

## Bozçay Havzası Su Kalitesi Özelliklerinin Belirlenmesi ve Çevresel Baskılar Açısından Değerlendirilmesi

Selma AYZAN<sup>\*1</sup> , Nail ERDOĞAN<sup>2</sup> 

<sup>1,2</sup>TUBITAK Marmara Research Center, Environment and Cleaner Production Institute, 414470, Kocaeli, Türkiye

(Alınış / Received: 19.03.2021, Kabul / Accepted: 11.05.2021, Online Yayınlanma / Published Online: 15.08.2021)

### Anahtar Kelimeler

Bozçay Havzası,  
Coğrafi bilgi sistemleri,  
Fiziko-kimyasal,  
Parametreler,  
Biyolojik parametreler,  
Su kalitesi

**Özet:** Bu çalışmada, Burdur Gölü kapalı havzasının yıllık akışının yaklaşık %63'ünü sağlayan Bozçay'ın yüzeysel su kalitesinin belirlenmesi ve çevresel baskılar açısından değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Yüzeysel su kalitesi fiziko-kimyasal ve biyolojik parametreler açısından analiz edilmiş ve ilgili yönetmelikler ve standartlar kapsamında değerlendirilmiştir. Bu amaçla Bozçay üzerinde seçilen üç istasyon, Nisan 2014-Aralık 2014 dönemlerinde izlenmiş ve mevsimsel su kalitesi değişimleri incelenmiştir. Çalışma kapsamında yapılan izleme sonuçları Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (10.08.2016, RG: 29797) Ek 5, Tablo 2.'de yer alan konvansiyonel parametreler üzerinden değerlendirilmiştir. Seçilen istasyonlarda, pH, sıcaklık (T), elektriksel iletkenlik (Eİ), çözünmüş oksijen (ÇO), nitrat azotu (NO<sub>3</sub>-N), toplam azot (TN), fosfat fosforu (PO<sub>4</sub>-P), toplam fosfor (TP), toplam organik karbon (TOK), çözünmüş madde (ÇM) ve askıda katı madde (AKM) parametreleri analiz edilmiştir. Fiziko-kimyasal parametre ölçüm sonuçlarına göre IST-I'de ÇO ve TP parametreleri açısından III. Kalite sınıfı olarak belirlenirken, IST-II ve IST-III'te yalnızca iletkenlik parametresi açısından II. su kalitesi olarak belirlenmiştir. Fiziko-kimyasal parametre sonuçları, biyolojik izleme sonuçları ile karşılaştırılmış, söz konusu her üç istasyon da BMWP indeksine göre orta derecede ve çok kirlenmiş su kalitesine sahip olduğu görülmüştür.

## Water Quality Assessment and Determination of Environmental Pressures on Bozçay Basin

### Keywords

Bozçay Basin,  
Geographic information  
system,  
Physico-chemical,  
Parameters,  
Biological parameters,  
Water quality

**Abstract:** The object of this study is to determine the surface water quality of the Bozçay, which provides approximately 63% of the annual flow rate, and to evaluate it in terms of environmental pressures. Surface water quality was assessed in terms of physico-chemical and biological parameters and evaluated within the framework of the applicable regulations and standards. Three stations in the Bozçay were selected for this purpose and monitored during the period from April 2014 to December 2014. The monitoring results of the study have been evaluated over the conventional parameters in Table 2 of Annex 5 of the Surface Water Quality Regulation (10.08.2016, OG: 29797). pH, temperature (T), electrical conductivity (EC), dissolved oxygen (DO), nitrate nitrogen (NO<sub>3</sub>-N), total nitrogen (TN), phosphate phosphorus (PO<sub>4</sub>-P), total phosphorus (TP), total organic carbon (TOC), dissolved matter (DM) and suspended solids (SS) parameters were analyzed. According to the results at IST-I, water quality was determined as III. class in terms of DO and TP parameters, at IST-II and IST-III water quality was determined as II.class in terms of conductivity. The results of the parameters were correlated with the results of the biological monitoring at stations, and the BMWP index showed that the water quality was moderate and/or heavily polluted.

### 1. Giriş

Nüfusun hızla artması ve buna bağlı olarak tarımsal uygulamalar, endüstrileşme ve teknolojik gelişimler

gibi nedenlerle su ihtiyacı gün be gün artmakta su kaynakları ise zamanla azalmaktadır. Ayrıca su kaynaklarındaki kirlilik ve kaynak eksiliği problemleri giderek daha büyük sorunlar

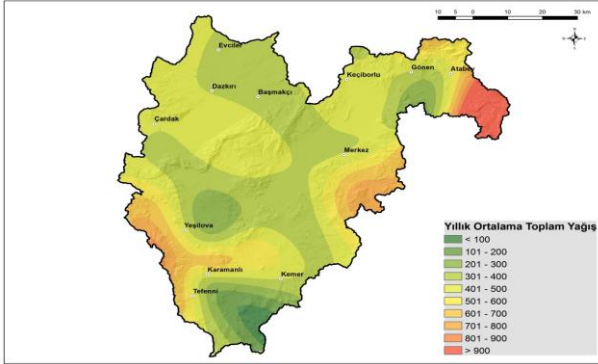
\*İlgili yazar: selma.ayaz@tubitak.gov.tr



ev sahipliği yapmasından dolayı statüsünün korunması da son derece önemli bir konudur [9]. Göl ekosisteminin iyileşmesi bölgedeki yağışa, gölü besleyen nehirlere, ekosisteme dâhil olan canlılara ve fiziko-kimyasal faktörlere bağlıdır [10]. Önemli endemik türlerin yaşadığı ve göçmen kuşların uğrak yeri olarak uluslararası RAMSAR alanı olarak korunmaya alınan Burdur Gölü güneybatıdan giriş yapan Bozçay ile birlikte birkaç derece beslenmektedir [11].

Güneyde bulunan Rahat Dağı'ndaki kaynaklardan başlayıp daha sonra Karamanlı Çayı ile karışıp, Kemer İlçesi'nin kuzeybatısından kuzeye doğru akmakta ve üzerine kurulan Karaçal Barajı'nı geçtikten sonra Burdur Gölü'ne dökülmektedir [26]. Bozçay'ın yıllık ortalama akım miktarı  $62,94 \text{ hm}^3$  uzunluğu ise  $85,4 \text{ km}$ 'dir [31]. Bozçay genel olarak karstik kaynaklardan beslenmektedir. Üzerinde inşa edilen Karaçal Barajı 2009 yılı sonbaharında su tutmaya başlamıştır. Yaklaşık  $5.000 \text{ ha}$  alanın sulamasını sağlayan Baraj Burdur Gölü seviyesinde belirgin bir düşüşe sebep olmuştur [12].

Bozçay Havzası'nın iklimi Akdeniz iklimi ile Karasal iklim arasında geçiş özeliği taşımaktadır. Yaz mevsimleri sıcak ve kurak, kış mevsimleri ise oldukça soğuk geçmektedir. Ortalama yağış miktarı 1971-2000 yılları meteoroloji verilerine göre  $508,7 \text{ mm}$ 'dir [29].



Şekil 2. Burdur havzası yıllık ortalama toplam yağış haritası

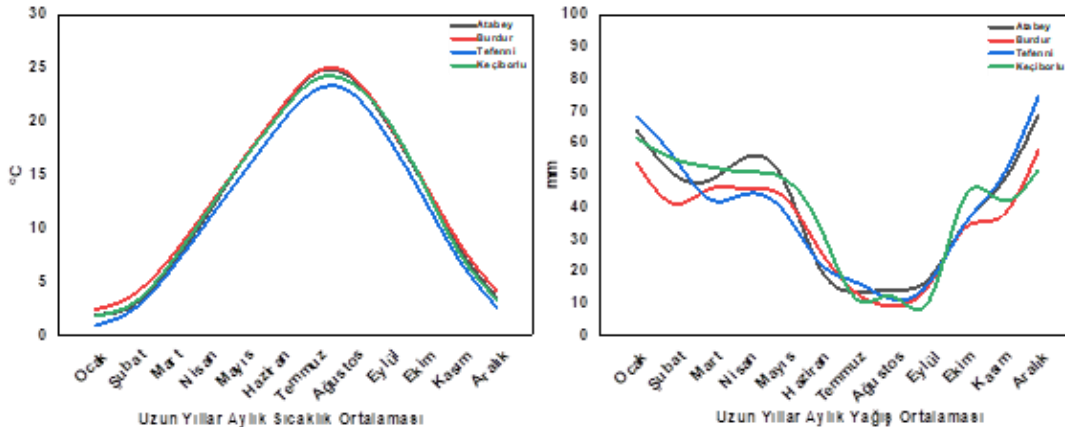
Burdur Merkez ilçesi ve Karamanlı ilçesi Bozçay Havzası içerisinde yer almaktadır. Havza, alan olarak Burdur Havzası'nın %25'ini oluşturmaktadır. Havzada yer alan Burdur Merkez ilçesi nüfusu 111.984, Karamanlı ilçesi nüfusu ise 7.982 kişidir [25]. Bozçay Havzası, yaklaşık 120.000 kişilik havza nüfusu ile Burdur Havzası'nın nüfus olarak %45'ini oluşturmaktadır.

Meteoroloji istasyonlarında sıcaklık ve yağış ölçümlerinin değerlendirilmesi için uzun yıllar meteorolojik veriler temin edilmiştir ve istasyonların ortalama 50 yıllık veri seti kullanılmıştır. Burdur Havzası'nda yer alan istasyonlardan alınan verilere göre yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin  $10^\circ\text{C}$  civarında olduğu görülmektedir. Ortalama sıcaklıklar bakımından hiçbir ayın ortalaması  $0^\circ\text{C}$ 'nin altına düşmemiştir. Havza sıcaklık bakımından Akdeniz ikliminden daha soğuktur. En yüksek sıcaklıklar temmuz ve ağustos aylarında, en düşük sıcaklıklar ise ocak aylarında görülmektedir. Sıcaklık bakımından istasyonlar arasında belirgin farklar olmadığı görülmüştür [30].

Ekim ayında başlayan Akdeniz'den gelen cephesel yağışlar nisan ayına kadar devam etmekte aralık ayında ise maksimum seviyeye çıkmaktadır. Bu miktar Akdeniz Bölgesi'nde bulunan istasyonlara göre çok düşüktür. Bunun nedeni, denizlerden gelen yağmur bulutlarının, havzayı güneyden çevreleyen dağları geçerek Anadolu'nun içlerine doğru gitmesidir. İlkbahar ve yaz aylarında ise bölgede konvektif yağışlar görülmektedir [34].

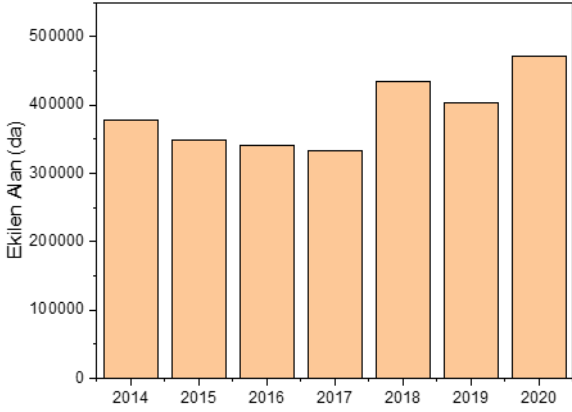
## 2.1. Baskılar

Havzadaki baskılar noktasal (kentsel ve endüstriyel) kaynaklı ve yayılı kaynaklı baskılar olarak incelenmiştir. Noktasal baskı olarak IST-I istasyonunun yer aldığı su kütlesinde Tefenni (10.697 kişi) ve Karamanlı (7.982 kişi) ilçelerinin kentsel deşarjları ve IST-III istasyonunun bulunduğu su kütlesinde ise Kemer ilçesi kentsel doğrudan deşarjları bulunmaktadır. Bozçay Havzası içerisinde önemli bir endüstriyel tesis bulunmamaktadır. Yayılı



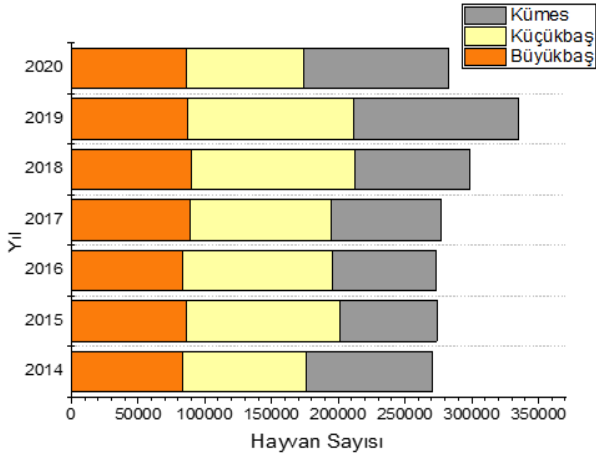
Şekil 3. Burdur havzası uzun yıllar sıcaklık ve yağış ortalamaları

kaynaklı baskılar ile ilgili veriler incelendiğinde; havzada yapılan tarımsal faaliyetler değerlendirildiğinde bölgede genel olarak tahıl üretimi yapılmaktadır ve tahıl üretimi tarım alanlarının %85'ini oluşturmaktadır. Havzadaki en önemli baskı unsurlarından biri olan tarımsal faaliyetler Şekil 4'te görüldüğü üzere son üç yılda artış göstermektedir.

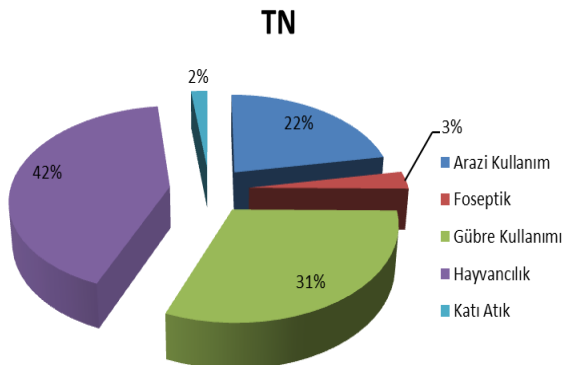


Şekil 4. Havzadaki ekilen tarım alanı [25]

TÜİK verilerine göre 2014 -2020 yılları arasında bölgede yetiştirilen büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanı yetiştiriciliği sayıları Şekil 5'te verilmiştir. Hayvancılık faaliyetleri yıllara bağlı olarak çok fazla bir değişim göstermemiş olsa da en önemli baskı unsurlarından biri olarak belirlenmiştir.



Şekil 5. 2014-2020 hayvan sayıları [25]



Şekil 6. Bozçay havzası yayılı TN ve TP yükleri

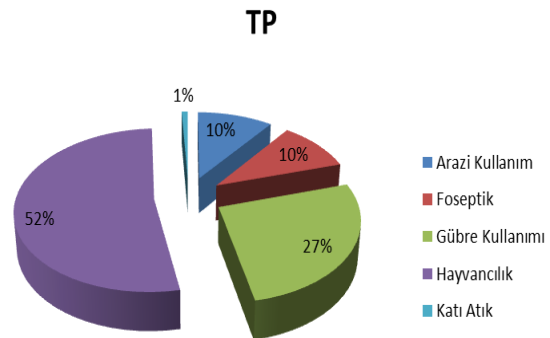
Bozçay Havzası noktasal ve yayılı kirlilik yükleri [13]'de verilen yöntem kullanılarak hesaplanmıştır. Bölgede noktasal kirliliğin tek kaynağı kentsel deşarjlar olup çalışma alanındaki toplam TN yükünün sadece %2'sini ve TP yükünün ise %7'sini oluşturmaktadır.

Yapılan hesaplamalar neticesinde, havzada en önemli baskının yayılı kaynaklı baskılar olduğu söylenebilir. Bölgedeki yayılı kaynaklı toplam azot yükünün %42'sini hayvancılık ve %31'ini tarımsal faaliyetler oluştururken, toplam fosfor yükünün %52'si hayvancılık ve %27'si tarımsal faaliyetler oluşturmaktadır. En önemli yayılı baskı unsurları, tarım ve hayvancılık faaliyetleri olarak belirlenmiştir (Şekil 6).

Tarımsal faaliyetlerin yanı sıra son yıllarda Karamanlı ve Burdur Merkez ilçesinde madencilik faaliyetleri de baskı unsuru olarak yer almakta ve kirliliğe sebep olmaktadır. 2017 yılında Burdur ilinde ilçelerin ruhsat defterlerine göre Maden İşletme sayılarının en çok olduğu bölgeler, 108 müessese ile Burdur Merkez (%26,3) ve 46 müessese ile Karamanlı (%11,2) ilçeleridir. Bu ilçelerdeki madencilik faaliyetleri ildeki faaliyetlerin %37,5'ini oluşturmaktadır. Söz konusu ilçelerdeki işletmeler ağırlıklı olarak mermer ocak ve işleme ile krom maden ocağı ve cevher zenginleştirme işletme ruhsatlarıdır [32]. Kontrolsüz şekilde yürütülen mermercilik faaliyetleri çevresel açıdan olumsuz etkilere neden olmaktadır. Madencilik faaliyetlerinden ötürü hem yüzey hem de yeraltı suları etkilenmektedir [14]. Ayrıca mermercilik faaliyetleri bölgenin ekolojik yapısını değiştirmekte, bitki çeşitliliğinin olumsuz etkilenmesine ve habitatta yaşayan canlılar için tehlikeye de sebep olmaktadır [15].

### 2.3. İzleme çalışmaları

Bozçay üzerinde belirlenmiş olan 3 adet istasyonda 2014 yılında 4 defa (mevsimsel) fiziko-kimyasal parametrelerin izlenmesi ve bir defa (yaz döneminde) seçilen biyolojik parametrelerin izleme çalışması gerçekleştirilmiştir [24]. İzleme yapılan istasyon bilgileri Tablo 1'de verilmektedir. Biyolojik izleme çalışması kapsamında nehir kalitesini



değerlendirmek üzere biyolojik parametre olarak makroomurgasızlar analiz edilerek değerlendirilmiştir.

**Tablo 1.** Bozçay örnek alınan istasyonlar

İstasyon kodu	Adı	Enlem*	Boylam*
IST-I	Sarı Dere	29°51' 49.800" E	37°19' 57.300" N
IST-II	Bozçay	29°57' 19.100" E	37°20' 35.500" N
IST-III	Bozçay	30° 4' 31.400" E	37°30' 52.200" N

## 2.4. Fiziko-kimyasal parametreler

Çalışmada; fiziko-kimyasal parametrelerden pH, sıcaklık, ÇO, TOK, AKM, TN, TP, PO<sub>4</sub>-P, NH<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N ve NH<sub>4</sub>-N parametreleri izlenmiştir. Her bir istasyondan alınan farklı hacim, koruma ve saklama koşullarında olan su örnekleri, Yer Üstü Suları, Yer Altı Suları ve Sedimentten Numune Alma ve Biyolojik Örneklem Tebliği'ne uygun olarak örneklenmiş ve muhafaza edilmiştir [35]. Tüm analizler, TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü'nde ISO 17025'e göre akreditasyona sahip laboratuvarlarında analiz edilmiştir. Proje kapsamında yapılan izleme çalışmalarında, numune alımı ve analizler için izlenen yöntemler, uluslararası standart yöntemlerdir. Analizler Tablo 2'de belirtilen cihaz ve yöntemlere göre yapılmıştır.

**Tablo 2.** İzlenen parametreler ve kullanılan yöntemler

Parametre	Yöntem	Tespit Limiti
pH	SM 4500 H+ B	-
İletkenlik	SM 2510 B	-
Çözünmüş O <sub>2</sub> (ÇO)	SM 4500 O, G	-
Amonyum azotu (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N)	SM 4500-NH <sub>3</sub> H	0,003 mg/L
Nitrit+Nitrat azotu (NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> -N)	SM 4500 NO <sub>3</sub> - : I	0,003 mg/L
Toplam Kjeldahl azotu (TKN)	SM-4500 N org.	0,15 mg/L
Toplam Fosfor (TP)	SM 4500 P: H	0,008 mg/L
Fosfat Fosfor (PO <sub>4</sub> -P)	SM 4500 P: H	0,008 mg/L

## 2.5. Biyolojik parametreler

Bölgede biyolojik izleme yöntemiyle su kalitesini ortaya çıkarmak için diğer Avrupa indeksleri ile de yüksek korelasyon gösteren ve uygulaması kolay olan

Biological Monitoring Working Party (BMWP) biyotik indeksi uygulanmıştır [16].

**Tablo 3.** BMWP skor aralıkları ve kategorileri

BMWP Skoru	Kategori	Sınıf
0 -10	Çok kötü su kalitesi	V
11 - 40	Kötü su kalitesi	IV
41 - 70	Orta derecede su kalitesi	III
71 - 100	İyi	II
> 100	Çok temiz	I

Bu çalışmada Bozçay'da izleme istasyonlarında tespit edilen makroomurgasızlar için BMWP sonuçları hesaplanmıştır. Her bir örnekleme noktasından prosedürlere uygun şekilde örnekleme ve teşhisleri yapılmış bireylerin BMWP skorları toplanarak hesaplanmıştır. Genelde >100 üzerinde olan değerler temiz su, <10 altında olan değerler kirli su olarak nitelendirilmekte olup BMWP skor aralıkları ve kategorileri Tablo 3.'te verilmiştir.

## 3. Bulgular

### 3.1. Fiziko-kimyasal parametrelerin değerlendirilmesi

Bu çalışmadaki değerlendirmeler, belirlenmiş olan istasyonlarda su kalite sınıfları, 4 dönem (mevsimlik) yapılan ölçümlerin aritmetik ortalama değerleri alınarak belirlenmiştir. İstasyonlara ait ölçülen fiziko-kimyasal parametrelerin analiz sonuçları Tablo 4'te verilmektedir.

Sıcaklık, su ortamında oluşan biyokimyasal reaksiyonların hızını ve gazların çözünürlüğünü özellikle oksijen miktarını etkilemesi açısından sucul yaşam için oldukça önemli bir parametredir. Ayrıca suda yaşayan canlıların yaşamsal faaliyetlerine de etki etmektedir [17]. Şekil 7(a)'da görüldüğü gibi sıcaklık parametresi mevsimsel olarak değişmektedir. En yüksek sıcaklık yaz ayı örneklemeinde 15-20 °C olarak ölçülürken en düşük sıcaklık kış ayı örneklemeinde 7-13 °C arasında ölçülmüştür.

pH sularında asidik ve bazik özelliğinin bir göstergesidir [18]. YSKY'ne göre 6-9 pH aralığına

**Tablo 4.** Bozçay'da ölçülen fiziko-kimyasal parametrelerin Analiz Sonuçları

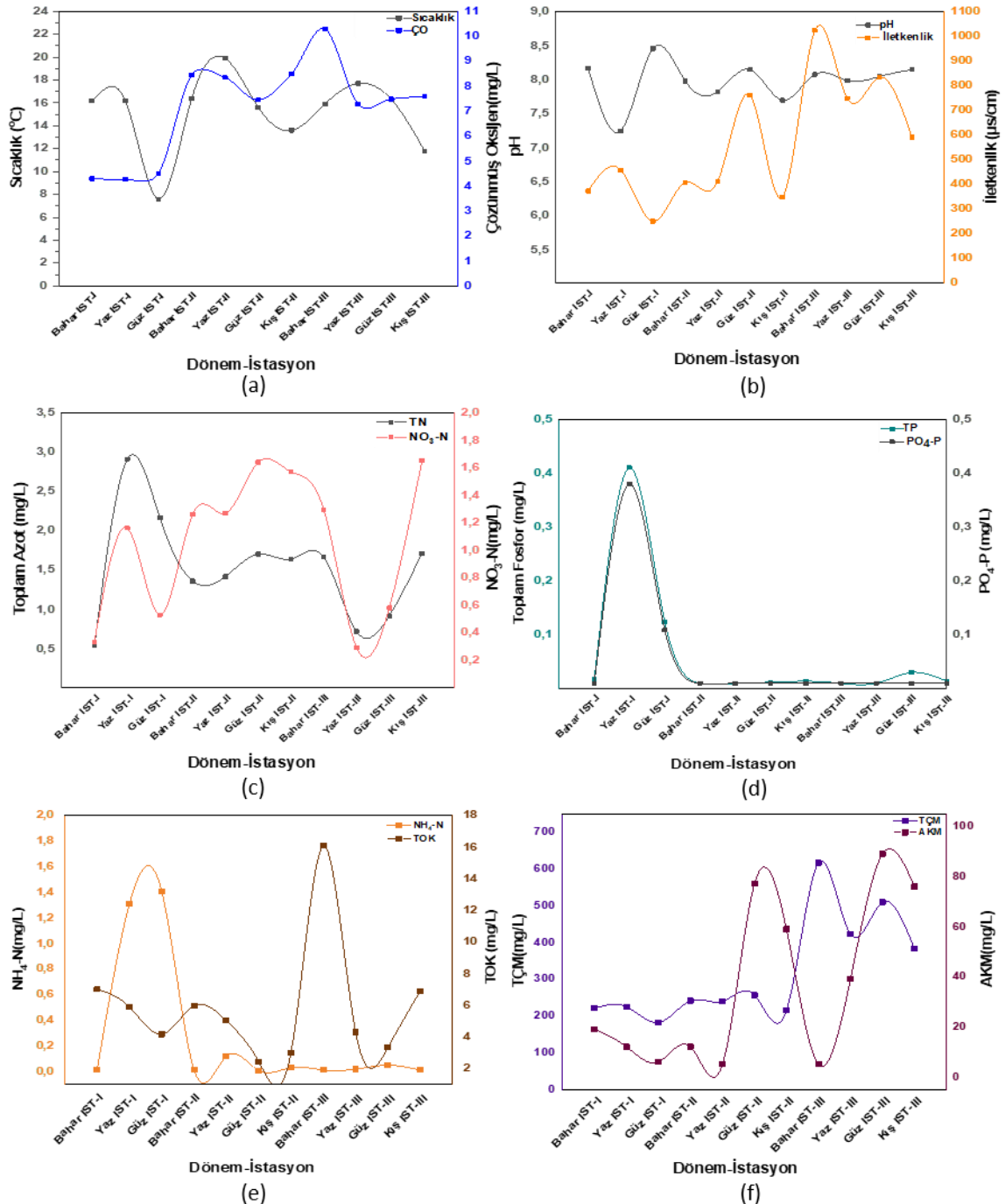
Parametre	Birim	Ölçüm Limiti	IST-I*			IST-II			IST-III				
			Bahar	Yaz	Kış	Bahar	Yaz	Güz	Kış	Bahar	Yaz	Güz	Kış
Sıcaklık	°C	--	16,20	16,20	7,60	16,40	19,90	15,60	14,00	15,90	18,00	16,00	11,80
pH	-	--	8,17	7,25	8,50	7,98	7,83	8,15	7,70	8,08	8,00	8,10	8,15
İletkenlik	µs/cm	--	374	459	251	409	414	761	348	1024	750	835	592
Çözünmüş Oksijen	mg/L	--	4,30	4,26	4,50	8,46	8,35	7,45	8,50	10,30	7,30	7,50	7,60
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	mg/L	0,01	0,02	1,31	1,40	0,01	0,12	<0,01	0,00	0,01	0,00	0,10	0,01
NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0,01	0,33	1,16	0,50	1,26	1,27	1,64	1,60	1,30	0,30	0,60	1,65
Toplam Fosfor	mg/L	0,01	0,02	0,41	0,10	<0,01	0,01	0,01	0,00	<0,01	0,00	0,00	0,01
Toplam Çözünmüş Madde	mg/L	--	221	225	182	241	240	257	215	617	423	510	383
Askıda Katı Madde	mg/L	5	19	12	6	12	5	772	59	5	39	89	76
TOK	mg/L	0,50	7,02	5,90	4,20	5,96	5,03	2,44	3,00	16,08	4,30	3,30	6,91
Toplam Azot	mg/L	0,01	0,54	2,91	2,20	1,36	1,42	1,70	1,60	1,67	0,70	0,90	1,71
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	mg/L	0,01	<0,01	0,38	0,10	<0,01	<0,01	<0,01	0,00	<0,01	0,00	0,00	<0,01

sahip sular I. Kalite su olarak tanımlanmaktadır. İstasyonlarda anlık olarak ölçülen pH değerlerine göre tüm istasyonlar su kalitesi açısından I. kalite su için verilen değer aralığında kaldığı (7,25-8,50) ve nötr ile hafif alkali karakterde olduğu söylenebilir (Şekil 7 (b)).

Mineral maddelerin ve çözülmüş tuzların etkisi ile oluşan elektriksel iletkenlik, ölçüm yapılan istasyonlar içinde en yüksek değer IST-II İstasyonunda bahar döneminde tespit edilmiştir (1024  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). En düşük elektriksel iletkenlik değeri ise IST-I İstasyonunda kış döneminde (490  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) belirlenmiştir. İletkenlik, kirliliğin yanı sıra jeolojik

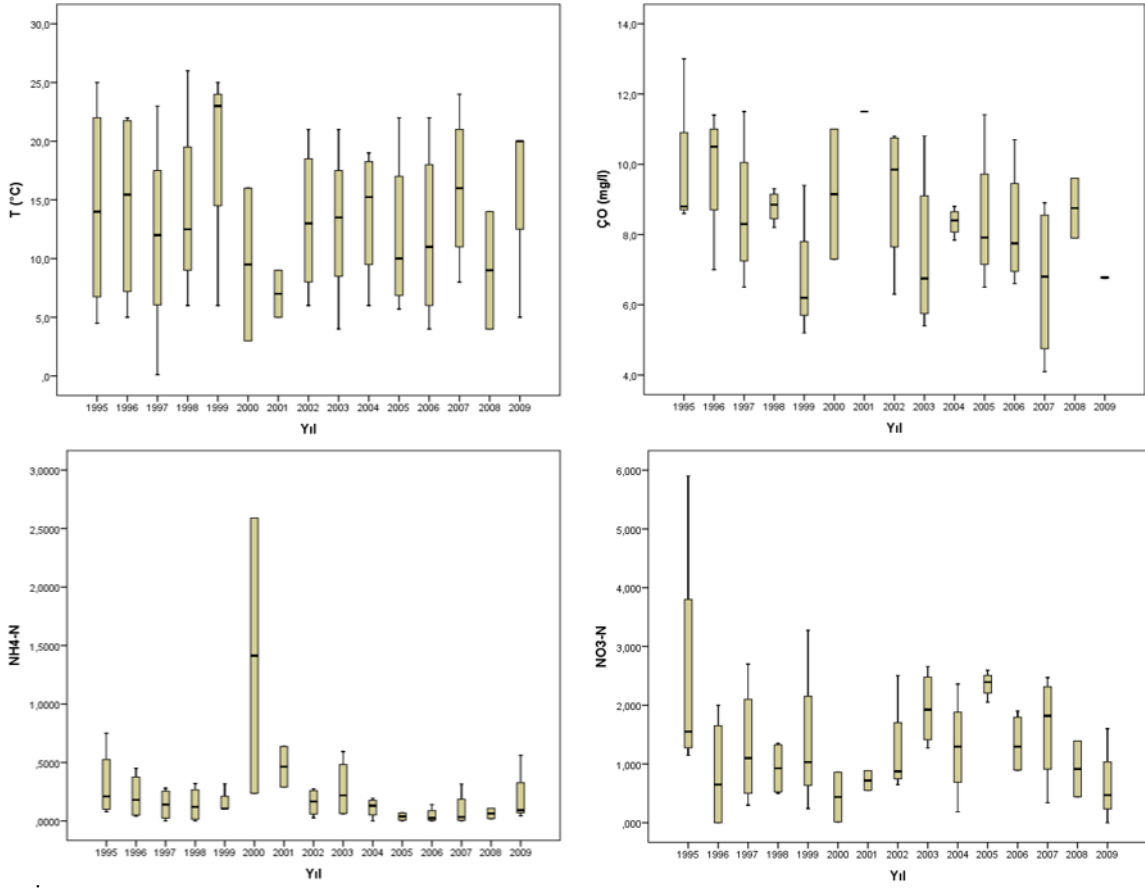
etkilere de bağlıdır [19]. İletkenlik değerlerinin yüksek değerinde çıkmasının jeolojik yapıdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü iletkenlik değerlerinde artış gözlenirken diğer parametreler I. kalite su sınıfı değerlerini ifade etmektedir. İletkenlik ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde IST-I istasyonu I. Kalite, IST-II ve IST-III istasyonu II. su kalite sınıfına girmiştir.

Çözülmüş oksijen ( $\text{ÇÖ}$ ) konsantrasyonu suyun kirlenme derecesi ve organik madde konsantrasyonu hakkında bilgi vermektedir [20].  $\text{ÇÖ}$  için IST-I istasyonunda (Sarıdere) ölçülen konsantrasyonun mevsimsel ortalaması 4,30 olup  $\text{ÇÖ}$  değerlerine göre



Şekil 7. Bazı parametrelerin mevsimsel izleme sonuçları (a) sıcaklık-çözünmüş oksijen, (b) iletkenlik-pH, (c) TN, NO<sub>3</sub>-N, (d) TP-PO<sub>4</sub>-P, (e) NH<sub>4</sub>-N-TOK, (f) TÇM-AKM





Şekil 9. DSİ Bozçay kalite gözlem istasyon veri değerlendirilmesi

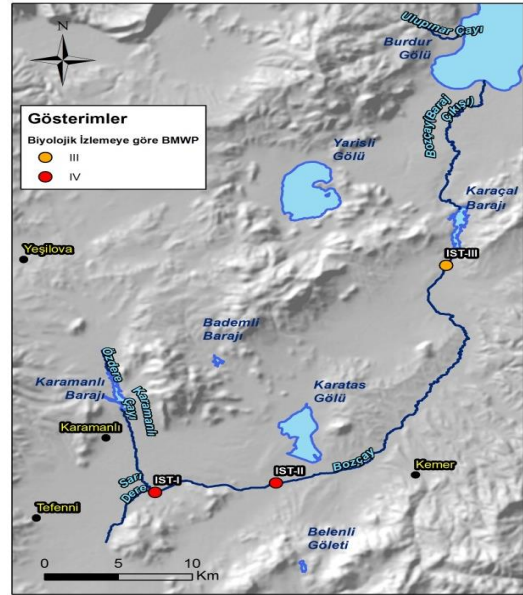
Sonuç olarak, DSİ istasyonuna ait 1993-2009 tüm mevsimsel veriler değerlendirilerek istasyonun su kalitesi amonyum azotu ve toplam fosfor açısından II. kalite su sınıfına sahip olduğu görülmüştür [27].

### 3.2. Biyolojik izleme sonuçlarının değerlendirilmesi

IST-I istasyonunda fiziko-kimyasal parametreler için nihai su kalite sınıfı ortalama değerler baz alınarak ÇO, TP, NH<sub>4</sub>-N ve orto fosfat fosforu'na göre III. kalite sınıfı, İletkenlik ve NH<sub>4</sub>-N'ye göre II. kalite ve diğer parametreler için ise I. kalite sınıfı olarak belirlenmiştir. Yaz döneminde bahar dönemine göre kirlilikte artış kaydedilmiştir (Tablo 2). Fiziko-kimyasal parametreler açısından III. kalite su sınıfı olarak belirlenmiş olan bu istasyon için biyolojik izlemede 9 takson belirlenmiş ve en baskın takson Chironomidae familyası olmuştur. Yapılan biyolojik kalite değerlendirmesine göre BMWP indeksinde IV. su kalite sınıfı olarak belirlenen istasyon orta derecede kirlenmiş akarsu bölümü yani en kirli sınıfın bir alt sınıfı olarak belirlenmiştir.

IST-II istasyonunda fiziko-kimyasal parametreler için nihai su kalite sınıfı ortalama İletkenlik parametresi ölçüm değerlerine göre II. Kalite olarak belirlenmiştir. Biyolojik izleme çalışmalarında 4 farklı takson belirlenmiş ve IST-I'de olduğu gibi en baskın takson Chironomidae familyası olmuş ve BMWP

indeksinde IV. su kalite sınıfı olan orta derecede kirlenmiş su kütlesi olarak belirlenmiştir.



Şekil 10. Biyolojik izleme çalışmaları için BMWP indeksine göre su kalite sınıfları

IST-III istasyonunda ise yine IST-II istasyonunda olduğu gibi yalnızca iletkenlik parametresi açısından II. kalite sınıfı olarak belirlenmiş, biyolojik izleme sonucu 9 farklı takson belirlenmiştir, baskın takson sınıfı Gammaridae familyası olup BMWP indeksine



göre ise III. su kalite sınıfı olduğu görülmüştür (Şekil 10).

Biyolojik parametreler açısından IST-I ve IST-II istasyonunun IV. Sınıf su kalitesi ve IST-III istasyonunun III. sınıf su kalitesi çıkmasının sebebi bu bölgede yer alan yerleşimlerin arıtılmaksızın doğrudan yapılan kentsel deşarjların su kütleleri üstünde yarattığı uzun dönemli baskı olduğu düşünülmektedir.

Burdur NHYP Projesi (2019) kapsamında yapılan biyolojik çalışmada Bozçay üzerinde aynı koordinata sahip istasyonlar kullanılmış ve su kalitesi tüm istasyonlar için makroomurgasız canlılar açısından III. sınıf (orta kalite) olarak tespit edilmiştir. Bozçay'ın Burdur Gölü'ne girmeden önce ise bir adet NHYP projesi kapsamında izlenen istasyon mevcuttur ve Burdur Gölü'ne girişi öncesi bu istasyonda yapılan biyolojik izleme sonucu su kütlelerinin III. Sınıf (zayıf kalitede) olduğu belirlenmiştir [33].

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Mevcut çalışma ile Burdur Gölü kapalı havzasının yıllık akışının yaklaşık %63'ünü sağlayan Bozçay Havzası'nın yüzeysel su kalitesi fiziko-kimyasal ve biyolojik parametreler açısından analiz edilmiş ve ilgili yönetmelikler ve standartlar kapsamında değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- IST-I fiziko-kimyasal parametreler açısından III. sınıf (orta kirlenmiş su), IST-II ve IST-III istasyonları ise II. sınıf (az kirlenmiş) su kalitesine sahip su kütleleri olarak tespit edilmiştir. Bozçay'da Burdur Gölü'ne dökülmeden önce DSİ tarafından izlenen istasyon verileri ile karşılaştırıldığında ise fiziko-kimyasal parametreler açısından akarsuyun benzer özellikler gösterdiği ve akarsu boyunca su kalitesi açısından büyük farklılık görülmediği belirlenmiştir.
- IST-I fiziko-kimyasal parametreler açısından III. sınıf, elde edilen BMWP değerlerine göre ise IV. kalite sınıfı olarak belirlenmiş ve bu su kütleleri çok kirlenmiş su kütleleri olarak tespit edilmiştir. IST-II istasyonu fiziko-kimyasal parametreler açısından II. sınıf su kalitesine sahip su kütleleri olarak belirlenmiş fakat BMWP indeksine göre IV. kalite sınıfı olan çok kirlenmiş su kütleleri sınıfına girmiştir. IST-III istasyonu ise fiziko-kimyasal parametreler açısından IST-II'de olduğu gibi II. sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiş fakat BMWP indeksine göre orta derecede kirlenmiş akarsu bölümünü ifade eden III. sınıf su kalitesine sahip su kütleleri olarak belirlenmiştir. Biyolojik parametreler açısından IST-I ve IST-II istasyonunun IV. Sınıf su kalitesi ve IST-III istasyonunun III. sınıf su kalitesi çıkmasının sebebi bu bölgede yer alan yerleşimlerin arıtılmaksızın doğrudan yapılan kentsel deşarjların su kütleleri

üstünde yarattığı uzun dönemli baskı olduğu düşünülmektedir.

Çalışmada sunulan sonuçlar ile Burdur Gölü kapalı havzasının yıllık akışının yaklaşık %63'ünü sağlayan Bozçay'ın yüzeysel su kalitesi değerlendirilmiş ve çevresel baskılar açısından incelenmiştir. Yapılan çalışmayla fiziko-kimyasal parametreler açısından hem mevsimsel veriler ve hem de uzun süreli veriler birlikte değerlendirilmiş, ayrıca biyolojik çalışmalar da dikkate alınarak Bozçay'ın yüzeysel su kalitesinin durumu ortaya konmuştur. Bu çalışmanın havzada çalışan ilgili araştırmacılar için bir yol haritası çizeceği umulmaktadır. Ayrıca izleme çalışmalarının sürekliliğinin esas olması, diğer taraftan da kirlenmeye neden olan unsurların karar vericiler ve uygulayıcılar tarafından bir an önce çözüme kavuşması sonucunda su kalitesinin iyi duruma ulaşması gerektiği düşünülmektedir.

#### Teşekkür

Mevcut çalışma, Mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığınca desteklenen ve TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü bünyesinde gerçekleştirilen Proje verilerinden türetilmiştir. Çalışmaya desteklerinden ötürü Su Yönetimi Genel Müdürlüğüne, veri temininden dolayı DSİ'ye, biyolojik çalışmalar için ilgili akademisyenlere, teknik destekleri için TÜBİTAK MAM Proje Ekibi, Laboratuvar Ekibi ve CBS Ekibine teşekkür ederiz.

#### Etik Beyanı

*Bu çalışmada, "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında uyulması gerekli tüm kurallara uyulduğunu, bahsi geçen yönergenin "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirinin gerçekleştirilmediğini taahhüt ederiz.*

#### Kaynakça

- [1] Firidin, E. 2015. Su sorununun, su hakkı ve su etiği çerçevesinde değerlendirilmesi. Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 7(2), 43-55.
- [2] Topal, M., Arslan Topal, E. I. 2015. Caro Deresi (Elazığ)' nin Fizikokimyasal Parametreler Açısından Su Kalitesinin Belirlenmesi. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 4(1), 43-53.
- [3] Taş, B. 2006. Derbent Baraj Gölü (Samsun) su kalitesinin incelenmesi. Ekoloji, 16, 6-15.
- [4] Uyanık, S., Cebe, A. 2017. AB Su Çerçeve Direktifi Kapsamında Biyolojik Kalite Unsurları ile Su Kalitesinin izlenmesi. Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 2(3), 64-72.
- [5] Enis, A., Dalkıran, N., Şükran, D. 2018. Akarsuların Biyolojik Su Kalitesinin

- Belirlenmesinde Bentik Makroomurgasızların Kullanımı, İklim Değişikliği ve Çevre, 3(1), 60-67.
- [6] Sukatar, A., Yorulmaz, B., Ayaz, D., Barlas, M. 2006. Emiralem Deresi'nin (İzmir-Menemen) bazı fiziko-kimyasal ve biyolojik (Bentik Makroomurgasızlar) özelliklerinin incelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(3), 328-333.
- [7] Çiçek, E., Birecikligil, S. 2015. Yüzeysel Sularda Su Kalitesinin Değerlendirmesi ve İzlenmesi için Biyolojik Bütünlük İndeksi: Balık İndekslerinin Kullanılması. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4(1), 45-56.
- [8] Yeniuyurt, C., Hemmami, M., Çağırkaya, S., Koopmanschap E. 2011. Türkiye'nin Ramsar Alanlarında Sulak Alan Yönetim Planları Değerlendirme Raporu. Doğa Derneği, Ankara, Türkiye.
- [9] Semiz, G. D., Akşit, C. 2013. Water quality, surface area, evaporation and precipitation of Lake Burdur. Journal of Food, Agriculture and Environment, 11, 751-753.
- [10] Hepdeniz, K. 2020. Determination of Burdur Lake's areal change in upcoming years using geographic information systems and the artificial neural network method. Arabian Journal of Geosciences, 13(21), 1-8.
- [11] Yarıcı, M. A., Yağbasan, Ö. 2018. Burdur Gölleri Havzası'nın Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı. TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu.
- [12] Ataol, M. 2010. Burdur Gölü'nde Seviye Değişimleri. Coğrafi Bilimler Dergisi, 8(1), 77-92.
- [13] Ayaz, S. Ç., Aktaş, Ö., Dağlı, S., Aydöner, C., Atasoy Aytış, E., Akça, L. 2013. Pollution loads and surface water quality in the Kızılırmak Basin, Turkey, Desalin. Desalination and Water Treatment, 51(7-9), 1533-1542.
- [14] Kaya, L. G., Yücedağ, C., Duruşkan, Ö. 2015. Burdur Gölü Havzasının Çevresel Açısından İrdelenmesi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6 (1), 6-10.
- [15] Özçelik, H., Çinbilgel, İ., Koca, A., Muca, B. 2014. Mermer Ocaklarının Burdur Florası Üzerine Etkileri. Ulusal Mermer ve Taş Ocakları Onarım Teknikleri Sempozyumu, 18-20.
- [16] Kazancı, N., Türkmen, G., Basören, Ö., Ekingen, P. 2016. TR-BMWP (Turkish-BMWP) biotic index. Review of Hydrobiology, 9(2), 147-151.
- [17] Uysal, R. A. 2011. Fırat Nehri üzerindeki barajların (Keban, Karakaya, Atatürk) bölgenin yağış ve sıcaklık değerlerine etkisi. Niğde Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 8s, Niğde.
- [18] Akın, M., Akın, G. 2007. Suyun Önemi, Türkiye'de Su Potansiyeli, Su Havzaları Ve Su Kirliliği. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 2, 105-118.
- [19] Temponeras, M., Kristiansen, J., Moustaka-Gouni, M. 2000. Seasonal variation in phytoplankton composition and physical-chemical features of the shallow Lake Doirani, Macedonia, Greece. *he Trophic Spectrum Revisited*, Springer, 109-122.
- [20] Ayhan, Ü., Çoban, F., Tunç, M. S. 2008. Hazar Gölü Su Kalitesinin Fiziksel Ve İnorganik Kimyasal Parametreler Açısından İncelenmesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23(1), 119-127.
- [21] Kıymaz, G. 2017. Su Kaynaklarının Kalite Modellemesi-Alaşehir Çayı Alt Havzası Akarsuları Su Kalitesi Modelleme Uygulaması. Uzmanlık Tezi, TC. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 145s, Ankara.
- [22] Maraslioglu, F., Soylu, E. N. 2017. Relationship of epilithic diatom communities to environmental variables in Yedikır Dam Lake (Amasya, Turkey). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 17(7), 1347-1356.
- [23] Şehnaz, Ş., Şener, E., Davraz, A., Varol, S. 2020. Hydrogeological and hydrochemical investigation in the Burdur Saline Lake Basin, southwest Turkey. Geochemistry, 80(4), 125592.
- [24] TÜBİTAK MAM, 2016. Türkiye'de Havza Bazında Hassas Alanların ve Su Kalitesi Hedeflerinin Belirlenmesi Projesi. Final Raporu, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- [25] Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/> (Erişim Tarihi: 27.02.2021).
- [26] TÜBİTAK MAM, 2010. Havza Koruma Eylem Planlarının Oluşturulması Projesi. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- [27] DSİ, 2009. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Kalite İzleme İstasyon Verileri.
- [28] YSKY, 2015. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği. Resmi Gazete Sayı:29327, 1-30.
- [29] SYGM, 2015. İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- [30] MGM, 2019. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Meteoroloji İzleme Verileri.
- [31] Burdur İli Çevre Durum Raporu, 2019. Burdur İl Çevre Müdürlüğü, 33-38s, Burdur.
- [32] Burdur İl Gelişim Planı ve Gelişim Stratejileri, 2019. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi (MAKÜ) ve Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı (BAKA), Detay Anatolia Akademik Yayıncılık.

- [33] Burdur Havzası Nehir Havzası Yönetim Planı, 2019. Stratejik Çevresel Değerlendirme Kapsam Belirleme Raporu (Taslak). Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.
- [34] Ölgen, K. 2010. Türkiye’de Yıllık ve Mevsimsel Yağış Değişkenliğinin Alansal Dağılımı. Ege Coğrafya Dergisi, 19, 85-95.
- [35] Anonim, 2015. Yer Üstü Suları, Yer Altı Suları ve Sedimentten Numune Alma Ve Biyolojik Örneklemeye Tebliği. Resmî Gazete:29274, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı.