alanı ve araştırma balıklarının avlandığı istasyon.

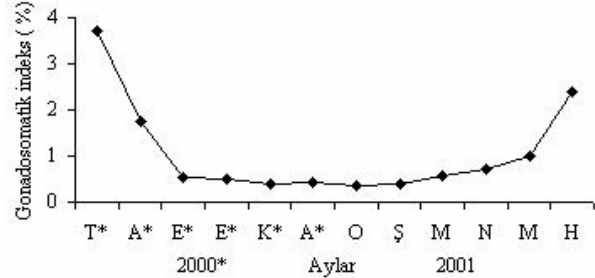
Balıkların testis ve ovaryumlarının çıplak gözle makroskobik ve stero binoküler mikroskopta incelenmesiyle cinsiyet tayini yapılmıştır (Nikolsky 1963). Kan glukoz düzeyinin üremeye olan ilişkisini belirlemek amacıyla kan örneği alınan bireylerin gonadosomatik indeks (GSİ) değerlerinin genel eğilimine bakılmıştır. GSİ değerleri üreme öncesi dönem [ÜÖD (Mayıs, Haziran)], üreme dönemi [ÜD (Temmuz, Ağustos)] ve üreme sonrası dönem [ÜSD (Eylül, Ekim, Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart, Nisan) fizyolojik aktivite dışı dönem] olmak üzere üç bölüme ayrılmıştır.

Populasyon parametrelerine ait ortalama, önemlilik testleri istatistikî metodlarla yapılmış ve önem seviyesi olarak da biyolojik araştırmalarda en çok kullanılan % 5 güven sınırı seçilmiştir. Kan parametrelerinin üreme, ay ve mevsimlere göre değişimlerinin değerlendirilmesi tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile yapılmıştır. Gruplar arası farkın tespiti için ise Duncan testi kullanılmıştır (Armitage ve Berry 1994). Hesaplamalarda "SPSS 10.0" paket programı kullanılmıştır.

## Bulgular

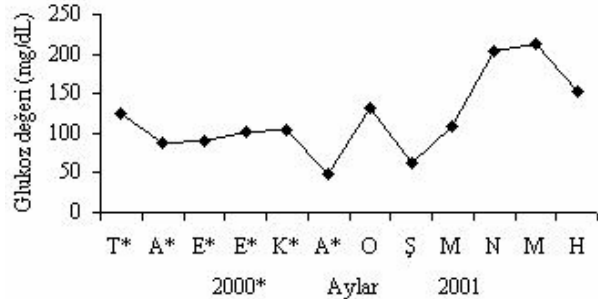
Populasyonun üreme mevsimi ve uzunluğunu tespit etmek amacıyla gonadlardaki mevsimlere bağlı değişimler ile bireylerin GSİ değerleri aylık periyotlar halinde takip edilmiştir. GSİ değerlerinin aylık değişimi Şekil 2'de verilmiştir. Populasyonun ortalama GSİ değeri 2000 yılı Temmuz ayında maksimuma ulaştıktan sonra Eylül ayına kadar azalmaya başlamıştır. 2000 Eylül ile 2001 Nisan ayları arasında yaklaşık aynı seviyede kaldıktan sonra 2001 Nisan ayından itibaren Haziran ayına kadar artış göstermiştir. 2000 Temmuz ayında en yüksek değere ulaşmış daha sonra da azalan seyir takip

eden populasyonun GSİ değerlerinden, üremenin Temmuzda başlayıp aralıklarla Eylül ayına kadar devam ettiği söylenebilir (Şekil 2).



Şekil 2. *Scorpaena porcus* türünün gonadosomatik indeks değerlerinin aylara göre değişimi.

Glukoz (GLU) değerinin aylara, mevsimlere ve üreme dönemine göre değişimi değeri yıllık ortalama  $120.6 \pm 4.3200$  mgdL<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Aylara göre en yüksek ortalama GLU değeri  $213.0 \pm 14.4100$  mgdL<sup>-1</sup> ile Mayıs ayında, en düşük ise  $49.7 \pm 4.2000$  mgdL<sup>-1</sup> ile Aralık ayında elde edilmiştir. GLU değerinde, Temmuz ayından Ağustos ayına kadar azalma, Ağustos ayından Kasım ayına kadar artma ve Kasım-Şubat ayları arasında artıp azalan bir seyir takip edilmiştir. Şubat ayından Mayıs ayına kadar artan GLU seviyesi, daha sonra da azalmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Glukoz değerinin aylara göre değişimi.

Yapılan varyans analizi ve çoklu karşılaştırma testinde kan GLU miktarı; Nisan ve Mayıs aylarında diğer bütün aylara göre istatistikî olarak önemli derecede yüksek ( $p < 0.05$ ), Aralık ayında (Şubat ayı hariç) ise diğer aylara göre önemli derecede düşük ( $p < 0.05$ ) çıkmıştır. Mayıs ayının Nisan ayı ile ve Aralık ayının Şubat ayı ile farkı istatistikî olarak önemsiz ( $p > 0.05$ ) bulunmuştur. (Tablo 1).

Mevsimlere göre en yüksek GLU değeri  $177.3 \pm 9.7500$  mgdL<sup>-1</sup> ile İlkbahar mevsiminde, en düşük ise  $81.8 \pm 5.8500$  mgdL<sup>-1</sup> ile Kış mevsiminde tespit edilmiştir. GLU miktarında, Yaz mevsiminden Kış mevsimine kadar bir azalma, daha sonra da bir artma gözlenmiştir (Şekil 4).

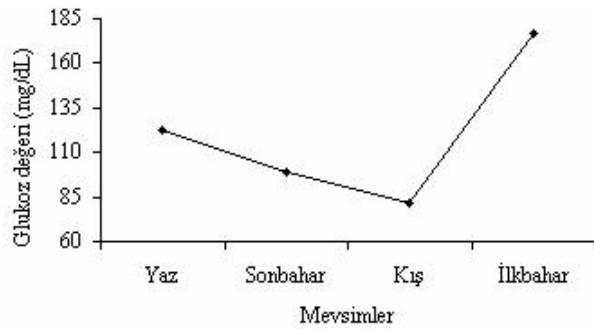
Sonbahar ve Kış mevsimindeki GLU seviyesi, İlkbahar ve Yaz mevsimlerine göre önemli ( $p < 0.05$ ) düşmeler göstermiştir. Sonbahar ile Kış değerlerinin farklılıkları önemsiz ( $p > 0.05$ ) bulunmuştur. En yüksek GLU seviyesinin gözlenmesi

İlkbahar ile Yaz mevsimi ortalaması arasındaki farkta önemli ( $p < 0.05$ ) çıkmıştır (Tablo 2).

Tablo 1. Glukoz değerinin aylara göre değişimi.

| Yıllar          | Aylar   | N (Adet)   | Populasyon Ort. (Xort±SH)    | Min.-Maks. Değerler |
|-----------------|---------|------------|------------------------------|---------------------|
| 2000            | Temmuz  | 25         | 125.9±13.2300 <sup>def</sup> | 6.0-280             |
|                 | Ağustos | 26         | 88.7±5.7100 <sup>bc</sup>    | 10-130              |
|                 | Eylül   | 28         | 91.0±11.9100 <sup>bcd</sup>  | 7.0-210             |
|                 | Ekim    | 25         | 102.5±12.0100 <sup>cde</sup> | 25-210              |
|                 | Kasım   | 25         | 104.9±12.9100 <sup>cde</sup> | 24-210              |
|                 | Aralık  | 26         | 49.7±4.2000 <sup>a</sup>     | 6.0-85              |
| 2001            | Ocak    | 26         | 133.0±6.6700 <sup>ef</sup>   | 90-212              |
|                 | Şubat   | 25         | 61.84±9.5500 <sup>ab</sup>   | 9.0-156             |
|                 | Mart    | 25         | 109.1±12.1700 <sup>cde</sup> | 22-205              |
|                 | Nisan   | 25         | 202.8±16.3700 <sup>g</sup>   | 55-350              |
|                 | Mayıs   | 30         | 213.0±14.4100 <sup>g</sup>   | 92-367              |
|                 | Haziran | 26         | 152.6±13.6800 <sup>f</sup>   | 55-308              |
| <b>Ortalama</b> |         | <b>312</b> | <b>120.6±4.3200</b>          | <b>6.0-367</b>      |

\*Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistik olarak önemli fark yoktur ( $p > 0.05$ )



Şekil 4. Glukoz değerinin mevsimlere göre değişimi.

Tablo 2. Glukoz değerinin mevsimlere göre değişimi.

| Mevsimler | N (Adet) | Populasyon Ort. (Xort±SH)  | Min.-Maks. Değerler |
|-----------|----------|----------------------------|---------------------|
| Yaz       | 77       | 122.4±7.1800 <sup>b</sup>  | 6.0-308             |
| Sonbahar  | 78       | 99.14±62.0700 <sup>a</sup> | 7.0-210             |
| Kış       | 77       | 81.8±5.8500 <sup>a</sup>   | 6.0-212             |
| İlkbahar  | 80       | 177.3±9.7500 <sup>c</sup>  | 22-367              |

\*Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistik olarak önemli fark ( $p > 0.05$ ).

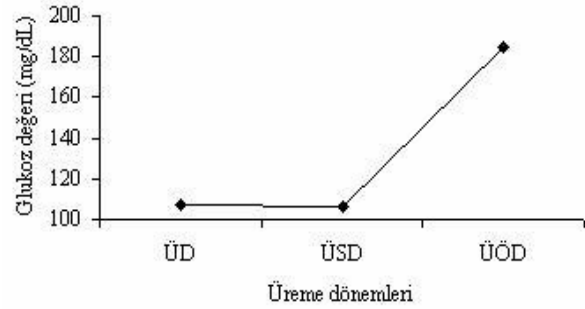
Üreme döneminden üreme sonrası döneme kadar yatay bir seyir izleyen glukoz değeri daha sonra da artmıştır (Şekil 5).

Üreme öncesi dönemin GLU seviyesi; üreme ve üreme sonrası dönemlere göre istatistik açıdan önemli derecede yüksek ( $p < 0.05$ ) bulunurken, üreme dönemi ile üreme sonrası dönem arasında önemli bir farklılık ( $p > 0.05$ ) meydana gelmemiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Glukoz değerinin üreme siklusüne göre değişimi.

| Üreme Dönemleri | N (Adet) | Populasyon Ort. (Xort±SH)  | Min.-Maks. Değerler |
|-----------------|----------|----------------------------|---------------------|
| Üreme Dönemi    | 51       | 106.9±7.5100 <sup>a</sup>  | 6.0-280             |
| Üreme Sonrası   | 205      | 106.4±4.9600 <sup>a</sup>  | 6.0-350             |
| Üreme Öncesi    | 56       | 184.9±10.7100 <sup>b</sup> | 55-367              |

\*Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistik olarak önemli fark yoktur ( $p > 0.05$ ).



Şekil 5. Glukoz değerinin üreme siklusüne göre değişimi.

## Tartışma ve Sonuç

Glukoz değeri yıllık ortalama  $120.6 \pm 4.3200$  mgdL<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Çalışmada elde edilen ortalama serum glukoz değeri, *Oncorhynchus mykiss* (Atamanalp 2000), *Oreochromis niloticus* (Chen ve diğ., 2002), *Labeo rohita* (Das ve Mukherjee 2003), *Paraphyrus vetulus* (Johnson ve diğ., 1991), *Cyprinus carpio* (Kaminska ve diğ. 1988), *Dicentrarchus labrax* ve *Sparus aurata* (Peres ve diğ. 1999) türlerinde tespit edilen glukoz değerinden yüksek bulunmuştur. *Oreochromis niloticus* (Azizoğlu ve Cengizler, 1996), *Rutilus rutilus* (Şahan ve Cengizler, 2002) ve *Barbus plebejus escherichi* (Yıldırım ve diğ. 1999) türlerinde elde edilen glukoz değerinden düşük olarak belirlenmiştir. Yamawaki ve diğ. (1986)'nin *Cyprinus carpio* balığında belirlediği değere ise yakındır. Bu durum, kan glukoz düzeyinin türlere göre varyasyon göstermesine bağlanmıştır (Jeon ve diğ., 1995).

Araştırmada, aya ve mevsimlere göre tespit edilen ortalama kan glukoz değerlerindeki yükselme ve azalmalar; *Pleuronectes platessa* (White ve Fletcher, 1985), *Salvelinus fontinalis* (Audet ve Claireaux, 1992), *Capoeta capoeta capoeta* (Aydın ve diğ. 2000), *Capoeta tinca* (Yıldırım ve diğ., 2000) türlerinde görülen yükselmeler ve *Ictalurus punctatus* (Smith ve diğ. 1987) türünde ise görülen azalmalarla benzerlik göstermiştir. *Mugil cephalus*, *Logodon rhomboides* (Folmar ve diğ., 1992), *Oreochromis niloticus* (Azizoğlu ve Cengizler, 1996), *Barbus plebejus escherichi* (Yıldırım ve diğ., 1999), *Cyprinus carpio* (Cengizler ve Azizoğlu, 2000), *Capoeta barroisi* ve *Rutilus rutilus* (Şahan ve Cengizler, 2002) türleri ile yapılan çalışmaların sonuçları ile bu çalışmanın sonuçları arasında farklılıklar gözlenmiştir. Sonbahar ve Kış mevsiminde, glukozda görülen azalma, düşük sıcaklıkta azalan metabolizma ve besin alımından kaynaklanmış olabilir (Smith ve diğ., 1987). Aylara ve mevsimlere göre balıklarda meydana gelen bu farklılıklar, aynı zamanda balık türüne (Jeon ve diğ., 1995), balığın yaşadığı suya [tatlı su ve deniz suyu (Brown ve diğ., 2001)], balığın üreme dönemine (Folmar ve diğ., 1992) ve balığın yaşama şekline (pelajik veya demersal) bağlanabilir.

Üreme öncesi dönemde glukoz değerindeki yükselme, bu araştırmadaki benzer şekilde *Oncorhynchus mykiss* (Lusková, 1995) ve *Mugil cephalus* (Folmar ve diğ., 1992) türlerinde görülmüştür. Balıklarda üremenin başlamasıyla

birlikte yem alımının durması ve üreme faaliyetinin gerçekleşebilmesi için gerekli olan enerjinin kandaki glukozdan karşılanması sonucu bu düşüşün gözlemlendiği söylenebilir.

Sonuç olarak, glukoz düzeyinin aylar ve mevsimler arasında farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Aynı zamanda glukoz düzeyinin üreme ile yakından ilişkili olduğu, bu ilişkinin üreme faaliyetlerinin başlamasıyla birlikte azalma şeklinde olduğu görülmüştür.

#### Kaynakça

- Akşiray, F. 1987. A Guide to Identification of Marine Fishes of Turkey (in Turkish). Cilt No. 2, Kardeşler Basımevi, İstanbul, s. 811.
- Akyurt, İ. 1993. Fish Nutrition (in Turkish). Atatürk Üniv. Zir. Fak. Ders Notları., Erzurum.
- Armitage, P., and G. Berry. 1994. In Statistical Methods in Medical Research. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1234 p.
- Atamanalp, M. 2000. Sublethal Doses Effect of A Synthetic Pyrethroid (Cypermethrine) on Macroscopic, Histopathologic, Haematologic and Biochemical in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). Doktora Tezi, Atatürk Üniv. Fen Bil. Ens., Erzurum, s. 120.
- Audet, C., and G. Claireaux. 1992. Diel and Seasonal Changes in Resting Levels of Various Blood Parameters in Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*). Can. J. Fish. Aquat., Sci., Vol., 49, 870-877.
- Aydın, S., and Z. Erman. 1998. Systemic *Aeromonas hydrophila* Infection in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum). Third International Symposium on Aquatic Animal Health (August 30-September 2, 1998). Baltimore, Maryland, USA.
- Aydın, S., A. Yıldırım, and O. Erdoğan. 2000. The Monthly Variations in the Blood Glucose Level of *Capoeta capoeta capoeta* (Güldenstaedt, 1772) Living in Aras River, (in Turkish). Turk. J. Vet. Anim. Sci., 24, 523-528.
- Azizoğlu, A., and İ. Cengizler. 1996. An Investigation on Determination of Some Haematologic Parameters in Healthy *Oreochromis niloticus* (L.), (in Turkish). Turk. J. Vet. Anim. Sci., 20, 425-431.
- Blaxhall, P.C., and K.W. Daisley. 1973. Routine Haematological Methods for Use with Fish Blood. J. Fish Biol., 5: 771-781.
- Bricknell, I.R., T.J. Bowden, D.W. Bruno, P. MacLachlan, R. Johnstone, and A.E. Ellis. 1999. Susceptibility of Atlantic Halibut, *Hippoglossus hippoglossus* (L). To Infection with Typical and Atypical *Aeromonas salmonicida*. Aquaculture, 175, 1-13.
- Brown, J.A., W.M. Moore, and E.S. Quabius. 2001. Physiological Effects of Saline Waters on Zander. J. Fish Biol., 59, 1544-1555.
- Casillas, E., and L.S. Smith. 1977. Effects of Stress on Blood Coagulation and Haematology in Rainbow trout (*Salmo gairdneri*). J. Fish Biol., 10, 481-491.
- Cengizler, İ., and A. Şahan. 2000. Determination of Some Blood Parameters in Mirror Carps (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758), Living in Seyhan Dam Lake and Seyhan River, (in Turkish). Turk. J. Vet. Anim. Sci., 24, 205-215.
- Chen, C.Y., G.A. Wooster, R.G. Getchell, P.R. Bowser, and M.B. Timmons. 2002. Blood Chemistry of Healthy, Nephrocalcinosis-Affected and Ozone-Treated Tilapia in A Recirculation System, with Application of Discriminant Analysis. Aquaculture, 218, 89-102.
- Das, B.K., and S.C. Mukherjee. 2003. Toxicity of Cypermethrin in *Labeo rohita* Fingerlings: Biochemical, Enzymatic and Haematological Consequences. Comp. Biochem. Physiol., Part C, 134, 109-121.
- Folmar, L.C., T. Moody, S. Bonomelli, and J. Gibson. 1992. Annual Cycle of Blood Chemistry Parameters in Striped Mullet (*Mugil cephalus* L.) and Pinfish (*Lagodon rhomboides* L.) From the Gulf of Mexico. J. Fish Biol., 41:999-1011.
- Hemre, G.I., K. Sandness, Ø. Lie, and R.Wagboø. 1995. Blood Chemistry and Organ Nutrient Composition in Atlantic Salmon, *Salmo salar* L., Fed Graded Amounts of Wheat Starch. Aquaculture Nutrition, 1:37-42.
- Jeon, J.K., P.K. Kim, Y.J. Park, and H.T. Huh. 1995. Study of Serum Constituents in Several Species of Cultured Fish. J. Korean Fish. Soc., 28 (2), 123-130.
- Johnson, L.J., and E. Casillas. 1991. The Use of Plasma Parameters to Predict Ovarian Maturation Stage in English Sole *Parophrys vetulus* Girard, J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 151:257-270.
- Johnson, L.J., E. Casillas, M.S. Myers, L.D. Rhodes, and O.P. Olson. 1991. Patterns of Oocyte Development and Related in Plasma 17-b Estra-diol, Vitellogenin, and Plasma Chemistry. English Sole *Parophrys vetulus* Girard, J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 152:161-185.
- Kaminska, D.S., U. Loos, V. Maier, H.H. Didschuneit, and E.F. Pfeiffer. 1988. Seasonal Variations of Glucose and Triiodothyronine Concentrations in Serum of Carp (*Cyprinus carpio*L.). Horm. Metabol. Res., 20: 727-729.
- Keha, E. E., and İ. Küfrevioğlu. 2000. Biochemistry (in Turkish). Derya Kitabevi, Trabzon, s. 633.
- Kubokawa, K., T. Watanabe, M. Yoshioka, and M. Iwata. 1999. Effects of Acute Stress on Plasma Cortisol, Sex Steroid Hormone and Glucose Levels in Male and Female Sockeye Salmon During the Breeding Season. Aquaculture, 172, 335-349.
- Lovell, T. 1989. Nutrition and Feeding of Fish. New York, America, 260 p.
- Lusková, V. 1995. Determination of Normal Values in Fish Hematology. Acta Universitatis Carolinae Biologica 39: 191-200.
- Mater, S., O. Uçal, and M. Kaya. 1989. Atlas of Marine Fishes of Turkey. Ege Üniv. Basımevi, İzmir, No: 123, 94 s.
- Navarro, I., M.N. Carneiro, M. Parrizas, J.L. Maestro, J. Planas, and J. Gutierrez. 1993. Post Feeding Levels of Insulin and Glucagon in Trout (*Salmo trutta fario*). Comp. Biochem. Physiol., 104A: 389-393.
- Nikolsky, G.W. 1963. The Ecology of Fishes, Academic Press. London and New York, 352 p.
- Peres, H., P. Gonçalves, and A. Oliva-Teles. 1999. Glucose Tolerance in Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) and European Seabass (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture, 179, 415-423.
- Shakoori, A.R., M.J. Iqbal, A.L. Mughal, and S.S. Ali. 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.
- Smith, J.B., M.H. Bealeu, P. Waterstrat, C.S. Tucker, F. Stiles, P.R. Bowser, and L.A. Brown. 1987. Biochemical Reference Ranges for Commercially Reared Channel Catfish. The Prog. Fish-Cult., 49:108-114.
- Strange, J.R. 1980. Acclimation Temperature Influences Cortisol and Glucose Concentrations in Stressed Channel Catfish. Transactions of The American Fisheries Society. 109: 298-303.
- Şahan, A., and İ. Cengizler. 2002. Determination of Some Haematological Parameters in Spotted Barb (*Capoeta barroisi* Lotet, 1894) and Roach (*Rutilus rutilus*, Linnaeus, 1758) Living in Seyhan River (Adana City Region), (in Turkish). Turk. J. Vet. Anim. Sci., 26, 849-858.
- Val, A.L., G.C. De Menezes and C.M. Wood. 1998. Red Blood Cell Adrenergic Responses in Amazonian Teleost. J. Fish Biol., 52: 83-93.
- White, A., and T.C. Fletcher. 1985. Seasonal Changes in Serum Glucose and Condition of the Plaice, *Pleuronectes platessa* L. J. Fish Biol., 26, 755-764.
- Wood, C.M., C. Hogstrang, F. Galvez, and R.S. Munger. 1996. The Physiology of Waterborne Silver Toxicity in Freshwater Rainbow Trout 1. The Effects of Ionic Ag<sup>+</sup>. Aquat. Toxicol., 35, 93-109.
- Yamawaki, K., W. Hashimoto, K. Fujii, J. Koyama, Y. Ikeda, and H. Ozaki. 1986. Hemochemical Changes in Carp Exposed to Low Cadmium Concentrations. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 52 (3): 459-465.
- Yıldırım, A., M. Türkmen, and İ. Altuntaş. 1999. The Seasonal Variation in Blood Glucose Levels in Barbel, *Barbus plebejus escherichi* (Steindachner, 1897), Living in Çoruh Basin-Oltu Stream, (in Turkish). Turk. J. Vet. Anim. Sci., 23, 373-378.
- Yıldırım, A., M. Türkmen, and İ. Altuntaş. 2000. The Monthly Variations in the Blood Glucose Level of *Capoeta tinca* (Heckel, 1843) in Çoruh Basin-Oltu Stream, (in Turkish). Turk. J. Biol., 24, 49-56.
- Ytrestøy, T., B. Finstad, and R.S. McKinley. 2001. Swimming Performance and Blood Chemistry in Atlantic Salmon Spawners Exposed to Acid River Water with Elevated Aluminium Concentrations. J. Fish Biol., 58, 1025-1038.