

Atatürk Baraj Gölü'ne dökülen Kahta Çayı'nın (Adıyaman) su kalitesi

Water quality of Kahta Stream (Adıyaman) discharging into Atatürk Dam Lake

Selami Gölbaşı^{1*} • Bülent Şen²

¹Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 13. Bölge Müdürlüğü, Antalya

²Firat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Elazığ

 <https://orcid.org/0000-0003-2310-2993>

 <https://orcid.org/0000-0001-8875-8702>

Corresponding author: selamigolbasi@gmail.com

Received date: 08.04.2019

Accepted date: 12.07.2019

How to cite this paper:

Gölbaşı, S. & Şen, B. (2019). Atatürk Baraj Gölü'ne dökülen Kahta Çayı'nın (Adıyaman) su kalitesi. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(4), 337-346. DOI: [10.12714/egejfas.36.4.04](https://doi.org/10.12714/egejfas.36.4.04)

Öz: Bu çalışmada, Nisan 2012-Mart 2013 tarihleri arasında bazı hidrolojik ve fiziko-kimyasal özellikleri izlenerek, Atatürk Baraj Gölü'ne dökülen Kahta Çayı'nın su kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, kaynaktan mansaba doğru belirlenen beş istasyonda aylık ölçümler yapılmış ve su örnekleri alınmıştır. İzleme periyodu boyunca örnekleme noktalarında su sıcaklığı 5,0-25,2 °C; elektriksel iletkenlik 216-359 µS/cm; toplam çözünmüş katı madde 147-244 mg/L; çözünmüş oksijen 8,67-13,36 mg/L ve pH 7,08-8,76 aralığında ölçülmüştür. Askıda katı madde 2-138 mg/L; bulanıklık 0,92-96,70 NTU; toplam alkalinite 102-200 mg CaCO₃/L; klorür 0,71-5,02 mg/L; amonyum azotu 0,007-0,400 mg/L; nitrit azotu 0,003-0,060 mg/L; nitrat azotu 0,12-1,19 mg/L; çözünmüş reaktif fosfor 0,007-0,033 mg/L; silika 5-23 mg/L; sülfat 8-33 mg/L ve kimyasal oksijen ihtiyacı 0,63-9,18 mg/L arasında tayin edilmiştir.

Hafif alkali karaktere sahip Kahta Çayı, izlenen parametreler bakımından; Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nin Çevresel Kalite Standartlarına göre I. Sınıf (yüksek kaliteli su) özelliğine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu karakteristiğiyle Kahta Çayı'nın içme suyu temini için kullanılma potansiyelinin yüksek olduğu rekreasyonel amaçlı kullanım, alabalık yetiştiriciliği, hayvan üretimi ve diğer çiftlik ihtiyaçları için kullanılabilir olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca değişkenlerin zamansal ilişkisi istatistiksel açıdan incelendiğinde, SiO₂ hariç diğer tüm değişkenler arasında anlamlı bir fark bulunmuştur (p<0,05). Bu sonuç, değişkenlerin mevsimsel değişikliklerinden etkilendiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Kahta Çayı, Atatürk Baraj Gölü, su kalitesi, limnoloji

Abstract: In this study, it is aimed to determine the water quality of Kahta Stream which is poured into Atatürk Dam Lake by following some hydrological and physico-chemical characteristics between April 2012 and March 2013. For this purpose, monthly measurements were made at five stations from the source to the downstream and water samples were taken. During the monitoring period, water temperature 5.0-25.2 °C; electrical conductivity 216-359 µS/cm; total dissolved solids 147-244 mg/L; dissolved oxygen 8.67-13.36 mg/L and pH were measured in range of 7.08-8.76. Suspended solid 2-138 mg/L; turbidity 0.92-96.70 NTU; total alkalinity 102-200 mg/L; chloride 0.71-5.02 mg/L; ammonium nitrogen 0.007-0.400 mg/L; nitrite nitrogen 0.003-0.060 mg/L; nitrate nitrogen 0.12-1.19 mg/L; dissolved reactive phosphorus 0.007-0.033 mg/L; silica 5-23 mg/L; sulphate 8-33 mg/L and chemical oxygen demand were determined between 0.63-9.18 mg/L.

Kahta Stream with slightly alkaline character, in terms of the parameters monitored, it is determined that the Surface Water Quality Regulation has the characteristics of Class I (high quality water) according to the Environmental Quality Standards. With this characteristic, it has been determined that Kahta Stream has a high potential to be used for drinking water supply, it can be used for re-use, trout farming, animal production and other farm needs. In addition, when the temporal relationship of variables was analyzed statistically, a significant difference was found among all variables except SiO₂ (p < 0.05). This result shows that the variables are affected by seasonal changes.

Keywords: Kahta Stream, Atatürk Dam Lake, water quality, limnology

GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusu ve insanoğlunun daha iyi yaşam standartlarını yakalama arzusu, doğal kaynaklar üzerinde baskı oluşturmaktadır. Günümüzde yerüstü su kaynaklarının sahip oldukları su kalitesinin belirlenmesi ve buna bağlı oluşturulan su kalite yönetimi tüm dünyada önemli araştırmalar arasında ciddi bir yer tutmaktadır. Su kalitesi ile ilgili yapılan çalışmalar, suyun kullanım amacının belirlenmesinde çok önemli olmasının yanı sıra, yüzey su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı açısından da önem arz etmektedir. Bu nedenle yüzey su kaynaklarının su kalitesinin sürekli ve düzenli izlenmesi gerekmektedir.

Ülkemizde son zamanlarda lotik sistemler ile ilgili olarak çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Şen vd., 1999, 2002; Boran ve

Sivri, 2001; Taşdemir ve Göksu, 2001; Tepe vd., 2006; Şen ve Gölbaşı, 2008, 2014; Varol ve Şen, 2009; Mutlu vd., 2016; Zeybek ve Kalyoncu, 2016; Sönmez ve Battal, 2017). Bu çalışmaların çoğunluğunda akarsuların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin izlenmesi ön plana çıkmaktadır.

Kahta Çayı, Adıyaman İli sınırları içerisinde kalan ve Çakal Çayı, Kalburcu Çayı, Eğri Çayı ve Ziyaret Çayı ile birlikte Atatürk Baraj Gölü'nü besleyen başlıca akarsulardan biridir (Anonim, 2003). Kahta çayı üzerine sadece arazi kullanımı, jeomorfolojisi, sedimantasyon ve morfometrik özellikleri ile ilgili birkaç çalışma (Elmastaş, 2008; Sunkar ve Karataş, 2012, 2013, 2014) yürütülmüştür. Buna karşılık Atatürk Baraj Gölü'ne dökülen önemli bir akarsu olmasına rağmen, araştırıldığı kadarıyla çayın su kalitesi üzerine

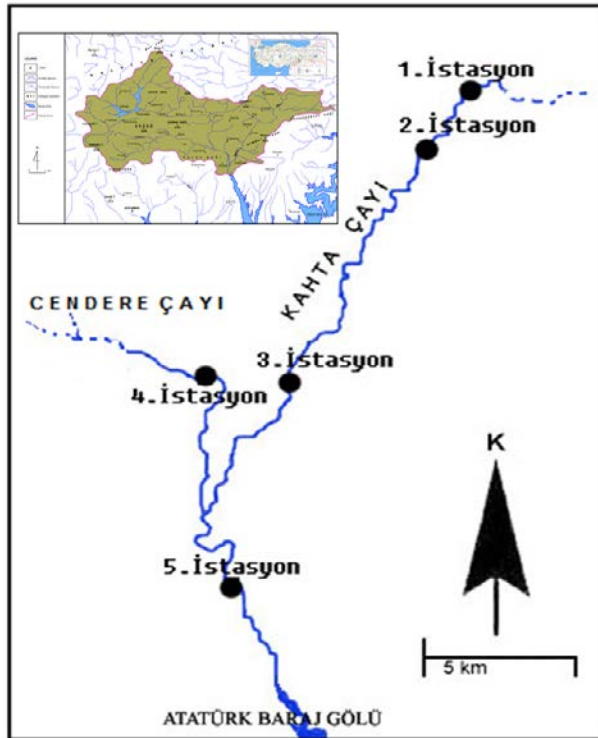
yayınlanmış bir araştırma verisine ulaşamamıştır. Bu araştırma Kahta Çayı'nın su kalite özelliklerinin belirlenerek, bu husustaki veri eksikliğini gidermek ve gelecek yıllarda yapılacak çalışmalara referans olabilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaç doğrultusunda kaynaktan mansaba doğru belirlenen beş istasyondan bir yıl süresince su kalitesi verileri toplanmış ve Kahta Çayı su kalitesinin ulusal Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre sınıflandırılması yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma alanı ve örnekleme noktaları

Adıyaman il sınırları içerisinde kalan ve Atatürk Baraj Gölü'nü besleyen, kaynağını Malatya ile Adıyaman havzaları arasında kalan Güneydoğu Toros Dağları'ndan alan Kahta Çayı, Fırat Nehri'nin önemli kollarından biridir. Kaynağını dağlık alanlardaki karstik kaynaklardan alan Kahta Çayı, 46 km uzunluğa sahip olup, havzanın kapladığı alan ise yaklaşık 1575 km²'dir (Elmastaş, 2008).

Kahta Çayı'nın su kalitesini belirlemek amacıyla Nisan 2012-Mart 2013 tarihleri arasında periyodik olarak her ayın üçüncü haftası içinde akarsuyu kaynaktan mansaba doğru en iyi temsil edecek şekilde belirlenen 5 örnekleme noktasında (Şekil 1) izleme çalışması yürütülmüştür.



Şekil 1. Araştırmanın yapıldığı Kahta Çayı Havzası ve örnekleme noktaları (Elmastaş, 2008'den düzenlenmiştir)

Figure 1. Kahta Stream Basin and sampling points where the research was conducted (Elmastaş was composed in 2008) the research was conducted (Elmastaş was composed in 2008)

I. İstasyon (38°01'39.18"N ve 38°43'29.74"E) deniz seviyesinden 877 m yükseklikte bulunmakta olup, taban yapısı kayalardan ve taşlardan oluşmaktadır. Yatağı çok geniş olmayıp iki vadi arasından akmaktadır. Yer yer akarsu yamaçlarında tarım arazileri bulunmaktadır. II. İstasyon (38°00'40.67"N ve 38°41'51.17"E) deniz seviyesinden 819 m yükseklikte yer almaktadır. Taban yapısı taş ve çakıllardan oluşmaktadır. Akarsu çevresi ağaçlarla kaplıdır. III. İstasyon (37°57'03.29"N ve 38°39'46.03"E) deniz seviyesinden 680 m yükseklikte bulunmakta. Taban yapısı kaya ve taşlardan oluşmaktadır. Yamaçları dik olup yatağı dardır. Cendere Çayı üzerinde Cendere Köprüsü mevki IV. İstasyon (37°55'58.04"N ve 38°36'31.34"E) olarak seçilmiştir. Örnekleme noktası deniz seviyesinden 615 m yükseklikte yer almaktadır. Taban yapısı taş, çakıl ve kumdan oluşmaktadır. Cendere Köprüsü'nden sonra akarsu yatağı genişlemekte ve eğimi oldukça azaldığından akış hızı yavaşlamakta olup sediment birikimi ortaya çıkmaktadır. Yaklaşık 4-4,5 km sonra Kahta Çayı ile birleşmektedir. V. İstasyon (37°52'03.03"N ve 38°37'07.73"E) deniz seviyesinden 555 m yükseklikte bulunmakta. Taban yapısı çakıl ve kumdan oluşmaktadır. Yatağı oldukça genişlemiş olup sediment birikimi fazladır. Cendere Çayı ve Kahta Çayı'nın sularının birleşmesiyle akan akarsu, örgülü bir ağ şeklinde geniş bir yatağa yayılarak Atatürk Baraj Gölü'ne boşalmaktadır.

Analiz metotları

Kahta Çayı'nda su sıcaklığı (T), çözülmüş oksijen (DO), pH, elektriksel iletkenlik (EC) ve toplam çözülmüş katı madde (TDS) Hach-HQ40d model multi-parametre ölçüm cihazıyla arazide ölçülmüştür. Su örnekleri 1,5 litrelik polietilen şişelere hava boşluğu kalmayacak şekilde doldurularak alınmıştır. Alınan örnekler gün içerisinde laboratuvara ulaştırılarak analizleri gerçekleştirilmiştir.

Bulanıklık HACH 2100P model türbidimetre ile laboratuvarında ölçülmüştür. Askıda katı madde (SS) tayini içerisine 0,45 µm filtre kağıdı yerleştirilmiş olan Gooch krozesinden belirli hacimdeki numune süzülükten sonra Gooch krozesinin 100-105 °C'de kurularak tartılmasıyla gravimetrik olarak (TSE, 2007), toplam alkalinite (TA), titrasyon metodu ile ölçülmüştür (TSE, 1998).

Klorür (Cl⁻), nitrat azotu (NO₃-N) ve sülfat (SO₄⁻) (TSE, 2012) Dionex ICS Model iyon kromatografi ile tayin edilmiştir.

Nitrit azotu (NO₂-N), Hach-Lange LCK 341 nolu test kiti; amonyum azotu (NH₄⁺-N), Hach-Lange LCK 304 nolu test kiti; çözülmüş reaktif fosfor (PO₄³⁻-P) Hach-Lange LCK 349 nolu test kiti, silika (SiO₂), Hach-Lange PP 2429600 nolu test kiti ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI), Hach-Lange LCK 414 nolu test kiti ile Hach-Lange DR 5000 marka spektrofotometre kullanılarak tayin edilmiştir.

İstatistik analizler

Verilerin değerlendirilmesi ve kutu grafiklerin çiziminde GraphPad Prism 5.0 paket programı, verilerin istatistiksel

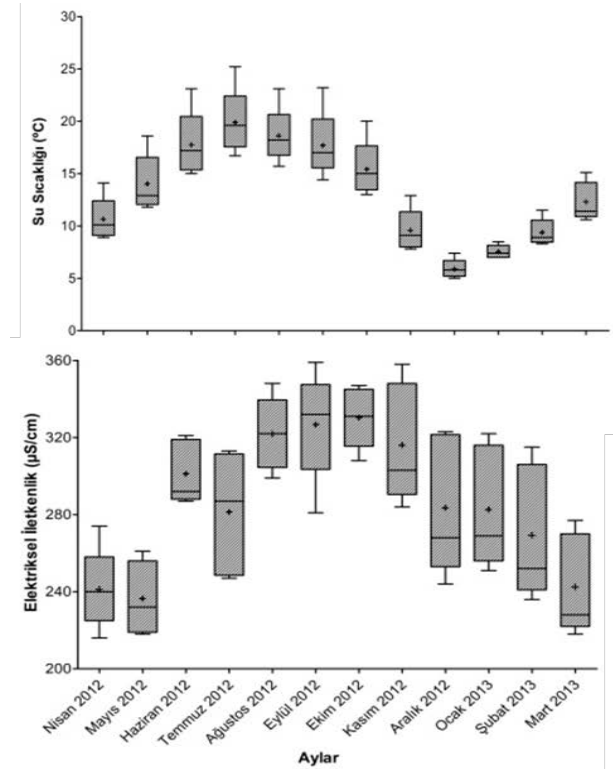
olarak analizinde ise IBM SPSS Statistic 22.0 paket programı kullanılmıştır. İncelenen parametreler arasındaki ilişki Pearson korelasyonuna göre yapılmıştır. Değişkenler ve mevsimler arasında bir fark olup olmadığını tespit etmek amacıyla parametrik değişkenler için tek yönlü varyans analizi, parametrik olmayan değişkenler için ise Kruskal-Wallis testi yapılmıştır. Ortalama değerler \pm standart hata ile birlikte verilmiştir.

BULGULAR

Kahta Çayı'nı karakterize ettiği düşünülen beş istasyonda ölçülen bazı su kalite parametrelerinin aylık değişimi Şekil 2-5'de gösterilmiştir. Değişkenler arasındaki ilişki Pearson korelasyon analizi ile yapılmış olup sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

Su sıcaklığı en düşük Aralık 2012'de 5,0 °C, en yüksek ise Temmuz 2012'de 25,2 °C ölçülmüş olup, yıllık ortalama değer 13,23 \pm 0,65 °C olarak bulunmuştur (Şekil 2). Mevsimler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($F_{(3-16)}=19,934$; $p=0,000$; $r=0,89$; $p<0,05$).

Çözünmüş oksijen konsantrasyonu en düşük Eylül 2012'de 8,67 mg/L, en yüksek ise Nisan 2012'de 13,36 mg/L olarak kaydedilmiş olup, yıllık ortalama değer 10,62 \pm 0,14 mg/L olarak hesaplanmıştır (Şekil 3). Mevsimler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($F_{(3-16)}=8,460$; $p=0,001$; $r=0,87$; $p<0,05$).



Şekil 2. Kahta Çayı'ndaki su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş katı madde değerlerinin aylık değişimi
Figure 2. Monthly change of water temperature, dissolved oxygen, electrical conductivity and total dissolved solids values in Kahta Stream

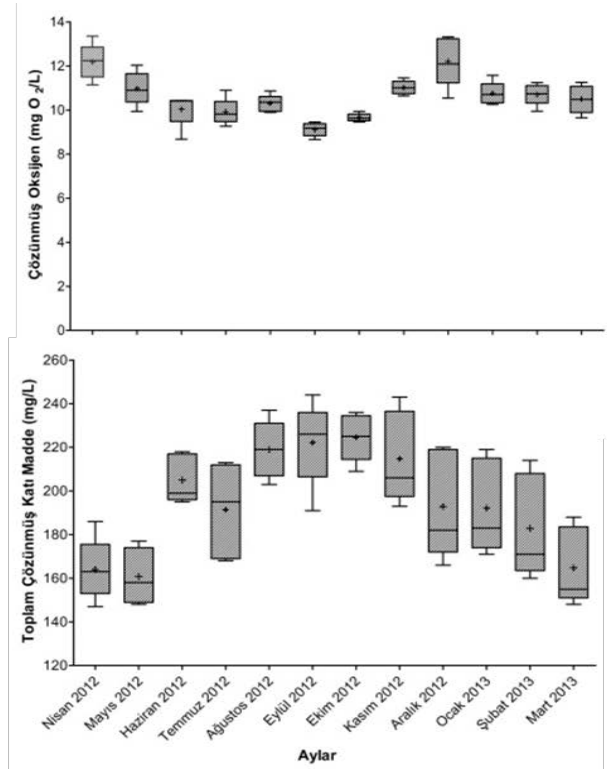
Elektriksel iletkenlik değerleri en düşük Mayıs 2012'de 216 μ S/cm, en yüksek ise Eylül 2012'de 359 μ S/cm kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 287 \pm 5,42 μ S/cm olarak hesaplanmıştır (Şekil 2). Mevsimler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($F_{(3-16)}=16,672$; $p=0,000$; $r=0,95$; $p<0,05$).

Toplam çözünmüş katı madde konsantrasyonu en düşük Nisan 2012'de 147 mg/L, en yüksek ise Eylül 2012'de 244 mg/L ölçülmüş olup, yıllık ortalama değer ise 194,53 \pm 3,58 mg/L olarak kaydedilmiştir (Şekil 2). Mevsimler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($F_{(3-16)}=16,672$; $p=0,000$; $r=0,87$; $p<0,05$).

Askıda katı madde değerleri en düşük Ekim 2012'de 2 mg/L, en yüksek ise Nisan 2012'de 138 mg/L olarak tayin edilmiştir. Yıllık ortalama değer 47,96 \pm 5,06 mg/L olarak hesaplanmıştır (Şekil 3). Mevsimler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($\chi^2(3)=16,760$; $p=0,001$; $p<0,05$).

Bulanıklık değerleri en düşük Ekim 2012'de 0,92 NTU, en yüksek ise Ocak 2013'te 96,70 NTU olarak tespit edilmiştir (Şekil 3). Yıllık ortalama değer 12,34 \pm 2,24 olarak bulunmuştur. Mevsimler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($\chi^2(3)=15,823$; $p=0,001$; $p<0,05$).

pH değerleri en düşük Mayıs 2012'de 7,08 en yüksek ise Mart 2013'te 8,76 olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama değer 8,20 \pm 0,05 olarak hesaplanmıştır (Şekil 3). Mevsimler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($\chi^2(3)=12,897$; $p=0,005$; $p<0,05$).



Toplam alkalinite konsantrasyonları en düşük Mart 2013'te 99 mg CaCO₃/L, en yüksek ise Kasım 2012'de 200 mg CaCO₃/L olarak tespit edilmiştir. Yıllık ortalama değer 127,17±3,08 mg CaCO₃/L olarak hesaplanmıştır (Şekil 3). Mevsimler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($\chi^2(3)=14,701$; $p=0,002$; $p<0,05$).

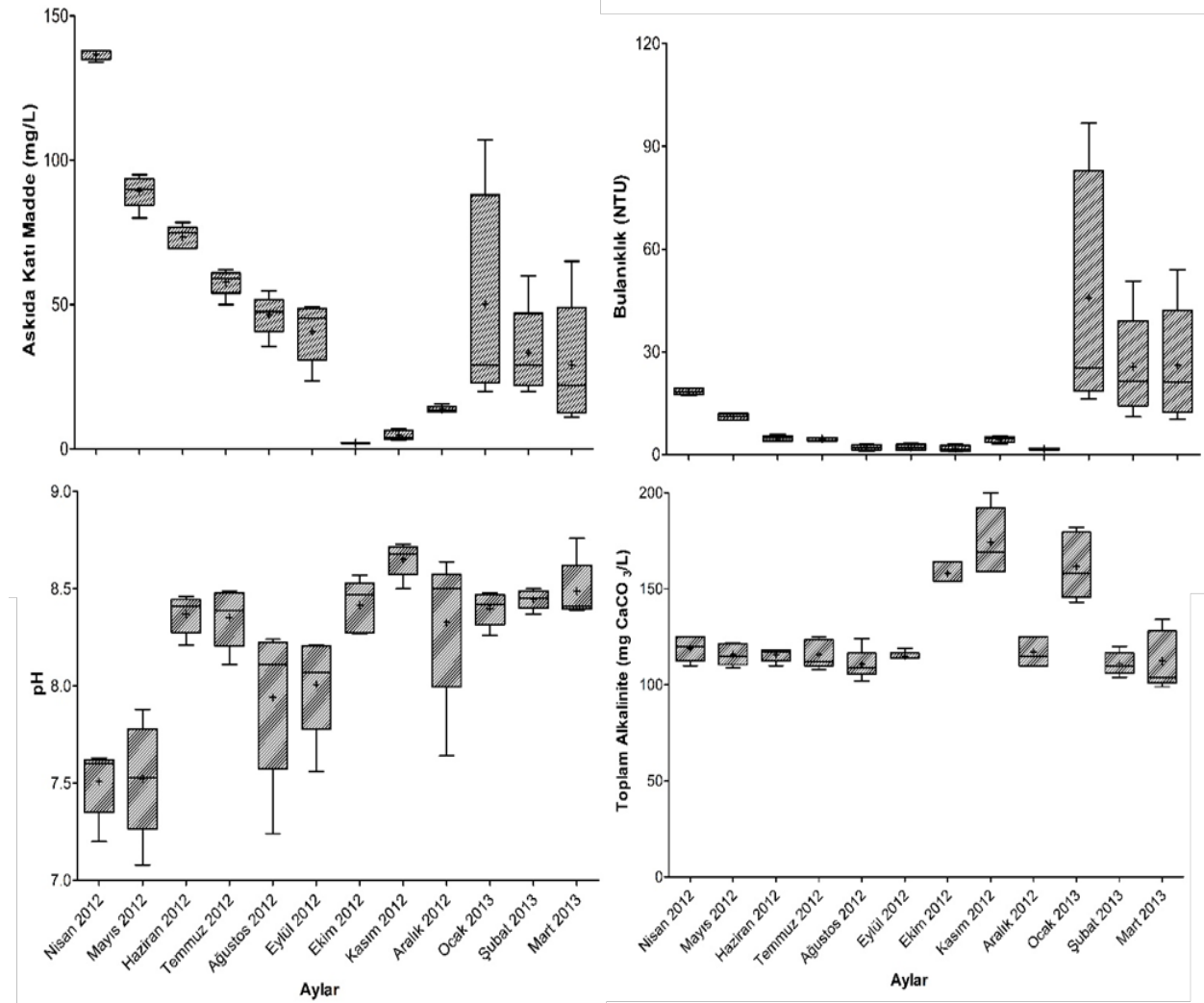
Klorür değerleri en düşük Mart 2013'te 0,71 mg Cl/L, en yüksek ise Eylül 2012'de 5,02 mg Cl/L olarak kaydedilmiş olup, yıllık ortalama değer 2,89±0,15 mg Cl/L olarak hesaplanmıştır (Şekil 4). Mevsimler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($F_{(3-16)}=100,902$; $p=0,000$; $r=0,97$; $p<0,05$).

Amonyum azotu değerleri en düşük Haziran 2012'de 0,007 mg NH₄⁺-N/L, en yüksek ise Mayıs 2012'de 0,400 mg NH₄⁺-N/L olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer 0,07±0,01 mg NH₄⁺-N/L olarak hesaplanmıştır (Şekil 4). Mevsimler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($\chi^2(4)=17,596$; $p=0,001$; $p<0,05$).

Nitrit azotu değerleri en düşük Haziran ve Temmuz 2012'de 0,003 mg NO₂⁻-N/L, en yüksek ise Ocak 2013'de 0,060 mg NO₂⁻-N/L olarak kaydedilmiş olup yıllık ortalama değer 0,02±0,002 mg NO₂⁻-N/L olarak hesaplanmıştır (Şekil 4). Mevsimler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($\chi^2(3)=16,476$; $p=0,001$; $p<0,05$).

Nitrat azotu konsantrasyonları en düşük Mayıs 2012'de 0,12 NO₃⁻-N/L, en yüksek ise Eylül 2012'de 1,19 NO₃⁻-N/L olarak tayin edilmiş olup, yıllık ortalama değer 0,58±0,03 mg NO₃⁻-N/L olarak hesaplanmıştır (Şekil 4). Mevsimler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($F_{(3-16)}=7,272$; $p=0,003$; $r=0,76$; $p<0,05$).

Çözünmüş reaktif fosfor değerleri en düşük Nisan 2012'de 0,007 mg PO₄³⁻-P/L, en yüksek ise Aralık 2012'de 0,033 mg PO₄³⁻-P/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 0,015±0,001 mg PO₄³⁻-P/L olarak hesaplanmıştır (Şekil 5). Mevsimler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($\chi^2(3)=14,008$; $p=0,003$; $p<0,05$).



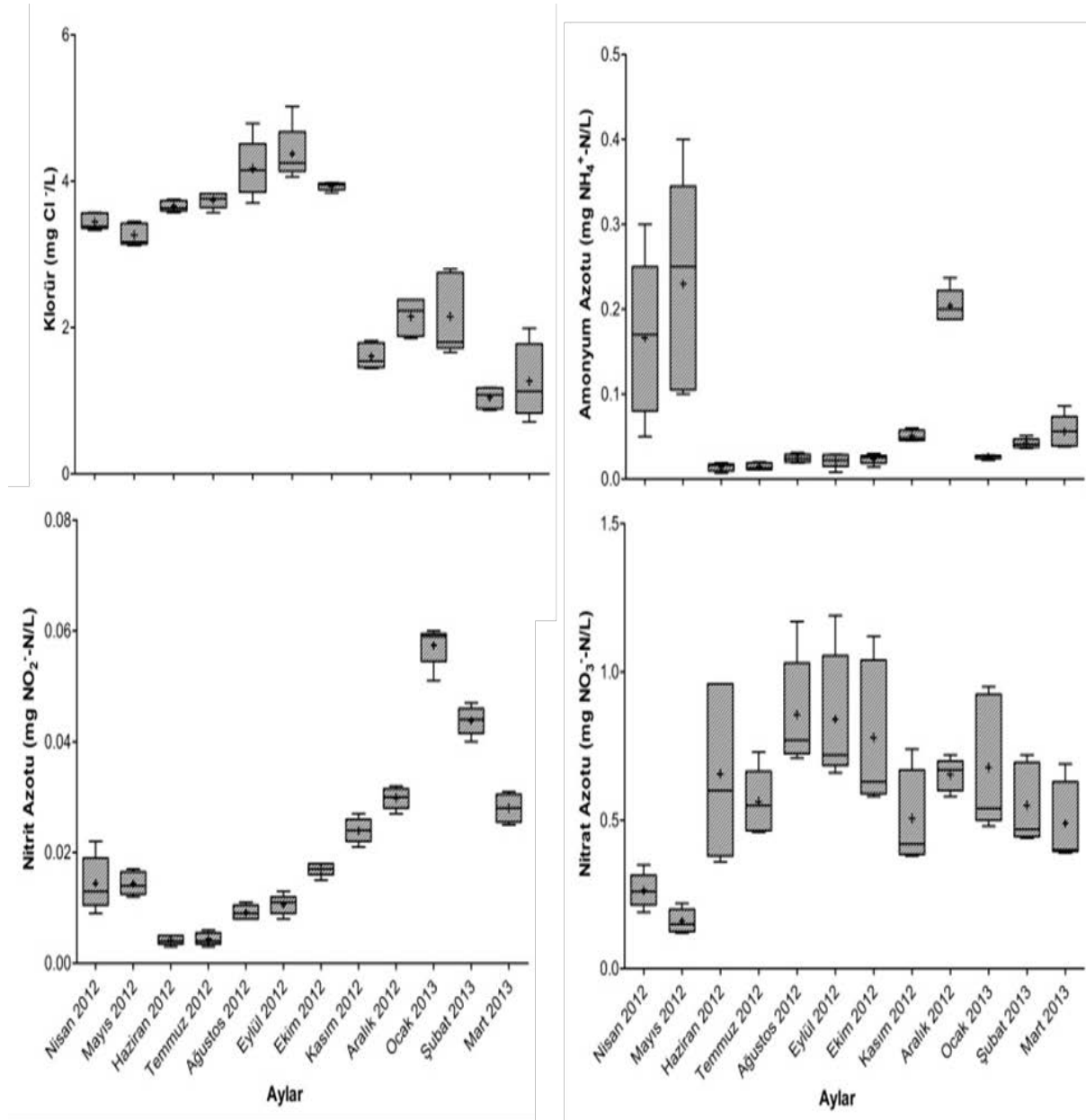
Şekil 3. Kahta Çayı'ndaki askıda katı madde, bulanıklık, pH ve toplam alkalinite değerlerinin aylık değişimi
Figure 3. Monthly change of suspended solids, turbidity, pH and total alkalinity values in Kahta Stream

Sülfat konsantrasyonu en düşük Mart 2013'te 8 mg $\text{SO}_4^{2-}/\text{L}$, en yüksek ise Aralık 2012'de 35 mg $\text{SO}_4^{2-}/\text{L}$ olarak kaydedilmiş olup, yıllık ortalama değer $18,28 \pm 0,79$ mg $\text{SO}_4^{2-}/\text{L}$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 5). Mevsimler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($\chi^2(3)=11,274$; $p=0,010$; $p<0,05$).

Silika konsantrasyonu en düşük Mart 2013 ve Nisan 2012'de 5 mg SiO_2/L , en yüksek ise Mayıs 2012'de 23 mg SiO_2/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $8,85 \pm 0,35$

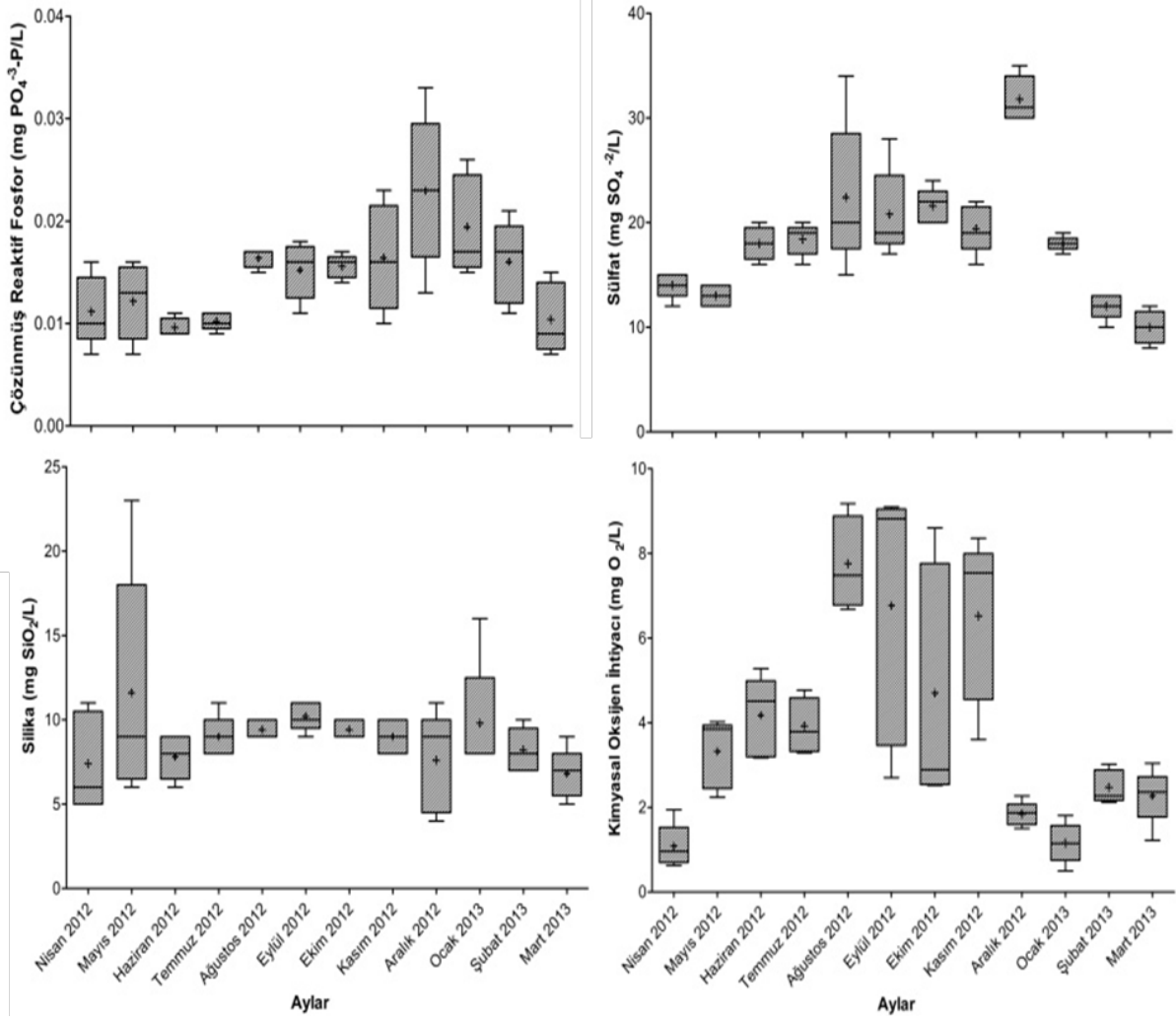
mg SiO_2/L olarak hesaplanmıştır (Şekil 5). Mevsimler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($F_{(3-16)}=0,536$; $p=0,664$; $r=0,30$; $p>0,05$).

Kimyasal oksijen ihtiyacı değerleri en düşük Nisan 2012'de 0,63 mg/L, en yüksek ise Ağustos 2012'de 9,18 mg/L olarak tayin edilmiştir. Yıllık ortalama değer $3,83 \pm 0,32$ mg/L olarak bulunmuştur (Şekil 5). Mevsimler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($\chi^2(3)=14,840$; $p=0,002$; $p<0,05$).



Şekil 4. Kahta Çayı'ndaki klorür, amonyum azotu, nitrit azotu ve nitrat azotu konsantrasyonlarının aylık değişimi

Figure 4. Monthly changes in chloride, ammonium nitrogen, nitrite nitrogen and nitrate nitrogen concentrations in Kahta Stream



Şekil 5. Kahta Çayı'ndaki çözünmüş reaktif fosfor, sülfat, silika ve kimyasal oksijen ihtiyacı konsantrasyonlarının aylık değişimi
Figure 5. Monthly change of dissolved reactive phosphorus, sulfate, silica and chemical oxygen demand concentrations in Kahta Stream

Tablo 1. Kahta Çayı'nda izlenen su kalitesi değişkenleri arasındaki Pearson korelasyon analizi

Table 1. Pearson correlation analysis among water quality variables in Kahta Stream

	T	EC	TDS	SS	Bulanıklık	pH	DO	TA	Cl-	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ ⁺ -N	PO ₄ ³⁻ -P	SiO ₂	SO ₄ ²⁻	KOI
T	1															
EC	0,295 [*]	1														
TDS	0,322 [*]	0,986 ^{**}	1													
SS	0,149	-0,376 ^{**}	-0,374 ^{**}	1												
NTU	-0,306 [*]	-0,150	-0,167	0,334 ^{**}	1											
pH	-0,182	0,148	0,141	-0,657 ^{**}	0,025	1										
DO	-0,689 ^{**}	-0,409 ^{**}	-0,424 ^{**}	0,212	0,063	-0,225	1									
TA	-0,252	0,334 ^{**}	0,359 ^{**}	-0,336 ^{**}	0,192	0,312 [*]	-0,033	1								
Cl-	0,693 ^{**}	0,335 ^{**}	0,381 ^{**}	-0,149	-0,338 ^{**}	-0,456 ^{**}	-0,404 ^{**}	-0,143	1							
NO ₃ -N	0,317 [*]	0,716 ^{**}	0,726 ^{**}	0,349 ^{**}	0,007	0,158	-0,439 ^{**}	0,186	0,274 [*]	1						
NO ₂ -N	-0,721 ^{**}	-0,150	-0,184	-0,377 ^{**}	0,616 ^{**}	0,315 [*]	0,269 [*]	0,357 ^{**}	-0,721 ^{**}	0,006	1					
NH ₄ ⁺ -N	-0,368 ^{**}	-0,410 ^{**}	-0,414 ^{**}	-0,275 [*]	-0,024	-0,407 ^{**}	0,596 ^{**}	-0,175	-0,103	-0,485 ^{**}	-0,008	1				
PO ₄ ³⁻ -P	-0,394 ^{**}	0,263 [*]	0,244	0,329 [*]	0,166	0,061	0,173	0,268 [*]	-0,170	0,284 [*]	0,439 ^{**}	0,073	1			
SiO ₂	0,181	0,242	0,237	-0,326 [*]	0,044	-0,311 [*]	-0,124	0,157	0,242	0,114	-0,050	-0,044	0,168	1		
SO ₄ ²⁻	-0,067	0,484 ^{**}	0,519 ^{**}	0,016	-0,351 ^{**}	0,073	0,051	0,154	0,276 [*]	0,429 ^{**}	-0,099	0,064	0,482 ^{**}	0,038	1	
KOI	0,453 ^{**}	0,505 ^{**}	0,534 ^{**}	-0,357 ^{**}	-0,450 ^{**}	0,070	-0,470 ^{**}	0,079	0,416 ^{**}	0,308 [*]	-0,441 ^{**}	-0,345 ^{**}	-0,028	0,196	0,249	1

* : p<0,05; ** : p<0,01

TARTIŞMA

Su sıcaklığının azalıp artmasına etki eden faktörler arasında enlem, yükseklik, mevsimler, atmosfer şartları, akıntı hızı ve akarsu yatağının önemli yer tuttuğu (Chapman ve Kimstach, 1996; USEPA, 1997; Taşdemir ve Göksu, 2001; Hauraki District Council, 2003) Kahta Çayı'nda sonbahar sonu ve kış başlangıcında oldukça azalan su sıcaklıkları, ilkbahardan itibaren havaların ısınmasına paralel olarak artmış ve yaz ortasında en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Ayrıca genel olarak aynı aylar içerisinde üst akarsu bölgesinden alt akarsu bölgesine gidildikçe rakıma, suyun akış hızına ve akarsu yatağının genişlemesine bağlı olarak (Şen ve Gölbaşı, 2008; Zeybek ve Kalyoncu, 2016) su sıcaklıklarında azalıp ve artmalar meydana gelmiştir.

Doğal suların oksijen içeriği sıcaklık, tuzluluk, su karışımları, atmosferik basınç, fotosentez aktiviteleri ve bazı biyolojik aktiviteler nedeniyle değişmektedir (Chapman ve Kimstach, 1996; Webb ve Walling, 1992). Soğuk sular daha fazla oksijen tutma kapasitesine sahip olduğundan, akarsularda çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının kışın daha yüksek, yazın ise daha düşük olduğu ifade edilmiştir (Hem, 1985).

Kahta Çayı'nda çözünmüş oksijen ile sıcaklık ve çözünmüş katı madde arasında negatif yönde ($p < 0,01$) bir ilişki bulunmuş olup, düşük çözünmüş oksijen konsantrasyonlarına çözünmüş katı maddenin ve kimyasal oksijen ihtiyacının yüksek olduğu sonbahar başlangıcında rastlanırken, yüksek konsantrasyonlara ise sıcaklığın nispeten düşük, akış hızı ve yüzey suyu havalanmasının yüksek olduğu ilkbahar aylarında rastlanılmıştır.

Elektriksel iletkenliğin, su akışları vasıtasıyla bölgenin jeolojisi tarafından birinci derecede etkilendiği ve sıcaklığa bağlı olarak azalıp arttığı (USEPA, 1997); bir akarsuyun kondüktivitesinin ani artışının bölgede bulunan çözünmüş iyonların artışıyla ilgili olduğu (Vaishali ve Punita, 2013) ve elektriksel iletkenliğin akım ile ters, sıcaklık ve çözünmüş katı madde miktarıyla ise doğru orantılı olarak değiştiği (Şen ve Gölbaşı, 2008) rapor edilmiştir.

Kahta Çayı'nda ilkbahar aylarında yağışların artmasıyla birlikte çözünmüş maddelerin akarsu içinde seyrelmesi ile elektriksel iletkenlik değeri azalırken, yağışların durduğu ve yüksek sıcaklığın devam ettiği sonbahar aylarında ise artmıştır. Ayrıca, sıcaklık ($p < 0,05$) ve çözünmüş katı maddeyle ($p < 0,01$) arasında pozitif yönde bir ilişki bulunmuştur. Çalışmamızın bulguları USEPA (1997), Vaishali ve Punita (2013), Şen ve Gölbaşı (2008)'nin yaptıkları çalışmaların sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir.

Toplam çözünmüş katı maddelerle ilgili olarak göl ve akarsu karakteristikleri arasındaki başlıca farkların, maddelerin akarsu boyunca dağılımı, bileşimi ve nispi konsantrasyonu ile ilgili olduğu ve drenaj havzasının jeokimyasal yapısının yanı

sıra yüzey akışlardaki ve düşen yağış miktarındaki mevsimsel değişimlerin de akarsuların bileşimini etkilediği bildirilmiştir (Reid, 1961; Jain, 2002). Kahta Çayı'nda da benzer sonuçlar bulunmuş olup, yağışların ve yüzey akışların artmasıyla birlikte düşük değerler ilkbahar aylarında, yüksek değerler ise akımın azaldığı ve sıcaklığın arttığı yaz sonu ve sonbahar aylarında kaydedilmiştir.

Allan (1995) ve Lewis vd. (2002), askıda katı madde miktarlarının akarsu akımının düşmesi ve yükselmesi ile azalıp arttığını ve askıda katı madde miktarında görülen farklılıkların havzanın eğiminden, jeolojisinden, toprak yapısından, bitkilerden ve kara kullanımından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda düşük değerlere yağışların tamamen durduğu sonbahar aylarında, yüksek değerlere ise yağışların ve yüzey akışların devam ettiği ilkbahar aylarında rastlanılmıştır. Elde edilen bulgular, bu araştırmacıların bulgularıyla benzerlik göstermiştir.

Webb ve Walling (1992), bulanıklık ile askıda katı madde arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu; Dodds (2002), akarsularda yağışlardan sonra bulanıklığın arttığını ve bunun karadan sediment girişinin artışına bağlanabileceğini belirtmişlerdir. Kahta Çayı'nda genellikle düşük değerleri yağışların tamamen durduğu yaz sonu ve sonbahar aylarında, yüksek değerler ise yağışların etkisiyle ilkbahar ve kış aylarında kaydedilmiştir. Ayrıca, askıda katı madde ile arasında pozitif ($p < 0,01$) bir ilişki bulunmuş olup ve yapılan çalışmaların bulgularıyla benzerlik göstermiştir.

Hauraki District Council (2003), suyun pH seviyesinin önemli ölçüde akarsu havzasının toprak yapısı ve jeolojisinden etkilendiğini ve genellikle pH aralığının 6,5-8,5 arasında değiştiğini kaydetmiştir. Meybeck ve Helmer (1989), volkanik kaya tipi havzaya sahip akarsular için pH değerlerinin genel olarak 7,2 ve kireç taşı tipi havzaya sahip akarsular için ise 7,9 olduğunu ifade etmişlerdir.

Kahta Çayı ortalama pH değeri 8,20 olarak hesaplanmış olup, alkali su sınıfına girmektedir. Akarsu havzasının karstik bir yapıya sahip olması bunda oldukça etkili olmuştur. Ölçülen pH değerleri Meybeck ve Helmer (1989)'in bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Bir suyun alkalinitesi, o suyun asitleri nötralle edebilme kapasitesi olarak tanımlanır. Tatlı sularda başlıca bikarbonat, karbonat ve hidroksil iyonlarından kaynaklandığı ifade edilmiştir (Wetzel, 1975).

Kahta Çayı'nda toplam alkalinite değerleri sonbahar ve kış aylarında diğer aylara nazaran daha yüksek bulunmuştur. Elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş katı madde ile arasında pozitif yönde ($p < 0,01$), askıda katı madde ile ise negatif yönde ($p < 0,01$) bir ilişki bulunmuş ve bu ilişki yapılan diğer araştırmaların (Şen vd., 2002; Tepe vd., 2006; Şen ve Gölbaşı, 2008) sonuçlarıyla paralellik göstermiştir. Gedik vd. (2010), doğal suların alkalinite değerlerinin su

havzasının jeolojisiyle yakından ilişkili olduğunu ve 5-500 mg CaCO₃/L arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Bu bulgu, yaptığımız çalışmamızdaki toplam alkalinite konsantrasyonları ile ilgili bulguları desteklemektedir.

Samsunlu (1999), sularda klorür içeriğinin normal olarak mineral içeriğinin artması ile arttığını ve dağlık alanlardaki su kaynaklarının çok düşük klorür konsantrasyonları içerdiğini ifade etmiştir. Allan (1995), dünya nehirlerinin klorür içeriğinin ortalamasını kirlenmemiş doğal sularda 5,8 mg/L olarak, insan aktivitelerinden etkilenen nehirlerin ortalamasını ise 8,3 mg/L olarak bildirmiştir.

Kahta Çayı'nda düşük klorür değerlerine yüzeysel akışların devam ettiği kış sonu ve ilkbahar başlangıcında, yüksek değerlere ise yüzeysel akışların tamamen durduğu, buharlaşmanın ise yüksek olduğu yaz sonu ve sonbahar başlangıcında rastlanılmıştır. Samsunlu (1999) ve Allan (1995)'in bulguları, çalışmamızın bulguları ile benzerlik göstermiş olup, Kahta Çayı'nın kirlenmemiş doğal akarsu sınıfına girdiğini göstermektedir.

Wetzel ve Likens (1991), çoğu alkalın (pH> 9) şartlar hariç, tatlı sularda amonyanın (NH₃) çoğunun iyonik formda (NH₄⁺) bulunduğunu ve amonyumun akarsularda ve göllerde yüksek yapılı bitkiler, algler ve bakteriler için azotun önemli bir kaynağını oluşturduğunu bildirmişlerdir. Vaishali ve Punita (2013), doğal olarak kirlenmemiş nehirlerde amonyum konsantrasyonunun genellikle kışın yüksek olduğunu ve nehirlerdeki nitrifikasyon işlemlerinin yüksek yaz sıcaklıklarından daha çok etkilendiğini ifade etmişlerdir. OWW (2005), güçlü yüzeysel akışların olduğu dönemlerde toprak partikülleri tarafından adsorbe edilmiş amonyumun akarsular ve göller içine taşındığını rapor etmiştir.

Kahta Çayı'nda nitrifikasyonun bir sonucu olarak, amonyum azotu ile sıcaklık ve nitrat azotu arasında negatif yönde (p<0,01) bir ilişki bulunmuş olup, en yüksek değerlere kış ve ilkbahar aylarında, en düşük konsantrasyonlara ise yaz ve sonbahar aylarında rastlanılmıştır. Bu bulgular, Vaishali ve Punita (2013) ve OWW (2005)'nin sonuçları ile paralellik göstermiştir.

Nitrit, nitrat ve amonyum arasında bir ara ürün olup diğerlerine nazaran kararlı değildir. İyi oksijenlenmiş sularda nitrit oldukça düşük seviyelerde bulunur. Amonyumca zengin atık suların alıcı ortamlara boşalması sonucu artış gösterir ve bu özelliğinden dolayı sularda kirlilik indikatörü olarak kullanılır (Hauraki District Council, 2003).

Kahta Çayı'nda nitrit azotu ile sıcaklık arasında negatif yönde (p<0,01) bir ilişki bulunmuş ve genellikle düşük değerler yaz ve sonbahar aylarında, yüksek değerler ise kış ve ilkbahar aylarında kaydedilmiştir. Varol (2004)'un, Hazar Gölü'ne dökülen Behrimaz Çayı'nda en düşük nitrit azotu konsantrasyonlarını akışın az olduğu aylarda, en yüksek konsantrasyonları ise akışın yüksek olduğu aylarda; Sönmez

ve Battal (2017), Han Çayı'nda yaptıkları çalışmada en yüksek nitrit değerini kış ayı olan aralık ayında tespit etmiş olmaları çalışmamızın bulgularını desteklemektedir.

Eberhardt ve Larson (2000), nitratın nehir ve akarsularda topraktan, hayvan ve bitki atıklarından, atık sulardan ve gübrelerden kaynaklandığına; Chapman ve Kimstach (1996), nitrat konsantrasyonunun mevsimsel dalgalanmasının ekosistemdeki bitkilerin gelişimi ve bozulmasıyla doğrudan etkilendiğine işaret etmişlerdir.

Yapılan araştırmalarda (Taşdemir ve Göksu, 2001; Boran ve Sivri, 2001; Tepe vd., 2006; Şen ve Gölbaşı, 2014) nitrat azotu değerlerinin düşük sıcaklıklarda ve yağışların - karların erime dönemi olan ilkbahar aylarında tarımsal arazilerden gelen gübrelerin karışmasıyla artış gösterdiği, buna karşın sıcaklığın artmasıyla birlikte yüzeysel akışların azalmasının bir sonucu olarak organik madde girdisinin azalması ve alg gelişimine bağlı olarak ise nitrat kullanımının fazla olmasından dolayı düzenli bir şekilde azalma gösterdiği bildirilmiştir. Kahta Çayı'nda nitrat konsantrasyonunun ilkbahar aylarında düşük, yaz sonu ve sonbaharda yüksek değerlerde kaydedilmiş olması yukarıdaki çalışmaların bulgularıyla uyumlu olmamıştır. Bununla birlikte bu bulgu, Mutlu vd. (2016)'nin, Çınarlı Çayı'nda nitratın mevsimsel değişimiyle ilgili sonuçlarına benzerlik göstermektedir.

Jain (2002), çözülmüş reaktif fosfor miktarının gübrelerin yanı sıra toprak yapısının bozulması ve aşınmasıyla arttığını; Bordalo vd. (2001), fosfor değerlerinin yağışlı mevsimlerde yüksek, kurak mevsimde ise düşük olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmaların sonuçları Kahta Çayı'nın bulguları ile paralellik göstermiş olup, akarsu boyunca yüksek reaktif fosfor değerlerine sonbahar ve kış aylarında, düşük değerlere ise ilkbahar ve yaz aylarında rastlanılmıştır. Çözülmüş reaktif fosfordaki mevsimsel dalgalanmaların fosfatlı gübreler ve biyolojik olaylar ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Meybeck ve Helmer (1989), kirlenmemiş nehirlerde ortalama reaktif fosfor (PO₄³⁻-P) konsantrasyonunu 0,01 mg/L olarak bildirmişlerdir. Araştırmamızda ortalama reaktif fosfor konsantrasyonlarının 0,015 mg/L olarak hesaplanmış olup Meybeck ve Helmer (1989)'in bildirdiği değerlere oldukça yakın bulunmuştur.

Allan (1995), silikanın genellikle silikat taşlarının aşınmasıyla oluştuğunu ve bu yüzden konsantrasyonların bölgenin jeomorfolojisi ile değiştiğini bildirmiştir. Hem (1985), doğal sularda silika konsantrasyonlarının değişim aralığını 1-30 mg/L olduğunu ve yüzeysel suları için ortalama silika değerini ise 14 mg/L olarak bildirmiştir. Kahta Çayı'ndaki silika konsantrasyonları tüm istasyonlarda Hem (1985)'in bildirdiği sınırlar içerisinde bulunmuştur. Havza jeolojisine bağlı olarak düşük silika konsantrasyonlarının kireç taşı yapıdaki havzaya sahip akarsularda, yüksek silika konsantrasyonlarının ise granit ve bazalt yapıda havzaya sahip akarsularda ortaya çıktığı (Meybeck, 1986) düşünüldüğünde, kireç taşı tipi bir

havzaya sahip olan Kahta Çayı'nda görülen düşük silika konsantrasyonunun havza jeolojisiyle ilgili olduğu anlaşılmaktadır.

Allan (1995), sularındaki sülfatın kirlilik ve sedimentte bulunan taşların aşınmasıyla kaynaklanabileceğini ifade etmiştir. Wetzel (1975), sularında sülfat miktarının 5-30 mg SO₄²⁻/L arasında değiştiğini ve ortalama değerinin ise 11 mg SO₄²⁻/L olduğunu bildirmiştir.

Kahta Çayı'ndaki sülfat miktarı en yüksek (35 mg SO₄²⁻/L) seviyesine kış başlangıcında ulaşmıştır. Bu sonuç tarımsal amaçlı kullanılan sülfatlı gübrelerin yüzey akışlar vasıtasıyla suya karışmasıyla açıklanabilir. Kahta Çayı'nın ortalama sülfat konsantrasyonu (18,28 mg SO₄²⁻/L), bildirilen ortalama değerlerden yüksek olmasına rağmen, Aralık 2013 ayı hariç tespit edilen sülfat miktarları Wetzel (1975)'in bildirdiği sınırlar içerisinde kalmıştır.

Chapman ve Kimstach (1996), kirlenmemiş yüzey sularında KOİ konsantrasyonunun 20 mg/L civarında iken, atık su deşarjı yapılan sulara ise 200 mg/L ve üzerinde olduğunu bildirmiştir.

Kahta Çayı'nda, organik maddenin parçalanması sırasında oksijen tüketilmesinin (Uslu ve Türkman, 1987) bir sonucu olarak, KOİ konsantrasyonları ile çözünmüş oksijen arasında negatif yönde (p<0,01), sıcaklık arasında ise pozitif yönde (p<0,01) bir ilişki bulunmuş olup, düşük KOİ değerlerine kış ve ilkbahar aylarında rastlanırken, yüksek KOİ değerlerine ise yaz ve sonbahar aylarında rastlanılmıştır. Tespit

edilen değerler, Chapman ve Kimstach (1996)'ın bildirdiği kirlenmemiş sulardaki KOİ konsantrasyonunun altında bulunmuştur.

Yaptığımız çalışmada, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (T.C. Resmi Gazete, 2012), Kitaçı Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri dikkate alındığında; pH, iletkenlik, çözünmüş oksijen, amonyum azotu, nitrat azotu, reaktif fosfor ve kimyasal oksijen ihtiyacı parametrelerinin ortalama değerleri bakımından, hafif alkali karaktere sahip Kahta Çayı'nda izlenen örnekleme noktalarının I. Sınıf Su Kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu karakteristiğiyle Kahta Çayının içme suyu temini için kullanılma potansiyelinin yüksek olduğu, rekreasyonel amaçlı kullanım, alabalık yetiştiriciliği, hayvan üretimi ve diğer çiftlik ihtiyaçları için kullanılabilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca değişkenlerin, zamansal ilişkisi istatistiksel açıdan incelendiğinde, SiO₂ hariç diğer tüm değişkenler arasında anlamlı bir fark bulunmuştur (p<0,05). Bu sonuç, değişkenlerin mevsim değişikliklerinden etkilendiğini ortaya koymaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Doktora tezinden hazırlanmış olup, "Atatürk Baraj Gölü'ne Dökülen Kahta Çayı (Adıyaman)'nın Su Kalite Özelliklerinin Araştırılması" adı altında SÜF. 11.04. nolu proje olarak Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi (FÜBAP) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- Allan, J.D. (1995). Stream ecology structure and function of running waters. London: Kluwer Academic Publishers.
- Anonim, (2003). *Adıyaman il çevre durum raporu*. Adıyaman: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Adıyaman Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü.
- Ballance, R. (1996). Chapter 6 - Field Testing Methods; Chapter 7 - Physical and Chemical Analyses. In J. Bartram, R. Ballance (Eds.), *Water Quality Monitoring- A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes*, London: E&FN Spon,
- Boran, M. & Sivri, N. (2001). Trabzon (Türkiye) il sınırları içerisinde bulunan Solaklı ve Sürmene Dereleri'nde nütrient ve askıda katı madde yüklerinin belirlenmesi. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(3-4), 343-348.
- Bordalo, A.A., Nilsumranhit, W. & Chalermwat, K. (2001). Water quality and uses of the Bangpakong River (Eastern Thailand). *Water Research*, 35(15), 3635-3642. DOI:10.1016/S0043-1354(01)00079-3
- Chapman, D. & Kimstach, V. (1996). Chapter 3-Selection of water quality variables. In D. Chapman (Ed.), *Water quality assessments-A guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring, Second Edition*. London: Great Britain at the University Press.
- Dodds, W.K. (2002). *Freshwater ecology: Concepts and environmental applications*. London: Academic Press.
- Durfor, C.N. & Becker, E. (1964). *Public water supplies of the 100 largest cities in the United States 1962*. U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 1812, Washington: United States Government Printing Office.
- Eberhardt, A. & Larson, L. (2000). *Water quality monitoring in the Mystic River watershed: A study of 10 sites (July-December 2000)*. Massachusetts: Report of the Mystic River Watershed Association.
- Elmastaş, N. (2008). Kahta Çayı Havzası'nda arazi kullanımı. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 6(2), 159-190.
- Gedik, K., Verep, B., Terzi, E. & Fevzioğlu, S. (2010). Fırtına Deresi (Rize)'nin fiziko-kimyasal açıdan su kalitesinin belirlenmesi. *Ekoloji*, 19(76), 25-35. DOI: 10.5053/ekoloji.2010.764
- Hauraki District Council, (2003). *Water Quality Parameters: Chemical and Physical Factors Influencing Water Quality in Rivers and Streams*. New Zealand: Hauraki District Council.
- Hem, J.D. (1985). *Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water*. Third Edition, U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2254, India: Scientific Publishers.
- Jain, C.K. (2002). A hydro-chemical study of a mountainous watershed: The Ganga, India. *Water Research*, 36(5), 1262-1274. DOI: 10.1016/S0043-1354(01)00327-X
- Lewis, D.J., Tate, K.W., Dahlgren, R.A. & Newell, J. (2002). Turbidity and total suspended solid concentration dynamics in stream flow from California oak woodland watersheds. *United States Department of Agriculture Forest Service, General Technical Reports PSW-GTR-184*, 107-118.
- Meybeck, M. (1986). Composition chimique des ruisseaux non pollues de France. *Sciences Géologiques*, 39, 3-77. DOI: 10.3406/sgeol.1986.1719
- Meybeck, M. & Hemler, R. (1989). The quality of river system: from pristine stage to global pollution. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology (Global and Planetary Section)*, 1(4), 283-309. DOI: 10.1016/0921-8181(89)90007-6
- Mutlu, E., Kutlu, B. & Demir, B. (2016). Assessment of Çınarlı Stream (Hafik - Sivas)'s water quality via physico-chemical methods. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 4(4), 267-278. DOI: 10.24925/turjaf.v4i4.267-278.494
- OWW, (2005). *Volunter Water Quality Monitoring Handbook*, Oklahoma Water Watch. Oklahoma: Water Resources Board.

- Reid, G.K. (1961). *Ecology of Inland Water and Estuaries*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Samsunlu, A. (1999). *Çevre Mühendisliği Kimyası*. Ankara: Sam-Çevre Teknolojileri Merkezi Yayınları.
- Sönmez F. & Battal Z.S. (2017). Karakaya Baraj Gölü'ne dökülen Han Çayı (Malatya, Türkiye)'nin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *LIMNOFISH- Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 3, 143-151. DOI: [10.17216/LimnoFish.329404](https://doi.org/10.17216/LimnoFish.329404)
- Sunkar, M. & Karataş, Z. (2012). *Kahta Çayı (Adıyaman) Taraçalarının Kuvatıner Jeomorfolojisi*. TÜBİTAK, Proje No: 110Y363.
- Sunkar, M. & Karataş, Z. (2013). Kahta Çayı (Adıyaman) taraçalarının morfometrik özellikleri. H. Korkmaz, A. Karataş içinde, *UJES 2012, III. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu 2013* (s. 106-114), Hatay, Türkiye: Bildiriler Kitabı.
- Sunkar, M. & Karataş, Z. (2014). Kahta Çayı Aşağı Havzası'nın (Adıyaman) jeomorfolojik özellikleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 63, 23-42.
- Şen, B., Alp M.T., Özrenk, F., Ercan, Y. & Yıldırım, V. (1999). A study on the amount of plant nutrients and organic matters carried into the Hazar Lake (Elazığ-Türkiye). *Fresenius Environmental Bulletin*, 8, 272-279.
- Şen, B. & Gölbashi, S. (2008). Hazar Gölü'ne dökülen Kürk Çayı'nın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 25(4), 353-358.
- Şen, B. & Gölbashi, S. (2014). Hazar Gölü'ne dökülen Kürk Çayı (Elazığ, Türkiye)'nda bitki besin ve katı madde miktarlarının mevsimsel değişimleri. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 26(2), 115-124.
- Şen, B., Koçer, M.A.T. & Alp, M.T. (2002). Hazar Gölü'ne boşalan akarsuların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14(1), 241-248.
- Taşdemir, M. & Göksu, Z.L. (2001). Asi Nehri'nin (Hatay-Türkiye) bazı su kalite özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 18(1-2), 55-64.
- Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E. & Töre, Y. (2006). Hasan Çayı (Erzin-Hatay) su kalitesi özellikleri ve aylık değişimleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23 (Ek:1/1), 149-154.
- T.C. Resmi Gazete, (2012). Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği, EK-5 (Değişik:RG-10/8/2016-29797) Yerüstü su kütlelerinde bazı parametreler için çevresel kalite standartları ve kullanım maksatları. (28483 mükerrer), 30.11.2012.
- TSE, (1998). Su kalitesi-Alkalinik tayini, Bölüm 1: Toplam ve bileşik alkanitenin tayini. TS 3790 EN ISO 9963-1, Ankara:Türk Standartları Enstitüsü.
- TSE, (2007). Su kalitesi-Askıda katı maddelerin tayini-Cam elyaf süzgeçler kullanılarak süzme yöntemi. EN 872, Ankara:Türk Standartları Enstitüsü.
- TSE, (2012). Su kalitesi-Çözünmüş florür, klorür, nitrit, ortofosfat, bromür, nitrat ve sülfat iyonlarının sıvı iyon kromatografisi ile tayini, Bölüm 1-az kirlenmiş sular için metod. EN ISO 10304-1:2009/AC:2012, Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- USEPA, (1997). *Volunteer stream monitoring: A methods manual*. Washington: United States Environmental Protection Agency, Office of Water 4503F.
- Uslu, O. & Türkman, A.(1987). *Su Kirliliği ve Kontrolü*. İzmir: T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Varol, M. (2004). *Hazar Gölü'ne dökülen Behrimaz Çayı'nın fiziksel ve kimyasal özellikleri*. Yüksek Lisans Tezi, Elazığ: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Varol, M. & Şen, B. (2009). Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: a case study of Behrimaz Stream, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 159, 543-553. DOI: [10.1007/s10661-008-0650-6](https://doi.org/10.1007/s10661-008-0650-6)
- Vaishali, P. & Punila, P. (2013). Assessment of seasonal variation in water quality of River Mini, at Sindhrot, Vadodara. *International Journal of Environmental Sciences*, 3(5), 1454-1436. DOI:[10.6088/ijes.2013030500013](https://doi.org/10.6088/ijes.2013030500013)
- Webb, B.W. & Walling, D.E. (1992). Water quality, physical characteristics. In P. Calow, G.E. Petts (Eds.), *The Rivers Handbook Hydrological and Ecological Principles*, Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Wetzel, R.G. (1975). *Limnology*. London: W.B. Saunders Company.
- Wetzel R.G. & Likens, G.E. (1991). *Limnological Analyses*. 2th edition, New York: Spinger Verlag.
- Zeybek, M. & Kalyoncu, H. (2016). Kargı Çayı (Antalya, Türkiye) su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere göre belirlenmesi. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(3), 223-231. DOI: [10.12714/egejfas.2016.33.3.060](https://doi.org/10.12714/egejfas.2016.33.3.060)