

Köprüçay Nehri (Antalya)'nın Fiziko-Kimyasal Özelliklerine Göre Su Kalitesinin Belirlenmesi

Nezire Lerzan CICEK*, Omer Osman ERTAN

Süleyman Demirel University, Egirdir Faculty of Fisheries 32500, Egirdir, Isparta- TURKIYE

*Corresponding author: lerzancicek@sdu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada Isparta (Aksu) il sınırlarından doğup, Antalya (Serik)'da Akdeniz'e dökülen ve bölgenin önemli akarsularından biri olan Köprüçay Nehri'nin su niteliği araştırılmıştır. Çalışma alanı Şubat 2008-Ocak 2009 tarihleri arasında kaynak noktasından nehirağzı bölgesine kadar seçilen 7 istasyonda incelenmiş, elde edilen değerler ortalama maksimum ve minimum olarak verilmiştir. Bu kapsamda; sıcaklık $13,94 \pm 0,594$ °C (26,4-4,3); pH $8,09 \pm 0,04$ (8,87-6,74); E.C $501,08 \pm 75,802$ μ S/cm (4470-188); bulanıklık $26,95 \pm 9,555$ NTU (605-1); bikarbonat (HCO_3^-) $197,99 \pm 8,92$ mg/L (322,08-122); karbonat (CO_3^{2-}) $5,74 \pm 0,926$ mg/L (16,20-0,00); klorür (Cl^-) $68,52 \pm 28,16$ mg/L (1432,32-2,8); amonyum azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$) $0,09 \pm 0,016$ mg/L (0,84-0,00); nitrit azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$) $0,005 \pm 0,0008$ mg/L (0,04-0,00); nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$) $0,42 \pm 0,033$ mg/L (1,26-0,00); orta fosfat fosforu ($\text{PO}_4\text{-P}$) $0,12 \pm 0,047$ mg/L (3,71-0,00); çözümlü oksijen $8,92 \pm 0,237$ mg/L (13,40-5,6); organik madde $1,25 \pm 0,068$ mg/L (3,68-0,28), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI_5) $3,10 \pm 0,20$ mg/L (6-1), toplam sertlik $223,54 \pm 11,347$ mg/L (750-114); sülfat (SO_4^{2-}) $27,39 \pm 10,826$ (570-0,25); kalsiyum (Ca^{+2}) $57,35 \pm 1,522$ (103,8-34,6); magnezyum (Mg^{+2}) $19,93 \pm 2,47$ mg/L (126,20-0,36); tuzluluk $0,25 \pm 0,05$ ppt (0,1-2,6) olarak saptanmıştır. Sonuç olarak Köprüçay Nehri'nin fiziko-kimyasal değerlere göre birinci kalite sınıfında olduğu ancak dönemsel olarak kirlilik baskısında olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Fiziko-kimyasal özellikler, Köprüçay Nehri, su kalitesi, tatlısular.

Determination of the Water Quality of Köprüçay River (Antalya) According to the Physico-Chemical Parameters

Abstract

In this study, water quality of Köprüçay River which is one of the most important river in the region extending from Isparta (Aksu) to Antalya (Serik) and fall into the Mediterranean Sea were investigated. The study area was investigated between February 2008-January 2009 at 7 stations selected from the spring point to the eustarine zone. The measured data were given as maximum, minimum and average: Water temperature 13.94 ± 0.594 °C (26.4-4.3); pH 8.09 ± 0.04 (8.87-6.74); conductivity 501.08 ± 75.802 μ S/cm (4470-188), turbidity 26.95 ± 9.55 NTU (605-1); bicarbonate (HCO_3^-) 197.99 ± 8.92 mg/L (322.08-122); carbonate (CO_3^{2-}) 5.74 ± 0.926 mg/L (16.20-0.00); chloride (Cl^-) 68.52 ± 28.16 mg/L (1432.32-2.8); ammonium nitrogen ($\text{NH}_4\text{-N}$) 0.09 ± 0.016 mg/L (0.84-0.00); nitrite nitrogen ($\text{NO}_2\text{-N}$) 0.005 ± 0.0008 mg/L (0.04-0.00); nitrate nitrogen ($\text{NO}_3\text{-N}$) 0.42 ± 0.033 mg/L (1.26-0.00); phosphate phosphorus ($\text{PO}_4\text{-P}$) 0.12 ± 0.047 mg/L (3.71-0.00); dissolved oxygen 8.92 ± 0.237 mg/L (13.40-5.6); organic matter 1.252 ± 0.068 mg/L (3.68-0.28), biochemical oxygen demand (BOD_5) 3.10 ± 0.20 mg/L (6-1), total hardness 223.54 ± 11.347 mg/L (750-114); sulphate (SO_4^{2-}) 27.39 ± 10.826 (570-0.25); calcium (Ca^{+2}) 57.35 ± 1.522 (103.8-34.6); magnesium (Mg^{+2}) 19.93 ± 2.47 mg/L (126.20-0.36); salinity 0.25 ± 0.05 ppt (0.1-2.6). Consequently, it can be said that Köprüçay River has first class quality according to the physico-chemical parameters, but becomes under pressure because of the pollution periodically.

Keywords: Freshwater, Köprüçay River, physico-chemical parameters, water quality.

Cicek NL, Ertan OO (2012) Determination of the Water Quality of Köprüçay River (Antalya) According to the Physico-Chemical Parameters. Ekoloji 21 (84): 54-65.

GİRİŞ

Su döngüsünde önemli bir işleve sahip olan akarsular sürekli insan etkinliklerinin baskısı altında olduğundan evsel, endüstriyel ve tarımsal kaynaklı kirlenmelerin etkisi ile kirlenerek su kalitesi bozulmaktadır (Soylak ve Doğan 2000, Verap ve ark. 2005). Dünyada 1,4 milyar km^3 su bulunmakta

ancak bu değerin %3'ü tatlısu sistemini oluşturmaktadır. İnsanların kullanmasına uygun tatlısu ise toplam su miktarının %0,003'ü düzeyindedir (Kocataş 2006). Toplamda 145.000 km uzunluğunda bir akarsu ağına sahip olan Anadolu yarımadası içsu kaynakları yönünden varsıl olmasına karşın yeryüzü düzensizlikleri nedeniyle su kaynaklarının denetle-

Geliş: 15.07.2011 / Kabul: 15.03.2012

nemediği, yağışların ve kaynakların bölgelere göre dengesiz dağıldığı bu nedenle gelecekte su sorunları yaşamaya aday olduğu bilinmektedir (Altuner ve Gürbüz 1989, Yavuz ve Çetin 2000). Canlıların yaşamı için gerekli olan tatlısu kaynaklarının sınırlı olması, bunların insan etkinlikleri ile çeşitli şekillerde değişimi su kirliliği sorununu ortaya çıkarmaktadır. Su niteliği birçok yönden yaşamımızı etkilediği için suyun temiz olması yaşamsal düzeyde önemlilik sergilemektedir. Kullanılabilir su oranını sınırlayan en önemli etmen su niteliğidir. Çünkü yeterli düzeyde suyun olması durumunda bile su niteliğinin standartlara uygun olmaması kullanılabilir su oranını düşürmektedir (Palmer 1980, Kocataş 2006).

Akarsu üzerinde kurulu alabalık çiftlikleri, hidroelektrik santrali ve Köprülü Kanyon Milli Parkı ile de bölge ekonomisine katkı sağlamaktadır. Sözü edilen nehir endemik balık türlerini de *Capoeta antayensis* (Battalgil 1994) ve *Pseudophoxinus fahrettini* (Freyhof ve Özuluğ 2004) barındırmaktadır (Küçük ve Güçlü 2006, Freyhof ve Özöğül 2009). Bölgedeki çeşitli insan etkinlikleri göz önüne alınarak fiziko-kimyasal özelliklere göre akarsuyun su niteliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bölgede daha önce tüm Köprüçay Nehri'ni kapsayan konu ile ilgili bir araştırma yapılmamış olması nedeni ile ortaya konan sonuçların daha sonraki çalışmalara ışık tutacağı kanısındayız.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada araştırma istasyonları (7 istasyon) nehrin tamamını temsil edecek şekilde (Başpınar Kaynağı'ndan, nehir ağzına değin) seçilmiştir. Örnekleme yerlerinin seçiminde su niteliğinin etkilenebileceği yerler temel alınmıştır (balık çiftlikleri, tarımsal etkinlik, yerleşim yeri, yan kol girişi vb.). İlk örnekleme yeri (37° 49 941' N ve 31° 06 579' E) Başpınar Kaynağı, ikinci örnekleme yeri Bağlı Köyü köprü kavşağı (37° 47 013' N ve 31° 02 210' E), 3. örnekleme yeri Kasımlar Suçatı bölgesi (37° 31 271' N ve 31° 12 175' E), 4. örnekleme yeri Değirmenözü (köprü altı) (37° 22 865' N ve 31° 13 397' E), 5. örnekleme yeri Köprülü Kanyon (37° 11 200' N ve 31° 10 862' E), 6. örnekleme yeri Antalya-Serik ilçesi (Aspendos Harabeleri, Selçuklu Köprüsü) (36° 54 814' N ve 31° 09 700' E), 7. örnekleme yeri Nehirağzı bölgesi (Bogazkent Beldesi) (36° 49 827' N 31° 10 502' E) olarak seçilmiştir (Şekil 1).

Şubat 2008-Ocak 2009 tarihleri arasında



Şekil 1. Çalışma alanı ve istasyonlar.

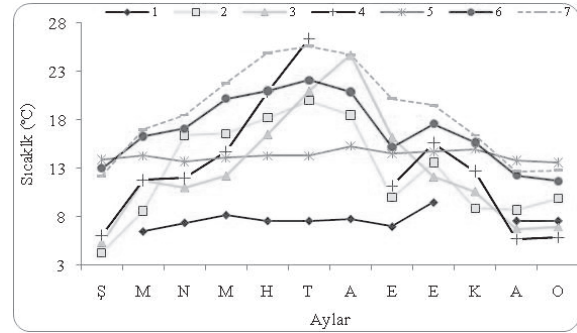
gerçekleştirilen bu çalışmada Köprüçay Nehri üzerinden belirlenen örnekleme yerlerinden her ayın belirli günlerinde ve aynı saatlerde alınmasına dikkat edilerek su örnekleri alınmış, aynı gün içerisinde laboratuara getirilerek standart yöntemler ile analizleri yapılmıştır (Anonymous 1998, Baltacı 2000). 1. örnekleme yerinden Şubat ayında hava koşulları nedeniyle ulaşılamadığından, Kasım ayında ise kuruması nedeni ile; 4. örnekleme yerinden Ağustos ayında yüzey suyu tümüyle çekildiğinden örnekleme yapılamamıştır. Sıcaklık (°C) ve çözünmüş oksijen (mg/L) WTW Oxi 320 metre ile; pH WTW pH 330-i pH metre ile; elektriksel iletkenlik (25°C $\mu\text{S}/\text{cm}$) ve tuzluluk (ppt) YSI 30 SCT metre ile çalışma alanında; biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI_5 mg/L) WTW ONTOP IS 6 BOI ölçüm seti kullanılarak su örneklerinin 20°C'de 5 gün süreyle etüvde (Nüve ES 500) bekletilmesi ile, toplam sertlik (CaCO_3 mg/L) ve kalsiyum (Ca^{+2} mg/L) EDTA ile titre edilerek, magnezyum (Mg^{+2} mg/L) kalsiyum ve toplam sertlik sonuçlarından hesaplama yöntemi ile, klorür (Cl^- mg/L) Mohr

yöntemine göre AgNO_3 ile titre edilerek, sülfat (SO_4^{2-} mg/L) Turbidimetrik yöntemle, bikarbonat (HCO_3^-) ve karbonat (CO_3^{2-}) asitle titrasyon ile, amonyum azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$ mg/L), nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$ mg/L), nitrit azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$ mg/L), ortofosfat fosforu ($\text{PO}_4\text{-P}$ mg/L) Merk fotometrik test kitleri kullanılarak CECİL CE400₃ marka spektrofotometre ile ve bulanıklık (NTU) laboratuvarında belirlenmiştir (Anonymous 2005, Baltacı 2000). Verilerin istatistiki açıdan değerlendirilmesi SPSS 16 versiyonu paket programında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak saptanmış, su niteliği ile ilgili değerlendirmeler kıta içi su kalite standartlarına (Anonymous 2004) ve içme suyu standartlarına (Anonymous 2005) göre değerlendirilmiştir.

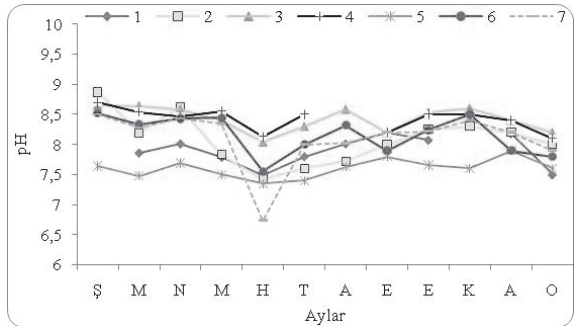
BULGULAR

Köprüçay Nehri'nin fiziko-kimyasal özellikleri ortalama, en yüksek ve en düşük değerleri ile birlikte Tablo 1'de, aylık değişimleri Şekil 2-19'da görülmektedir. Köprüçay Nehri'nde sıcaklık değerleri arasındaki fark örnekleme yerine ve zamanına göre değişmiştir. En düşük sıcaklık $4,3^\circ\text{C}$ (Ocak 2009), en yüksek $26,4^\circ\text{C}$ (Temmuz 2008) ortalama değer ise $13,94 \pm 0,594^\circ\text{C}$ olarak saptanmıştır (Şekil 2). Akarsuyun ortalama pH değerleri tüm örnekleme yerlerinde 7'nin üzerinde belirlenmiş; en düşük 6.74 (Haziran 2008), en yüksek 8,87 (Şubat 2008), ortalama değer $8,09 \pm 0,044$ olmuştur (Şekil 3). Elektriksel iletkenlik örnekleme yerlerine ve aylara göre değişkenlik gösterirken en yüksek nehir ağzında 4470 (Haziran 2008), en düşük 188 (Mayıs 2008) Başpınar Kaynağı'nda, ortalama değer $501,08 \pm 75,802 \mu\text{S/cm}$ belirlenmiştir (Şekil 4). Bulanıklık araştırma süresince örnekleme yerlerine ve aylara göre değişmiş, en düşük 1 NTU, en yüksek ise 605 NTU, ortalama $26,95 \pm 9,555$ NTU olarak bulunmuştur (Şekil 5).

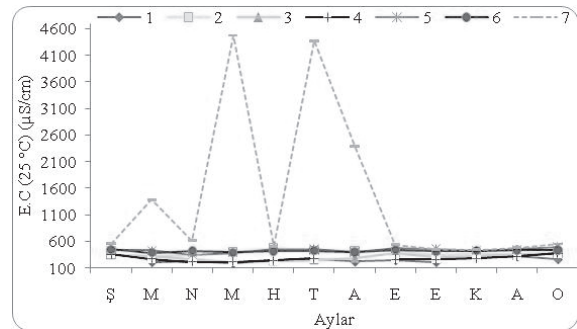
Çalışma alanlarında araştırma süresince nitrit azotu ve nitrat azotu bazı aylarda saptanamamıştır. Nitrit azotunun istasyonlardaki ortalama değerleri $0,002 \pm 0,001$ ile $0,011 \pm 0,002$ mg/L arasında belirlenmiş, en yüksek değer 0,04 mg/L (Aralık 2008) bulunmuştur. Köprüçay Nehri için yıllık ortalama değer $0,005 \pm 0,0008$ mg/L olarak saptanmıştır (Şekil 6). Örnekleme noktalarında nitrat azotu değerleri yıl boyunca değişkenlik göstermiş, istasyonlarda ortalama değerler $0,21 \pm 0,06$ ile $0,57 \pm 0,106$ mg/L arasında tespit edilmiş, en yüksek değer 1,37 mg/L (Mart 2008)



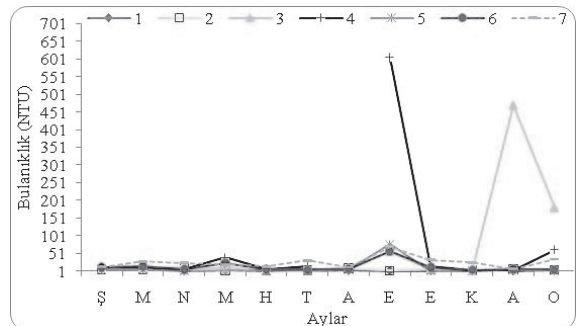
Şekil 2. İstasyonlarda sıcaklığın ($^\circ\text{C}$) aylık değişimi.



Şekil 3. İstasyonlarda pH'nın aylık değişimi.



Şekil 4. İstasyonlarda E.C'nin (25°C) ($\mu\text{S/cm}$) aylık değişimi



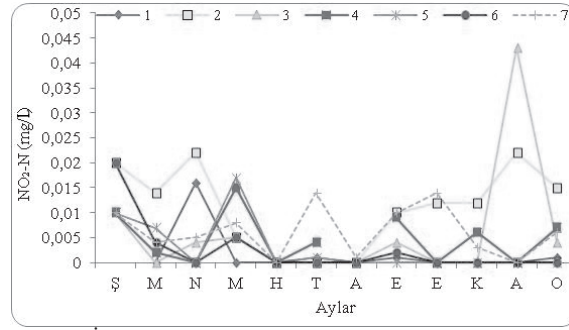
Şekil 5. İstasyonlarda bulanıklığın (NTU) aylık değişimi.

bulunmuş, akarsuyun yıllık ortalama değeri ise $0,42 \pm 0,033$ mg/L olarak saptanmıştır (Şekil 7). Çözülmüş oksijen değerleri örnekleme noktalarına ve aylara göre farklılık göstermiş, en yüksek 13,40

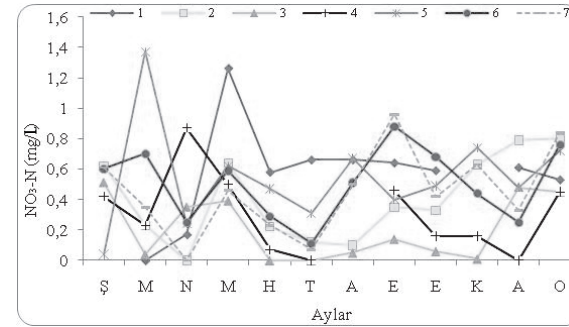
mg/L (Ağustos 2008), en düşük 5,6 mg/L (Haziran 2008) belirlenmiş, yıllık ortalama değer $8,92 \pm 0,237$ mg/L olup, istasyonlardaki ortalama değerler $7,93 \pm 0,425$ ile $9,51 \pm 0,734$ mg/L arasında değişim göstermiştir (Şekil 8). İstasyonların ortalama organik madde değerleri $0,82 \pm 0,103$ ile $1,98 \pm 0,265$ mg/L arasında değişim göstermiş, örnek alma noktalarında çok büyük farklılıklar gözlenmemiştir. En yüksek 3,68 mg/L (Haziran 2008), en düşük 0,28 mg/L (Mayıs 2008) bulunmuş, akarsuyun ortalama değeri $1,25 \pm 0,068$ mg/L olmuştur (Şekil 9).

Biyolojik oksijen ihtiyacı araştırma süresince değişkenlik göstermiş olup, en yüksek 6 mg/L (Şubat 2008) nehiragzı bölgesinde, en düşük 1 mg/L diğer örnekleme yerlerinde bazı aylar dışında tüm aylarda saptanmıştır. İstasyonlarda ortalama değer $1,70 \pm 0,675$ ile $4,50 \pm 0,486$ mg/L arasında olmuş, Köprüçay Nehri yıllık ortalama değeri ise $3,10 \pm 0,20$ mg/L olarak bulunmuştur (Şekil 10). Amonyum azotu ve orto-fosfat fosforu akarsu boyunca çok yüksek değerlere ulaşmamış, bazı aylarda saptanamamıştır. En yüksek amonyum azotu 0,84 mg/L (Ekim 2008), en düşük 0,001 mg/L (Ağustos 2008) olarak bulunmuş, örnekleme yerlerindeki ortalama değerler $0,03 \pm 0,017$ ile $0,18 \pm 0,064$ mg/L arasında değişmiş, Köprüçay Nehri'nin yıllık ortalama değeri $0,09 \pm 0,016$ mg/L olarak bulunmuştur (Şekil 11). Orto-fosfat fosforunun en yüksek değeri 3,71 mg/L (Temmuz 2008), en düşük değeri 0,002 mg/L (Mayıs 2008), istasyonların ortalama değerleri $0,02 \pm 0,008$ ile $0,32 \pm 0,307$ mg/L arasında olup, Akarsuyun yıllık ortalama değeri $0,12 \pm 0,047$ mg/L olarak bulunmuştur (Şekil 12).

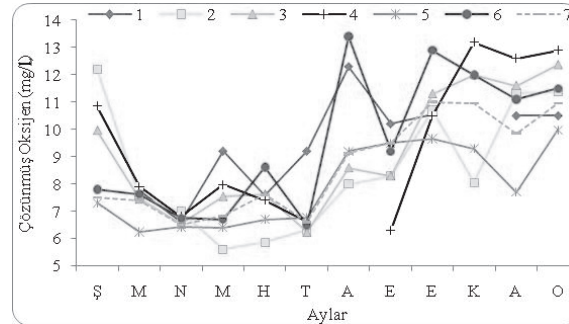
Toplam sertlik, kalsiyum ve magnezyum değerleri araştırma süresince değişkenlik göstermiş, özellikle nehiragzı bölgesinde bu değerler diğer örnekleme yerlerine göre daha yüksek saptanmıştır (Şekil 13). Toplam sertliğin en yüksek değeri 750 mg/l (Haziran 2008), en düşük 144 mg/L (Mart 2008), ortalama değerler $135,15 \pm 4,143$ ile $383,34 \pm 48,797$ arasında olmuş, akarsuda yıllık ortalama değer $223,54 \pm 11,347$ mg/l olarak bulunmuştur. Kalsiyum en yüksek 103,8 mg/L (Temmuz 2008), en düşük 34,6 mg/L (Mayıs 2008), yıllık ortalama değer $57,35 \pm 1,522$ mg/L (Şekil 14), magnezyum en yüksek 126,20 mg/L (Haziran 2008), en düşük 0,36 mg/L (Aralık 2008), yıllık ortalama değer $19,93 \pm 2,47$ mg/L olarak saptanmıştır (Şekil 15). Karbonat ve bikarbonat değerleri pH değişimine bağlı olarak farklılık göstermiş, karbonat bazı



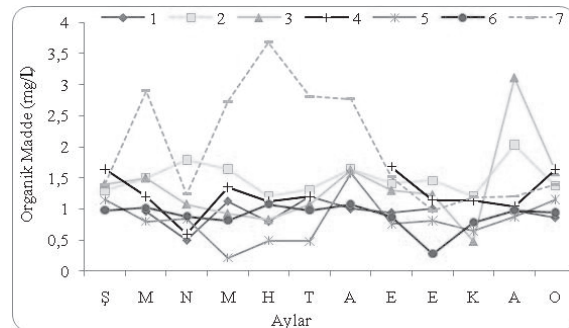
Şekil 6. İstasyonlarda nitritin (mg/L) aylık değişimi.



Şekil 7. İstasyonlarda nitrat azotunun (mg/L) aylık değişimi.

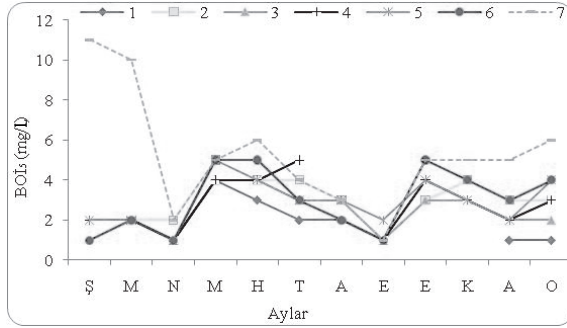


Şekil 8. İstasyonlarda çözünmüş oksijenin (mg/L) aylık değişimi.

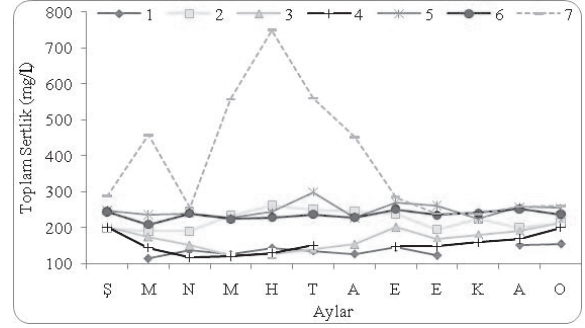


Şekil 9. İstasyonlarda organik maddenin (mg/L) aylık değişimi.

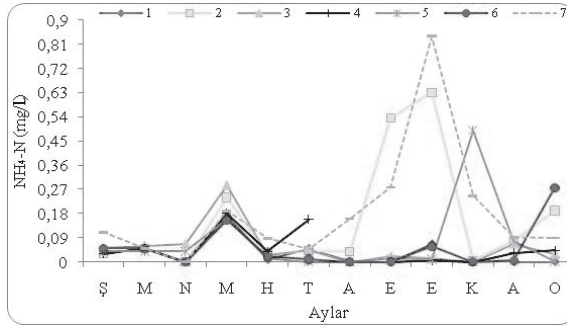
aylarda ve istasyonlarda saptanamamıştır. Bikarbonat en yüksek 322,08 mg/L (Haziran 2008), en düşük 122 mg/L (Nisan 2008) olarak, örnekleme yerle-



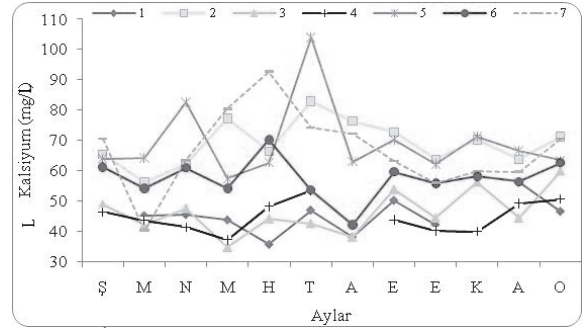
Şekil 10. İstasyonlarda BOİ'nin (mg/L) aylık değişimi.



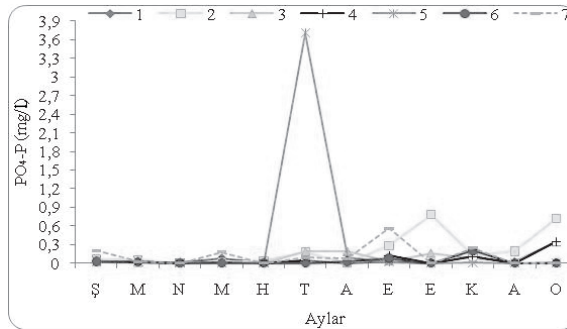
Şekil 13. İstasyonlarda toplam sertliğin (mg/L) aylık değişimi.



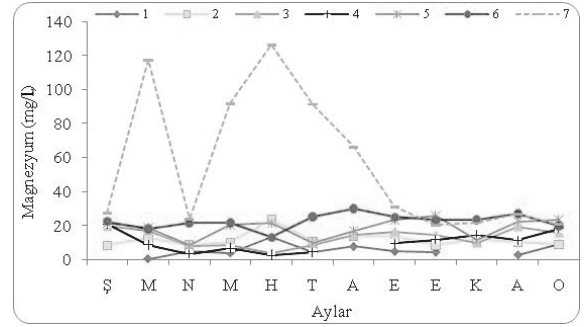
Şekil 11. İstasyonlarda amonyum azotunun (mg/L) aylık değişimi.



Şekil 14. İstasyonlarda kalsiyumun (mg/L) aylık değişimi.



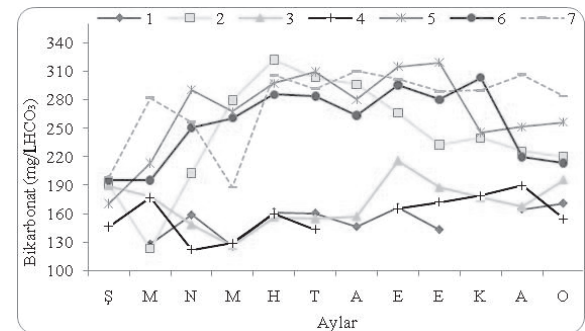
Şekil 12. İstasyonlarda ortofosfat-fosforun (mg/L) aylık değişimi.



Şekil 15. İstasyonlarda magnezyumun (mg/L) aylık değişimi.

rindeki ortalama değerler $152,62 \pm 5,062$ ile $275,07 \pm 11,821$ mg/L arasında bulunmuştur. Köprüçay Nehri ortalama değeri $197,99 \pm 8,92$ mg/L olarak saptanmıştır (Şekil 16). Karbonat en yüksek 16,2 mg/L (Nisan ve Ağustos 2008), en düşük 2,4 mg/L (Mart 2008), yıllık ortalama $5,74 \pm 0,926$ mg/L olarak bulunmuş, istasyonlardaki ortalama değerler $0,00 \pm 0,000$ ile $6,85 \pm 1,657$ mg/L arasında değişmiştir (Şekil 17).

Klorür değerleri araştırma süresince değişkenlik göstermiş, ilk altı istasyonda ortalama değerler $5,40 \pm 0,55$ ile $8,62 \pm 4,94$ mg/L arasında olmuş, son istasyonda ortalama değer oldukça yüksek bulunmuştur ($421,3 \text{ Cl}^-$ mg/L). Klorürün araştırma



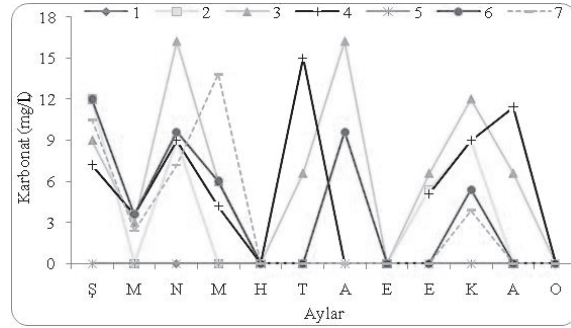
Şekil 16. İstasyonlarda bikarbonatın (mg/L) aylık değişimi.

süresince en düşük değeri 2,8 mg /L (Nisan 2008), en yüksek değeri 1432,2 mg/L (Haziran 2008) olup, Köprüçay Nehri yıllık ortalama değeri $68,52 \pm 28,16$

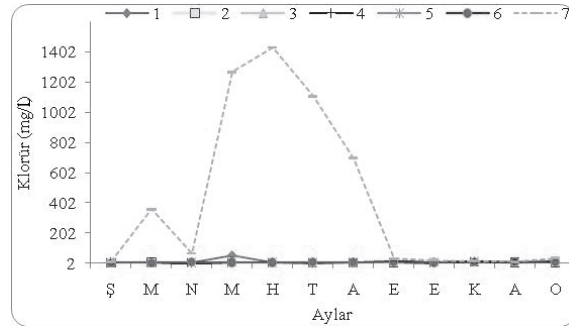
mg/L olarak saptanmıştır (Şekil 18). Sülfat ortalama değerleri ilk altı örnekleme yerinde 2,27-7,96 mg/L arasında bulunmuş, nehirağzı bölgesinde daha yüksek değerler saptanmıştır ($148,61 \pm 64,602$). En yüksek değere (570 mg/L) Temmuz 2008'de, en düşük değere ise (0,25 mg/L) Ekim 2008 ve Ocak 2009'da ulaşmış, akarsuyun yıllık ortalama değeri $27,39 \pm 10,826$ mg/L bulunmuştur (Şekil 19). Tuzluluk ilk altı istasyonda aylara göre çok fazla değişim göstermemiş, nehirağzı bölgesinde dönemsel olarak değişim göstermiştir. En yüksek tuzluluk 2,6 ppt (Haziran 2008) olarak nehirağzında en düşük 0,1 ppt tüm istasyonlarda gözlemlenmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

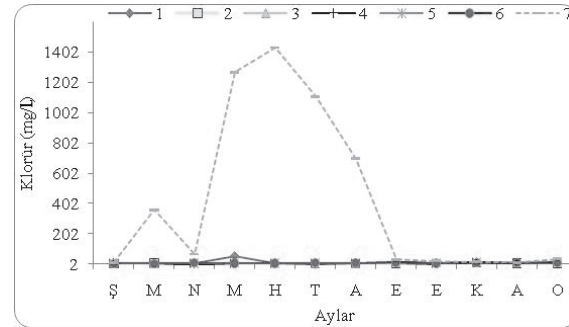
Sıcaklık canlıların yaşamsal faaliyetleri ve dağılımlarına etki etmektedir (Alaş ve Çil 2002, Egemen 2006). Köprüçay Nehri'nde istasyonlara ve aylara göre sıcaklık değeri farklılık göstermiş ($p < 0,05$) (Tablo 1, Şekil 2) en düşük sıcaklık Ocak 2009'da (4,3 mg/L) gözlemlenirken, en yüksek sıcaklık Temmuz 2008'de (26,4°C) saptanmıştır. Yaz döneminde 4. örnekleme yerinde en yüksek sıcaklığın belirlenmesi, akarsu yatağının geniş bir alana yayılması nedeniyle derinlikteki düşmeye ve su dışındaki hava koşullarının etkili olmasına bağlanabilir. Kaynak noktasındaki sıcaklık değerleri bölgede yapılan çalışmalarla uyum içerisinde olmuştur (Savaş ve Cengiz 1994, Morkoyunlu ve Ertan 1995). Çözünmüş oksijenin sucul ortamlarda canlıların yaşamını düzenlediği ve sınırladığı, suda herhangi bir dönemde saptanan oksijen miktarının o andaki suyun sıcaklığına, suda çözünmüş tuz yoğunluğuna, su yüzeyine değen atmosferdeki gazın kısmi basıncına, su devingenliğine bağlı olarak değiştiği, karbondioksit özümlemesi (fotosentez), hava ile yüzey suyu arasındaki ilişki, akıntı hızı, rüzgar artışı, sıcaklık düşüşünün çözünmüş oksijen derişimini arttırdığı, canlıların solunum etkinlikleri, organik madde parçalanması, yükseltgenme tepkimeleri ve sıcaklık artışının azalttığı bilinmektedir (Kocataş 2006, Tanyolaç 2000, Cirik ve Cirik 2008). Araştırma süresince çözünmüş oksijen değeri istasyonlar arasında farklılık göstermemiş ($p > 0,05$) (Tablo 1), mevsimsel olarak farklılık göstermiştir (Şekil 8). Su niteliğinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. (Odabaşı ve Büyükkates 2009, Tepe 2009). Köprüçay Nehri su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen değerleri bakımından su kirliliği kontrolü yönetmeliğine ve içme suyu standartlarına



Şekil 17. İstasyonlarda karbonatın (mg/L) aylık değişimi.



Şekil 18. İstasyonlarda klorürün (mg/L) aylık değişimi.



Şekil 19. İstasyonlarda sülfatın (mg/L) aylık değişimi.

(Anonymous 2004, 2005) göre I. kalite sudur.

Doğal sularda pH su kalitesini çeşitli şekillerde etkilemektedir. Bu nedenle pH'nın doğrudan ya da dolaylı etkisinin saptanması oldukça zordur (Lampert ve Sommer 2007). Ancak çözünmüş halde bulunan CO₂ ile yakından ilişkisi vardır. Suyun pH'sı ölçülerek suda serbest CO₂ varlığı, suyun alkali ya da asidik yapıda olduğu saptanabilir. Sucul ortamda her canlının belli bir pH aralığına toleransı olup, genellikle pH 6,4-8,6 sınır değerlerinde canlılar gelişim gösterebilmektedir (Tanyolaç 2000). İçme suyu standartları ve balık yetiştiriciliği açısından bu sınır değerler 6,5-8,5'dir (Çelikkale 1994, Alaş ve Çil 2002, Kara ve Çömlekçioğlu 2004, Gedik ve ark. 2010). Ortalama pH değerine göre ($8,09 \pm 0,446$) akarsuyun bazik yapıda ve sucul

Tablo 1. Köprüçay Nehri'nin fiziko-kimyasal özelliklerinin ortalama, en düşük ve en yüksek değerleri

Parametre	İSTASYONLAR						
	1. *Ö.Y	2. Ö.Y	3. Ö.Y	4. Ö.Y	5. Ö.Y	6. Ö.Y	7. Ö.Y
	Ort.±SE Min.-Max	Ort.±SE Min.-Max	Ort.±SE Min.-Max	Ort.±SE Min.-Max	Ort.±SE Min.-Max	Ort.±SE Min.-Max	Ort.±SE Min.-Max
Su Sıcaklığı °C	7,68 ^a ±0,248 6,50-9,50	12,80 ^{bc} ±1,455 4,30-20,00	12,90 ^{bc} ±1,679 5,30-24,70	13,00 ^{bc} ±1,927 5,70-26,40	14,29 ^{ab} ±0,150 13,60-15,30	16,92 ^b ±1,027 11,70-22,10	18,85 ^a ±1,391 12,20-25,60
pH	7,89 ^{bc} ±0,079 7,49-8,20	8,08 ^{ab} ±0,119 7,43-8,87	8,42 ^a ±0,058 8,04-8,65	8,41 ^a ±0,057 8,10-8,70	7,60 ^c ±0,045 7,35-7,90	8,16 ^{ab} ±0,092 7,55-8,52	8,10 ^{ab} ±0,134 6,74-8,50
E.C. (25 °C µS/cm)	236,12 ^b ±11,393 188,00-314,20	380,20 ^b ±12,874 325,80-470,00	305,97 ^b ±16,683 215,00-385,00	276,54 ^b ±15,485 212,00-368,00	432,71 ^b ±12,170 343,00-500,40	419,03 ^b ±5,705 386,70-450,00	1394,11 ^a ±439,674 438,50-4470,00
Bulanıklık NTU	2,40 ^a ±1,077 1,00-12,00	5,00 ^a ±0,929 1,00-13,00	63,25 ^a ±39,766 1,00-470,00	70,00 ^a ±53,771 2,00-605,00	9,08 ^a ±6,105 1,00-76,00	13,00 ^a ±4,315 4,00-57,00	25,41 ^a ±4,81 7,00-70,00
Bikarbonat HCO ₃ ⁻ mg/l	152,62 ^d ±5,056 125,66-170,80	241,66 ^{abc} ±10,102 123,20-322,80	170,90 ^{bcd} ±6,997 126,27-215,30	157,93 ^{cd} ±6,440 122,00-189,71	267,89 ^a ±12,714 170,80-319,03	253,81 ^{ab} ±11,196 195,20-303,20	275,07 ^a ±11,821 187,88-309,90
Karbonat CO ₃ ⁻² mg/l	0,00 ^b ±0,000 0,00-0,00	2,95 ^{ab} ±1,322 0,00-12,00	6,85 ^a ±1,657 0,00-16,20	5,86 ^a ±1,517 0,00-15,00	0,00 ^b ±0 0,00-0,00	3,85 ^{ab} ±1,315 0,00-9,60	3,15 ^{ab} ±1,388 0,00-13,80
Klorür mg/l	8,62 ^b ±4,938 2,80-53,00	5,40 ^b ±0,551 3,54-9,57	7,84 ^b ±1,06 3,54-14,20	6,23 ^b ±0,908 2,83-11,34	7,59 ^b ±0,572 4,61-12,40	7,49 ^b ±0,612 3,89-10,60	421,25 ^a ±160,129 10,60-1432,20
Amonyum Azotu mg/l	0,03 ^a ±0,017 0,00-0,17	0,15 ^a ±0,061 0,00-0,63	0,05 ^a ±0,022 0,00-0,28	0,05 ^a ±0,018 0,00-0,18	0,07 ^a ±0,040 0,00-0,49	0,05 ^a ±0,024 0,00-0,27	0,18 ^a ±0,064 0,00-0,84
Nitrit Azotu mg/lt	0,002 ^b ±0,001 0,00-0,016	0,011 ^a ±0,002 0,00-0,022	0,005 ^{ab} ±0,003 0,00-0,043	0,004 ^{ab} ±0,001 0,00-0,015	0,003 ^{ab} ±0,001 0,00-0,017	0,002 ^{ab} ±0,001 0,00-0,020	0,006 ^{ab} ±0,001 0,00-0,014
Nitrat Azotu mg/l	0,57 ^a ±0,106 0,00-1,26	0,40 ^{ab} ±0,081 0,00-0,80	0,21 ^b ±0,06 0,00-0,51	0,30 ^{ab} ±0,080 0,00-0,87	0,54 ^{ab} ±0,095 0,04-1,37	0,50 ^{ab} ±0,068 0,11-0,88	0,45 ^{ab} ±0,082 0,00-0,96
Orto-Fosfat mg/l	0,02 ^a ±0,008 0,00-0,08	0,20 ^a ±0,077 0,00-0,78	0,09 ^a ±0,031 0,00-0,35	0,06 ^a ±0,031 0,00-0,35	0,32 ^a ±0,307 0,00-3,71	0,03 ^a ±0,017 0,00-0,20	0,11 ^a ±0,047 0,00-0,56
Çözünmüş Oksijen mg/l	9,44 ^a ±0,545 6,60-12,30	8,52 ^a ±0,667 5,60-12,20	9,12 ^a ±0,639 6,23-12,36	9,37 ^a ±0,813 6,30-13,20	7,93 ^a ±0,425 6,24-9,98	9,51 ^a ±0,734 6,50-13,40	8,65 ^a ±0,512 6,50-11,00
Organik Madde mg/l	0,94 ^{bc} ±0,060 0,50-1,20	1,49 ^{ab} ±0,072 1,20-2,03	1,35 ^{bc} ±0,187 0,48-3,11	1,25 ^{bc} ±0,095 0,60-1,68	0,82 ^c ±0,103 0,48-1,57	0,89 ^{bc} ±0,061 0,28-1,08	1,98 ^a ±0,265 0,97-3,68
BOİ ₅ mg/l	1,70 ^b ±0,675 1,00-3,00	3,00 ^b ±0,325 1,00-5,00	2,50 ^b ±0,288 1,00-4,00	2,81 ^b ±0,400 1,00-5,00	2,92 ^b ±0,336 1,00-5,00	3,00 ^b ±0,460 1,00-5,00	4,50 ^a ±0,486 1,00-6,00
Toplam Sertlik CaCO ₃ mg/l	135,15 ^d ±4,143 114,00-154,00	219,91 ^{bcd} ±7,419 189,50-261,50	168,58 ^{bcd} ±8,769 122,00-214,00	153,04 ^{cd} ±8,512 116,50-201,00	248,79 ^b ±6,208 223,50-298,50	235,37 ^{bc} ±3,489 208,50-251,50	383,34 ^a ±48,797 237,50-750,00
Kalsiyum mg/l	44,97 ^d ±1,826 35,67-56,10	68,94 ^a ±2,166 56,11-82,80	46,31 ^{cd} ±2,107 34,66-59,72	44,80 ^d ±1,530 37,10-53,30	69,18 ^a ±3,642 57,30-103,80	57,34 ^{bc} ±1,933 42,10-70,10	66,83 ^{ab} ±3,811 40,13-92,60
Magnezyum mg/l	5,51 ^b ±1,134 0,36-13,01	11,64 ^b ±1,207 8,27-23,34	12,89 ^b ±1,454 3,89-19,45	10,04 ^b ±1,794 2,43-20,79	18,51 ^b ±1,686 8,14-25,77	22,43 ^b ±1,259 13,01-29,8	55,25 ^a ±11,80 20,07-126,2
Sülfat mg/l	2,27 ^b ±0,605 0,25-6,75	5,75 ^b ±1,472 1,00-16,50	7,96 ^b ±2,028 3,20-18,75	6,20 ^b ±1,005 3,00-15,00	7,08 ^b ±1,026 3,80-16,50	7,90 ^b ±1,313 3,00-16,50	148,61 ^a ±64,602 7,25-570,00
Sodyum mg/l	1,09 ^b ±0,200 0,62-2,76	3,15 ^b ±0,281 1,61-5,10	5,54 ^b ±0,985 1,38-12,42	3,91 ^b ±0,448 2,00-6,40	5,58 ^b ±0,496 2,07-8,05	6,04 ^b ±0,535 2,30-9,60	284,38 ^a ±114,358 9,20-975,00
Tuzluluk ppt	0,10 ^b ±7,853 0,10-0,10	0,17 ^b ±0,013 0,10-0,20	0,13 ^b ±0,014 0,10-0,20	0,11 ^b ±0,009 0,10-0,20	0,13 ^b ±0,014 0,10-0,20	0,17 ^b ±0,013 0,10-0,20	0,93 ^a ±0,270 0,20-2,60

Aynı satırdaki harfler istasyonlar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05).

*Ö.Y=Örnekleme Yeri

canlılar için uygun sınırlarda olduğu söylenebilir. Ayrıca İçme suyu standartlarına ve su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre I. sınıf su özelliğinde olup, istasyonlar arasındaki fark önemlidir (p<0,05) (Tablo 1).

Suyun iyon kapasitesinin bir ölçüsü olan elektriksel iletkenlik, sudaki çözünmüş inorganik madde derişimine ve tuzluluğa göre değişim göstermektedir. Su ürünleri açısından elektriksel

iletkenlik tatlı sularda oldukça önemli olup kirlilik arttıkça iletkenlik değeri 1000 µmhos/cm değerini aşmaktadır (Kara ve Çömlekçioğlu 2004, Verep ve ark. 2005). Araştırma süresince ilk altı istasyon arasında fark görülmezken (p>0,05) nehirağzı bölgesi ile bu istasyonlar arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0,05) (Tablo 1). Nehirağzında inorganik maddelerin ve denizel etkinin artış göstermesinden dolayı yüksek iletkenlik değerinin

saptandığı düşünülmektedir. Kumbur ve ark. (2008) denizel etki, kirlilik ve yoğun tarımsal sulamadan kaynaklanan tuzlanmanın, suyun elektriksel iletkenliğini arttırdığını bildirmişlerdir.

Bulanıklığın su sistemlerinin çeşitli dönemlerinde değişik değerler gösterdiği bilinmektedir. Bu özelliği oluşturan maddeler organik veya inorganik kökenli (kum, kil, bakteri, koloidal parçacıklar, plankton vb.) olabilmektedir. Sözü edilen değişken, suyun ışığı doğrudan geçirme, dağıtma ve emme özelliği-dir. Bulanıklığın şiddeti ışığın suya nüfuz edebilme-siyle ters orantılı olduğundan, su canlıları yönünden önemli bir parametredir. Köprüçay Nehri'nde ortalama bulanıklık $26,951 \pm 9,555$ bulunmuş, en yüksek bulanıklık değerleri eylül ayında belirlenmiştir (3., 4., 5., 6. ve 7. örnekleme yerinde). Sözü edilen ayda bulanık değerlerinin yüksek çıkmasında yağışlardan sonra oluşan sel sularının sürüklediği materyallerin etkili olduğu düşünülmektedir. Ağustos ayında 4. istasyonun kuruması ve eylül ayında yağışlarla birlikte sel sularının da etkisi ile yeniden akmaya başlamasından dolayı bulanıklığın en yüksek değere ulaştığı görülmektedir (Şekil 5). Köprüçay'ın Eğirdir Gölü'ne dökülen kolunda yapılan bir çalışmada da akarsuyun bu bölgesinde bulanıklığın kararlı olmadığı, dereye karışan ve içerisinde fazla miktarda çökelti taşıyan yüzey sularının buna neden olduğu belirtilmiştir (Savaş ve Cengiz 1994). Örnekleme yerlerinde aylık olarak saptanan bulanıklık değerleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$) (Tablo 1). İçme suyu standartlarına göre ilk altı istasyon içilebilir su niteliğinde iken, nehirağzı bölgesinde saptanan ortalama değer ($25,42 \pm 4,812$) içme suyu standartlarından çok az bir sapma göstermiştir. Bunun örnekleme yerine sürüklenerek gelen materyalin etkisi ile ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Doğal sularda bikarbonat ve karbonat alkalinitenin belirlenmesini sağlar. Ortamın pH değeri arttıkça bikarbonat artış gösterir, ancak pH 8,2'den sonra ortamda bikarbonatla birlikte karbonat da görülür (Tanyolaç 2000). Ortalama bikarbonat değeri $197,99 \pm 8,921$ mg/l, karbonat ise $5,74 \pm 0,927$ mg/l olmuştur. İstasyonlar arasında karbonat ve bikarbonat değerleri arasındaki fark önemli bulunmuş ($p < 0,05$) (Tablo 1), bulunan sonuçlar ortamın pH'ı ile uyum göstermiştir.

Suda çözünmüş mineral tuzlardan biri olan klorür bütün doğal sularda canlıların dağılımına etki

etmektedir. Klorür evsel, tarımsal, endüstriyel atıklardan kaynaklanabileceği gibi, mineral kökenli de olabilir. Ayrıca deniz suyunun yer altı sularına karışmasına bağlı olarak da ortaya çıkabilir. Suların denize yakınlık ve uzaklığına, kayaç yapısına göre klorür miktarı değişkenlik gösterebilmektedir (Baltacı 2000, Kazancı 2004, Egemen 2006, Cirik ve Cirik 2008). Köprüçay Nehri'nde saptanan klorür değerleri istasyonlara ve aylara göre farklılık göstermiştir ($p < 0,005$) (Tablo 1). Ortalama değer $68,52 \pm 28,164$ bulunmuş, en yüksek değer nehirağzında ($1432,32$ mg/L) belirlenmiştir. Nehirağzı bölgesi dönemsel olarak deniz etkisinde kaldığı için klorür değeri yüksek bulunmuş (Şekil 18) ve bu da Köprüçay Nehri için ortalama değer artmasına neden olmuştur. Klorür doğal sularda 30 mg/L kadar olabilmektedir (Yaramaz 1992). İlk altı istasyonda klorür 14,20 mg/L'yi geçmemiş, içme suyu kalite standartlarında ve SKKY'ne göre I. kalitede, nehirağzı bölgesi ise SKKY'ne göre IV. kalitededir.

Sularda sertlik, çoğunlukla kalsiyum ve magnezyum iyonlarından kaynaklanmakta ve sözü edilen iyonlar tarafından suyun sabunu çöktürme özelliği olarak tanımlanmaktadır. Bir suyun sertliği o suyun temas etmiş olduğu topraktaki minerallerin suda çözünmesiyle ilgilidir. (Baltacı 2000, Yılmaz 2004, Egemen 2006, Gedik ve ark. 2010). Akarsuda örnek alma yerlerinde toplam sertlik değerleri farklılık göstermiş ($p < 0,05$) (Tablo 1), kaynak noktası az sert, 2., 3., 4., 5., ve 6., örnekleme yeri orta sert ve nehirağzı çok sert su sınıfına girmektedir. İlk altı örnekleme yeri içme suyu standartlarına göre içilebilir özellikte olup, nehirağzı bu değerlendirmenin oldukça üstünde değerler sergilemiştir. Ca^{++} ve Mg^{++} sudaki en önemli çözünmüş katı maddelerdendir. Kalsiyum ortamda en bol bulunan iyon olup, tüm canlıların metabolik etkinlikleri ile ilişkiye girerek bazı sucul hayvanların kabuk yapısında, kemik oluşumunda, omurgalılarda ve bitkilerde kireç birikiminde, alglerin ve yüksek bitkilerin gelişiminde, diğer canlıların dağılımında etkili olduğu, sucul ortamda bazı omurgasızların tür varlığı ile Ca^{++} derişimi arasında bağlantı bulunduğu vurgulanmaktadır (Allan 1996, Tanyolaç 2000). Magnezyum sularda klorofilli bitkiler için yaşamsal önem taşımakta, alglerde, mantarlarda ve bakterilerde fosfor metabolizmasını düzenlemektedir. Bunun için tatlısularda magnezyumun yeterli miktarda bulunması önemlidir. İçme suyu standartlarında en düşük kalsiyum değeri 75 mg/L,

en yüksek 200 mg/L, magnezyumun en düşük değeri 50 mg/L ve en yüksek 150 mg/L'dir (Yılmaz 2004). Köprüçay Nehri'nde kalsiyum ve magnezyum tavsiye edilen değerlerin altında saptanmış (Şekil 14, 15), istasyonlar arasında kalsiyum değerleri arasındaki fark önemli ($p < 0,05$) bulunurken, magnezyum önemsiz ($p > 0,05$) (Tablo 1) bulunmuştur.

Biyolojik oksijen ihtiyacı oksijenli koşullarda bakterilerin organik maddeyi parçalaması için gereksindiği oksijen çokluğudur. Su niteliği açısından BOI_5 ölçümü organik kirlenmenin bir ölçüsüdür (Egemen 2006). Biyolojik oksijen ihtiyacına parçalanan organik madde çokluğu, mikroorganizma sayısı, nutrient derişimi, sıcaklık etki etmektedir. Temiz sularda BOI_5 değeri en çok 2 mg/L, kirli sularda ise 10 mg/L ve üzerinde olabilmektedir. Biyolojik oksijen ihtiyacı ile ilgili bulgularımızda ortalama değer 1,70-4,50 mg/L arasında değişmiş (Tablo 1), akarsu boyunca ilk 6 örnekleme noktasında BOI_5 değeri düşük çıkmış, ancak sıcaklığın arttığı dönemlerde ortamda organik madde ve bakteriyel etkinliklerin artışına bağlı olarak daha yüksek değerler bulunmuştur (Şekil 10). Organik kirlilik yükü yüksek olan atıksuların yeterince biyolojik arıtma yapılmadan su sistemlerine boşaltılmasının BOI_5 değerini arttırdığı bildirilmektedir (Öner ve Çelik 2011). Nehirağzı bölgesinde yıl boyunca ayrımlı değerler tespit edilmiş ve en yüksek değer 6 mg/L olarak saptanmıştır. Nehirağzı ekolojik koşullarının çok değişken olduğu, nehirlerin besleyici tuzları bölgeye taşımalarının tatlısu deniz suyu dinamiği ile ilgili olarak yüksek biyolojik verimliliğin gerçekleştiği, ayrıca nehirin insanların çeşitli etkinlikleri sonucunda oluşan atıkların (evsel, endüstriyel, tarımsal) doğrudan ya da dolaylı olarak karışması ile kirlenme durumu ile karşılaştığı vurgulanmaktadır (Kocataş 2006). Diğer istasyonlarda bazı aylarda yüksek BOI_5 değerinin belirlenmesine balık üretim çiftliklerinin, yüzey akıntılarının ve akarsuya dönemsel olarak katılan bazı yan kolların neden olabileceği düşünülmektedir. Ortalama BOI_5 değeri $3,10 \pm 0,20$ olarak saptanmıştır. İlk altı örnekleme yerinin SKKY'ne göre I. sınıf su özelliğinde, nehirin bölgesinin ise I-II. sınıf su özelliğinde olduğu söylenebilir. İlk altı istasyonun biyolojik oksijen değerleri arasındaki fark önemli bulunmazken ($p > 0,005$), nehirin bölgesi ile diğer istasyonlar arasındaki fark önemli bulunmuştur

($p < 0,05$) (Tablo 1).

Sucul ortamdaki fosfor bitkiler tarafından özümmlenerek canlı yapıya katılır. Yüzey sularında artışının ötrofikasyon (ikincil kirlenme)'a yol açtığı, evsel atıklardaki fosfor kaynağını temizlik maddeleri, lağım suyu ve yiyecek maddelerinin oluşturduğu bilinmekle birlikte, bu besleyici elementin %91'inin tarımsal alanlardan kaynaklandığı, ayrıca volkanik kayalar, meteoritler ve toprağın da fosforun kaynağını oluşturduğu, sudaki fosfor miktarının 0,05-0,3 mg/L arasında değiştiği bildirilmektedir (Baltacı 2000, Tanyolaç 2000, Egemen 2006, Cirik ve Cirik 2008). Akarsuyun ortalama fosfor değeri üst sınır değerinin altında olmuş, ancak 5. örnekleme yerinde diğer istasyonlardan daha yüksek ortalama değer belirlenmiştir. Bu örnekleme yeri 1973'te Milli Park konumu kazanan Köprülülü Kanyon bölgesi olup ilkbahar ve yaz mevsiminde gezi, dinlenme, sportif etkinlik amaçlı yoğun insan etkinlikleri ve kirlenme baskısı ile karşı karşıya kalmaktadır. Yüksek fosforun bu etkinlikler nedeni ile ortaya çıktığı söylenebilir.

Sularda nitrat ve nitritin asıl kaynağını organik maddeler, azotlu gübreler ve doğadaki bazı mineraller oluşturmaktadır. Organik maddenin yüksekliği nitrit ve nitrat derişimini artırırken, ortamdaki bu gelişmelere bağlı olarak çözünmüş oksijen değeri düşmektedir. İçme sularında nitritin hiç bulunmaması istenir. Bu besleyici kolaylıkla nitrate dönüşmekte ve yüzey sularında yüksek derişim değerlerine çok seyrek ulaşmaktadır (Baltacı 2000, Egemen 2006). Köprüçay Nehri'nde nitrit azotu ortalama değeri 0,002-0,011 mg/L arasında değişmiş, araştırma süresince tüm istasyonlarda nitrit azotu her örnekleme döneminde saptanamamıştır. Köprüçay Nehri'nde çalışılan tüm örnekleme noktalarında SKKY'nde verilen sınırların altında nitrit azotu değerleri saptanmıştır. Çevresel koşulların etkisi ile özellikle sel zamanlarında ve organik kirlenmenin olduğu dönemlerde, kanalizasyon sularının karışması durumunda nitrat derişimi yükselmektedir (Baltacı 2000, Tanyolaç 2000). Yüzey sularında nitrat azotunun 5 mg/L'nin üzerinde olması evsel ya da yoğun tarımsal etkinliklere bağlanmaktadır (Chapman ve Kimstach 1996). Köprüçay Nehri ile ilgili bulgularımızda hiçbir araştırma noktasında nitrat azotu değeri 5 mg/L'nin üzerine çıkmamıştır. SKKY'ne göre ise akarsu Sınıf I seviyesinde olup, istasyonlar arasında nitrit ve nitrat azotunun farklılık oluşturmadığı

görülmektedir ($p>0,05$) (Tablo 1).

Organik madde miktarındaki artış suda kirlilik olduğuna işaret etmektedir. İçme suyunda organik madde miktarının 3,5 mg/L'nin üzerinde olması istenmemektedir (Alaş ve Çil 2002). Akarsuyun ortalama organik madde miktarı $1,252 \pm 0,61$ olmuş, örnekleme yerlerine göre değişim göstermiştir ($p<0,05$), en yüksek ortalama organik madde 7. örnekleme yerinde saptanmıştır (Şekil 9). Bu durumun, sözü edilen örnekleme noktasının akarsuyun nehirağzı bölgesi olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tüm istasyonlarda aylık amonyum azotu eser miktar ile 0,84 mg/l arasında değişmiştir. Amonyum genellikle çözünmüş oksijenden sonra ikinci önemli su kalitesi parametresidir (Egemen 2006). Bu madde doğal olarak tüm yüzey ve atıksularda bulunmaktadır (Anonymous 2005). Araştırma alanında tespit edilen amonyum azotu değerleri normal sınırlar arasında bulunmuştur. Nehirağzı bölgesinde diğer istasyonlardan daha yüksek değere ulaşmasını akarsuyla gelen materyale, etrafındaki turistik ve tarımsal etkinliklere bağlayabiliriz. İstasyonlar arasındaki fark önemsiz ($p>0,05$) (Tablo 1) olup, SKKY'ne göre I. sınıf su özelliğindedir.

Sülfat doğal sularda bitki büyümesi, biyolojik verimlilik, protein metabolizması gibi olaylarda etkili olmakta, sülfat eksikliği alg gelişimini engellemekte ve bitki büyümesini yavaşlatmaktadır. Oksijensiz ortamda SO_4^{2-} kükürt elementine indirgenirken, kükürt bakterileri tarafından kemosentetik olaylarda kullanılır. Çeşitli endüstri atıklarının, tarımsal faaliyetlerin, evsel atıkların ve deniz suyu etkisinin tatlısularda sülfat derişimini

arttırdığı vurgulanmaktadır (Tanyolaç 2000, Kazancı 2004, Egemen 2006, Taş ve ark. 2010). Doğal durumu korunan nehirlerde SO_4^{2-} değeri 3,20-15,10 mg/L, bozulmuş sularda, 3,8-35,5 mg/L arasında değişmektedir (Allan 1996). Nehirağzı bölgesi ile diğer istasyonlarda saptanan sülfat derişimi farklılık göstermiştir ($p<0,05$). İlk altı örnekleme yerinde belirlenen sonuçlar kaynaklarda verilen sınır değerlere uygun bulunmuş, nehirağzı bölgesinde ise özellikle ilkbahar ve yaz döneminde deniz etkisinden dolayı çok yüksek değerler saptanmıştır. Köprüçay Nehri'nde ortalama sülfat derişimi içme suyu standartlarında tavsiye edilen sınır değer çok altında saptanmış; SKKY'ne göre Sınıf I düzeyinde olmuştur.

Nehirağzında elektriksel iletkenlik, bulanıklık, klorür, toplam sertlik, biyolojik oksijen ihtiyacı, organik madde miktarı, amonyum azotu, sülfat vb. değerlerin diğer istasyonlardan daha yüksek saptanmasını; dönemsel olarak denizel etkiye, daha sıcak hava şartlarına sahip olmasına ve akarsu boyunca sürüklenerek gelen materyallerin birikimine bağlayabiliriz. Tüm bu etmenler göz önüne alındığında son istasyon hariç yapılan ölçüm aralığında nehrin tamamının I. sınıf ve bütün kullanımlara uygun olduğu belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Çalışmamıza 1534-D-07 nolu proje ile destek veren Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Başkanlığına, laboratuvar olanaklarını bize sunan Isparta 18. DSİ. Bölge Müdürlüğü Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Altuner Z, Gürbüz H (1989) Karasu (Fırat) Nehri Fitoplankton Topluluğu Üzerine Bir Araştırma. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi 3 (1-2): 151-176.
- Allan DJ (1996) Stream Ecology. Chapman and Hall, London.
- Alaş A, Çil OHS (2002) An Investigation of Water Quality Parameters at Some Springs Supplying Drinking Water for Aksaray. Ekoloji 11 (42): 40-44.
- Anonymous (2004) Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY). Türkiye Cumhuriyeti Resmi Gazete No: 25687, Ankara.
- Anonymous (2005) Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA, AWWA, WEF, Washington.
- Anonymous (2005) İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. Türkiye Cumhuriyeti Resmi Gazete No: 25730, Ankara.

- Baltacı F (2000) Su Analiz Metotları. Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü İçmesuyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Chapman D, Kimstach V (1996) Selection of water quality variables. In: Chapman D (ed), Water Quality Assessments-A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring. University Press, Cambridge.
- Cirik S, Cirik Ş (2008) Limnoloji. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Çelikkale MS (1994) İçsu Balıkları Yetiştiriciliği. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi Yayınları, Trabzon.
- Egemen Ö (2006) Su Kalitesi. Ege Üniversitesi Yayınları, İzmir.
- Freyhof J, Özoğul M (2009) *Pseudophoxinus fahrettini*, a new species of sipping minnow from Central Anatolia (Teleostei: Cyprinidae). Ichthyological Exploration of Freshwaters 20 (4): 325-332.
- Gedik K, Verep B, Terzi E, Fevzioglu S (2010) Determination of Water Quality of Fırtına Stream (Rize) in Terms of Physico-Chemical Structure. Ekoloji 19 (76): 25-35.
- Kara C, Çömlekçioğlu U (2004) Karaçay (Kahramanmaraş)'ın Kirliliğinin Biyolojik ve Fiziko-kimyasal Parametrelerle İncelenmesi. Kahramanmaraş Sütçüimam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi 7(1): 1-7.
- Kazancı N (2004) Köyceğiz-Dalyan Özel Çevre Koruma Bölgesi Sucul Ekosistemi'nin Hidrobiyolojik yönden incelenmesi. Türkiye İç Suları Araştırmaları Dizisi: VIII, İmaj Press, Ankara. (Yayın evi eksik)
- Kocataş A (2006) Ekoloji ve Çevre Biyolojisi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Kumbur H, Özsoy HD, Ozer Z (2008) Determination of The Effects of Chemicals Used in Agricultural Area on Water Quality in Mersin Province. Ekoloji 17 (68):54-58.
- Küçük F, Güçlü SS (2006) *Capoeta antalyensis* (Battalgil 1994) (Pisces: Cyprinidae)'in Yayılış Alanı ve Taksonomik Özelliklerinin Karşılaştırılması. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi 23 (3-4): 251-256.
- Lampert W, Sommer U (2007) Limnoecology. Oxford University Press, New York.
- Morkoyunlu A, Ertan ÖO (1995) Köprüçay Irmağı (Aksu Deresi)'nda Tespit Edilen Bazı Bacillariophyta Türleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi 4: 89-97
- Odabasi S, Buyukates Y (2009) Daily Variations of Chlorophyll-a, Environmental Parameters And Nutrients: Sarıçay Creek As An Exemplary (Canakkale, Turkey). Ekoloji 19 (73): 76-85
- Oner O, Celik A (2011) Investigation of Some Pollution Parameters in Water and Sediment Samples Collected From the Lower Gediz River Basin. Ekoloji 20 (78):48-52.
- Palmer CM (1980) Algae and Water Pollution. Castle House Publications Ltd, Kent.
- Savaş S, Cengiz M (1994) Köprüçay Irmağı'nın Eğirdir Gölü'ne Dökülen Kolunda Su Kalitesi Değişimi Üzerinde Bir Araştırma. Su Ürünleri Dergisi 11 (42-43): 37-50.
- Soylak M, Doğan M (2000) Su Kimyası. Erciyes Üniversitesi Yayınları, Kayseri.
- Tanyolaç J (2000) Limnoloji. Hatiboğlu Yayıncılık, Ankara.
- Taş B, Candan AY, Can Ö, Topkara S (2010) Ulugöl (Ordu)'ün Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. Journal of Fisheries Sciences 4 (3): 254-263.
- Tepe Y (2009) Determination of the Water Quality of Reyhanlı Yenışehir Lake (Hatay). Ekoloji 18 (70): 38-46
- Verep B, Serdar O, Turan D, Sahin C (2005) Determination of Water Quality in terms of Physico-Chemical Structure of the River Iyidere (Trabzon). Ekoloji 15 (57): 7-16.
- Yaramaz Ö (1992) Çevre ve Su Kirliliği. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.

Yavuz OG, Çetin AK (2000) Cip Çayı (Elazığ, Türkiye) Pelajik Bölge Algleri ve Mevsimsel Değişimleri. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 12 (2): 29-35.

Yılmaz F (2004) Physico-Chemical Features of Mumcular Dam Lake (Mugla-Bodrum). Ekoloji 13 (50): 10-17