

Kargı Çayı (Antalya, Türkiye) su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere göre belirlenmesi

The determination of water quality of Kargı Stream (Antalya, Turkey) in terms of physicochemical parameters

Melek Zeybek* • Hasan Kalyoncu

Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, 32260, Isparta

* Corresponding author: melekzeybek@sdu.edu.tr

Received date: 13.04.2016

Accepted date: 07.06.2016

How to cite this paper:

Zeybek, M. & Kalyoncu, H. (2016). The determination of water quality of Kargı Stream (Antalya, Turkey) in terms of physicochemical parameters (in Turkish with English abstract). Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 33(3): 223-231. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.3.06

Öz: Kullanılabilir su kaynaklarının çeşitli faktörler tarafından hızla kirlendiği günümüzde, var olan su kaynaklarının ekolojik özelliklerinin ortaya konulması ve koruma amaçlı çalışmaların artırılması önem kazanmıştır. Bu bağlamda, Antalya ilinde yer alan Kargı Çayı'nda gerçekleştirilen bu çalışmada, çayın fizikokimyasal özellikleri değerlendirilmiş ve su kalitesi sınıfları belirlenmiştir. Temmuz 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında, belirlenen yedi istasyondan su örnekleri mevsimsel aralıklarla alınarak incelenmiştir. Alınan su örneklerinde su sıcaklığı (°C), pH, elektriksel iletkenlik (EC), çözülmüş oksijen (ÇO), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİs), amonyum azotu (NH₄-N), nitrit azotu (NO₂-N), nitrat azotu (NO₃-N), orto-fosfat fosforu (PO₄-P), klorür iyonu (Cl-) ölçümleri yapılmıştır. Yapılan istatistikî analizlere göre, EC ve Cl değerleri istasyonlar arasında anlamlı derecede farklılık göstermiştir (P<0,05). Akarsuyun su kalitesi Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ve Klee'nin metodu kullanılarak değerlendirilmiş, genel olarak yüksek kalite (kirlenmemiş) ya da az kirlenmiş su niteliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ancak nehir mansabında yer alan son istasyonda, denizel etki ve alanda yapılan rekreatif düzenlemeler nedeniyle su kalitesinde bazı parametrelere göre düşüş olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak; Kargı Çayı, çevresinde yer alan bazı alabalık çiftlikleri ve yerleşim birimlerine rağmen yoğun bir kirlenme tehdidi altında değildir.

Anahtar kelimeler: Su kalitesi, Fizikokimyasal parametreler, Kargı Çayı, Antalya, Türkiye

Abstract: Today available clean water resources have been contaminated by various factors quickly. Determining the ecological characteristics of existing water resources and increasing activities that protect them has gained importance. In this context, physicochemical characteristics of Kargı stream in Antalya province were evaluated and thus its water quality classes were detected. Seven stations were chosen on the stream and water samples were taken from each station with seasonal periods between July 2014- April 2015. Water temperature (°C), pH, electrical conductivity (EC), dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOİs), ammonium nitrogen (NH₄-N), nitrite nitrogen (NO₂-N), nitrate nitrogen (NO₃-N), ortho-phosphate phosphorus (PO₄-P) and chloride ion (Cl-) measurements of water samples were done. According to the statistical analysis results, EC and Cl- values differed significantly among stations (P<0,05). Water quality of the stream was evaluated using Water Pollution Control Regulation and Klee's method and in general it has a high quality (unpolluted) or low contaminated (slightly polluted) water quality. However, it has been thought that water quality of the last station in the estuarine zone decreased based on some parameters due to marine influence and recreational arrangements in the area. As result, there is not under intensive polluting threat in spite of some trout farms and settlements in the vicinity of Kargı stream.

Keywords: Water quality, Physicochemical parameters, Kargı Stream, Antalya, Turkey

GİRİŞ

Su, tüm canlıların yaşamını sürdürebilmesi için hayati öneme sahip bir bileşiktir. Yeryüzünün dörtte üçünün sularla kaplı olması her ne kadar dünyada su bolluğu olduğu görünümü veriyorsa da, bu miktarın büyük bir bölümü tuzludur veya buzul halindedir. Yani, kullanılabilir tatlı su miktarı oldukça az ve sınırlıdır. Kullanılabilir suyun, toplam su miktarına oranı yaklaşık % 2,5 civarındadır. Yaşam için gerekli ve değerli olan su, maalesef günümüzde çeşitli nedenlerle çok fazla tehdit edilen bir unsur haline gelmiştir (Cirik ve Cirik, 2008).

Kullanılabilir su kaynakları çeşitli faktörler tarafından kirlenmekte ve olumsuz yönde değişikliğe uğratılmaktadır. Su kaynaklarının sorumsuzca kirlenmesi, geri dönüşümü olanaksız sorunların yaşanmasına zemin hazırlamaktadır (Atalık, 2006). Su kaynaklarında görülen bu sorunlara neden olan en önemli faktörler; hızlı nüfus artışı, plansız kentleşme, tarımsal faaliyetler, çöp dökme alanlarından gelen sızıntı suları, doğal su kaynaklarının sulama ve elektrik enerjisi elde etmek için baraj ve göletlerde toplanması, kanalizasyon ve sanayi atık sularının bu doğal kaynaklara arıtma işlemine tabi tutulmadan

verilmesi olarak sıralanabilir (Tüfekçi vd., 2003; Karacaoğlu, 2006). Söz konusu bu faktörler, akarsular üzerine büyük bir baskı oluşturarak, suyun kirlenmesine ve kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Bu anlamda akarsuların taşıdığı kirlilik yükünün saptanması büyük önem taşımaktadır.

Su kaynaklarının kirlenmesi dünyada birçok ülkede kullanılabilir su ihtiyacının artmasına neden olmuştur (UNEP, 2006; Jorgensen ve Rast, 2007). Nitekim son bilimsel çalışmalarda, artan su ihtiyacı ile giderek azalan temiz su kaynağı eğrilerinin 2030 yılında kesişeceği tahmin edilmektedir. Bu durum doğal olarak evrensel bir kriz olacağı anlamına da gelmektedir (Özgüler, 1997).

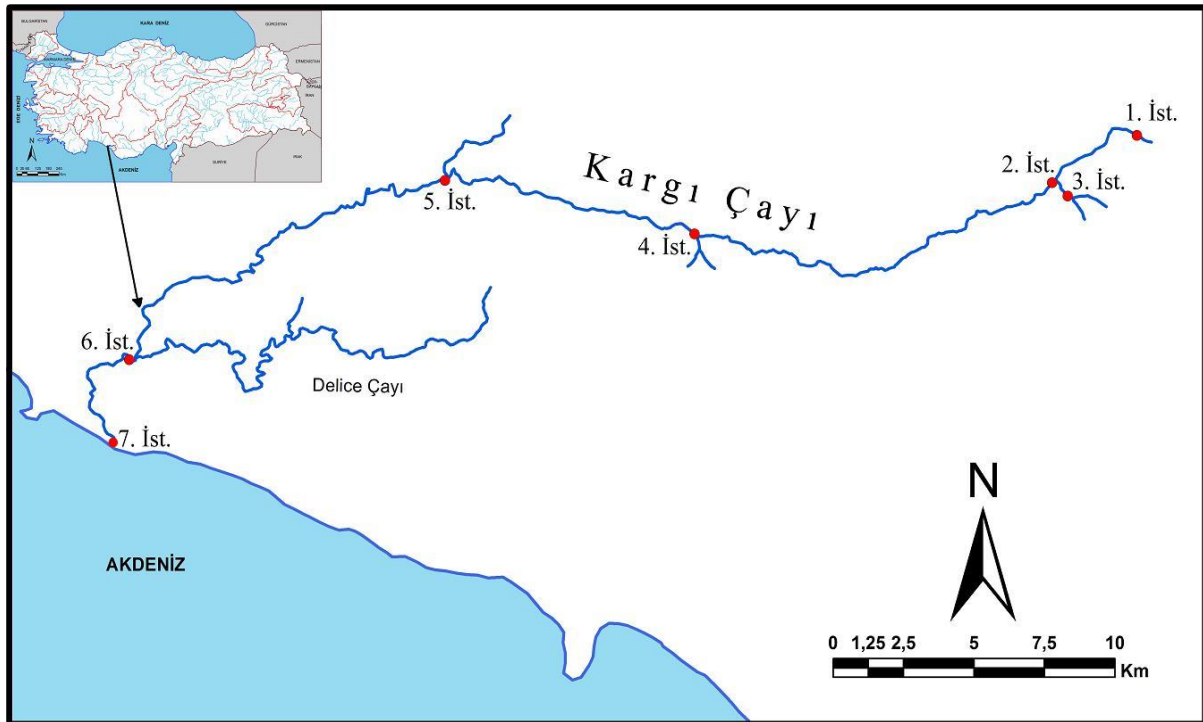
Hem ülkemizde hem de diğer dünya devletlerinde doğal kaynakların doğru kullanılmasını ve korunmasını sağlamak için çeşitli politikalar geliştirilmektedir. Avrupa Birliği'nin en güncel yönergelerinden olan Su Çerçeve Direktifi (Water Framework Directive: WFD) bunlardan biridir. Ülkemizde Su Çerçeve Direktifi'ne uyum çalışmaları kapsamında bazı yönetmelikler çıkarılmıştır. Bunlardan biri T.C Çevre Bakanlığı tarafından hazırlanan Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'dir. Bu yönetmelikte, su kaynaklarının ekosistem prensibi çerçevesinde kalitesinin korunması ve ülke gereksinimleri doğrultusunda su kalitesinin geliştirilmesi hedeflenmiş, içme ve kullanma suyu, yüzey suları ve yeraltı sularının kalite sınıflandırması yapılmıştır (SKKY, 2004). Bu yönetmeliğin hedefleri doğrultusunda ülkemiz tatlı su kaynaklarının özellikleri ile kalite sınıflarının belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

Bu çerçevede, ülkemiz akarsularının fizikokimyasal özelliklerinin değerlendirilmesi ve su kalitesinin belirlenmesine yönelik tamamlanmış çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Boran ve Sivri, 2001; Bulut ve Tüfekçi, 2005; Ak vd., 2008; Akbulut vd., 2010; Topkara vd., 2011; Çiçek ve Ertan, 2012; Gültekin vd., 2012; Kasımoğlu ve Yılmaz, 2014; Ucu Özel ve Gemici, 2016). Bu çalışmada ise Antalya ili sınırları içerisinde yer alan Kargı Çayı'nın fizikokimyasal özellikleri ile su kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu şekilde, Alanya ilçesi için oldukça önemli olan bu akarsuyun sürdürülebilirliğine katkı yapılması hedeflenmektedir.

MATERYAL VE METOT

Çalışma alanı ve istasyonlar

Çalışma alanı olarak seçilen Kargı Çayı, Antalya ili Alanya ilçesi sınırları içerisinde yer almakta olup yaklaşık uzunluğu 45 km'dir. Toroslar'ın güney eteklerinden doğup, Kargı Çiftliği mevkiinde Akdeniz'e dökülen akarsu, Alanya için oldukça önemli bir su kaynağı durumundadır ve tarımsal sulama için kullanılmaktadır. Çevresinde yerleşim yerleri olan akarsu boyunca lokanta, restoran ve piknik alanları bulunmaktadır. Kargı Çayı üzerinde yedi istasyon seçilmiştir (Şekil 1). Bu istasyonlardan ilki kaynak bölgesinde yer alırken, son istasyon denizel etkilerin ortaya konması için nehir mansabından seçilmiştir. Aradaki istasyonların seçiminde, akarsuya karışan yan kolların bağlantı noktalarının öncesi ve sonrası, akarsuya dışarıdan atık deşarjının olup olmaması gibi faktörler göz önünde bulundurulmuştur.



Şekil 1. Çalışma alanı ve istasyonlar
Figure 1. The study area and stations

Birinci istasyon akarsuyun kaynak bölgesi olup, U şeklinde bir vadi içerisinde akarak ilerlemektedir. Akarsu yatağı, orta büyüklükteki kaya ve taşlardan oluşmuştur. Bu istasyondan sonra akarsu sarp bir kanyona girmektedir (36°39.32'N, 032°04.06'E). İkinci istasyonun taban yapısı kaya ve taşlarla kaplı olup, akarsu yatağı genişlemiş, akış hızında artış gözlenmiştir. Bu bölgede yerleşim birimleri bulunmaktadır. Ayrıca bu istasyonun ilerisinde yapımı devam etmekte olan bir hidroelektrik santral (HES) inşaat alanı mevcuttur (36°40.033'N, 032°02.080'E). Üçüncü istasyon, ikinci istasyona karışan kaynak noktası olup, taban yapısının çoğunluğu kaya ve büyük taşlardan oluşmuştur ve burada akış hızının yüksek olduğu gözlemlenmiştir (36°40.017'N, 032°02.127'E). Dördüncü istasyonda akarsu yatağı genişlemiş, eğimden dolayı akış hızı artmıştır. Taban kayalık ve taşlıktır (36°40.50'N, 031°56.27'E). Beşinci istasyonda akarsu yatağının genişlediği, yer yer derinlik artışı olduğu görülmüştür. Taban diğer istasyonlarda olduğu gibi kayalık ve taşlık olup, akış hızı normaldir. Bu istasyonun hemen üzerinde balık çiftliği ve restoran bulunmaktadır (36°40.139'N, 031°53.443'E). Altıncı istasyonda akarsu yatağı oldukça genişlemiş, orta kesimde taş ve çakılların küçük adacıklar oluşturduğu gözlemlenmiştir. Tabanda çapı 2 cm'den 25 cm'ye kadar değişen taş ve çakıllarla kaplıdır (36°37.15'N, 031°48.7'E). Son istasyon, Kargı Köprüsü'nün aşağısında bulunur ve akarsuyun denize döküldüğü nehir ağızı bölgesinde yer alır (36°35.826'N, 031°48.449'E). Akarsuyun genişliği yaklaşık 50 m iken, denize doğru daralan bir yapı göstermektedir. Denize bağlantı bölgesi 3 m eninde ve 1 m derinliğinde olup, derinlik ortalara doğru artmaktadır (yaklaşık 3 m). Nehir mansabının etrafında çok sayıda otel yer almaktadır. Alanın etrafı köprüye kadar DSİ tarafından yapılan istinat duvarı ile kaplanmıştır. Bu istasyonun birkaç metre ilerisinde, halk tarafından kullanılan bir plaj bulunmaktadır ve burada arazi çalışmaları sırasında çeşitli rekreatif düzenlemelerin (dalgakıran, eğlence ve dinlenme alanları gibi) yapıldığı görülmüştür.

Su örneklerinin alınması ve incelenmesi

Su örnekleri Temmuz 2014 (Yaz), Ekim 2014 (Sonbahar), Ocak 2015 (Kış), Nisan 2015 (İlkbahar) tarihlerinde alınmıştır. Su örneklerinin alınmasında koyu renkli 1 litrelik polietilen örnek alma kapları kullanılmıştır. Alınan su numunelerinde, biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅), amonyum azotu (NH₄-N), nitrit azotu (NO₂-N), nitrat azotu (NO₃-N), orto-fosfat (PO₄-P), klorür iyonu (Cl-) ölçümleri yapılmıştır. Klorür iyonu miktarı (Cl-mg/L), Merck 14897 no'lu kit kullanılarak; amonyum azotu (NH₄-N mg/L), Merck 14752 nolu kit kullanılarak; Nitrit Azotu (NO₂-N mg/L), Merck 14776 nolu kit kullanılarak; Nitrat azotu (NO₃-N mg/L), Merck 09713 nolu kit kullanılarak; Orto-fosfat iyonu (PO₄-P mg/L), Merck 14543 nolu kit kullanılarak, Merck Nova 60 marka spektrofotometrede ölçülmüştür. Biyokimyasal oksijen ihtiyacının (BOİ₅ mg/L) belirlenmesinde WTW Oxitop IS 12 BOİ ölçüm seti kullanılmıştır. Oksitopl silisli şişelerin içerisine doldurulan su örneklerinin 20°C'de 5 gün süreyle Enolab BOD-80 marka inkübatörde bekletilerek BOİ₅ ölçümleri yapılmıştır. Su sıcaklığı (°C), pH değeri, elektrik iletkenliği (µS/cm 25°C' de), çözünmüş oksijen (mgO₂/L) ölçümleri arazi çalışmaları sırasında, YSI marka portatif multiparametre su kalitesi ölçüm cihazı ile belirlenmiştir.

İstasyonların su kalitesi sınıflarının belirlenmesinde Klee (1991)'nin metodu (Tablo 1) ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (2004) (Tablo 2) kullanılmıştır. UPGMA (Matematiksel ortalama ile ağırlıksız çiftlerin gruplandırılması metodu- Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) analizi MVSP 3.1 (Kovach, 1998), diğer istatistik analizler SPSS 23.0 programı kullanılarak yapılmıştır. Ölçülen parametrelerin istasyonlara ve mevsimlere göre önemli derecede farklılık gösterip göstermediği One-Way Anova kullanılarak, anlamlı farklılığın hangi istasyonlar arasında olduğu ise Tukey-Postdoc analizi ile belirlenmiştir.

Tablo 1. Farklı kirlenme basamaklarının istatistiksel ortalama değerlerine göre kimyasal parametrelerin konsantrasyon dağılımı (Klee, 1991)
Table 1. The concentration distribution of chemical parameters according to the statistical average value of different pollution levels (Klee, 1991)

Kirlenme Basamakları	BOİ ₅ mg/L	NH ₄ -N mg/L	NO ₂ -N mg/L	NO ₃ -N mg/L	PO ₄ -P mg/L	Cl mg/L
I	1,1 0,7-1,9	0,08 0,06-0,15	0,006 0,003-0,01	1,2 0,8-1,8	0,06 0,003-0,09	8 6-14
I-II	1,8 1,2-2,8	0,11 0,09-0,21	0,013 0,008-0,033	1,7 1,0-3,9	0,08 0,04-0,21	14 8-26
II	3,2 2,1-5,8	0,16 0,11-0,30	0,03 0,018-0,055	3 1,9-4,7	0,19 0,09-0,38	20 12-35
II-III	6,2 4,1-7,8	0,4 0,14-0,8	0,055 0,025-0,104	3,9 2,4-6,4	0,3 0,09-0,82	34 22-55
III	9,9 5,2-11,6	0,9 0,3-2,9	0,11 0,056-0,21	4,4 2,9-7,3	1 0,48-1,35	45 28-72
III-IV	10,8 6,2-12,3	2,48 0,6-5,52	0,19 0,092-0,28	7 3,8-12,2	1,7 0,72-1,98	57 35-108
IV	14,2 7,9-17	12,2 2,8-28	0,28 0,06-0,45	2,6 1,5-5,2	2,48 1,1-3,0	70 29-240

Tablo 2. Kıtaçı su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (SKKY, 2004)
Table 2. The standards of water quality classes for inland surface water (SKKY, 2004)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30
PH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında
Çözünmüş oksijen (mg/L)	8	6	3	< 3
Klorür iyonu (mg/L)	25	200	400	> 400
Amonyum azotu (mg/L)	0,2	1	2	> 2
Nitrit azotu (mg/L)	0,002	0,01	0,05	> 0,05
Nitrat azotu (mg/L)	5	10	20	> 20
BOİ (mg/L)	4	8	20	> 20

BULGULAR

Kargı Çayı üzerinde belirlenen yedi istasyondan bir yıl boyunca mevsimsel periyotlarla alınan su örneklerinin analiz edilmesi sonucu elde edilen değerlerin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimleri Tablo 3'de verilmiştir.

Çalışma alanında sıcaklık değerleri istasyonlara ve mevsimlere göre değişim göstermiş, en düşük su sıcaklığı kış mevsiminde 1. istasyonda (10,7 °C), en yüksek değer ise yaz mevsiminde 7. istasyonda (26,9 °C) ölçülmüştür. Ortalama değerler ise 12,57 (1.ist.) ile 18,77 °C (7.ist.) arasındadır. Çalışma süresince çözünmüş oksijenin yıllık ortalama değerleri 7,19- 8,98 mg/L arasında saptanmış, ölçülen değerler istasyonlara ve mevsimlere göre farklılık göstermiştir. En düşük çözünmüş oksijen değeri 7. istasyonda sonbahar mevsiminde (5,13 mg/L), en yüksek değer ise 5. istasyonda kış mevsiminde (9,8 mg/L) belirlenmiştir (Tablo 3). Ortalama elektriksel iletkenlik değerleri 346,95-599,12 µS/cm arasında değişim göstermiştir. En yüksek EC değeri sonbahar mevsiminde 7. istasyonda (916 µS/cm), en düşük değer ise yaz mevsiminde 2. istasyonda (299,5 µS/cm) ölçülmüştür (Tablo 3). İstasyonlarda ölçülen pH değerleri 7,03 (1.ist-Yaz) ile 9,4 (7.ist-Yaz) arasında değişim göstermiştir. Yıllık ortalama değerlerin genel olarak birbirlerine yakın olduğu ve 7,87-8,26 arasında ölçüldüğü görülmektedir (Tablo 3).

İstasyonlarda ölçülen NO₃-N iyonu miktarı 0,15 ile 1,26 mg/L arasında değişim göstermiştir. Ortalama değerlere bakıldığında ise en yüksek değer 3. istasyonda (0,84 mg/L), en düşük değer 1. istasyonda (0,22 mg/L) tespit edilmiştir (Tablo 3). İstasyonlarda ölçülen klorür iyonu değerleri 2,39 (1. ist.)-132,21 (7.ist.) mg/L arasında değişim göstermiştir. En düşük ortalama klorür iyonu değeri 1. istasyonda 3,17 mg/L, en yüksek ortalama klorür iyonu değeri ise 7. istasyonda 56,5 mg/L olarak belirlenmiştir (Tablo 3). Mevsimsel BOİ₅ değerleri 1 mg/L ile 4 mg/L arasında değişim göstermiştir. BOİ₅ değerlerinin yıllık ortalamalarına bakıldığında ise 1 ile 1,75 mg/L arasında değişen değerler saptanmıştır (Tablo 3).

Araştırma süresince yapılan ölçümlerde amonyum azotu (NH₄-N), nitrit azotu (NO₂-N) ve orto-fosfat fosforu (PO₄-P) iyonlarının ölçüm değerleri analiz limitlerinin altında (NH₄-N ve PO₄-P iyonları için <0,05 mg/L, NO₂-N için <0,01 mg/L) kalmıştır.

Anova sonuçlarına göre yalnızca EC (F: 4,157; P<0,05) ve Cl (F: 3,854; P<0,05) istasyonlar arasında önemli derecede farklılık göstermiştir. Cl bakımından değerlendirildiğinde 7. istasyonun ilk altı istasyondan anlamlı şekilde farklılaştığı (P<0,05), diğer istasyonlar arasında bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. EC bakımından değerlendirildiğinde ise 6. istasyon dışındaki tüm istasyonlar 7. istasyondan farklıdır (P<0,05). İlk altı istasyon EC açısından kendi aralarından anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Ölçülen parametrelerin mevsimsel farklılıklarına bakıldığında ise, çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin anlamlı farklılık gösterdiği saptanmıştır (P<0,05).

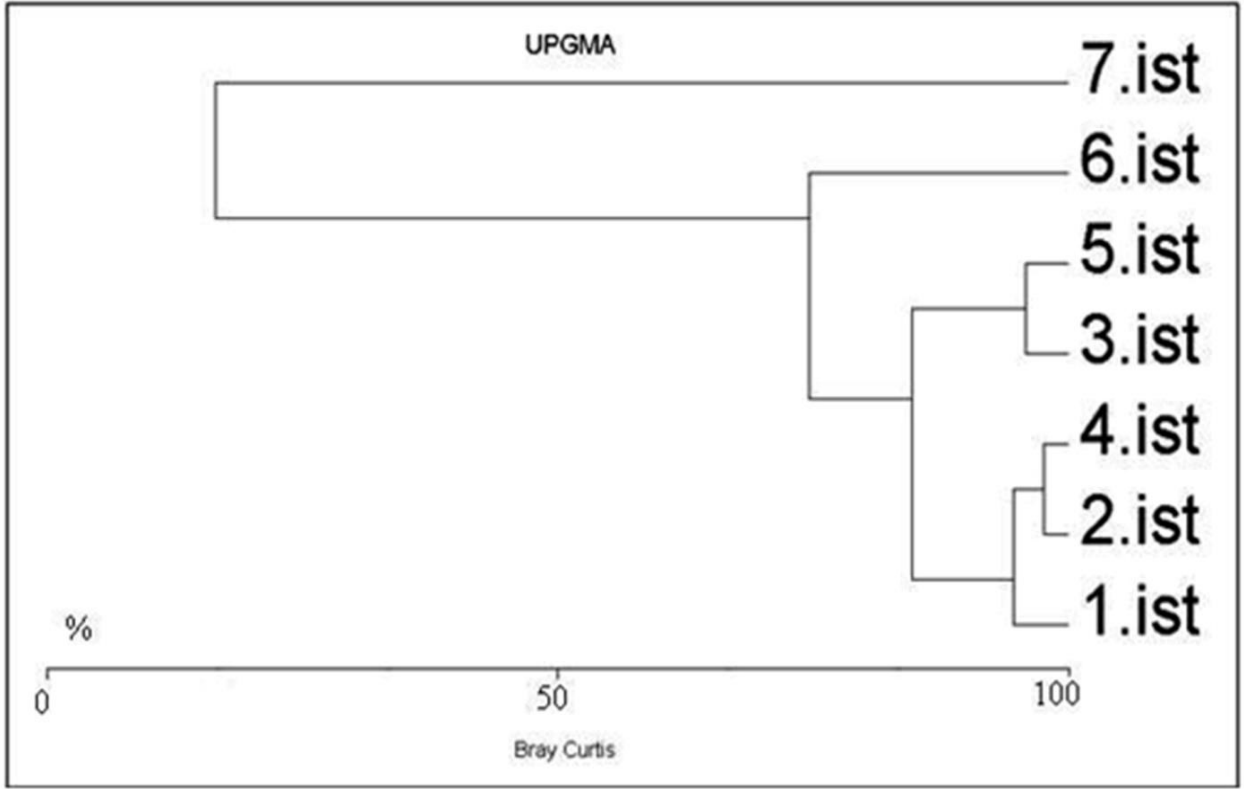
UPGMA metodu'na göre 1., 2. ve 4. istasyonlar bir grupta yer alırken, 3. ve 5. istasyonlar başka bir grup oluşturmuşlardır. Ölçülen değerler açısından bu istasyonlardan en farklı olanı nehir mansabında yer alan 7. istasyon olmuştur (Şekil 2).

Akarsu fizikokimyasal açıdan değerlendirildiğinde Klee (1991)'nin metoduna göre; 7. istasyon sonbahar ve ilkbahar mevsimlerinde I-II. kalite sınıfına (az kirlenmiş) dahilken, diğer istasyonlar tüm mevsimlerde I. kalite sınıfına (kirlenmemiş ya da çok az kirlili) dahil olduğu bulunmuştur. SKKY (2004)'ne göre ise, yaz mevsiminde ilk 6 istasyon tüm parametrelere göre I. kalite sınıfında, 7. istasyon ise pH'a göre IV., diğer parametrelere göre I.; sonbahar mevsiminde 7. istasyon çözünmüş oksijen ve klorür iyonu değerlerine göre II., diğer parametrelere göre I. kalite sınıfında; kış mevsiminde tüm istasyonlar ölçülen parametrelerin tamamına göre I. kalite sınıfında, ilkbahar mevsiminde 7. istasyon klorür iyonu değerlerine göre II., diğer parametrelere göre I., ilk altı istasyon ise tüm parametrelere göre I. kalite sınıfında tespit edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 3. İstasyonlarda ölçülen fizikokimyasal parametre değerleri (Y: Yaz, S: Sonbahar, K: Kış, İ: İlkbahar, Min: Minimum, Ort: Ortalama, Mak: Maksimum)

Table 3. The measured values of physicochemical parameteres at the stations (Y: Summer, S: Autumun, K: Winter, İ: Spring, Min: Minimum, Ort: Average, Mak: Maximum)

		1.İst.	2.İst.	3. İst	4.İst.	5.İst.	6.İst.	7.İst.
Çözünmüş oksijen (mg/L)	Y	8,84	9,06	8,7	8,2	8,1	7,33	7,25
	S	8,14	8,07	7,28	7,15	7,4	7,24	5,13
	K	9,63	9,62	8,68	9,49	9,8	9,6	8,78
	İ	9,18	9,2	8,98	8,63	8,55	7,15	7,6
	Min	8,14	8,07	7,28	7,15	7,40	7,15	5,13
	Ort.	8,95	8,99	8,41	8,37	8,46	7,83	7,19
	Mak.	9,63	9,62	8,98	9,49	9,80	9,60	8,78
pH	Y	7,03	8,03	7,56	7,25	7,82	7,95	9,4
	S	8,38	8,4	8,5	8,18	8,34	7,96	7,69
	K	8,23	8,21	8,33	8,9	8,8	8,6	8,03
	İ	7,85	7,96	8,12	8,14	7,92	7,79	7,64
	Min	7,03	7,96	7,56	7,25	7,82	7,79	7,64
	Ort.	7,87	8,15	8,13	8,12	8,22	8,07	8,26
	Mak.	8,38	8,40	8,50	8,90	8,8	8,6	9,4
Sıcaklık (°C)	Y	14,9	15,1	16,9	17,3	19,3	23,3	26,9
	S	11,2	11,8	14,7	13,5	12,7	16,6	16,5
	K	10,7	11,2	14,1	11,9	11,6	11,7	12,1
	İ	13,5	13,7	15,3	15,8	17,2	20,2	19,6
	Min	10,70	11,20	14,10	11,90	11,60	11,70	12,10
	Ort.	12,58	12,95	15,25	14,63	15,20	17,95	18,78
	Mak.	14,90	15,10	16,90	17,30	19,30	23,30	26,90
Elektriksel iletkenlik (µS/cm)	Y	301,2	299,5	391,1	304,4	318,8	370,3	457,2
	S	350,4	348,7	412	359,9	389,3	430,7	916
	K	396,7	392,9	350,3	393,4	408,2	430	470,2
	İ	358,3	348,7	364,5	330,1	411,5	430,3	553,1
	Min	301,20	299,50	350,30	304,40	318,80	370,30	457,20
	Ort.	351,65	347,45	379,48	346,95	381,95	415,33	599,13
	Mak.	396,70	392,90	412,00	393,40	411,50	430,70	916,00
NH ₄ -N (mg/L)	Y	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	S	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	K	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	İ	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Min	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
NO ₂ -N (mg/L)	S	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	K	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	İ	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Min	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Y	0,28	1,26	0,15	0,26	0,25	0,25	0,15
NO ₃ -N (mg/L)	S	0,28	0,28	1,18	0,4	0,36	0,7	0,62
	K	0,16	0,25	0,77	0,4	0,35	0,54	1
	İ	0,16	0,21	1,26	0,23	0,27	0,44	0,36
	Min	0,16	0,21	0,15	0,23	0,25	0,25	0,15
	Ort.	0,22	0,50	0,84	0,32	0,31	0,48	0,53
	Mak.	0,28	1,26	1,26	0,40	0,36	0,70	1,00
	Y	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
PO ₄ -P (mg/L)	S	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	K	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	İ	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Min	3,64	8,01	3,03	4,22	4,9	6,26	28,18
	Cl ⁻ (mg/L)	S	2,95	3,93	8,03	4,56	5,1	8,4
K		3,72	3,84	6,13	4,35	4,83	7,04	15,33
İ		2,39	2,78	7,25	3,55	4,24	5,96	50,28
Min		2,39	2,78	3,03	3,55	4,24	5,96	15,33
Ort.		3,18	4,64	6,11	4,17	4,77	6,92	56,50
Mak.		3,72	8,01	8,03	4,56	5,10	8,40	132,21
Y		3	1	2	4	1	3	1
BOİ (mg/L)	S	1	1	2	2	2	1	2
	K	1	1	1	1	1	2	1
	İ	1	1	2	1	1	2	1
	Min	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Ort.	1,50	1,00	1,75	2,00	1,25	2,00	1,25
	Mak.	3,00	1,00	2,00	4,00	2,00	3,00	2,00



Şekil 2. Fizikokimyasal özelliklerine göre istasyonların gruplandırılması
Figure 2. The clustering of the stations based on physicochemical parameters

Tablo 4. Fizikokimyasal parametrelere göre su kalitesi sınıflandırması
Table 4. Water quality classes based on physicochemical parameters at the stations

	Klee (1991)				YSKKY (2012)			
	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar
	2014	2014	2015	2015	2014	2014	2015	2015
1. İst.	I	I	I	I	I	I	I	I
2. İst.	I	I	I	I	I	I	I	I
3. İst.	I	I	I	I	I	I	I	I
4. İst.	I	I	I	I	I	I	I	I
5. İst.	I	I	I	I	I	I	I	I
6. İst.	I	I	I	I	I	I	I	I
7. İst.	I	I-II	I	I-II	IV	II	I	II

TARTIŞMA VE SONUÇ

Su sıcaklığı, sucul ekosistemlerde oldukça önemli bir parametredir. Sıcaklık artışıyla çözülmüş gazların miktarı azalmakta ve kimyasal tepkimeler hızlanmaktadır. Su sıcaklığı dolaylı olarak suyun viskozite ve yoğunluğunun değişmesine neden olarak sucul canlıların gelişimine ve dağılımına etki etmektedir (Tanyolaç, 2004; Çiçek ve Ertan, 2012). Kargı Çayı'nda, kaynak bölgesi ve bu bölgenin yakınında bulunan istasyonlarda su sıcaklığı değerleri daha düşükken nehir ağızına doğru daha yüksek değerler ölçülmüştür. Akarsularda su sıcaklığının kaynak bölgesinden nehir ağızına doğru yükselmesi, su akımının yavaşlaması ve akarsu yatağının genişlemesi nedeniyle, beklenen bir durumdur (Tanyolaç, 2004). Ayrıca sıcaklık değerleri akarsuların bölgelere ayrılmasında ve akarsu sınıflandırılmasında oldukça öneme sahip olup kaynak uzantılarında sıcaklık genelde düşük seviyelerdedir (Schmitz, 1954). Bu çalışmada da en düşük değerler kaynak bölgesinde yer alan birinci istasyonda ölçülmüştür.

Çözülmüş oksijen miktarı su kalitesinin en önemli göstergelerinden biri olup, ortamdaki metabolik olayların düzenleyicisidir (Tanyolaç, 2004). Tatlı su ekosistemlerinde oksijenli koşullarda sucul yaşamın sürdürülebilmesi için suyun minimum çözülmüş oksijen değerinin 5,0 mg/L'den az olmaması gerekmektedir (EPA, 1997). Çevresindeki kirlenme faktörleri nedeniyle yoğun kirlilik baskısı altında olan bölgelerde oksijen değerinin düşük olması beklenen bir durumdur (Simiç, 1996; Barlas vd., 2000; Kara ve Çömlekçioğlu, 2004; Uyanık vd., 2005; Kalyoncu ve Zeybek, 2011). Yapılan bu çalışmada değerler 5,13-9,8 mg/L arasında değişim göstermiştir. Bu parametre bakımından tüm istasyonlar birlikte değerlendirildiğinde, akarsuyun yoğun kirlenme etkisi altında olmadığı ve sucul yaşamı olumsuz etkileyici bir duruma sahip olmadığı söylenebilir. One-Way Anova testine göre bu parametre, mevsimsel açıdan önemli derecede farklılık göstermiştir ($P<0,05$).

Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ₅), sudaki organik kirlenmenin bir ölçüsü olması bakımından büyük önem taşımaktadır (Egemen ve Sunlu 1996; Kaplan ve Sönmez 2000; Göksu 2003). Kullanılmış suların alıcı ortamlarını oluşturan göl, nehir ve denizlere verilmesi sonucunda BOİ₅ yükü artar. Buna karşın çözülmüş oksijen azalır. Bir bölgenin BOİ₅ değeri, o bölgenin organik madde miktarını, başka bir deyişle kirlenme miktarını verir. Böylece çeşitli bölgelerin karşılaştırılmasına olanak sağlar (Kocataş, 2008). Bu çalışmada ölçülen BOİ₅ değerleri 1,00-4,00 mg/L arasında değişim göstermiştir. Ölçülen değerlerin tamamı SKKY (2004)'ne göre I. kalite sınıfına dahil olmaktadır. Barlas vd. (2000) ve Yorulmaz (2006), yaptıkları çalışmalarda alabalık çiftliklerinden sonra yer alan örnekleme noktalarında en yüksek BOİ₅ değerlerinin ölçüldüğünü bildirmişlerdir. Bu çalışmada yer alan beşinci istasyon, alabalık çiftliklerinin bulunduğu bir bölgede yer almaktadır. Ancak ölçülen BOİ₅ değerleri düşüktür. Balık çiftlikleri örnekleme noktasına yaklaşık 10 km uzaktadır. Ayrıca bu istasyonun hemen kenarında, onbeş yıla yakın bir süredir işletme halinde

olan ancak yoğun bir kapasiteye sahip olmayan bir dinlenme tesisi vardır. BOİ₅ değerlerinin düşük olması, akarsuyun alabalık çiftlikleri ve etrafındaki tesisler nedeniyle, henüz şiddetli bir kirlenme yükü altında olmadığına göstergesi olabilir.

pH, sudaki canlı yaşamını etkileyen önemli faktörlerdendir. Tanyolaç (2004)'a göre; sucul sistemlerde her canlının belli bir pH aralığına toleransı vardır ve 6,4-8,6 değer aralığında canlılar gelişim gösterebilmektedir. Kargı Çayı'nın ortalama pH değerleri 7,83-8,58 arasında değişim göstermiştir. Tespit edilen bu değerler canlıların gelişim gösterebildiği değer aralığında yer almaktadır.

Sularda bulunan çözülmüş mineral maddelerin ve çözülmüş tuzların etkisi ile oluşan elektriksel iletkenlik (EC) değerinin, çözülmüş olarak bulunan toplam madde miktarı konusunda bilgi verdiği ve kirlenme için bir gösterge olarak ele alınabileceği belirtilmiştir (Taşdemir ve Göksu, 2001). Araştırma alanında en yüksek EC değerleri nehir ağız bölgesinde yer alan yedinci istasyonda ölçülmüştür. Yapılan çeşitli araştırmalarda denizel etki nedeniyle EC değerlerinde artış olduğu bildirilmiştir (Kumbur vd., 2008; Çiçek ve Ertan, 2012). İlk beş istasyonun EC değerlerine bakıldığında birbirlerine oldukça yakın seyrettiği, altıncı istasyondaki değerlerde ise az da olsa artış olduğu belirlenmiştir. Altıncı istasyon piknik alanı olarak kullanılan bir bölgede yer almaktadır ve zaman zaman insanlar tarafından oluşturulan kirlenme etkiye maruz kalmaktadır. Tatlı sularda, kirlilik arttıkça EC değerlerinin de arttığı bilinmektedir (Verpe vd., 2005). One-Way Anova testi sonuçları, EC değerlerinin istasyonlar arasında anlamlı farklılık gösterdiğini ($P<0,05$), nehir ağız bölgesinde ölçülen değerlerin ilk beş istasyon farklı olduğunu göstermektedir.

Sucul ortamlarda verimliliği sınırlayıcı elementler çoğunlukla fosfor ve azottur (Moss, 1988). Organik maddelerin bozulması, özellikle organik gübre ve inorganik amonyum kaynaklı kimyasal gübreleme, evsel ve endüstriyel atık suların deşarjı sonunda amonyum miktarı artmaktadır (Chapman ve Kimstach, 1996; Egemen ve Sunlu, 1996). Tanyolaç (2004), temiz sularda amonyum azotunun genellikle 1 mg/L'nin altında bulunduğunu belirtmektedir. Amonyum azotunun oksitlenmesi sonucu ara ürün olarak oluşan nitrit azotu, temiz sularda ya hiç bulunmaz ya da eser düzeyde bulunur (Girgin ve Kazancı, 1994). Organik kirlenmenin olduğu sularda ise yüksek konsantrasyonlara ulaşabilir (Egemen ve Sunlu, 1996). Stevens ve Laughlin (1994)'a göre nitrit azotu sucul canlılar için toksik etkiye sahiptir ve sularda sürekli bulunması sucul organizmalar için sakıncalıdır. Atık su kirlenmesinde ortofosfat miktarı uygun bir göstergedir ve kirlenmemiş sularda ortofosfat miktarı 0,1 mg/L'yi geçmez ve çoğunlukla 0,03 mg/L'dir. Üst değer olan 0,1 mg/L'yi geçtiği durumlarda ise kirlilikten söz edilebilir (Höll, 1979).

Kargı Çayı'nda yapılan ölçümlerin tamamında NH₄-N, NO₂-N ve PO₄-P değerleri analiz limitlerinin altında kalmıştır. Sözü edilen bilgiler dikkate alındığında, akarsuyun yoğun bir kirlenme etkide olmaması nedeniyle, yapılan ölçümlerin analiz

limitlerinin altında kaldığı söylenebilir. Akarsu bu parametrelere göre değerlendirildiğinde I. kalite (yüksek kalite) özelliğine sahiptir (SKKY, 2004).

Nitrat azotu temiz sularda çok az miktarda bulunur (Tanyolaç, 2004). Organik kirlenmenin olduğu ve aşırı yağışlı zamanlarda tarım alanlarının yıkanmasıyla sucul ortama ulaşan nitrat miktarı artabilir (Karpuzcu, 1994). Schwörbel (1980)'e göre de atık su etkisi ile nitrat miktarı artmaktadır. Nitrat, sularda fazla miktarlarda bulunduğu zaman, insanlara kadar varan boyutlarda, çeşitli canlı gruplarına zararlı olmaktadır (Göksu, 2003). Çalışma alanında yıl boyunca ölçülen nitrat azotu değerleri 0,15-1,26 mg/L arasında değişim göstermiştir. Bu değerler hem SKKY (2004) hem de Klee (1991)'e göre yüksek kaliteli su sınıfını işaret etmektedir.

Klorür iyonu değerleri gerek içme ve endüstriyel su kalitesi gerekse sulama suyu kalitesi açısından oldukça önem taşımaktadır (Ünlü vd., 2008). Klorür değerlerinin yüksek oluşu, elektriksel iletkenliğin de yüksek değerde olduğunun göstergesidir. Pek çok içme suyunda klorür miktarı 30 mg/L'yi geçmemektedir (Egemen ve Sunlu, 1996). Kirlenmiş sularda klorür miktarı da artış göstermektedir (Klee, 1991; Kalyoncu, 2006; Kalyoncu ve Zeybek, 2011). Kargı Çayı'nda yapılan ölçümlerde ilk altı istasyonda oldukça düşük değerlerdedir ve istasyonlar bu parametreye göre I. kalite su sınıfına dahildir (SKKY, 2004). Nehir ağzı bölgesinde ise değerler 15,33 ile 132,21 mg/L arasında değişim göstermiş ve bu istasyonun ortalama Cl- iyonu miktarı 56,50 olarak bulunmuştur. Bu değere göre yedinci istasyon II. kalite (az kirlenmiş) su sınıfına dahildir

KAYNAKÇA

- Ak, O., Çakmak, E., Aksungur, M., Çavdar, Y., & Zengin, B. (2008). An Example of the Effects of Natural and Anthropologic Activities Carried out on Rivers on Aquatic Ecosystem: Yanbolu River (Arsin, Trabzon) (*in Turkish with English abstract*). *Erciyes University Journal of Natural and Applied Sciences*, 24(1-2): 389-400.
- Akbulut, M., Kaya, H., Çelik, E.Ş., Odabaşı, D.A., Odabaşı, S. S., & Selvi, K. (2010). Assessment of Surface Water Quality in the Atikhisar Reservoir and Sarıçay Creek (Çanakale, Turkey). *Ecology*, 74(19): 139-149. doi: 10.5053/ekoloji.2010.7417
- Atalık, A., 2006. Effects of global warming on water resources and agriculture (*in Turkish with English abstract*). *Journal of Science and Utopia*, 139: 18-21.
- Barlas, M., Yılmaz, F., İmamoğlu, Ö., Akboyn, Ö. (2000). Physical, chemical and biological research on the Yuvarlakçay (Köyceğiz-Muğla) (*in Turkish*). Fisheries Symposium 2000 (pp. 249-265). Sinop, Turkey: Proceedings Book.
- Boran, M., & Sivri, N. (2001) Determination the Nutrient and Suspended Solid Mater Loads of Solaklı and Sürmene River (Trabzon, Türkiye) (*in Turkish with English abstract*). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(3-4): 343-348.
- Bulut, V.N., & Tüfekçi, M. (2005). The Determination of Water Quality in Kalyon Stream (Trabzon, Maçka). *Turkish Journal of Aquatic Life*, 3(4): 377-384.
- Chapman, D., & Kimstach, V. (1996). Selection of Water Quality Variables. Water Quality and Assesments-A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring (Second Edition). In D. Chapman (Ed), Chapter 3, UNESCO / WHO/ UNEP. Cambridge: Great Britain at the University Press.

(SKKY, 2004). Çiçek ve Ertan (2012), Köprüçay Nehri'nde yaptıkları çalışmada nehir ağzı bölgesinde Cl- iyonu değerlerinin artış gösterdiğini ve bu durumun denizel etkiden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Elde ettiğimiz sonuçlar bu bilgiyi doğrular niteliktedir. Bu parametre istasyonlar arasında önemli derecede farklılık göstermektedir ($P<0,05$).

Yapılan UPGMA değerlendirmesinde, nehir ağzı bölgesinde yer alan yedinci istasyonun diğer istasyonlardan benzerlik bakımından en uzak istasyon olduğu belirlenmiştir. Bu uzaklık nehir ağzı bölgesinin sahip olduğu farklı fizikokimyasal niteliklerden kaynaklanmaktadır. Fizikokimyasal parametrelere göre yapılan bu kümelemede, 1., 2. ve 4. istasyonlar bir grup oluştururken, 3. ve 5. istasyonlar aynı grupta yer almıştır. Özellikle ölçülen parametrelerin yıllık ortalamalarına bakıldığında, birbirlerine yakın değerlere sahip istasyonların aynı grupta yer aldığı görülmektedir.

Sonuç olarak, Kargı Çayı çevresinde yer alan bazı alabalık çiftlikleri ve yerleşim birimlerine rağmen yoğun bir kirlenme tehdidi altında değildir. Akarsu genel olarak yüksek ya da az kirlenmiş su niteliğine sahiptir. Ancak nehir ağzı bölgesinde yer alan son istasyonda, denizel etki ve alanda yapılan rekreatif düzenlemeler nedeniyle su kalitesinde düşüş olduğu düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK-KBAG 113Z608 nolu proje tarafından desteklenmiştir.

- Cirik, S., & Cirik, S. (2008). Limnology (6th edition) (*in Turkish*). İzmir: Ege University Fisheries Faculty Press.
- Çiçek, N. L., & Ertan Ö.O. (2012). Determination of the Water Quality of Köprüçay River (Antalya) According to the Physico-Chemical Parameters (*in Turkish with English abstract*). *Ecology*, 21(84): 54-65. doi: 10.5053/ekoloji.2012.847
- Egemen, Ö., & Sunlu, U. (1996). Water Quality (Second Edition) (*in Turkish*). İzmir: Ege University Press.
- EPA. 1997. Volunteer Stream Monitoring: A Methods Manual. http://water.epa.gov/type/rsll/monitoring/upload/2002_08_13_volunteer_stream_stream.pdf. (United States Environmental Protection Agency) Erişim Tarihi: 01.12.2015.
- Girgin, S., & Kazancı, N. (1994). Researches On Inland Waters of Turkey I. Evaluation of Water Quality of Ankara Stream Using Physico-Chemical and Biological Parameters (*in Turkish*). Ankara: Özyurt Press.
- Göksu, M.Z.L. (2003). Water Pollution (*in Turkish*). Adana: Çukurova University Fisheries Faculty Press.
- Gültekin, F., Ersoy, A. F., Hatipoğlu, E., & Celep, S. (2012). Determination of Water Quality Parameters in Wet Season of Surface Water in Trabzon (*in Turkish with English abstract*). *Ecology*, 21(82): 77-88. doi: 10.5053/ekoloji.2011.8211
- Höll, K. (1979). Wasser (Untersuchung, Beurteilung, Aufbereitung, Chemie, Bakteriologie, Virologie, Biologie) (6. Auflage) Berlin: de Gruyter.
- Jorgensen S.E., & Rast, W. (2007). The Use of Models for Synthesizing Knowledge for Integrating Lake Basin Management and Facilitating Implementation of the World Lake Vision, Lakes and Reservoirs. *Research and Management*, 12: 3-13. doi: 10.1111/j.1440-1770.2007.00316.x

- Kalyoncu, H. (2006). Determination of Water Quality in Isparta Stream According to Physicochemical Parameters and Epilithic Diatome (in Turkish with English abstract). *Süleyman Demirel University Journal of Science*, 1(1-2): 14-25.
- Kalyoncu, H., & Zeybek, M. (2011). An Application of Different Biotic and Diversity Indices For Assessing Water Quality: A Case Study in The Rivers Çukurca and Isparta (Turkey). *African Journal Agricultural Research*, 6(1): 19-27.
- Kaplan, M., & Sönmez, S. (2000). Evaluation of Water Quality and Pollutants of Streams in Belek Special Environmental Protection Area (in Turkish with English abstract). *Ecology*, 9(34): 21-26.
- Kara, C., & Çömlekçioğlu, U. (2004). Investigation of Karacay's (Kahramanmaraş) Pollution with Biological and Psycho-Chemical Parameters (in Turkish with English abstract). *Kahramanmaraş Sütçüimam University Journal of Science and Engineering*, 7(1): 1-7.
- Karacaoğlu, D. (2006). Determination of pollution level related to epipellic diatoms and benthic macroinvertebrates in Emet Stream (in Turkish with English abstract). Uludağ University Graduate School of Natural and Applied Science, PhD thesis.
- Karpuzcu, M. (1994). Environmental Pollution and Control (4th edition). İstanbul: Kubbealtı Press.
- Kasımoğlu, C., & Yılmaz, F. (2014). Investigation of Some Physical And Chemical Properties of Tersakan stream (Muğla, Turkey). *Balıkesir University Journal of Natural and Applied Sciences*, 16(2): 51-67.
- Klee, O. (1991). Applied Hydrobiology (Second revised and expanded edition) (in German). Stuttgart-New York: G. Theieme Verlag
- Kocataş, A. (2008). Ecology and Environmental Biology (10th edition). İzmir: Ege University Faculty of Science Press.
- Kovach, W.L. (1998). MVSP, A Multivariate Statistical Package for Windows, ver. 3.1. Pentraeth, UK: Kovach Computing Services.
- Kumbur, H., Özsoy, H.D., & Özer, Z. (2008). Determination of The Effects of Chemicals Used in Agricultural Area on Water Quality in Mersin Province. *Ecology*, 17(68): 54-58. doi:10.5053/ekoloji.2008.687
- Moss, B. (1988). Ecology of Fresh Waters (2nd edition). London: Oxford Blackwell Scientific Publications.
- Özgüler, H. 1997. Water, water resources and environmental issues. Ankara: Meteoroloji TMMOB Chamber of Meteorological Engineers Press.
- Schmitz, W. (1954). Fundamentals of the investigation of the temperature conditions in the watercourses (in German). Ber. Limnol. Flusstation, Freudenthal, 6: 29-50.
- Schwörbel, J. (1980). Introduction to Limnology (4th edition). Stuttgart: G. Fischer Verlag.
- Simić, V. (1996). A Study on the Trgoviski Timok Assesment of River Conditions by Ecological Benthic Fauna Analysis. *The Archives of Biological Sciences*, 48(3-4): 101-109.
- SKKY, (2004). Turkish Water Pollution Control Regulation, (TWPCR), 2008. The Regulation of Water Pollution Control. Ministry of Environment and Forestry. Official Newspaper, 31.12.2004 No: 25687.
- Stevens, R.J., & Laughlin, R.J. (1994). Determining nitrogen-15 in nitrite or nitrate by producing nitrous oxide. *Soil Science Society of America Journal*, 58: 1108-1116.
- Tanyolaç, J. (2004). Limnology (3rd edition) (in Turkish). Ankara: Hatipoğlu Press.
- Taşdemir, M., & Göksu, M.Z.L. (2001). Some Water Quality Criteria of Asi River (Hatay) (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(1-2): 55-64.
- Topkara, E.T., Özbek, M., Taşdemir, A., Yıldız, S., Balık, S., & Ustaoglu, M.R. (2011). Determination of Pollution Level of Yuvarlak Stream (Köyceğiz-Muğla) by Using Benthic Macro Invertebrates. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(9): 1194-1201. doi: 10.3923/javaa.2011.1194.1201
- Tüfekçi, V., Tüfekçi, H., Morkoç, E., Tolun, L., Karakaş, D., Karakoç, F.T., Olgun, A., & Aydoğan, C. 2003. The Determination of Toxic Phytoplankton Species in the Ömerli Dam Lake and the Detection of Proposals for Improving Water Quality (in Turkish with English abstract). Final Report No: 50275 02, Tübitak Mam Earth And Marine Sciences Institute: Kocaeli.
- Ucun Özel, H., & Gemici, B.T. (2016). Determination of Bartın River Pollution Using the Physical Parameters (in Turkish with English abstract). *The Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences of Mehmet Akif Ersoy University*, 7(1): 52-58.
- UNEP. 2006. Global Environment Outlook. http://www.unep.org/pdf/annualreport/UNEP_AR_2006_English.pdf
- Uyanık, S., Yılmaz, G., Yeşilnacar, M.I., Aslan, M., & Demir, O. (2005). Rapid assessment of river water quality in Turkey using benthic macroinvertebrates. *Fresenius Environmental Bulletin*, 14: 268-272.
- Ünlü, A., Çoban, F., & Tunç, S. (2008). Investigation of Lake Hazar Water Quality According to Physical And Inorganic Chemical Parameters (in Turkish with English abstract). *Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 23(1): 119-127.
- Verep, B., Serdar, O., Turan, D., Şahin, C. (2005) Determination of Water Quality in terms of Physico-Chemical Structure of the River Iyidere (Trabzon). *Ecology*, 14(57): 26-35.
- Yorulmaz, B. (2006). Determination of The Water Quality of Eşen River (Kocaçay) from Physical, Chemical and Biological Viewpointes (in Turkish with English abstract). Ege University Graduate School of Natural and Applied Science, PhD Thesis.