

## Aras Nehrinde Yaşayan *Capoeta capoeta capoeta* (Güldenstaedt, 1772) 'nın Kan Glikoz Düzeyindeki Aylık Değişimler\*

Seyit AYDIN

Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Çanakkale - TÜRKİYE

Ayhan YILDIRIM

Atatürk Üniversitesi, Hamza Polat Meslek Yüksekokulu, İspir, Erzurum - TÜRKİYE

Orhan ERDOĞAN

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Bölümü, Erzurum -TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 02.11.1998

**Özet:** Bu çalışmada, Ağustos,1995-Temmuz,1996 tarihleri arasında, Aras nehrinde yaşayan *Capoeta capoeta capoeta* balığının kan glikoz düzeyi incelenmiştir. Ortalama kan glikoz düzeyinin erkeklerde  $112,04 \pm 5,19$  mg/dl, dişilerde  $106,32 \pm 9,68$  mg/dl ve populasyon ortalaması  $110,06 \pm 4,19$  mg/dl olarak saptanmıştır. Aylara göre en yüksek kan glikoz düzeyi  $141,07 \pm 13,67$  mg/dl ile nisan ayında, en düşük ise  $69,14 \pm 9,75$  mg/dl ile eylül ayında gerçekleşmiştir. Kan glikoz düzeyinin su sıcaklığı ve üreme ile ilişkili olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** *Capoeta capoeta capoeta*, kan glikoz düzeyi, üreme, aylık değişim

### The Monthly Variations in the Blood Glucose Level of *Capoeta capoeta capoeta* (Güldenstaedt, 1772) Living in Aras River

**Abstract:** In this study, the monthly variation in the blood glucose level of *Capoeta capoeta capoeta* caught from Aras between August 1995 and June 1996 was determined. The average blood glucose level was determined to be  $112,04 \pm 5,19$  mg/dl in males and  $106,32 \pm 9,68$  mg/dl in females and  $110,06 \pm 4,19$  mg/dl in the population.

The blood glucose level was highest ( $141,07 \pm 13,67$  mg/dl) in April, and lowest ( $69,14 \pm 9,75$  mg/dl) in September. It was determined that the level of blood glucose was related to temperature and reproduction.

**Key Words:** *Capoeta capoeta capoeta*, blood, glucose level, reproduction, monthly variation

### Giriş

Karbonhidratlar, sıcak kanlı hayvanların enerji ihtiyaçlarının karşılanmasında birinci kaynak olarak kullanılmaktadırlar (1). Bu durum, balıklarda beslenme şekline göre değişiklik arz ettiği, omnivor ve herbivorların karbonhidratları karnivorlara göre daha iyi değerlendirdikleri ve karbonhidrat metabolizmasında glikozun önemli yer tuttuğu bildirilmektedir (2,3).

Glikoz metabolizmasında insulin, glukagon ve tiroid hormonlarının memelilerde düzenleyici rol oynadıkları bilinmesine karşılık (1), bunların balıklardaki etkileri hakkında kesin bir bilgi bulunmamaktadır (4,5). Bununla

birlikte, kan glikoz düzeyine; türlerin (6) suyun sıcaklığının (7) ve pH'sının (8), ağır metallerin (9, 10, 11, 12, 13, 14), insektisitlerin (15), sanayi atıklarının (16, 17), mevsimlerin (18), yem kompozisyonunun (19, 20), üremenin (21), enfeksiyonların (22, 23) ve beslenme şeklinin (3) de etkili olduğu değişik çalışmalarda belirlenmiştir. Bütün bunlardan anlaşılacağı üzere, kan glikoz düzeyine; çevre faktörleri, beslenme şekli, fizyolojik durumu ve endokrin sistem tarafından etki edilebilmektedir.

Bu çalışmada, Aras nehrinde yaşayan *Capoeta capoeta capoeta* alt türünün su sıcaklığı ve üreme faaliyetine bağlı olarak kan glikoz düzeyindeki değişimler araştırılmıştır.

\* Bu çalışma, Atatürk Üniv. Araştırma Fonunca 1995/26 nolu proje ile desteklenmiştir.

## Materyal ve Metot

Bu çalışma, Aras nehrinde doğal olarak yaşayan *Capoeta capoeta capoeta* balığı (24) üzerinde yapılmıştır. Kan glikoz düzeyini belirlemek için yaşları 2-9 (yıl) arasında değişen, toplam 144 adet *Capoeta capoeta capoeta* balığı yakalanmıştır. Balıkların avlanmasında serpmeye ağlar kullanılmıştır. Mevsimler arasındaki homojeniteyi sağlayabilmek için avlanma; saat 12.00-14.00 arasında yapılmıştır. Balıklardan kan örnekleri avlanmadan sonra, anal yüzgecin hemen arkasından kaudal venaya punksiyonla girilerek alınmış (25) ve örneklerin hemoliz olmamaları için özen gösterilmiştir. Glikoz tayinleri kan örneklerinin alınmasından sonra iki saat içerisinde Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi Biyokimya Laboratuvarında Hitachi-717 model oto analizörde enzimatik olarak yapılmıştır. Balıkların tartılması 0.01 g hassas terazide, boy ölçümleri 1 mm hassasiyetli ölçüm tahtasında, cinsiyet tayinleri gonadların incelenmesiyle, yaş tayinleri ise pullardan yararlanılarak yapılmıştır. Üreme periyodu ise; Gonadosomatik İndeks (GSI) değerlerinin aylık takip edilmesiyle belirlenmiştir ( $GSI=(G_w/W) \times 100$ ) (26, 27). Su sıcaklık ölçümleri 1°C'ye hassas cıvalı termometre ile avlanma saatinde yapılmıştır. İstatistik analizlerde; önem seviyesinde  $p=0.05$ , ortalamaların ikili karşılaştırılmasında t testi, çoklu karşılaştırmalarda varyans ve duncan testi kullanılmıştır (28).

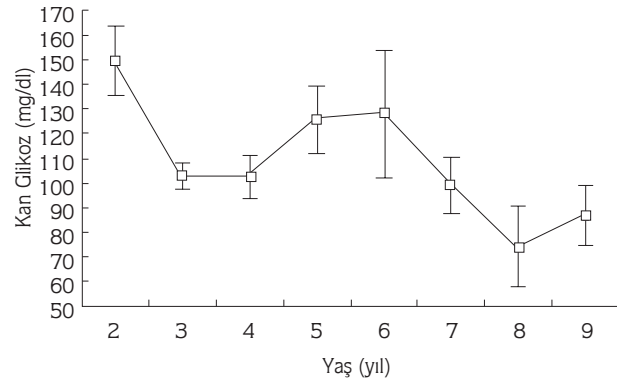
## Bulgular

### Kan glikoz düzeyinin yaşlara göre değişimi

İncelenen balıkların yaş'a göre çatal boy, toplam ağırlık ve kan glikoz düzeyleri Tablo 1 ve Şekil 1'de verilmiştir. Yaş gruplarına göre yapılan varyans analizinde 8. yaş grubundaki değer diğer yaşlara göre daha fazla olduğu belirlenmiştir.

### Kan Glikoz Düzeyinin Aylık Değişimi

İncelenen örneklerde en yüksek kan glikoz düzeyi her iki cinsiyette de ocak ve nisan aylarında, en düşük kan



Şekil 1. Kan glikoz düzeyinin yaş'a göre değişimi.

Tablo 1. *Capoeta capoeta capoeta* 'nın yaş'a göre ortalama çatal boy, toplam ağırlık ve kan glikoz düzeyleri.

| YAŞ GRUP. (Yıl) | n   | ÇATAL BOY $\bar{FL} \pm S\bar{x}$ (cm) | Homejen Gruplar <sup>1</sup> | TOPLAM AĞIRLIK $(\bar{W} \pm S\bar{x})$ (g) | Homejen Gruplar <sup>1</sup> | KAN GLİKOZ $(\bar{X} \pm S\bar{x})$ (mg/dl) | Homejen Gruplar <sup>1</sup> |
|-----------------|-----|--|------------------------------|---|------------------------------|---|------------------------------|
| 2               | 18  | 12.50±0.21                             | a                            | 26,16±1.27                                  | a                            | 149.61±14.38                                | a                            |
| 3               | 64  | 17.08±0.24                             | b                            | 65,91±2.32                                  | ab                           | 102.20±5.52                                 | ab                           |
| 4               | 22  | 20.60±0.63                             | c                            | 109,86±3.82                                 | bc                           | 102.36±8.54                                 | ab                           |
| 5               | 11  | 22.14±0.32                             | d                            | 140,80±12.11                                | c                            | 125.18±11.14                                | ac                           |
| 6               | 10  | 26.23±0.41                             | e                            | 244,34±16.19                                | d                            | 127.80±25.77                                | ac                           |
| 7               | 10  | 29.17±0.47                             | f                            | 288,42±14.58                                | d                            | 99.00±11.29                                 | bc                           |
| 8               | 5   | 31.66±1.28                             | h                            | 437,16±42.57                                |                              | 74.00±16.26                                 | b                            |
| 9               | 4   | 35.60±0,93                             | h                            | 569,16±150.66                               |                              | 86.75±12.16                                 | bc                           |
| Ort.            | 144 | 19.93±0.48                             |                              | 128,09±11.04                                |                              | 110.06±4.20                                 |                              |

<sup>1</sup>Aynı harfle gösterilen yaş grupları arasında istatistik olarak fark yoktur ( $p>0.05$ ).

glikoz düzeyi ise erkeklerde ağustos, dişilerde eylül ayında gözlenmiştir (Tablo 2). Kan glikoz düzeyinin üreme ile olan ilişkisi ise balıkların gonadosomatik indeks değerleri ile karşılaştırılmıştır. Araştırma sırasında bu alt türün üreme mevsimi mayıs ayında başlamış ve temmuz ayına kadar devam etmiştir. Üreme dönemi öncesi yüksek olan kan glikoz düzeyi üremenin başlamasıyla düşmüş ve temmuz ağustos-eylül aylarında minimum seviyeye inmiştir (Şekil 2-4). Aylar arasında yapılan çoklu karşılaştırma testinde; en çok varyasyonun ocak ve nisan aylarında olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

Bununla birlikte cinsiyetler arasındaki farklılığın istatistik olarak önemli olmadığı yapılan t testi ile belirlenmiştir ( $p>0.05$ ).

## Tartışma

İncelenen balık türünde kan glikoz düzeyinin 2. yaşta maksimum düzeyde olduğu, yaşın ve boyun artmasına paralel olarak düşme eğilimi gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 1, Tablo 1). Üçüncü yaşta cinsi olgunluğa erişen *Capoeta capoeta capoeta*'da (29) bu durumun cinsi olgunluktan kaynaklandığı sanılmaktadır.

İncelenen örneklerde erkeklerin kan glikoz düzeyi dişilerden daha yüksek olmasına karşılık aradaki fark ista-

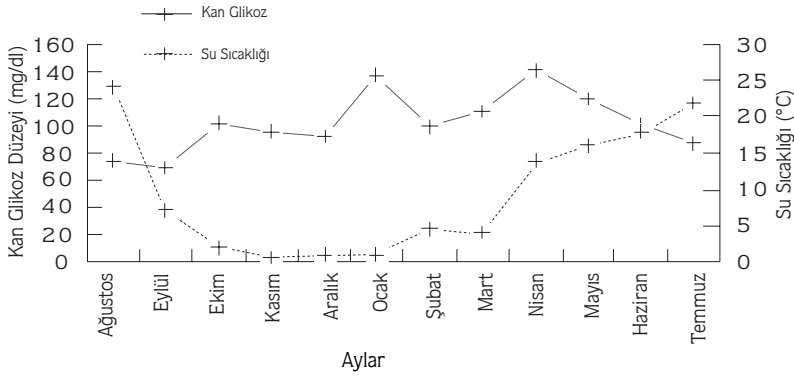
tistik olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ) (Tablo 2). Populasyonun ortalama glikoz düzeyi ise  $110.06\pm 4.19$  mg/dl olarak bulunmuştur. Değişik balık türlerinin kan glikoz düzeyleri; *Barbus conchoni*'da  $91.5-92.9$  mg/dl (9), *Cyprinus carpio*'da  $36.75-64.73$  (4) ve  $38$  mg/dl (30), *Paraphyrs vetulus*'ta  $25-50$  mg/dl (26), *Mugil cephalus* ve *Logodon rhomboides*'te sırasıyla  $110-350$  mg/dl ve  $40-270$  mg/dl (31), *Barbus plebejus escherichi*'de  $134.25\pm 21.40$  mg/dl (18), *Capoeta tinca*'da  $81-116.36$  mg/dl (21), *Rutilus rutilus*'ta  $57.57$  mg/dl (17), *Ctenopharyngodon idella*'da  $151$  mg/dl (16),  $146.6$  mg/dl (10) ve  $150$  mg/dl (15) olarak bildirilmiştir. Araştırmalarda elde edilen sonuçların bazıları yaptığımız çalışmaya yakın değerler olmasına karşılık bir kısmı da büyük varyasyon göstermektedir. Suyun kalitesi, besin durumu ve üreme gibi doğal faktörlerin yanı sıra, yakalanma stresi, anestezi yöntemi, kan alma metodu gibi faktörlerin poikilotermik canlıların kan parametrelerini değiştirebileceği bildirilmektedir (13, 14, 15, 16, 17, 30, 31). Ayrıca, kan glikoz düzeyinin türler arasında varyasyon gösterebileceği de bilinmektedir (6, 30).

Balıkların aylık olarak kan glikoz düzeyleri ocak ve nisan aylarında diğer aylara göre önemli derecede yüksek olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Temmuz-eylül arasında ise en düşük düzeyde seyretmiştir (Tablo 2, Şekil 2).

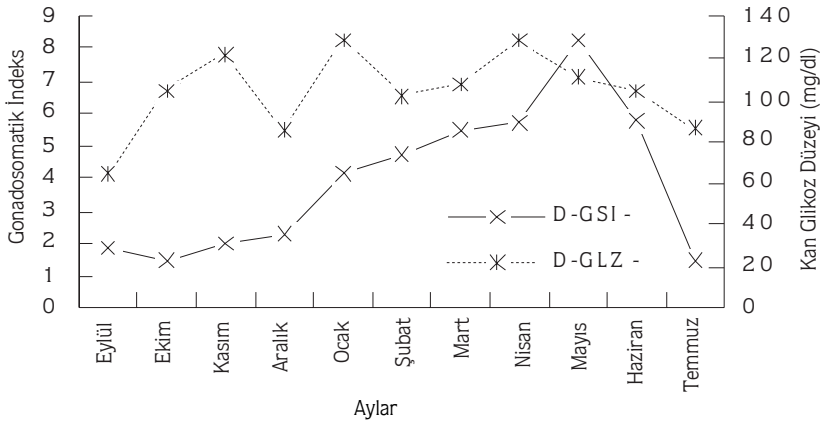
Tablo 2. Kan glikoz düzeyinin erkek ve dişilerde aylara göre değişimi.

| Aylar    | n  | Kan Glikoz Düzeyi (mg/dl) |                  |    |                                 |                  |          | n   | Populasyon Gruplar* | Homojen  |
|----------|----|---------------------------|------------------|----|---------------------------------|------------------|----------|-----|---------------------|----------|
|          |    | Erkek (bbb)               | Homojen Gruplar* | n  | Dişi ( $\bar{X} \pm S\bar{x}$ ) | Homojen Gruplar* | $p>0.05$ |     |                     |          |
| Ağustos  | 7  | 74.00±8.69                | a                | -  | -                               | a                | -        | 7   | 74.00±8.69          | ac       |
| Eylül    | 2  | 77.50±27.50               | -                | 4  | 65.00±9.70                      | b                | $p>0.05$ | 6   | 69.17±9.75          | a        |
| Ekim     | 5  | 98.00±18.86               | ab               | 10 | 104.20±14.82                    | c                | $p>0.05$ | 15  | 102.13±11.34        | cd       |
| Kasım    | 5  | 80.80±7.01                | a                | 3  | 121.00±18.77                    | d                | $p>0.05$ | 8   | 95.88±10.46         | ce       |
| Aralık   | 11 | 92.00±16.00               | ac               | 1  | 86.00                           | -                | -        | 12  | 91.50±14.62         | c        |
| Ocak     | 16 | 138.06±11.08              | ac               | 2  | 128.50±21.50                    | e                | -        | 18  | 137.00±9.99         | bdef     |
| Şubat    | 9  | 98.78±11.20               | ac               | 3  | 102.00±7.57                     | f                | $p>0.05$ | 12  | 99.58±8.44          | cfg      |
| Mart     | 4  | 113.25±19.73              | ac               | 4  | 107.25±23.99                    | g                | $p>0.05$ | 8   | 110.25±14.42        | cfh      |
| Nisan    | 16 | 149.81±15.42              | bc               | 11 | 128.36±25.42                    | h                | $p>0.05$ | 27  | 141.07±13.67        | bdeghk   |
| Mayıs    | 9  | 121.11±19.59              | ac               | 2  | 111.50±20.50                    | -                | -        | 11  | 119.36±16.13        | cfk      |
| Haziran  | 4  | 98.75±1.80                | ac               | 4  | 103.75±18.50                    | i                | $p>0.05$ | 8   | 101.25±8.66         | cfk      |
| Temmuz   | 6  | 86.67±9.73                | ac               | 6  | 87.17±7.18                      | j                | $p>0.05$ | 12  | 86.92±5.77          | c        |
| Ortalama | 94 | 112.04±5.19               |                  | 50 | 106.32±9.68                     |                  | $p>0.0$  | 144 | 110.06±4.19         | $p>0.05$ |

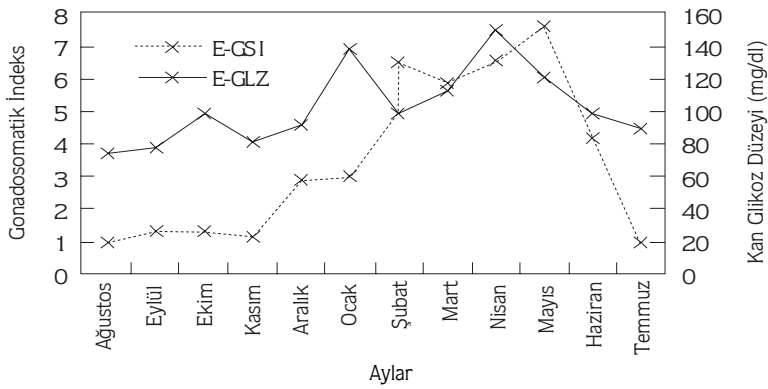
\* Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistik olarak fark yoktur ( $p>0.05$ ).



Şekil 2. Su sıcaklığı ve kan glikoz düzeyinin aylık değişimi.



Şekil 3. Dişi balıkların kan glikoz düzeyi ile GSI arasındaki ilişki (D-GSI: dişilere ait gonadosomatik indeks, D-GLZ: dişilere ait kan glikoz değerleri).



Şekil 4. Erkek bireylerin kan glikoz düzeyi ile GSI arasındaki ilişki (E-GSI: erkeklere ait gonadosomatik indeks, E-GLZ: erkeklere ait kan glikoz değerleri).

Yapılan bir çok çalışmada (4, 7, 21) aynı durumun söz konusu olduğu belirtilmektedir. Su sıcaklığının artmasına bağlı olarak metabolizmanın hızlanmasının bir sonucu olarak, enerji ihtiyacının artmasıyla birlikte kandaki glikoz düzeyinin düştüğünü söyleyebiliriz (3, 4).

Kan glikoz düzeyinin üremeye olan ilişkisini belirlemek için kan örneği alınan bireylerin GSI değerlerine

bakılmıştır (Şekil 3-4). Kan glikoz düzeyinin üremenin başlamasıyla birlikte düşmeye başladığı belirlenmiştir. Aynı havzadaki aynı alttürün üreme periyodunun mayıs-haziran aylarında olduğu bilinmektedir (30). Yapılan birçok çalışmada (6, 18, 21, 31), kan glikoz düzeyinin üreme dönemi öncesi yüksek olduğu ve üremenin başlamasıyla birlikte düşüş gösterdiği gözlenmiştir.

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

Sonuç olarak, kan glikoz düzeyinin su sıcaklığı ve üremeyle yakından ilişkili olduğu, bu ilişkinin su sıcaklığının artışı ve üreme faaliyetinin başlamasıyla birlikte azalma şeklinde cereyan ettiği kanaatini vermektedir.

## Kaynaklar

1. Keha, E.E ve Küfrevioğlu, İ.:Biyokimya. Derya Kitabevi,1993, Trabzon.
2. Lovell, T.: Nutrition and Feeding of Fish. 1989; New York, USA, 260.
3. Akyurt, İ.: Balık Besleme. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Ders Notları, 1993; Erzurum.
4. Kaminska, D.S., Loos, U., Maier, V., Didschuneit, H.H. and Pfeiffer, E.F.: Seasonal variations of glucose and triiodothyronine concentrations in serum of carp (*Cyprinus Carpio* L.). Horm. Metabol. Res. 1988; 20: 727-729.
5. Navarro, I., Carneiro, M. N., Parrizas, M., Maestro, J.L., Planas, J. and Gutierrez, J.: Post Feeding levels of insulin and glucagon in trout (*Salmo trutta fario*). Comp. Biochem. Physiol., 1993; 104A: 389-393.
6. Johnson L.J. and Casillas, E.: The use of plasma parameters to predict ovarian maturation stage in English sole *Parophrys vetulus* Girard, J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 151:257-270, 1991.
7. Strange, J.R.: Acclimation Temperature Influences Cortisol and Glucose Concentrations in Stressed Channel Catfish. Transactions of The American Fisheries Society, 1980; 109: 298-303.
8. Wilkie, M.P., Simmons, H.E. and Wood, C.M.: Physiological adaptations of rainbow trout to chronically elevated water pH (ph=9.5). Journal of Exper. Zool., 274:1-4, 1996.
9. Tewari, H., Gill, T.S. and Pant, J.: Impact of chronic lead poisoning on the hematological and biochemical profiles of a fish, *Barbus conchoniis* (Ham) Bull. Environ. Contam. Toxicol. 1987; 38: 748-752.
10. Shakoory, A.R., Iqbal, M.J., Mughal, A.L. and Ali, S.S.: Drastic biochemical changes following 48 hours of exposure of Chinese grass carp, *Ctenopharyngdon idella*, to sublethal doses of mercuric chloride. Proc. 1st. Symp. Fish and Fisheries, Pakistan, 81-98, 1991.
11. Shakoory, A.R., Iqbal, M.J., Mughal, A.L. and Ali, S.S.: Drastic biochemical changes induced by inorganic mercury on the blood, liver and muscles of freshwater Chinese grass carp, *Ctenopharyngdon idella*. J. Ecotoxicol. Environ. Monit., 4:081-092, 1994.
12. Martin, L.K. and Black, M.C.: Biomarker assessment of the effects of petroleum refinery contamination on channel catfish. Ecotoxicol. Environ. Safety, 33: 81-87,1996.
13. Wood, C.M., Hogstrand, C., Galvez, F. and Munger, R.S.: The physiology of waterborne silver toxicity in freshwater (*Oncorhynchus mykiss*) 1. The effects of ionic Ag<sup>+</sup>. Aquat. Toxicol., 1996; 35: 93-109.
14. Wood, C.M., Hogstrand, C., Galvez, F. and Munger, R.S.: The physiology of waterborne silver toxicity in freshwater (*Oncorhynchus mykiss*) 2. The effects of silver thiosulfate. Aquat. Toxicol., 1996; 35: 111-125.
15. Ahmad, F., Ali, S.S. and Shakoory, A.R.: Sublethal effects of dani-tol (fenprothrin), a synthetic pyrethroid on Chinese grass carp *Ctenopharyngdon idella*. Folia Biologica (Krakow), 1995; 43, 151-159.
16. Shakoory, A.R., Iqbal, M.J., and Mughal, A.L.: Effects of sublethal doses of fenvalerate (a synthetic pyrethroid) administered continuously for four weeks on the blood, liver and muscles of a freshwater fish, *Ctenopharyngdon idella*. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 1996; 57: 487-494.
17. Jeney, Z., Valtonen, E.T., Jeney, G. and Jokinen, E. I.: Effects of pulp and paper Mill effluent (BKME) on physiology and biochemistry of the roach (*Rutilus rutilus* L.). Arc. Environ. Contam. Toxicol., 1995, 30: 523-529
18. Yıldırım,A., Türkmen, M. ve Altuntaş, İ.: Çoruh Havzası Oltu çayında yaşayan bıyıklı balık, *Barbus plebejus escherichi* (Steindachner, 1897)'nin kan glikoz düzeyindeki mevsimsel değişimler. Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Derg. (Baskıda).
19. Hemre, G.I., Sandness, K., Lie, and Waagb, R.: Blood chemistry and organ nutrient composition in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fed graded amounts of wheat starch. Aquaculture Nutrition, 1995; 1:37-42.
20. Hemre, G.I. Waagb, R., Hjeltnes, B. and Aksnes, A.: Effect of gelatinized wheat and maize in diets for large Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) on glycogen retention, plasma glucose and fish health. Aquaculture Nutrition, 1996; 2: 33-39.
21. Yıldırım,A., Türkmen, M. ve Altuntaş, İ.: Çoruh Havzası Oltu çayında yaşayan Capoeta tinca (Heckel, 1843)'nın kan glikoz düzeyindeki aylık değişimler. Türk Biyoloji Dergisi (Baskıda).
22. Aydın, S., Çiltaş, A. and Bilgin, Ö.C.: Investigations of clinical, pathological and effect on chemical of blood *Serratia liquefaciens* infection in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum). Third International Symposium on Aquatic Animal Health. August 30-September-2, 1998, Baltimore, Maryland, USA.
23. Aydın, S. and Erman, Z.: 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.

24. Kuru, M.: Dicle-Fırat, Kura-Aras, Van Gölü ve Karadeniz Havzası Tatlı Sularında Yaşayan Balıkların (Pisces) Zoocoğrafik Yönden İncelenmesi. Atatürk Üni. Fen Fak. (Doçentlik Tezi), Erzurum, 1975.
25. Johnson L.J., Casillas, E., Myers, M.S., Rhodes, L.D., Olson, O.P.: Patterns of oocyte development and related in plasma 17-b estradiol, vitellogenin, and plasma chemistry. English sole *Parophrys vetulus* Girard, J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 1991, 152:161-185.
26. Nikolsky, G.W.: The Ecology of Fishes, Academic Press, London and New York, 352; 1963.
27. Chugunova, N.I.: Age and Growth, Studies in Fish, Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 132, 1963.
28. Yıldız, N. ve Bircan, H.: Araştırma ve Deneme Metotları. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Ofset Tesisi, Erzurum, 1994; 266.
29. Joen, J.K., Kim, P.K., and Huh, H.T.: Storage stability of blood constituents in fish. J. Korean Fish. Soc., 1995; 28: 131-136.
30. Erdoğan, O.: Aras Nehrinde Yaşayan *Capoeta capoeta capoeta* (Güldenstaedt, 1772) Balığının Büyüme ve Üreme Özellikleri İle Avlanma Bölgesi Suyunun Bazı Fiziko-Kimyasal Parametrelerinin İncelenmesi. Atatürk Üni. Fen Bilimleri Su Ürünleri Anabilim Dalı (Doktora tezi), 1998.
31. Folmar, L.C., Moody, T., Bonomelli, S. and Gibson J.: Annual cycle of blood chemistry parameters in striped mullet (*Mugil cephalus* L.) and pinfish (*Lagodon rhomboides* L.) from the gulf of Mexico. Journal of Fish Biology, 1992; 41, 999-1011.