



Araştırma Makalesi

Karpuz Çayı (Antalya) Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere Göre Belirlenmesi

Ömer ERDOĞAN^{*1}, Büşra KARAKAŞ², Melek ZEYBEK YÜNLÜ²

¹*Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Yalvaç Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü, 32400, Isparta, Türkiye*

²*Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye*

*yazışılan yazar e-posta: omererdogan@isparta.edu.tr

(Alınış / Received: 21.04.2022, Kabul / Accepted: 31.08.2022, Yayınlanma / Published: 25.11.2022)

Öz: Bu çalışmada Karpuz Çayı (Antalya)'nın fizikokimyasal özellikleri incelenmiş ve su kalitesi sınıfları belirlenmiştir. Aralık 2012-Eylül 2013 tarihleri arasında akarsu boyunca on istasyon seçilmiş ve su örnekleri mevsimlik olarak alınıp analiz edilmiştir. Alınan örneklerde nitrat azotu, nitrit azotu, amonyum azotu, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, klorür iyonu, orto-fosfat fosforu ölçümleri yapılmıştır. pH, çözülmüş oksijen, su sıcaklığı, elektriksel iletkenlik değerleri ise arazi çalışmaları sırasında multiparametre cihazı ile belirlenmiştir. Elde edilen değerler istatistiki olarak değerlendirildiğinde, yalnızca sıcaklık ve çözülmüş oksijen bakımından mevsimsel açıdan anlamlı farklılıklar gözlenmiştir ($p<0.05$). İstasyonlar arası karşılaştırma yapıldığında ise, sıcaklık dışındaki tüm parametrelerin anlamlı derecede farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu farklılıkların özellikle denize yakın istasyonların sahip olduğu özel ekolojik karakterlerden ve çevresel baskılardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu etkilerden dolayı bu istasyonların su kalitesinde de düşüş saptanmıştır. Su kalitesi sınıflandırması YSKY (yerüstü su kalitesi yönetmeliği) ve Klee'nin metoduna göre yapılmış ve akarsuyun kirlenmemiş/az kirlenmiş sınıfta yer aldığı ve canlı yaşamı için olumsuz koşullar içermediği belirlenmiştir. Karpuz Çayı, çevresinde yer tarımsal alanlar, yerleşim birimleri ve turistik faaliyetlere rağmen yoğun bir kirletici baskıya maruz değildir.

Anahtar kelimeler: Fizikokimyasal parametre, Su kalitesi, YSKY, Karpuz Çayı, Antalya

Determination of Water Quality of Karpuz Stream (Antalya) Based on Physicochemical Parameters

Abstract: In this study, the physicochemical properties of Karpuz Stream (Antalya) were investigated and water quality classes were determined. Ten stations were selected along the river and water samples were collected and analyzed seasonally between December 2012 and September 2013. Nitrate nitrogen, nitrite nitrogen, ammonium nitrogen, biochemical oxygen demand, chloride ion, ortho-phosphate phosphorus measurements were made in the samples taken. pH, dissolved oxygen, water temperature and electrical conductivity values were determined with a multiparameter device during field studies. When the obtained values were evaluated statistically, only seasonal significant differences were observed in terms of temperature and dissolved oxygen ($p<0.05$). When the comparison between stations was made, it

was determined that all parameters except temperature differed significantly. It is thought that these differences are caused by the special ecological characteristics and environmental pressures of the stations close to the sea. Due to these effects, a decrease in the water quality of these stations was also detected. According to the general classification of water quality, it has been determined that the stream is in the class of unpolluted / less polluted and does not contain adverse conditions for life. Despite the agricultural areas, settlements and touristic activities around Karpuz Stream, it is not exposed to an intense pollutant pressure. The water quality classification was made according to the YSKY (surface water quality regulation) and Klee's method and it was determined that the stream is in the unpolluted / less polluted class and does not contain adverse conditions for life. Despite the agricultural areas, settlements and touristic activities around Karpuz Stream, it is not exposed to an intense pollutant pressure.

Key words: Physicochemical parameter, Water quality, YSKY, Karpuz Stream, Antalya

1. Giriş

Su, canlı yaşamının temel kaynağı ve en vazgeçilemez ögesidir. Ancak su kaynaklarının sınırsız ve tükenmez olduğuna dair yanlış düşünceler, sahip olunan kaynakların bilinçsizce tüketimine neden olmakta, suyun etkin ve verimli kullanımını sınırlamaktadır. Oysaki çeşitli nedenlerle hızla kirletilen ve tüketilen su kaynakları, medeniyetlerin oluşum sebeplerindendir. İnsanlık tarihine bakıldığında, medeniyetlerin su kaynaklarına yakın bölgelerde kurulduğu görülmektedir. Su sadece içme amaçlı değil aynı zamanda tarımsal amaçlı da kullanılmıştır. Günümüzde ise kullanım yerleri ve amaçları çeşitlenmiştir [1]. Son yıllarda sanayileşme ve endüstrileşmenin hızlı artışı, teknolojik ilerlemeler ve nüfus artışı günümüzün en önemli sorunlarından biri olan su kirliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu sorun hem ülkemizde hem de diğer dünya ülkelerinde giderek daha önemli hale gelmektedir [2]. Bu etkenler, içme ve kullanma suyu gereksinimini karşılamada sorunlar yaratırken, diğer yandan akarsu, göl ve yeraltı suları gibi su kaynaklarını kirleterek kullanılamaz bir duruma getirmektedir [3].

Dünyada var olan toplam suyun %98'inin okyanuslar, tortul kayalar ve buzullarda bulunduğu [4,5], yeryüzündeki su hacminin yaklaşık 1.400 milyon km³ olduğu ancak bunun sadece 3.6 milyon km³'ünün yani % 2.6'sının tatlı su olduğu dikkate alındığında, kullanılabilir su miktarının oldukça kısıtlı olduğu göze çarpmaktadır [6]. Yaşamın devamlılığı için oldukça önemli ve sınırlı olan bu kaynaklar yanlış kullanımlar ve yanlış yönetimler sonucu hızla kirletilmekte ve azalmaktadır.

Su kirliliği, sucul ekosistemlerin çeşitli yollardan karışan bazı maddelerle ilk özelliklerini kaybetmesi ve kalitesinin değişerek insan ve diğer canlıların yaşamını olumsuz yönde etkileyebilecek biçimde bozulmasıdır [7]. Anlaşılacağı üzere suyun varlığı kadar kalitesi de önemlidir. Bu nedenle son yıllarda yapılan çalışmalarda ve uygulanan yönetim planlarında entegre bir anlayış benimsenmiş hem suyun doğru kullanımını hem de korunmasını hedefleyen politikalar geliştirilmeye başlanmıştır. Su Çerçeve Direktifi, Avrupa Birliği üye ülkeler tarafından uygulanmakta olan en güncel yönergelerden biridir. Bu direktif, Avrupa Birliği ülkelerinin sahip oldukları su kaynaklarının belirlenmesi, kirlilik durumlarının ortaya konulması ve iyi kalite sınıfına yükseltilmesi için çalışılmasını içermektedir [8]. Ülkemizde ise T.C Çevre Bakanlığı'nın 2872 sayılı Çevre Yasası'na ek olarak Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği yürürlüğe girmiştir [9]. Bu yönetmelik; bütün sucul ekosistemlerin hidromorfolojik, fizikokimyasal ve biyolojik açıdan incelenmesini, mevcut durumun ortaya konularak kalite durumlarının ve

miktarlarının belirlenmesini, bu sularda kullanım amaçlarına göre yönetim planlarına uygun olarak koruma ve kullanma dengesi oluşturulmasını, kirlilik belirlenen ekosistemlerde kalitenin yükseltilmesi için çalışmalar yapılmasını amaçlamaktadır. Su kaynaklarında entegre havza yönetimi kavramının ülkemizde yerleştirilmesi, koruma-kullanma dengesinin etkin bir şekilde tesisi ve sürdürülebilirliği açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle ülkemizde yapılan su kalitesi belirleme çalışmaları hızla artmaktadır [10-18].

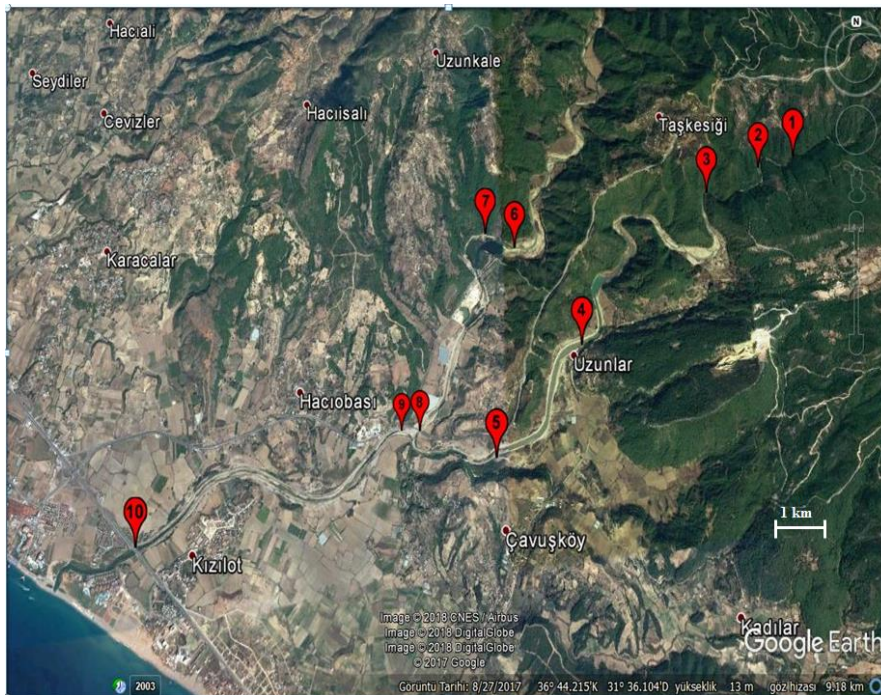
Bu çalışmada, Antalya il sınırlarında yer alan Karpuz Çayı'nın kirlilik düzeyi fizikokimyasal parametreler kullanılarak belirlenmiştir. Kirlilik durumunun ortaya konulması, özellikle su kaynaklarının korunmasının, iyileştirilmesinin ve izlenmesinin giderek önem kazandığı ve küresel iklim değişikliklerinin yaşandığı günümüzde, çevre açısından olduğu kadar kirliliğinin giderilmesi açısından da oldukça önemlidir.

2. Materyal ve Metot

2.1 Çalışma alanı ve istasyonlar

Karpuz Çayı, Orta Toroslar'dan doğan, Akdeniz'e dökülen doğu Antalya akarsuyudur. Çenger Çayı ve Çingen Dere olmak üzere iki ana koldan beslenir. Toplam drenaj alanı 740 km², debisi 4.70 m³/sn, uzunluğu 30 km'dir [19, 20]. Kıyı çizgisine yakın kesimlerden geçmekte olan Antalya-Alanya karayolunun iki yanında kurulmuş olan Kızılot beldesi Karpuz Çayı'nın aşağı kesimindeki en büyük yerleşim birimidir [21].

Bu çalışmada, Karpuz Çayı üzerinde 10 istasyon seçilmiş ve Aralık 2012 - Eylül 2013 (Kış 2012, İlkbahar 2013, Yaz 2013, Sonbahar, 2013) tarihleri arasında mevsimsel periyotlarla su örnekleri alınarak incelenmiştir. İstasyonların seçiminde; arazi koşullarının uygunluğu, akarsuya bölgede atık katılımı olup olmaması, ana kollara bağlanan yan kollar gibi faktörler göz önünde bulundurulmuştur. Birinci istasyon kaynak bölgesine yakın bir bölgede yer alırken, son istasyon denizel etkilerin ortaya konması için nehir ağzı bölgesinden seçilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Seçilen istasyonlar ve çalışma alanı

İstasyonların koordinatları, dip yapısı, rakım ve vejetasyon bilgileri Tablo 1’de verilmiştir. Koordinatlar Garmin marka GPS cihazı ile ölçülmüştür.

Tablo 1. İstasyonların koordinatları ve genel özellikleri

İstasyonlar	Koordinatlar	Dip yapısı	Rakım	Vejetasyon
1	N 36° 45.425’ E 031° 39.176’	Kum ve taş	59 m	<i>Platanus orientalis</i> ve <i>Pinus</i> sp.
2	N 36° 45.352’ E 031° 38.855’	Çamur ve taş	125 m	<i>Platanus orientalis</i> ve <i>Pinus</i> sp.
3	N 36° 45.192’ E 031° 38.374’	Taş ve kaya	11 m	<i>Pinus</i> sp.
4	N 36° 44.266’ E 031° 37.219’	Taş ve çamur	12 m	<i>Pinus</i> sp.
5	N 36° 43.625’ E 031° 36.486’	Çamur	9 m	Çalı
6	N 36° 44.851’ E 031° 36.667’	Kum-Taş	12 m	<i>Platanus orientalis</i> ve <i>Pinus</i> sp.
7	N 36° 44.935’ E 031° 36.413’	Taş ve çamur	26 m	<i>Pinus</i> sp.
8	N 36° 43.774’ E 031° 35.859’	Çamur	7 m	Sazlık
9	N 36° 43.773’ E 031° 35.709’	Çamur	3 m	Sazlık
10	N 36° 43.150’ E 031° 33.616’	Çamur	0 m	Sazlık

1. istasyon, Çenger Çayı üzerinde bulunmaktadır. Akarsuyun kaynağına ulaşım sağlanamadığından kaynağın en yakınındaki bu bölge ilk istasyon olarak belirlenmiştir. Sonbahar ve kış dönemlerinde, yaprakların su yüzeyini kapladığı gözlenmiştir. 2. istasyonun seçildiği noktada DSİ’ye ait ölçüm istasyonu bulunmaktadır. Sonbahar döneminde su seviyesi oldukça düşüktür ve istasyonun bazı noktalarında yalnızca suyun dibindeki taşlar kalacak şekilde su kurumuştur. 3. istasyonun orta kısımlarında üzerleri alglerle kaplı büyük taşlar vardır. Kış döneminde su akışı hızlıdır. 4. istasyonun kıyı bölgelerinde büyük kayalar ve taşlar vardır. 3. ve 4. istasyon arasında faaliyet gösteren seralar bulunmaktadır. Çenger Çayı üzerindeki son istasyon olan 5. istasyon, bu bölgede kurulmuş çakıl ocağının hemen alt kısmından seçilmiştir. Çakıl ocağının faaliyetleri nedeniyle kış ve sonbahar mevsimlerinde örnekleme yapılamamıştır. 6. istasyon Karpuz Çayı’nın diğer kolu olan Çingen Dere üzerinde bulunur. Su derinliği oldukça azdır. 6. istasyonun alt tarafında bulunan küçük bir yan kol ile Çingen Dere’nin birleşim noktası 7. istasyon olarak seçilmiştir. Su seviyesi çok az olsa da yan kolun meydana getireceği değişikliklerin gözlenebilmesi amacıyla bu noktadan örnekleme yapılmıştır. 8.

istasyon olarak Çingen Dere ve Çenger Çayı'nın birleştiği bölgeden seçilmiştir. Uzunkale Köyü'nün girişinde bulunan bu istasyon Antalya-Konya Karayolu üzerindeki köprü'nün hemen altında yer almaktadır. 9. istasyonun su derinliği, diğer istasyonlara göre daha fazla, su akış hızı ise nehrin üst kısımlarında yer alan istasyonlara göre yavaştır. Dip yapısı çamurludur. Antalya-Alanya Karayolu'nda bulunan Karpuz Köprüsü'nün hemen altındaki 10. istasyon nehir ağzı bölgesinden seçilmiştir. Akıntı hızı en yavaş olan istasyon olarak gözlemlenmiştir (Şekil 1).

Sonbahar mevsiminde su kurumuş olduğundan 6-8. istasyonlarda örnekleme yapılamamıştır. Kış mevsiminde ise mevsimsel şartlar nedeni ile 6. ve 7. istasyonlara ulaşım mümkün olmamıştır.

2.2 Su örneklerinin alınması ve incelenmesi

1 litrelik koyu renkli polietilen örnek alma kapları kullanılarak su örnekleri alınmıştır. Alınan su örneklerinde nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$), nitrit azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$), amonyum azotu ($\text{NH}_4^+\text{-N}$), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI_5) (mgO_2/l), orto-fosfat iyonu ($\text{PO}_4\text{-P}$), klorür iyonu (Cl^-) ölçümleri yapılmıştır. WTW Oxitop IS 12 BOI ölçüm seti kullanılarak, biyokimyasal oksijen ihtiyacı tayini yapılmıştır. Su örnekleri oksitoplulu silisli şişelerin içerisine doldurulmuş, 20°C 'de 5 gün Enolab BOD-80 marka inkübatörde bekletildikten sonra BOI_5 ölçülmüştür. Merck 14543 nolu kit kullanılarak orto-fosfat iyonu, Merck 14897 nolu kit kullanılarak klorür iyonu miktarı, Merck 14776 nolu kit ile nitrit azotu, Merck 09713 nolu kit ile nitrat azotu, Merck 14752 nolu kit ile amonyum azotu ölçülmüştür. Ölçümlerde Merck Nova 60 marka spektrofotometre kullanılmıştır [22].

pH değeri, çözülmüş oksijen, su sıcaklığı elektriksel iletkenlik değerleri, YSI marka portatif multiparametre su kalitesi ölçüm cihazı ile in *sitü* olarak belirlenmiştir.

2.3 Fizikokimyasal Su Kalitesi Tayin Yöntemleri

2.3.1 Klee [6]'nin metoduna göre fizikokimyasal su kalitesi değerlendirilmesi

Klee [6]'nin yöntemine göre yapılan fizikokimyasal su kalitesi değerlendirilmesinde yedi sınıf bulunmaktadır (Tablo 2).

Tablo 2. Kimyasal parametrelerin ortalama değerlerine göre su kalite sınıfları [6]

Kalite sınıfları	BOI	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_2\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{PO}_4\text{-P}$	Cl^-
I	1.1 0.7-1.9	0.08 0.06-0.15	0.006 0.003-0.010	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 0.092-0.280	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
-----------	-----------------------	-----------------------	--------------------------	-----------------------	------------------------	---------------------

2.3.2 Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre su kalitesi değerlendirmesi

Bu yönetmeliğin amacı, yüzeysel sular ile kıyı ve geçiş sularının fizikokimyasal ve biyolojik kalitelerinin belirlenmesi, sınıflandırılması, su kalitesinin izlenmesi, korunması ve iyi su durumuna ulaşması için alınması gereken tedbirlerin belirlenmesidir. Yönetmeliğin 16 Haziran 2021'de güncellenen son versiyonuna göre, kıta içi yer üstü su kaynakları 3 kalite sınıfında değerlendirilmektedir (Tablo 3):

I.Sınıf : 'Yüksek Kaliteli Su'. (Çok iyi) İçme suyu olarak kullanımının yanı sıra alabalık üretimi, hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyaçlarının karşılanmasında ve reaksiyonel (vücut teması gerektiren yüzme gibi aktiviteler dahil) amaçlarla kullanılabilinecek kalitedeki su kaynağıdır.

II. Sınıf : 'Az Kirlenmiş Su'. (İyi) İçme suyu olarak, reaksiyonel amaçlarla, Alabalık harici balık üretiminde ve sulama suyu kalite koşullarını karşılayabiliyorsa sulama suyu olarak kullanılabilen su kaynağıdır.

III. Sınıf: 'Kirlenmiş Su'. (Orta) Gıda, tekstil gibi tesislerin haricinde, uygun arıtmanın gerçekleştirilmesi sonrasında su ürünleri yetiştiriciliği için kullanılabilen su ve sanayi suyu kaynağıdır [9].

Tablo 3. Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite parametreleri [9]

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları		
	I (Çok İyi)	II (İyi)	III (Orta)
Elektriksel iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	< 400	1000	>1000
Çözünmüş oksijen ($\text{mg O}_2/\text{L}$)	>8	6	<6
Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI_5) (mg/L)	<4	8	>8
Orto-Fosfat Fosforu ($\text{mg O- PO}_4\text{-P}/\text{L}$)	<0.05	0.16	>0.16
Nitrat azotu ($\text{mg NO}_3^-/\text{N}/\text{L}$)	<3	10	>10
Amonyum azotu ($\text{mg NH}_4^+/\text{N}/\text{L}$)	<0.2	1	>1

2.4 İstatistiksel analizler

İstasyonlara ve mevsimlere göre, fizikokimyasal parametrelerin anlamlı farklılık gösterip göstermediği One-Way ANOVA varyans analizi ile, farklılıkların kaynağı ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Önem düzeyi $p < 0.05$ olarak seçilmiştir. SPSS 25.0 paket programı ile istatistiksel analizler yapılmıştır [23].

3. Bulgular

Araştırma süresince Karpuz Çayı'nda belirlenen 10 istasyondan alınan su örneklerinin analiz edilmesiyle elde edilen verilerin istasyonlara ve mevsimlere göre değişimleri Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Fizikokimyasal parametrelerin aylara göre değişimleri ve ortalama değerleri

		O ₂ (mg/l)	°C	pH	Cl ⁻ (mg/l)	E.C (µS/cm)	BOİ ₅ (mgO ₂ /l)	NH ₄ ⁺ -N (mg/l)	NO ₂ ⁻ -N (mg/l)	NO ₃ ⁻ -N (mg/l)	PO ₄ ⁻ -P (mg/l)
1. ist	Kış	8.45	12.9	8.25	8.6	371	0.65	0.05	<0.01	0.02	<0.05
	İlkbahar	7.58	13.2	8.78	16.2	443	0.78	0.08	<0.01	0.12	<0.05
	Yaz	7.46	15	8.1	6.8	376	0.46	0.05	<0.01	0.03	<0.05
	Sonbahar	7.35	22.4	7.95	10.1	402	0.52	0.05	<0.01	0.24	<0.05
	Ortalama	7.71 ±0.5 _c	15.9 ±4.44 _a	8.27 ±0.36 ^b	10.43 ±4.07 _a	398 ±32.93 ^a	0.6 ±0.14 ^{ab}	0.06 ±0.01	<0.01	0.1 ±0.14 ^a	<0.05
2. ist	Kış	8.25	13.1	8.4	10.2	446	0.85	0.06	<0.01	0.06	<0.05
	İlkbahar	7.45	13.4	8.15	4.75	374	0.75	ALA (<0.05)	<0.01	0.08	<0.05
	Yaz	7.19	16.1	8.01	4.25	360	0.52	0.08	<0.01	0.05	<0.05
	Sonbahar	7.16	25.9	8.15	11.25	432	0.65	0.06	<0.01	0.2	<0.05
	Ortalama	7.51 ±0.5 _{0bc}	17.1 ±6.00 _a	8.18 ±0.16 ^{ab}	7.61 ±3.62 ^a	403 ±42.34 ^a	0.69 ±0.14 ^{abc}	0.06 ±0.01	<0.01	0.1 ±0.10 ^a	<0.05
3. ist	Kış	7.55	13.2	8.35	12.1	440	0.85	0.05	<0.01	ALA (<0.01)	<0.05
	İlkbahar	7.35	13.6	8.16	5.2	366	0.35	ALA (<0.05)	<0.01	0.04	<0.05
	Yaz	6.88	17.6	8.1	5.3	374	0.55	0.06	<0.01	0.05	<0.05
	Sonbahar	6.55	26.4	8.1	8.6	370	0.3	0.05	<0.01	0.05	<0.05
	Ortalama	7.08 ±0.4 _{5ab}	17.7 ±6.3 ^a	8.18 ±0.11 ^{ab}	7.8 ±3.27 ^a	387.5 ±35.15 ^a	0.51 ±0.24 ^{ab}	0.05	<0.01	0.04 ^a	<0.05
4. ist	Kış	7.75	13.8	8.2	13.6	420	1.1	0.06	<0.01	0.07	<0.05
	İlkbahar	7.45	14.6	8.33	10.6	456	0.55	0.07	<0.01	0.07	<0.05
	Yaz	7.39	18.1	8.08	4.45	332	0.65	0.05	<0.01	0.04	<0.05
	Sonbahar	7.05	26.6	7.95	12.8	474	0.75	0.15	<0.01	0.15	<0.05
	Ortalama	7.41 ±0.2 _{8abc}	18.3 ±5.85 _a	8.14 ±0.16 ^{ab}	10.36 ±4.14 ^a	420.5 ±63.12 ^a	0.76 ±0.23 ^{bc}	0.08 ±0.04	<0.01	0.08 ±0.07 ^a	<0.05
5. ist	Kış	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	İlkbahar	7.35	14.6	8.22	12.2	425	0.75	0.08	<0.01	0.05	<0.05
	Yaz	6.85	18.8	8.05	8.25	355	0.62	0.05	<0.01	0.24	<0.05
	Sonbahar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ortalama	7.1 ±0.3 _{5ab}	16.7 ±2.96 _a	8.14 ±0.12 ^{ab}	10.23 ±2.79 ^a	390 ±49.49 ^a	0.69 ±0.09 ^{abc}	0.07 ±0.01	<0.01	0.15 ±0.13 ^a	<0.05
6. ist	Kış	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	İlkbahar	7.35	13.4	8.1	7.35	335	0.35	0.05	<0.01	0.05	<0.05
	Yaz	7.2	18.6	8.24	9.51	405 ^a	0.48	0.05	<0.01	0.05	<0.05

	Sonbahar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ortalama	7.28 ±0.1 abc	16 ±3.67 a	8.17 ±0.09 ^{ab}	8.43 ±1.52	370 ±49.49	0.42 ±0.09 ^a	0.05 ±0.0	<0.01	0.05 ±0.0 ^a	<0.05
7. ist	Kış	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	İlkbahar	7.45	13.8	8.05	6.7	348	0.44	0.06	<0.01	0.05	<0.05
	Yaz	7.12	19.2	8.25	9.65	415	0.58	0.07	<0.01	0.07	<0.05
	Sonbahar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ortalama	7.29 ±0.2 3 ^{abc}	16.5 ±3.81 a	8.15 ±0.41 ^{ab}	8.18 ±2.08 ^a	381.5 ±47.37 ^a	0.51 ±0.09 ^{ab}	0.07 ±0.01	<0.01	0.06 ±0.01 ^a	<0.05
8. ist	Kış	7.25	14.2	8.05	13.35	405	1.15	0.07	<0.01	0.09	<0.05
	İlkbahar	7.2	15.1	8.08	13.45	403	0.95	0.18	<0.01	0.18	<0.05
	Yaz	6.95	20.4	8.21	14.55	435	1.25	0.15	<0.01	0.25	<0.05
	Sonbahar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ortalama	7.13 ±0.1 6 ^{abc}	16.6 ±3.35 a	8.11 ±0.08 ^{aa} b	13.78 ±0.66 ^a	414.3 ±17.92 ^a b	1.12 ±0.15 ^d	0.13 ±0.05	<0.01	0.17 ±0.04 ^a	<0.05
9. ist	Kış	7.42	14.4	7.8	15.2	480	1.05	0.15	<0.01	0.29	<0.05
	İlkbahar	6.9	15.2	8.04	10.16	420	0.85	0.08	<0.01	0.2	<0.05
	Yaz	6.6	20.6	8.23	40.4	515	0.8	0.12	<0.01	0.35	<0.05
	Sonbahar	6.45	28.6	7.74	20.6	496	1.2	0.18	<0.01	0.38	<0.05
	Ortalama	6.84 ±0.4 2 ^a	19.7 ±6.54 a	7.95 ±0.22 ^a	21.59 ±13.24 a	477.8 ±41.07 ^b	0.98 ±0.18 ^{cd}	0.13 ±0.04	<0.01	0.31 ±0.02 ^b	<0.05
10. ist	Kış	7.35	15.6	7.65	65.4	625	1.2	0.15	<0.01	0.5	<0.05
	İlkbahar	7.3	16.3	8.12	18.4	520	0.85	0.18	<0.01	0.3	<0.05
	Yaz	6.75	18.4	8.03	68.6	660	0.7	0.15	<0.01	0.25	<0.05
	Sonbahar	6.45	29.2	7.95	90.2	720	1.5	0.22	<0.01	0.65	<0.05
	Ortalama	6.96 ±0.4 3 ^{ab}	19.9 ±6.32 a	7.94 ±0.2 ^a	60.65 ±30.24 b	631.3 ±83.90 ^c	1.06 ±0.350.03 d	0.18 ±0.04	<0.01	0.43 ±0.28 ^b	<0.05

ALA: Analiz Limitlerinin Altında

*Aynı sütundaki farklı harfler, istasyonlar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0.05)

Ortalama su sıcaklığı değerleri 15.9 °C (1. istasyon) ve 19.9 °C (10. istasyon) arasında değişim göstermiştir. Akış hızının oldukça az olması ve nehir ağzı bölgesinde yer almasından dolayı Karpuz Çayı'nın en sıcak bölümünü 10. istasyon oluşturmaktadır. İstatistiki olarak bu parametre istasyonlar arasında farklılık göstermezken, mevsimsel farklılıklar bulunmuştur (p<0.05).

Akarsu boyunca pH değeri 8'e yakın ve 8'in üzerindeki değer aralıklarında seyrettiği ve akarsuyun hafif bazik özellikte olduğu gözlenmiştir. Ortalama pH değerleri tüm istasyonlarda birbirine yakın olmakla beraber, en düşük 7.94 değeri ile 10. istasyonda, en yüksek 8.27 değeri ile 1. istasyonda ölçülmüştür. Bu parametre mevsimsel açıdan farklılık göstermezken, istasyonlar arasında farklılık bulunmuştur. 9. ve 10. istasyonlar, diğer istasyonlardan farklı bir grupta yer almıştır (p<0.05).

Çözünmüş oksijen değerleri istasyonlara ve mevsimlere göre istatistiki olarak farklılık göstermiştir ($p<0.05$). Ortalama değerler 6.84 mg/l (9. istasyon) ve 7.71 mg/l (1. istasyon) arasında saptanmıştır.

Ortalama elektriksel iletkenlik değerleri 370 (6. istasyon)- 631.3 (10. istasyon) $\mu\text{S/cm}$ arasında değişim göstermektedir. EC değerleri istasyonlara göre farklılıklar gösterirken ($p<0.05$), mevsimler açısından farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$). Denize yakın bölgelerden seçilen istasyonlar (9. ve 10. istasyon), diğer istasyonlardan anlamlı derecede farklı bulunmuştur.

İstasyonlarda ortalama klorür iyonu değerlerinin 7.61 (2. istasyon)- 60.65 (10. istasyon) mg/l arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. En düşük değer yaz mevsiminde 2. istasyonda (4.25 mg/l), en yüksek değer ise 10. istasyonda (90.20 mg/l) sonbahar mevsiminde ölçülmüştür. İstatistiki olarak mevsimsel olarak bir farklılık belirlenmemiştir. İstasyonlar arasında ise 10. istasyon diğerlerinden istatistiki olarak anlamlı farklılık göstermiştir ($p<0.05$).

Çalışma süresince ölçülen ortalama nitrat azotu değerleri 0.04 mg/l (3. istasyon) ve 0.43 mg/l (10. istasyon) arasında saptanmıştır. Bu parametre mevsimsel olarak istatistiki bir farklılık göstermezken, istasyonlara göre anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. 9. ve 10. istasyonlar, diğerlerinden farklıdır ($p<0.05$).

Amonyum azotu değerlerinin ALA ile 0.22 mg/l arasında değişim gösterdiği (ALA= <0.05 mg/l), nitrit azotunun ise tüm istasyonlarda ve tüm mevsimlerde analiz limitlerinin altında olduğu belirlenmiştir (ALA= <0.01 mg/l).

Ölçülen orto-fosfat miktarı, tüm istasyonlarda ve tüm mevsimlerde analiz limitlerinin altında kalmıştır (ALA= <0.05 mg/l).

Bu üç parametre ölçümlerin birçoğunda analiz limitlerinin altında kaldığı için, istatistiki değerlendirmeye alınamamıştır.

Biyolojik oksijen ihtiyacının en düşük değeri 3. istasyonda sonbaharda (0.30 mgO₂/l), en yüksek değeri ise yine sonbahar mevsiminde 10. istasyonda (1.50 mgO₂/l) ölçülmüştür. Bu parametre mevsimsel açıdan farklılık göstermezken, istasyonlar arası anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$) (Tablo 4).

Klee [6]'nin metoduna göre yapılan değerlendirmede göre ilk dokuz istasyonun kirlenmemiş (oligosaprob) su kalitesi sınıfına, nehir ağzı bölgesinde yer alan son istasyonun az kirlenmiş (oligo-betamesosaprob) sınıfına dahil olduğu belirlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Klee [6]'nin metoduna göre belirlenen su kalitesi sınıfları

1. istasyon	I Kirlenmemiş (Oligosaprob)
2. istasyon	I Kirlenmemiş (Oligosaprob)
3. istasyon	I Kirlenmemiş (Oligosaprob)
4. istasyon	I Kirlenmemiş (Oligosaprob)

5. istasyon	I Kirlenmemiş (Oligosaprob)
6. istasyon	I Kirlenmemiş (Oligosaprob)
7. istasyon	I Kirlenmemiş (Oligosaprob)
8. istasyon	I Kirlenmemiş (Oligosaprob)
9. istasyon	I Kirlenmemiş (Oligosaprob)
10. istasyon	I-II Az Kirlenmiş (Oligo-Betamesosaprob)

Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre belirlenen su kalitesi sınıfları ise Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. YSKY' ne göre belirlenen su kalite sınıfları [9]

	O ₂	E.C	BOİ ₅	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P
1. ist.	II	I	I	I	I	I
2. ist.	II	II	I	I	I	I
3. ist.	II	I	I	I	I	I
4. ist.	II	II	I	I	I	I
5. ist.	II	I	I	I	I	I
6. ist.	II	I	I	I	I	I
7. ist.	II	I	I	I	I	I
8. ist.	II	II	I	I	I	I
9. ist.	II	II	I	I	I	I
10. ist.	II	II	I	I	I	I

4. Sonuç ve Yorum

Bu çalışma, Karpuz Çayı'nın su kalitesinin fizikokimyasal yönden belirlenmesi amacıyla Aralık 2012- Eylül 2013 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

Sıcaklık, sucul ekosistemlerde değerlendirilen önemli parametrelerden biridir. Atmosferik koşullar, akış hızı, sediment yapısı, rakım, vejetasyon özellikleri gibi birçok faktör akarsuyun su sıcaklığını etkilemektedir [24]. Bu çalışmada en düşük değerlerin 1. istasyonda, en yüksek değerlerin ise mansaptaki 10. istasyonda ölçüldüğü görülmektedir. 1. istasyonun sıcaklık değerlerinin düşük olmasında kaynağa yakın olması, eğimin ve rakımın diğer istasyonlara göre fazla olması etkili olmuştur. Suyun çıkış yaptığı bölgeden denize döküldüğü noktaya doğru akarsu yatağının genişlemesi ve suyun akışındaki yavaşlamalar nedeniyle akarsuyun su sıcaklığında artış gözlenmiştir [25, 26].

En yüksek çözülmüş oksijen miktarı 1. istasyonda, en düşük çözülmüş oksijen miktarı 9. ve 10. istasyonlarda ölçülmüştür. Sıcaklık ile çözülmüş oksijen ters orantılı olduğundan kaynağa en yakın istasyon olan 1. istasyonda sıcaklığın düşük, çözülmüş oksijen değerinin ise yüksek çıkması beklenen bir durumdur. Akarsuların üst kısımlarının oksijen içeriği, düşük sıcaklık ve türbülans nedeniyle yüksektir [27]. Çözülmüş oksijen değerinin düşük olduğu istasyonlardan biri olan 9. istasyon genel olarak durgun su özelliği taşımaktadır ve akıntıyla suyun havalanması çok fazla mümkün olmamaktadır. Nehir ağzında bulunan 10. istasyonda ise su miktarı diğer istasyonlara göre nispeten daha az miktardadır ve bu istasyonda akıntı hızı oldukça yavaşlamış durumdadır. Akarsuyun

alt bölgelerinde akış hızı yavaşlar ve sucul vejetasyon artış gösterir. Bu kısımlarda organik çürüme nedeni ile oksijen içeriğinde azalma görülür [25]. Sulardaki kirlilik arttıkça yani organik madde girdisi fazla olunca, ortamdaki çözülmüş oksijen miktarı da azalmaya başlar [27]. Karpuz Çayı çözülmüş oksijen miktarı bakımından Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği [7]'ne göre II. su kalite sınıfına girmektedir. Ayrıca, sudaki çözülmüş oksijen değeri 0.5-1 mg/l'nin altına düştüğünde sudaki canlı yaşamı durur [27]. Özellikle 4 mg/l çözülmüş oksijen değerinin altındaki değerler, sudaki çoğu canlı için tehlikelidir [28]. Bu bağlamda ölçülen değerler incelendiğinde, canlı yaşamı için herhangi bir tehlike içermediği görülmektedir.

Sucul ekosistemlerde canlılığın devamı için olması gereken pH değeri aralığı 6.0-8.5 değeridir [29]. Kirlenmemiş suların pH aralığı ise 6.5-8.5 arasındadır [30]. Ölçüm değerlerine göre Karpuz Çayı'nda hiçbir istasyonda pH canlı yaşamını tehdit edici değerlerde değildir. Denizel etki nedeniyle değişen pH değerleri, 9. ve 10. istasyonda anlamlı farklılık göstermiştir ($p < 0.05$).

Elektriksel iletkenlik değerleri çözülmüş organik maddelerin miktarına göre değişim gösterebilir. Sıcaklığın ve sudaki iyonların derişimi arttıkça elektriksel iletkenlik de artar [30]. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Kriterlerine [7] göre çalışma alanı, bu parametre bakımından I (çok iyi) ve II (iyi) su kalite sınıfına dahildir. Balık ve makrozoobentik omurgasızların yaşayabileceği sular için uygun olan elektriksel iletkenlik aralığı 150 ile 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ şeklindedir ve bunun dışındaki değerler bu canlılar için uygun değildir. Çalışma süresi boyunca ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri canlı yaşamı için oldukça uygundur. Karpuz Çayı'nda nehir ağzı bölgesindeki 10. istasyonda en yüksek EC değerleri ölçülmüştür. Benzer şekilde, nehir ağzı bölgelerinde gerçekleştirilen çeşitli çalışmalarda denizin etkisi nedeniyle EC değerlerinde artış olduğu görülmektedir [11, 26, 31].

Klorür iyonu neredeyse bütün sucul ekosistemlerde bulunmakla birlikte, denizel etkiye maruz kalan sularda ve mineral tuz yataklarından süzülen sularda artış gösterir. Bunun sebebi, deniz suyunda bulunan NaCl iyon konsantrasyonunun büyük bölümünün klorür iyonundan oluşmasıdır [32]. Seçilen 10 istasyonda ölçülen ortalama klorür iyonu 2. istasyonda 7.61 mg/l ile en düşük değer olurken, en yüksek değer 10. istasyonda 60.65 mg/l olarak belirlenmiştir. Nehir ağzı bölgesinde bulunan ve deniz suyundan en fazla etkilenen 10. istasyonda klorür iyonu değeri en fazla buharlaşmanın etkisinin en fazla görüldüğü sonbahar mevsiminde 90.20 mg/l olarak ölçülmüştür. Bu istasyon istatistiki olarak da diğer istasyonlardan farklılık göstermiştir ($p < 0.05$). Karpuz Çayı ölçülen klorür iyonu miktarı bakımından Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği [7]'ne göre I. su kalite sınıfına girmektedir.

Suların yakın zamanda kirlendiğini gösteren en önemli göstergelerden biri amonyum azotunun ani olarak artışıdır [33]. Amonyum miktarı, bol oksijenli temiz sularda oldukça düşüktür. Amonyum miktarını artıran çeşitli etmenler vardır. Bunlardan bazıları organik gübre veya inorganik amonyum kaynaklı kimyasal gübreleme, evsel ve endüstriyel olarak kirlenmiş suların sucul ekosistemlere boşaltılması, organik maddelerin çürümesi olarak sıralanabilir [34]. Bu çalışmada, amonyum azotu ortalama değerleri < 0.05 mg/l ile 0,18 mg/l arasında ölçülmüştür. Bu parametre bakımından Karpuz Çayı, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği [7]'ne göre I. kalite sınıfına girmektedir.

Nitrit, sularda amonyak ile nitrat arasındaki geçiş formudur. Oksidasyon sonucu oluştuğu için sularda çözülmüş oksijen miktarının azalmasına neden olmaktadır [35]. Karpuz Çayı'nda yapılan tüm ölçümlerde nitrit azotu analiz limitlerinin altında saptanmıştır ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği [7]'ne göre I. kalite sınıfına girmektedir.

Nitrat, azotun akarsularda en sıklıkla karşılaşılan formudur. Temiz sularda oldukça düşük miktarlarda bulunurken, yağışın fazla olduğu zamanlarda veya sucul ortam organik kirlenmeye maruz kaldığında nitrat miktarının ciddi bir artış gösterdiği bilinmektedir [24]. Çalışma süresi boyunca belirlenen 10 istasyonda ortalama nitrat azotunun değerleri <0.01 mg/l ile 0.43 mg/l arasında belirlenmiştir. Karpuz Çayı nitrat azotu miktarı bakımından Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği [7]'ne göre I. su kalite sınıfına girmektedir. İstatistiki olarak ise 9. ve 10. istasyon farklılık göstermiştir ($p < 0.05$). Bu farklılığın, nehir ağzı bölgesinde bulunan istasyonlarda besleyici tuzlar açısından daha verimli olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sucul ekosistemlerin fosfor miktarını özellikle zirai faaliyetler etkilemektedir. Gübreleme sıklığı ve tarımsal gübreleme metotları, hayvancılık faaliyetleri, bitki örtüsü, toprak yapısı önemli etkenlerdir. Bunlarla birlikte; atık su toplama ve arıtma sistemleri, nüfus yoğunluğu yüzeysel suların fosfor kaynaklarındandır [36]. Sucul ekosistemlerde fosforun artışı, alglerin çoğalmasına ve sularda koku-tat sorunlarına yol açabilir [37]. Karpuz Çayı'nda yapılan tüm arazi çalışmalarında orto-fosfat değeri ALA (analiz limitlerinin altında) ölçülmüştür (ALA= <0.05 mg/l). Yani çalışma alanında herhangi bir fosfor kirliliği söz konusu değildir.

BOİ₅, evsel ve endüstriyel suların kirlilik derecelerinin belirlenmesinde kullanılan bir testtir. Kirli suların sucul ortamlara deşarjı çözülmüş oksijen miktarını azaltırken, BOİ₅ yükünü artırır [4]. Birinci kalite bir suyun BOİ₅ değeri en fazla 4 mgO₂/l olmalıdır. Düşük BOİ₅ değerleri suyun temiz olduğunu ve mikroorganizmaların suda organik maddeyi kullanmadığını ifade eder [38]. Çalışma boyunca biyolojik oksijen ihtiyacı en yüksek 10. istasyonda 1.50 mgO₂/l olarak ölçülmüştür. Akarsu biyolojik oksijen ihtiyacı miktarı bakımından da Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği [7]'ne göre I. su kalite sınıfına girmektedir. İstatistiki olarak mevsimsel farklılıklar gözlenmezken ($p > 0.05$), istasyonlar arasında farklılıklar görülmüştür ($p < 0.05$). BOİ₅ değerlerinde belirlenen düşük değerler, akarsuyun çevresindeki yerleşim birimleri, tarımsal alanlar ve turistlik tesislere rağmen, henüz yoğun bir kirletici etkiye maruz kalmadığının göstergesi olarak düşünülebilir [31].

Klee [6]'ye göre akarsuyun su kalitesi değerlendirmesi yapıldığında, 10. istasyon az kirlenmiş (Oligo-betamesosaprob), diğer tüm istasyonlar kirlenmemiş (Oligosaprob) kalite sınıfına girmektedirler. 10. istasyonun nehir ağzı bölgesinde yer alması, su akışı ile birlikte diğer istasyonlardan kirlilik yükünün bu bölgeye taşınması ve su akışının diğer istasyonlara göre daha yavaş olması nedeniyle taşınan kirlilik yükünün çökmesinden dolayı diğer istasyonlara göre daha kirli olduğu tespit edilmiştir. Yerüstü Su kalitesi Yönetmeliği [7]'nde ise tüm parametreler ayrı ayrı değerlendirilmektedir. Buna göre akarsu su kalitesi I (çok iyi) ve II (iyi) kalite arasında değişim göstermiştir.

One-Way Anova sonuçları, analiz edilen parametreler arasında sadece sıcaklık ve oksijen değerlerinin mevsimsel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur ($p < 0.05$). İstasyonlar ise sıcaklık dışındaki tüm parametreler açısından farklılıklar göstermiş olup, nehrin alt kısmında ve üst kısmında yer alan istasyonların kendi

aralarında birbirine daha yakın olduğu belirlenmiştir. Bu durum, benzer ekolojik özelliklere sahip olmaları ile açıklanabilir.

Kalyoncu ve Güneş [39], Karpuz Çayı'nda yaptıkları çalışmada, akarsuyun su kalitesini Klee'nin metoduna göre değerlendirmişler ve kirlenmemiş (oligosaprob) karakterde olduğunu belirtmişlerdir. Kalyoncu ve Salur [20] ise, akarsuyun üst kısımlarının kirlenmemiş su sınıfında yer aldığını, nehir ağzı bölgesine yakın olan kısımlarda ise az kirlenmiş özellik gösterdiğini belirlemişlerdir.

Bu çalışma sonunda ise, Karpuz Çayının çevresindeki yerleşim bölgelerine ve tarımsal faaliyetlere rağmen yoğun bir kirletici tehdidi altında olmadığı belirlenmiştir. Ancak nehir ağzı bölgesinde yer alan son istasyonun su kalitesinde, denizel etki ve istasyon yakınlarındaki turistik tesisler nedeniyle yarım basamak olumsuz yönde sapma gözlenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde akarsuyun kirlenmemiş/az kirlenmiş su kalitesi sınıfında yer aldığı ve kirletici etkilerin canlı yaşamını olumsuz yönde etkileyebilecek düzeyde olmadığı belirlenmiştir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Ömer ERDOĞAN: Araştırma, Kaynak/Materyal/Malzeme Temini, Proje Yönetimi

Büşra KARAKAŞ: Araştırma, Doğrulama, Kaynak/Materyal/Malzeme Temini

Melek ZEYBEK YÜNLÜ: Araştırma, İnceleme ve Düzenleme, Denetim/Gözlem/Tavsiye

Destek ve Teşekkür Beyanı

"Bu çalışmanın yazarları olarak, 3321-YL1-12 No' lu Proje ile çalışmayı maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederiz."

Çatışma Beyanı

"Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir çatışma beyanımız bulunmadığını bildiririz."

Etik Kurul Onayı ve/veya Aydınlatılmış Onam Bilgileri

"Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir etik kurul onayı ve/veya aydınlatılmış onam bilgileri beyanımız bulunmadığını bildiririz."

Kaynakça

- [1] Z. Ayar, "Su kaynaklarının ekonomi politikası: (Türkiye örneği)," Doktora Tezi, İktisat Böl., Marmara Üniv., İstanbul, Türkiye, 2007.
- [2] V. Tüfekçi, H. Tüfekçi, E. Morkoç, L. Tolun, D. Karakaş, F. T. Karakoç, A. Olgun, ve C. Aydoğan, "Ömerli Baraj Gölünde Toksik Fitoplankton Türlerinin Tespiti ve Su Kalitesinin İyileştirilmesine Yönelik Çözüm Önerilerinin Belirlenmesi", Sonuç Raporu, 502 75 02, TÜBİTAK MAM Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Enstitüsü, Kocaeli, Türkiye, 2003, ss 9-105.
- [3] P. İzmiroğulları, "Ömerli Baraj Gölü'nde Mikrobiyolojik (*E.coli*) ve Kimyasal (Alüminyum, Demir, Kurşun ve Kadmiyum) Kirlilik Parametrelerinin Saptanması", Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Böl., Marmara Üniv., İstanbul, Türkiye, 2004.
- [4] A. Kocataş, *Ekoloji ve Çevre Biyolojisi*. İzmir: Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Ders Kitapları Serisi, 10. Baskı, 2008, 585 s.
- [5] S. Sekin, "Dünya Tatlı Su Rezervlerinin Coğrafi Dağılımı", *Marmara Coğrafya Dergisi*, 1, 247-256, 2013.
- [6] O. Klee, *Angewandte Hydrobiologie*. 2. neubearbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart- New York: Georg Thieme Verlag, 1991.
- [7] SKKY, *Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik*. Ankara: Resmi Gazete, 13 Şubat 2008, sayı: 26786, 2008.

- [8] Water Framework Directive, "Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy", Official Journal of the European Communities, 2000.
- [9] YSKY, *Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik*. Ankara: Resmi Gazete, 16 Haziran 2021, sayı: 31513, 2021.
- [10] A. Sukatar, B. Yorulmaz, D. Ayaz, ve M. Barlas, "Emiralem Deresi'nin (İzmir-Menemen) Bazı Fiziko-Kimyasal ve Biyolojik (Bentik Makroomurgasızlar) Özelliklerinin İncelenmesi," *SDÜFBED*, 10 (3), 328-333, 2006.
- [11] N. L. Çiçek ve Ö. O. Ertan, "Köprüçay Nehri (Antalya)'nın fiziko-kimyasal özelliklerine göre su kalitesinin belirlenmesi", *Ekoloji*, 21 (84), 54-65, 2012.
- [12] B. Yorulmaz, A. Sukatar, ve M. Barlas, "Comparative analysis of biotic indices for evaluation of water quality of Esen River in South-West Anatolia Turkey," *Fresen Environ Bull* 24 (1a), 188-194, 2015.
- [13] B. Verep, B. T. Ölmez ve C. Mutlu, "Salarha Havzası akarsularında bakteriyolojik ve yüzey aktif madde kirliliğinin incelenmesi," *JAES*, 4 (3), 565-574, 2019.
- [14] T. E. Yay, B. Özel, ve S. Tekin-Özan, "Ulupınar Çayı ve Olimpos Deresi (Antalya) Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere ve Epilitik Diyatomlara Göre Belirlenmesi," *MAKÜFEBED*, 10 (2), 111-124, 2019.
- [15] B. Yorulmaz ve A. Ertaş, "Water quality assessment of Selendi Stream and comparative performance of the indices based on benthic macroinvertebrates and physicochemical parameters," *Biologia*, 76 (9): 2599-2607, 2021.
- [16] A. Ertaş ve B. Yorulmaz, "Assessing water quality in the Kelebek Stream branch (Gediz River Basin, West Anatolia of Turkey) using physicochemical and macroinvertebrate-based indices," *Aquat. Res.*, 4 (3), 260-278, 2021.
- [17] A. Ertaş, B. Yorulmaz, ve A. Sukatar, "Comparative analysis of biotic indices for assessment of water quality of Balaban Stream in West Anatolia, Turkey", *Biologia*, 77 (3), 721-730, 2022.
- [18] A. Ertaş ve B. Yorulmaz, "Comparative Performance of the Indices Used for Bioassessment of Water Quality of Sangı Stream (West Anatolia, Turkey)," *Russ. J. Ecol.*, 53(4), 318-327, 2022.
- [19] Anonim, *Antalya İl Çevre Durum Raporu 2019*. Antalya: Antalya Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2020.
- [20] H. Kalyoncu ve A. Salur, "Odonata fauna of Alara and Karpuz streams and their relations with physicochemical variables", *Fresenius Environ. Bull.*, 27 (1), 187-195, 2018.
- [21] İ. Çiçek, N. Türkoğlu ve G. Gürgen, "Karpuz Çay Deltasının (Antalya Doğusu) Paleojeomorfolojisi", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 6 (1), 22-39, 2008.
- [22] APHA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th ed. Washington, DC, USA: American Public Health Association, 1998.
- [23] SPSS 25 (2021) SPSS for Windows, 21 May 2021 Chicago: SPSS IncE.
- [24] Toroğlu, S. Toroğlu, ve F. Alaeddinoğlu, "Aksu Çayı'nda (Kahramanmaraş) Akarsu Kirliliği", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 4 (1), 93-103, 2006.
- [25] J. Tanyolaç, *Limnoloji (Tatlısu Bilimi)*. 6. Baskı, Ankara: Hatiboğlu Yayınevi, 2011.
- [26] M. Zeybek, "Macroinvertebrate-based biotic indices for evaluating the water quality of Kargı Stream (Antalya, Turkey)", *Turk. J. Zool.*, 41(3), 476-486, 2017.
- [27] R. G. Wetzel, *Limnology*. 2nd ed. New York: Saunders College Publishing, Harcourt Brace College Publishers, 1983.
- [28] McNeely, R.N., V.P. Neimanis and L. Dwyer, 1979. Water Quality Source Book: A Guide to Water Quality Parameters. Inland Waters Directorate, Water Quality Branch Ottawa, Canada, 1979, pp. 88.
- [29] C. Goldman, A. J. Horn, *Limnology*. Tokyo: Mac Graw Hill International Book Company, 1983.
- [30] J. D. Hem, *Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water*. South Pickett: Department of the Interior, US Geological Survey, 1985.
- [31] M. Zeybek ve H. Kalyoncu, "Kargı Çayı (Antalya, Türkiye) su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere göre belirlenmesi", *Ege J Fas*, 33 (3), 223-231, 2016.
- [32] M. Barlas, "Akarsu Kirlenmesinin Biyolojik ve Kimyasal Yönden Değerlendirilmesi ve Kriterleri", *Doğu Anadolu Bölgesi I. ve II. Su Ürünleri Sempozyumu Kitabı*, Erzurum, 1995, 465-479.
- [33] N. E. Gümüş, ve C. Akköz, "Eber Gölü (Afyonkarahisar) su kalitesinin araştırılması", *J. Limnol. Fish. Res.*, 6 (2), 153-163, 2020.
- [34] Ö. Egemen, ve U. Sunlu, *Su Kalitesi*. İzmir: Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No: 14, Ege Üniv. Basımevi, 1996, 364 s.
- [35] M. D. Ertürk, "Acarlar Gölü'nde Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kirlenme Olaylarının Tespiti", Yüksek Lisans Tezi, Çevre Bilimleri, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 2005.
- [36] O. Uslu, ve A. Türkman, *Su Kirliliği ve Kontrolü*. İzmir: T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Eğitim Yayınları Dizisi 1, 1987, 364s.

- [37] Ç. Güler ve Z. Çobanoğlu, *Kimyasallar ve Çevre*. Ankara: Çevre sağlığı temel kaynak dizisi, 1997, ss. 13-15.
- [38] M. Dişli, F. Akkurt, ve A. Alıcılar, “Şanlıurfa Balıklı Göl Suyunun Bazı Kimyasal Parametrelerinin Mevsimlere Göre Değişiminin Değerlendirilmesi”, *J. Fac. Eng. Archit. Gazi Univ.*, 19 (3), 287-294, 2004.
- [39] H. Kalyoncu ve A. Güneş, “Plecoptera Fauna of Alara and Karpuz Streams and Determination of their Relationships with Water Quality”, *World Academy of Science, Engineering and Technology, Open Science Index 115, International Journal of Environmental and Ecological Engineering*, 10 (7), 784-791, 2016.