



## Özel Çevre Koruma Bölgelerinde Su Kalite Değerlendirmesi: Belek (Antalya, Türkiye) Örneği

Şehnaz ŞENER<sup>1\*</sup> , Erhan ŞENER<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Su Enstitüsü, Çünür, TR-32260, Isparta, Türkiye

<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Uzaktan Algılama Merkezi, Çünür, TR-32260, Isparta, Türkiye

### Ö Z

Bu çalışmada Belek Özel Çevre Koruma Bölgesindeki yüzey ve yeraltısularının hidrojeokimyasal özellikleri, kullanılabilirlik durumu ve su kalitesi değerlendirilmiştir. Yeraltısularında genel olarak Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> ve Mg-Ca-HCO<sub>3</sub> su tipleri hakimdir. Bölgedeki derelerden alınan yüzey suyu örnekleri de benzer şekilde Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> ve Mg-Ca-HCO<sub>3</sub> su tipi özelliği taşımaktadır. Analiz sonuçlarına göre yeraltısuları Mg, NO<sub>3</sub> ve sertlik parametreleri bakımından; dereler ise NO<sub>3</sub> bakımından içme suyu olarak kullanıma uygun değildir. Su kalitesi değerlendirmeleri sonucunda bölgede yaygın olarak sürdürülen tarımsal faaliyetler sırasında kullanılan gübreler ve evsel atık suların lokal olarak kontrolsüz deşarjlarının bölgede su kalitesini olumsuz etkilediği belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Belek, özel çevre koruma, su kalitesi

### MAKALE BİLGİSİ

#### ARAŞTIRMA MAKALESİ

Geliş : 17.02.2020

Düzeltilme : 21.04.2020

Kabul : 30.04.2020

Yayın : 27.08.2020



DOI:10.17216/LimnoFish.689997

#### \* SORUMLU YAZAR

sehnazsener@sdu.edu.tr

Tel : +90 246 211 30 85

### Water Quality Assessment in Special Environmental Protection Areas: a case study in the Belek (Antalya, Turkey)

**Abstract:** In this study, hydrogeochemical properties, usability, and water quality of surface and groundwater in Belek Special Environmental Protection Area were evaluated. Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> and Mg-Ca-HCO<sub>3</sub> water types are dominant in the groundwater. Surface water samples taken from the streams also have the characteristics of Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> and Mg-Ca-HCO<sub>3</sub> water type. According to the analysis results, groundwaters and streams are not suitable for drinking in terms of Mg, NO<sub>3</sub>, hardness, and NO<sub>3</sub> parameters, respectively. As a result of the water quality evaluations, it was determined that the uncontrolled discharges of domestic wastewater and fertilizers used during agricultural activities, which are widely carried out in the region, negatively affect the water quality in the region.

**Keywords:** Belek, special environmental protection, water quality

#### Alıntılama

Şener Ş, Şener E. 2020. Özel Çevre Koruma Bölgelerinde Su Kalite Değerlendirmesi: Belek (Antalya, Türkiye) Örneği. LimnoFish. 6(2): 100-110. doi: 10.17216/LimnoFish.689997

### Giriş

Su, tüm canlı organizmalar, ekolojik sistem, insan sağlığı, gıda üretimi ve yeryüzündeki ekonomik kalkınma için hayati bir kaynaktır. Yaşam için gerekli içme ve kullanma suyu nehirler, göller, göletler gibi yüzey suları ile yeraltısuları gibi farklı kaynaklardan elde edilebilir (Okonko vd., 2008; Choudhury vd., 2016; Paca vd., 2019). Dünyada su kirliliği büyük bir öneme sahiptir. Bu nedenle, su kalitesinin araştırılması dünyanın çeşitli yerlerindeki birçok araştırmacının araştırma konusu olmuştur (Tayfur vd. 2008, Umar ve Ahmad 2000, Hu vd. 2005, Schoonover vd. 2005, Leung ve Jiao 2006, Al-

Khashman OA 2007, Kazi vd. 2009, Tabayashi ve Yamamuro 2009, Fulazzaky vd. 2010, Najar ve Khan 2012).

Günümüzde, nüfus artışına bağlı olarak suya olan ihtiyacın artması, kullanım ve koruma planlamalarında gözlenen hatalar ve iklim değişimlerinin etkisiyle mevcut su kaynakları kullanılabilirlik özelliklerini kaybetme eğilimindedir (Şener ve Özdemir 2017; Varol ve Şekerci 2018). Miktar ve kalite bakımından çeşitli faktörlerin tehdidi altında olan su kaynaklarını korumak ve sürdürülebilir yönetimini sağlayabilmek amacıyla farklı kurumlar ve üniversiteler bünyesinde birçok

çalışma yapılmaktadır (Özel ve Gemici 2018; Bulut ve Kubilay 2019; Şener vd. 2019). Yüzey suları yeraltısularına nazaran kirlilikten daha kolay etkilenir ve bir bölgedeki yüzey suyu kalitesi hem doğal süreçlerle (ayırışma ve toprak erozyonu) hem de antropojenik girdilerle (evsel ve endüstriyel atık su deşarjı) ilişkili olarak değişim gösterebilir (Kazi vd. 2009). Yüzey ve yeraltısularının kalite izlemeleri ile çevresel kirleticilerin su kaynakları üzerindeki olumsuz etkileri net olarak gözlemlenmektedir (Tomar 2009; Küçük vd. 2019; Varol 2018).

Doğal çevrenin korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için ve çevre sorunlarına yönelik önlemler alınabilmesi amacıyla tüm dünya üzerinde ciddi çalışmalar yürütülmektedir. Türkiye, doğa koruma alanında birçok uluslararası sözleşmeye taraf olması sebebiyle doğa koruma ve biyolojik çeşitlilik ile ilgili sözleşmelerin mevzuatımıza yansıtılması için çeşitli yasal düzenlemeler gerçekleştirilmiştir. Uluslararası sözleşmelere ek olarak, Avrupa Birliği Doğa Koruma Mevzuatının ülkemiz yasalarına yansıtılması faaliyetleri devam etmektedir. Devam eden faaliyetler kapsamında ülkemizde korunan alan olarak ilan edilen alanlar için yürütülen her türlü araştırmanın temelinde su kaynakları ve kalite çalışmaları yer almaktadır. Özel Çevre Koruma Bölgeleri 2872 Sayılı Çevre Kanunu'nun 9. Maddesine göre "ülke ve dünya ölçeğinde ekolojik önemi olan, çevre kirlenmeleri ve bozulmalarına duyarlı toprak ve su alanlarını, biyolojik çeşitliliğin, doğal kaynakların ve bunlarla ilgili kültürel kaynakların gelecek kuşaklara ulaşmasını emniyet altına almak üzere gerekli düzenlemelerin yapılabilmesi amacıyla tespit edilen alanlar" olarak belirtilmiştir. İlk Özel Çevre Koruma Bölgeleri 1990 yılında Bakanlar Kurulu tarafından ilan edilmiştir. Şu anda ülkemizde deniz ve kıyı alanını kapsayan Belek Özel Çevre Koruma Bölgesi (ÖÇKB) dahil olmak üzere 18 adet ÖÇKB bulunmaktadır.

Kaplan ve Sönmez (2000) tarafından yapılan çalışmada Belek ÖÇK bölgesindeki akarsuların kalitesi araştırılmış ve yerleşim yerleri ile bazı turizm tesislerinin arıtılmayan atık sularının ve tarımsal alanların drenaj sularının ana kirleticiler olduğu tespit edilmiştir. Belek Özel Çevre Koruma Bölgesinde yeraltısularının kimyasal özelliklerine ve su kalitesi değerlendirmelerine yönelik ise geçmiş yıllarda yapılmış kapsamlı bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışma alanında büyük oranda turizm ve tarım faaliyetleri yapılmakta olup, bu faaliyetlerin su kaynakları üzerindeki etkileri tam olarak bilinmemektedir. Bu çalışmada, Belek Özel Çevre Koruma Bölgesindeki (ÖÇKB) tüm su kaynaklarının (dere ve yeraltısuyu) hidrojeokimyasal özellikleri, kullanılabilirlik durumu ve su kalitesi araştırılmıştır.

Bölgedeki yüzey suları ve yeraltısularına ait kimyasal analiz sonuçları değerlendirilerek suların hidrojeokimyasal özellikleri, su kalitesi ve kullanım özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca Köprüçay'a ait 2009 ve 2017 yılı aylık analiz sonuçları dikkate alınarak su kalitesinin parametreler özelinde zamansal değişimleri değerlendirilmiştir. Bu durum söz konusu çalışmayı bilimsel açıdan özgün, bölge halkı ve yerel yöneticiler bakımından önemli kılmaktadır.

## Materyal ve Metot

Çalışma alanı olarak seçilen Belek ÖÇKB; Antalya ili, Serik ve Manavgat ilçelerine bağlı olan; Boğazkent, Denizyaka, Perakende ve Kısalar mahallerinin tamamını sınırları içinde bulundurmaktadır (Şekil 1). Bölge yaklaşık 5 km genişliğinde yaklaşık 27 km uzunluğunda denize paralel olarak uzanmaktadır. Özel Çevre Koruma Bölgeleri 2872 Sayılı Çevre Kanunu'nun 9. Maddesine göre "Ülke ve dünya ölçeğinde ekolojik önemi olan, çevre kirlenmeleri ve bozulmalarına duyarlı toprak ve su alanlarını, biyolojik çeşitliliğin, doğal kaynakların ve bunlarla ilgili kültürel kaynakların gelecek kuşaklara ulaşmasını emniyet altına almak üzere gerekli düzenlemelerin yapılabilmesi amacıyla tespit edilen alanlar" olarak belirtilmiştir. Belek Özel Çevre Koruma Bölgesi, 22.10.1990 tarih ve 90/1117 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile Özel Çevre Koruma Bölgesi olarak tespit ve ilan edilmiştir.

Bu tespit ve ilan kararından sonra, yakın dönemde yayımlanan 04.06.2018 tarihli ve 2018/11927 sayılı kararname doğrultusunda Belek (ÖÇKB)'nin sınır ve koordinatları tekrar değiştirilmiştir. Belek ÖÇKB'de sucul ekosistemi batıdan doğuya doğru Acısu Deresi, Köprüçay Irmağı, Karaöz, Kökpınar ve Ilıca dereleri oluşturmaktadır. 22.10.1990 tarih ve 90/1117 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile tespit ve ilan edilen Belek Özel Çevre koruma Bölgesi alan büyüklüğü 111,79 km<sup>2</sup> iken, 04.06.2018 tarihli ve 2018/11927 sayılı kararname doğrultusunda yapılan alan sınırı değişikliği ile toplam alan büyüklüğü yaklaşık 120,06 km<sup>2</sup>'ye ulaşmıştır.

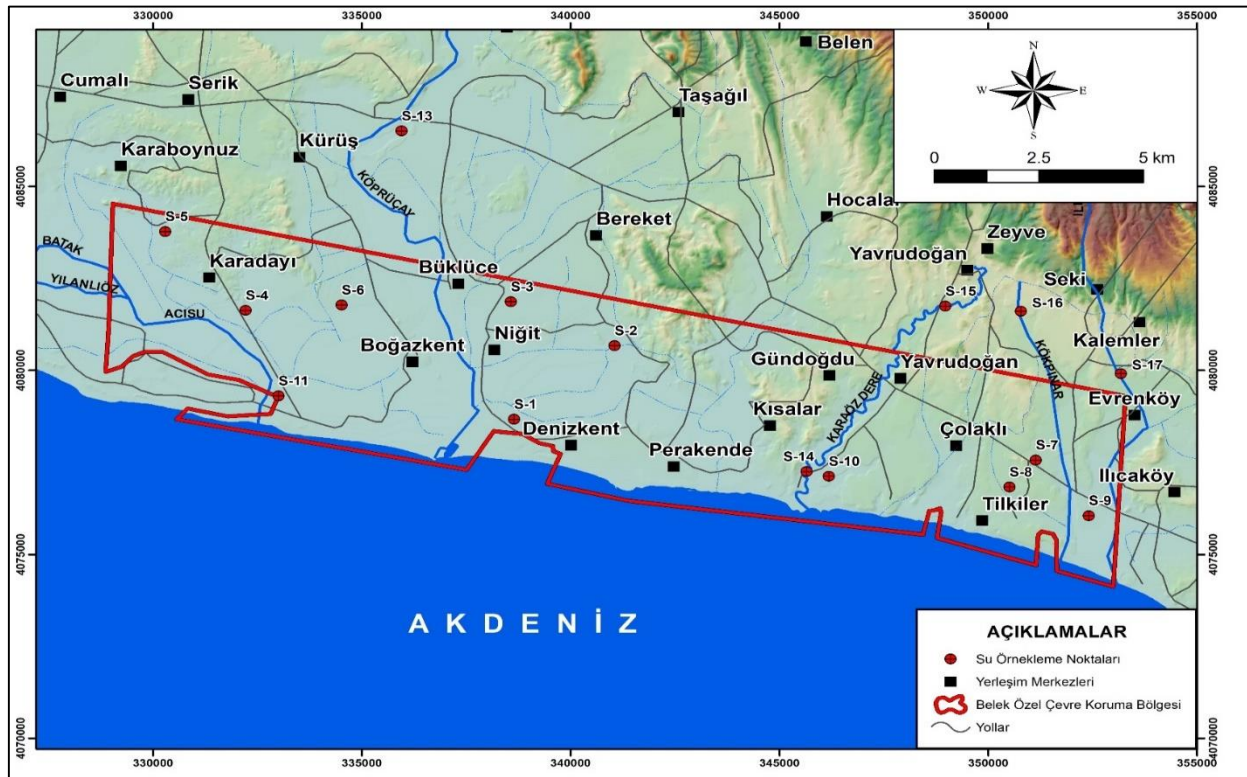
Belek ÖÇK bölgesi içerisinde yeraltısuyu ve yüzey sularının hidrojeokimyasal özelliklerini, kalitesini ve kullanım özelliklerini belirlemek amacıyla 10 adet yeraltısuyu, 7 adet dere su örneğine ait kimyasal analiz sonuçları DSİ 13. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Sıcaklık, elektriksel iletkenlik (EC), toplam çözünmüş katı madde (TDS), hidrojen iyonu konsantrasyonu (pH), oksijen doygunluğu (%) ve çözünmüş oksijen miktarı değerleri Elmetron CX-401 ve YSI Professional Plus marka çok parametrelili portatif su kalitesi ölçüm cihazı kullanılarak yerinde ölçümler ile





**Tablo 1.** Belek ÖÇK bölgesi içerisindeki yeraltısuyu ve yüzeysularının yerinde ölçüm sonuçları (Nisan, 2017)**Table 1.** On-site measurement results of groundwater and surface waters in Belek SPA area (April, 2017)

Örnek Numarası	Özelligi	X	Y	Sıcaklık (°C)	pH	Elektriksel İletkenlik. $\mu\text{S/cm}$	Çözülmüş Oksijen. mg/L	% Oksijen doygunluğu
S-1	Yeraltısuyu	338642	4078676	29,70	7,60	1328	0,90	11,90
S-2	Yeraltısuyu	341050	4080675	29,60	7,92	486	1,41	18,70
S-3	Yeraltısuyu	338564	4081869	29,60	8,06	344	1,24	16,40
S-4	Yeraltısuyu	332215	4081636	29,50	7,41	568	1,19	15,60
S-5	Yeraltısuyu	330293	4083778	29,70	7,23	719	1,17	15,40
S-6	Yeraltısuyu	334512	4081780	29,60	7,41	743	1,73	22,80
S-7	Yeraltısuyu	351136	4077566	25,10	7,56	453	1,43	17,40
S-8	Yeraltısuyu	350510	4076830	24,70	7,02	997	1,38	16,90
S-9	Yeraltısuyu	352410	4076054	24,70	7,48	515	1,43	17,30
S-10	Yeraltısuyu	346185	4077125	29,20	7,62	1329	1,02	13,10
S-11	Acısu dere	333000	4079310	29,30	7,61	1983	0,90	11,80
S-12	Acısu dere	326220	4084370	27,20	7,54	416	1,09	14,10
S-13	Köprüçay	335950	4086510	27,50	7,88	366	1,08	13,80
S-14	Karaöz dere	345650	4077250	22,90	7,94	757	1,02	11,70
S-15	Karaöz dere	348970	4081750	23,70	7,58	736	0,90	10,70
S-16	Kökpınar dere	350780	4081610	24,70	7,80	444	1,45	17,50
S-17	Ilıca dere	353175	4079915	24,00	7,76	592	1,35	16,40

**Şekil 2.** Yüzey ve yeraltısuyu örneklerinin lokasyon haritası**Figure 2.** Location map of surface and groundwater samples

**Tablo 2.** Belek ÖÇK bölgesi içerisindeki yeraltısuyu ve yüzeysularına ait kimyasal analiz sonuçları (Nisan, 2017)**Table 2.** Results of chemical analysis of groundwater and surface waters in Belek SPA area (April, 2017)

Örnek Numarası	Sodyum mg/L	Potasyum mg/L	Toplam Sertlik mg/L	Kalsiyum mg/L	Magnezyum mg/L	Fransız Sertliği	HCO <sub>3</sub>	Klorür mg/L	Sülfat mg/L	Amonyum mg/L	Nitrit mg/L	Nitrat mg/L	Orto Fosfat. mg/L	Florür. mg/L	Renk PT-Co Skalası	Bulanıklık. NTU
S-1	60,52	1,30	586,50	61,09	105,38	58,65	657,19	67,55	80,47	<0.01	<0.01	11,14	0,28	0,54	9	0,49
S-2	7,08	1,32	153,30	31,18	18,32	15,33	281,30	7,62	14,40	<0.01	<0.01	5,42	<0.1	0,14	0	0,19
S-3	4,45	1,11	123,22	28,75	12,49	12,32	193,43	5,69	10,39	<0.01	<0.01	3,98	<0.1	0,13	2	0,39
S-4	5,81	1,26	249,85	65,66	20,86	24,99	311,20	7,52	19,66	<0.01	0,03	8,66	<0.1	0,14	0	0,19
S-5	31,29	1,16	224,73	80,32	5,87	22,47	331,34	32,05	24,17	<0.01	0,08	30,37	<0.1	0,14	0	0,21
S-6	22,30	2,07	303,21	67,80	32,52	30,32	363,07	22,03	54,16	<0.01	0,06	9,21	<0.1	0,21	0	0,27
S-7	31,92	2,95	340,23	122,09	8,59	34,02	410,66	39,13	80,11	<0.01	<0.01	70,92	<0.1	0,12	1,00	1,25
S-8	6,82	1,07	223,92	66,72	13,92	22,39	237,98	11,27	21,74	<0.01	<0.01	6,84	<0.1	0,15	3,00	0,46
S-9	8,54	1,19	210,41	55,52	17,43	21,04	265,44	11,62	27,33	<0.01	<0.01	6,21	<0.1	0,11	1,00	0,32
S-10	179,41	2,89	318,02	51,83	45,80	31,80	483,89	130,68	99,92	<0.01	<0.01	8,57	<0.1	0,67	9	0,44
S-11	243,20	10,79	380,35	70,92	49,36	38,04	258,11	89,69	84,81	<0.01	<0.01	10,26	<0.1	0,35	4	0,27
S-12	10,07	1,26	190,47	44,30	19,39	19,05	467,41	9,84	16,61	<0.01	<0.01	5	<0.1	0,15	0	0,33
S-13	4,75	1,21	148,69	36,82	13,78	14,87	216,01	5,61	10,32	<0.01	0,03	3,64	<0.1	0,13	2	0,39
S-14	35,57	2,71	341,89	77,55	36	34,19	288,62	42,13	103,11	<0.01	16,28	<0.03	<0.1	0,27	2	0,34
S-15	35,67	4,14	319,55	65,19	38,07	31,96	291,07	37,36	100,31	<0.01	0,07	13,17	<0.1	0,28	2	1,91
S-16	10,35	1,29	179,79	44,05	16,95	17,98	231,88	11,53	24,67	<0.01	<0.01	2,75	<0.1	0,13	0,00	3,18
S-17	14,18	1,31	264,81	70,33	21,66	26,48	278,25	20,33	50,84	<0.01	<0.01	3,66	<0.1	0,12	0,00	0,73

Çalışma alanındaki yeraltısularının iyon içerikleri değerlendirildiğinde denize yakın lokasyonlardan alınan yeraltısuyu örneklerinin (S-1 ve S-10) Na ve Cl iyon konsantrasyonlarının yüksek değerlerde ölçüldüğü görülmektedir. Bu durum deniz suyu girişiminin göstergesi olup sondaj kuyularından yeraltısuyu çekimlerinin yapılmasıyla tuzlu suyun yeraltısuyuna karıştığı görülmektedir. Diğer yeraltısuyu örneklerinde ise genel olarak Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> ve Mg-Ca-HCO<sub>3</sub> su tipleri hakimdir. Bölgedeki derelerden alınan yüzeysuyu örnekleri de benzer şekilde Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> ve Mg-Ca-HCO<sub>3</sub> su tipi özelliği taşımaktadır. Çalışma alanından alınan su örneklerinde ölçülen Fransız sertlik değerleri yeraltısularında 12,32 ile 58,65; yüzeysularında ise 14,87 ile 38,04 arasındadır. Buna göre S-3 nolu su örneği yumuşak su sınıfında, S-2 ve S-9 nolu su örnekleri az sert sular sınıfında, diğer su örnekleri ise sert-oldukça sert sular sınıfındadır. Yüzey suları ise az sert, oldukça sert ve sert su sınıflarında bulunmaktadır (Şahinci, 1991). Yüzey ve yeraltısuyu örneklerinin amonyum ve nitrit değerleri değerlerinin genel olarak düşük olduğu gözlenmektedir. Sadece Karaöz dereden alınan S-14 nolu su örneğinde nitrit değeri oldukça yüksektir (16,28 mg/l). Aynı örneğin nitrat değerinin diğer örneklere nazaran oldukça düşük olduğu (<0.03 mg/l) belirlenmiştir. Bu durum su örneğinde Amonyumun kısmen okside olarak nitrite dönüştüğünü, ancak oksidasyonun devam ederek nitrate dönüşme prosesinin tamamlanmadığını göstermektedir. Su örneklerinde belirlenen nitrat değerleri yeraltısularında 3,98 mg/l ile 70,92 mg/l arasında; yüzeysularında ise <0.03 mg/l ile 13,17 mg/l arasında değişmektedir. Çalışma alanında yoğun tarımsal faaliyetlerin özellikle seracılığın yapılması ve bu faaliyetler sırasında kullanılan gübreler ve tarım ilaçları sulama suyu-süzülme etkisiyle özellikle yeraltısularında nitrat konsantrasyonlarını arttırmaktadır. Su örneklerinde orto-fosfat, florür ve bulanıklık değerlerinin düşük olduğu gözlenmekte olup su kalitesi üzerinde olumsuz etkilerinin olmadığını söylemek mümkündür.

#### **Su Kaynaklarının Kullanım Özellikleri**

Bölgedeki yüzey ve yeraltısularının içme suyu olarak kullanılabilirliğini değerlendirmek için 2005-Nisan ayında "Türk Standartlar Enstitüsü (TSE-266)" tarafından yayınlanmış olan içme suyu standardı ile 6 Temmuz 2019 tarih ve 30823 sayılı resmi gazetede yayınlanan "İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik" ile belirlenen limit değerler dikkate alınmıştır. Buna göre yeraltısuyu örneklerinden S-1 nolu su örneği Mg ve sertlik parametreleri bakımından; S-7 nolu su örneği NO<sub>3</sub> parametresi bakımından; S-10 nolu su

örneği ise Na parametresi bakımından içme suyu olarak kullanıma uygun değildir. Yüzey sularından Acısu Deresi'nden alınan S-11 nolu su örneği ise NO<sub>3</sub> parametresi bakımından içme suyu olarak kullanılamaz durumdadır. Ancak bu örnekler NO<sub>3</sub> parametresi için basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyon ardından içilebilir hale gelen sular kategorisindedir. Diğer su örneklerinin tamamı ölçülen parametreler bakımından izin verilen maksimum değerlerin altında ölçülmüştür. Bölgedeki yüzey ve yeraltısularının sulama suyu olarak kalitesinin belirlenmesinde, suların içerisindeki çözünebilir tuzların toplam konsantrasyonları dikkate alınarak su örnekleri özgül elektriksel iletkenliği (EC) açısından sınıflandırılmıştır. Yeraltısularının EC değerleri 1329 ile 344 µS/cm arasında; yüzeysularının EC değerleri ise 1983 ile 366 µS/cm arasında değişmektedir. Buna göre yeraltısularından alınan S-1, S-8 ve S-10 nolu su örnekleri ve yüzeysularından alınan S-11 ve S-14 nolu su örnekleri tuza dayanıklı bitki yetiştirmede kullanılabilir "Yüksek Tuzlu Sular" sulama suyu sınıfında; diğer tüm su örnekleri ise Yıkama ile sulamada kullanılabilir "Orta Tuzlu Sular" sulama suyu sınıfında yer almaktadır (Ayers ve Westcot, 1989).

#### **Su Kaynaklarının Kalite Özellikleri**

30.11.2012 tarih ve 28483 sayılı resmi gazetede yayınlanan ve 10.8.2016 tarih ve 29797 sayılı resmi gazetede değişikliği yapılan "Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği" ne göre bölgedeki yüzey sularının tamamı pH, Amonyum, ortofosfat fosforu ve florürü parametreleri bakımından I. Su kalite sınıfında; Elektriksel İletkenlik (EC) parametresi bakımından Köprüçay Deresi I. Su kalite sınıfında, Karaözdere, Kökpınar Dere, Ilıca Dere ve Acısu Deresi'nden alınan S12 nolu örnek II. Su kalite sınıfında, S11 nolu örnek ise III. Su kalite sınıfındadır. Yüzey sularının tamamı çözünmüş oksijen değerleri bakımından IV. Su kalite sınıfında bulunmaktadır. Önemli bir kirlilik parametresi olan NO<sub>3</sub> bakımından ise Karaöz Deresi'nden alınan S-15 nolu su örneği ve Acısu Deresi'nden alınan S-11 nolu su örneği III. Su kalite sınıfında, Karaöz Dere'den alınan S-14 ve Kökpınar Dere'nin S-16 nolu örnekleri I. Su kalite sınıfında, diğer tüm yüzey suyu örnekleri ise II. Su kalite sınıfında yer almaktadır.

#### **Dere Su Kalitesinin Zamansal Değişiminin Analizi**

Bölgede bulunan ve en önemli yüzey suyu olan Köprüçay'a ait 2009 ve 2017 yılı aylık analiz sonuçları DSİ 13. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiş ve Tablo 3, 4, 5 ve 6'da sunulmuştur. Köprüçay su kalitesi iki ayrı noktadan alınan su örneklerinin 2009 ve 2017 yılı analiz sonuçları

“Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği” ile belirlenen su kalite sınıfı limit değerleri ile karşılaştırılmış ve su kalitesinin parametreler özelinde zamansal değişimleri ayrıntılı olarak aşağıda değerlendirilmiştir.

Köprüçay’ın Büklüce Köyü’ne girmeden önceki noktasından alınan su örneğine ait 2009 yılı analiz sonuçları limit değerler ile karşılaştırıldığında, pH, çözünmüş oksijen, iletkenlik, amonyum azotu, nitrat, ve Toplam Kjeldahl Azotu parametreleri bakımından I. Su kalite sınıfında olup; Toplam Kjeldahl Azotu parametresi bakımından sadece Eylül ayında, iletkenlik parametresi bakımından ise Ağustos-Kasım ayları arasında II. Su kalite sınıfında bulunmaktadır. Toplam fosfor bakımından Ocak, Şubat ve Aralık aylarında III. Su kalite sınıfında iken

diğer aylarda yine I. Su kalite sınıfındadır. KOİ parametresi bakımından ise yılın tüm aylarında III. Su kalite sınıfında bulunmaktadır (Tablo 3). 2017 yılında aynı noktadan alınan su örneği analiz sonuçlarına göre Köprüçay suları toplam fosfor ve KOİ bakımından IV. su kalitesi sınıfına; çözünmüş oksijen, iletkenlik, ve Toplam Kjeldahl Azotu parametreleri bakımından ise III. ve II. su kalite sınıfına düşmüştür. pH, amonyum ve nitrat bakımından ise genel olarak I. Su kalite sınıfında bulunmaktadır (Tablo 4). Buna göre, Köprüçay su kalitesinin özellikle azot, fosfor, oksijen ve iletkenlik parametreleri bakımından düştüğü görülmektedir. KOİ parametresi bakımında dere suları 2017 yılında özellikle Mart, Nisan, Mayıs, Eylül ve Ekim aylarında I. Su kalite sınıfına yükselmiştir.

**Tablo 3.** Köprüçay’ın Büklüce Köyü’ne girmeden önceki noktası’na ait analiz sonuçları (DSİ 13. Bölge Müdürlüğü, 2009)

**Table 3.** Analysis results of Köprüçay's point before entering Büklüce Village (State Water Affairs 13. Regional Directorate, 2009)

Nunume Koordinatları	N:36°52'83.3" E:31°10'16.1												Su Kalite Sınıfı	I.	II.	III.	IV.
Numune Alma Tarihi	26.01.09	15.02.09	17.03.09	11.04.09	12.05.09	12.06.09	11.07.09	25.08.09	16.09.09	17.10.09	14.11.09	03.12.09					
pH	8,09	8,27	7,83	7,92	7,47	8,07	8,11	8,31	7,94	7,21	7,22	7,88					
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	91,3	74,6	90,4	105,1	91,1	82	92,6	93,2	82,4	99,1	86,3	95,7					
İletkenlik (µs/cm)	215	356	269	313	302	326	374	500	474	417	412	324					
Amonyum Azotu (mg/L)	<0,015	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,034	<0,02	0,038	0,02	0,024					
Nitrat Azotu (mg/L)	0,386	0,695	1,59	1,2	1,09	1,12	1,03	1,32	0,21	0,62	0,51	1,06					
Toplam Kjeldahl Azotu (mg/L)	0,18	0,291	0,15	0,14	0,15	0,16	0,142	0,21	0,74	0,23	0,16	0,25					
Toplam Fosfor (mg/L)	0,272	0,212	0,042	<0,01	0,035	0,013	<0,01	0,017	<0,01	0,02	0,04	0,61					
Kimyasal Oksijen İhtiyacı(mg/L)	<5	<10	<10	<10	14,3	16	22,5	23,8	16,2	22,6	20,3	14,9					
Debi (m <sup>3</sup> /sn)																	
Fekal Koliform (CFU/100mL)	150	100	0	20	100	100	50	100	40	80	50	50					
Toplam Koliform (CFU/100mL)	700	400	400	600	500	400	300	500	200	400	300	250					

Amonyum ve nitrat bakımından kirliliğin gözlenmemiş olması da bölgedeki arıtma tesislerinin aktif olduğunu su kalitesini olumlu etkilediğini göstermektedir. Bakteriyolojik su kalitesi parametreleri olan Fekal koliform ve toplam koliform analiz sonuçlarına göre, 2009 yılında alınan su örneğinin aylık Fekal koliform değerleri 0-150

CFU/100 ml; toplam koliform değerleri ise 200-700 CFU/100 ml arasında değişmektedir. 2017 yılında bu değerlerde önemli miktarlarda artış tespit edilmiştir. 2017 yılında alınan su örneğinin aylık Fekal koliform değerleri 30-1000 CFU/100 ml; toplam koliform değerleri ise 3000-10000 CFU/100 ml arasında değişmektedir. Bu

durum bölgede evsel kanalizasyon atıklarının ciddi boyutta yüzeysel su kirliliğine sebep olduğunu ve su kalitesini olumsuz etkilediğini açıkça göstermektedir.

**Tablo 4.** Köprüçay'ın Büklüce Köyü'ne girmeden önceki noktası'na ait analiz sonuçları (DSİ 13. Bölge Müdürlüğü, 2017)

**Table 4.** Analysis results of Köprüçay's point before entering Büklüce Village (State Water Affairs 13. Regional Directorate, 2017)

Nunume Koordinatları	N:36°52'83.3" E:31°10'16.1					Su Kalite Sınıfı	I.	II.	III.	IV.		
Numune Alma Tarihi	-	16.02.17	26.03.17	19.04.17	14.05.17	10.06.17	19.07.17	15.08.17	20.09.17	21.10.17	15.11.17	20.12.17
pH	-	7,90	8,21	8,38	8,40	8,14	8,30	8,10	7,85	8,70	8,80	8,21
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	-	11,08	7,49	7,6	4,78	7,9	7,84	6,29	7,8	10,4	10,2	10,5
İletkenlik (µs/cm)	-	415	662	749	415	763	518	416	317	982	823	429
Amonyum Azotu (mg/L)	-	0,23	0,145	0,114	0,101	0,151	0,035	0,094	0,114	0,09	0,087	0,069
Nitrat Azotu (mg/L)	-	<0,5	1,26	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,178	<0,5	0,491	<0,5
Toplam Kjeldahl Azotu (mg/L)	-	<0,5	<0,5	<0,5	1,33	4,34	0,7	2,03	1,33	0,77	0,63	0,77
Toplam Fosfor (mg/L)	-	0,0153	0,105	0,91	0,0199	1,7	0,0775	0,0528	<0,01	0,147	0,0214	<0,01
Kimyasal Oksijen İhtiyacı(mg/L)	-	138	<10	<10	22,2	116,8	32	44,8	20,8	20,8	52	38
Debi (m <sup>3</sup> /sn)	-	-	-	-	-	2,25	-	-	-	-	-	-
Fekal Koliform (CFU/100mL)	-	400	1000	800	500	100	350	750	1000	500	100	30
Toplam Koliform (CFU/100mL)	-	3000	8000	6000	7000	4800	5000	10000	8000	12000	7500	5000

Köprüçay'ın Denize Dökülmeden Önceki noktasından alınan su örneğine ait 2009 yılı analiz sonuçlarına göre ise pH, çözünmüş oksijen, amonyum azotu, nitrat, Toplam Kjeldahl Azotu, toplam fosfor ve KOİ parametreleri bakımından I. Su kalite sınıfında olup; Toplam Kjeldahl Azotu parametresi bakımından sadece Eylül ayında II. su kalite sınıfında, toplam fosfor parametresi bakımından ise sadece Ocak ayında III. Su kalite sınıfında bulunmaktadır. İletkenlik parametresi bakımından ise çay suları II. ve III. su kalite sınıfındadır (Tablo 5). 2017 yılında aynı noktadan alınan su örneği analiz sonuçlarına göre Köprüçay suları KOİ bakımından III. ve IV. su kalitesi sınıfına; çözünmüş oksijen, toplam fosfor ve Toplam Kjeldahl Azotu parametreleri bakımından ise III. ve II. su kalite sınıfına düşmüştür. pH, ve nitrat bakımından ise genel olarak I. Su kalite sınıfında iken amonyum bakımından I. ve II. su kalite sınıflarında bulunmaktadır (Tablo 6).

Bu veriler de Köprüçay su kalitesinin özellikle azot, fosfor, oksijen ve iletkenlik parametreleri bakımından düştüğünü göstermektedir. Azot ve fosfor parametreleri 2009 yılında su kalitesini olumsuz etkilemezken 2017 yılında özellikle yaz aylarında yüksek miktarlarda ölçülmüştür. Bu durum bölgede artarak devam eden ve tarımsal faaliyetlerde kullanılan azot ve fosfatlı gübrelerin su kaynaklarına olumsuz etkisinin bir göstergesidir. Su örneğinde ölçülen Fekal koliform 2009 yılında 20-400 CFU/100 ml; toplam koliform değerleri ise 400-1300 CFU/100 ml arasındadır. 2017 yılında bu değerler Fekal koliform için 0-500 CFU/100 ml; toplam koliform için ise 200-5000 CFU/100 ml olarak belirlenmiştir. Köprüçay'ın bu noktasında da geçen 8 yıllık süre içerisinde bakteriyolojik kirlilikte artış gözlenmektedir. Aynı şekilde evsel kanalizasyon atıklarının çay sularını kirlettiğini ve arıtma tesislerinin yetersiz kaldığını söylemek mümkündür.



**Tablo 5.** Köprüçay'ın denize dökülmeden önceki noktasına ait analiz sonuçları (DSİ 13. Bölge Müdürlüğü, 2009)**Table 5.** Analysis results of Köprüçay's point before pouring into the sea (State Water Affairs 13. Regional Directorate, 2009)

Nunume Koordinatları	N:36°49'89.4" E:31°10'53.9"												Su Kalite Sınıfı	I.	II.	III.	IV.
Numune Alma Tarihi	26.01.09	15.02.09	17.03.09	11.04.09	12.05.09	12.06.09	11.07.09	25.08.09	16.09.09	17.10.09	14.11.09	03.12.09					
pH	8,22	8,31	7,96	7,84	7,5	7,58	8,31	8,46	8,08	7,05	7,34	8,06					
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	84,9	76,1	86,3	94,7	87,4	84	94,2	87,2	82,1	97,4	80,7	88,1					
İletkenlik (µs/cm)	460	986	595	1117	381	2060	1651	708	685	544	606	766					
Amonyum Azotu (mg/L)	<0,015	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02					
Nitrat Azotu (mg/L)	0,252	0,528	1,71	0,72	1,15	1,1	0,88	1,66	1,08	1,2	1,1	1					
Toplam Kjeldahl Azotu (mg/L)	0,36	0,174	0,36	0,31	0,38	0,29	0,36	0,47	0,62	0,43	0,024	0,03					
Toplam Fosfor (mg/L)	0,336	0,01	0,01	0,072	<0,01	0,021	0,017	0,036	<0,01	0,038	0,039	0,02					
Kimyasal Oksijen İhtiyacı(mg/L)	<5	<10	<10	<10	10,8	11,3	<10	20,7	<10	20	17,3	14,6					
Debi (m³/sn)																	
Fekal Koliform (CFU/100mL)	250	100	20	50	100	200	100	400	70	150	100	150					
Toplam Koliform (CFU/100mL)	500	400	900	1000	1000	900	600	1300	400	800	600	600					

**Tablo 6.** Köprüçay'ın denize dökülmeden önceki noktasına ait analiz sonuçları (DSİ 13. Bölge Müdürlüğü, 2017)**Table 6.** Analysis results of Köprüçay's point before the sea (State Water Affairs 13. Regional Directorate, 2017)

Nunume Koordinatları	N:36°49'89.4" E:31°10'53.9"												Su Kalite Sınıfı	I.	II.	III.	IV.
Numune Alma Tarihi	-	16.02.17	26.03.17	19.04.17	14.05.17	10.06.17	19.07.17	15.08.17	20.09.17	21.10.17	15.11.17	20.12.17					
pH	-	7,87	8,28	8,32	8,39	7,81	8,00	8,50	7,7	8,56	8,8	8,34					
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	-	10,82	7,34	8,35	5,9	6,7	7,5	6,31	7,38	9,5	9,5	10,05					
İletkenlik (µs/cm)	-	695	662	744	2210	719	650	426	829	885	912	414					
Amonyum Azotu (mg/L)	-	0,097	0,149	0,092	0,071	0,128	0,084	0,08	0,325	0,282	0,247	0,236					
Nitrat Azotu (mg/L)	-	0,909	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,638	1,913	1,471	1,054	1,096					
Toplam Kjeldahl Azotu (mg/L)	-	<0,5	<0,5	<0,5	0,63	1,821	1,401	2,24	1,4	0,96	0,84	0,94					
Toplam Fosfor (mg/L)	-	0,0366	0,0208	<0,01	0,0972	0,3672	0,0448	0,0432	0,357	0,0897	0,0356	0,0145					
Kimyasal Oksijen İhtiyacı(mg/L)	-	94,4	<10	22,2	11,1	62,4	19,2	14,4	115,2	22,4	24,8	18,4					
Debi (m³/sn)	-	-	1,845	-	2,385	1,8	-	1,12	-	-	-	-					
Fekal Koliform (CFU/100mL)	-	300	100	200	500	300	500	400	250	100	20	0					
Toplam Koliform (CFU/100mL)	-	2000	1800	200	1300	1800	2000	5000	3000	4000	2500	3000					

## Tartışma ve Sonuç

Belek ÖÇK bölgesi içerisindeki yeraltısuyu örnekleri genel olarak Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> ve Mg-Ca-HCO<sub>3</sub> su tipleri hakim olup denize yakın bölgelerde Na ve Cl iyonlarında artış gözlenmiştir. Bölgedeki derelerden alınan yüzey suyu örnekleri de benzer şekilde Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> ve Mg-Ca-HCO<sub>3</sub> su tipi özelliği taşımaktadır. Yeraltısuyu ve yüzeysuyu örneklerinin tamamı pH değerlerine göre bazik karakterlidir. Ölçülmüş EC verilerine göre, yeraltısularında en yüksek EC değeri Denizkent mevkiinden alınmış olan S1 nolu su örneğinde, yüzeysularından ise Acısu Deresi'nden alınmış olan S12 nolu su örneğinde tespit edilmiştir. Bu verilere göre her iki su örneğinin de yüksek iyon içeriğine sahip olduğu ve/veya çevresel kirleticilerden etkilenmiş olduğu söylenebilir. Su örneklerinin oksijen değerlerinin de düşük olması su kalitesinin düşük olduğunu işaret etmektedir. Su örneklerinde genel olarak amonyum, nitrit, orto-fosfat ve florür değerleri düşük konsantrasyonlardadır. Nitrat konsantrasyonlarının ise yeraltısularında 3,98 mg/l ile 70,92 mg/l arasında; yüzeysularında ise <0.03 mg/l ile 13,17 mg/l arasında olduğu belirlenmiştir. Bu veriler de özellikle tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan kirliliğin su kaynaklarının olumsuz etkilediğini göstermektedir. Çiçek ve Ertan (2012) tarafından Şubat 2008- Ocak 2009 tarihleri arasında Köprüçay'ın kaynak noktasından nehir ağzı bölgesine kadar farklı lokasyonlardan örnekler alınarak su kalitesinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmanın sonuçlarına göre, Köprüçay Nehir ağzında elektriksel iletkenlik, bulanıklık, klorür, toplam sertlik, biyolojik oksijen ihtiyacı, organik madde miktarı, amonyum azotu, sülfat vb. değerlerin diğer istasyonlardan daha yüksek belirlenmiş ve akıntıya bağlı olarak kirlilik taşınımına ve denizsuyu girişimi etkisine bağlanmıştır. Bunun dışında, nehir ağzı hariç diğer tüm örneklerin su kalitesinin I. sınıf ve bütün kullanımlara uygun olduğu belirlenmiştir. Sunulan çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş ve 2009 yılında su kalitesinin iyi durumda olduğu belirlenmiştir. Dere su kalitesinin zamansal değişimleri genel olarak değerlendirildiğinde ise geçen 8 yıllık süre içerisinde özellikle azot ve fosfor yükleri ile birlikte iletkenlik, oksijen ve bakteriyolojik parametreler açısından su kalitelerinde ciddi bozulma dikkati çekmektedir. Aylık olarak değerlendirildiğinde su kalitesi sınıfları yaz aylarında kış aylarına nazaran daha düşüktür. Bu durum yaz aylarında yağışların olmaması ve/veya az olması sonucu su iyon derişiminin artması ile ilişkili olarak olağandır. Bölgede yaygın olarak sürdürülen tarımsal faaliyetler sırasında kullanılan gübreler ve evsel atık suların lokal olarak kontrolsüz deşarjları bölgedeki yüzeysularının kalitesini olumsuz etkileyen en

önemli kirleticilerdir. Bölgede her ne kadar Çolaklı, Boğazkent ve Kumköy arıtma tesisleri bulunsun ve aktif olarak çalışıyor olsalar da su kalitesinin zamansal değişimi incelendiğinde bölgedeki kirlilik yüklerinin yüzey sularının kalitesini olumsuz olarak etkilemeye devam ettiğini ve arıtma tesislerinin yeterli olmadığını söylemek mümkündür.

## Teşekkür

Bu çalışma, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü adına "Belek Özel Çevre Koruma Bölgesi Biyolojik Çeşitlilik Araştırma Projesi" kapsamında yapılmış olup yazarlar, projeyi finansal olarak destekleyen Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na ve proje kapsamında kullanılan su analiz sonuçlarının temin edildiği DSİ 13. Bölge Müdürlüğü'ne teşekkür ederler.

## Kaynaklar

- Al-Khashman OA. 2007. Assessment of the spring water quality in the Shoubak area, Jordan. *Environmentalist*. 28:203-215.  
doi:10.1007/s10669-007-9129-1.
- Anonim 2005. Sular - İnsani tüketim amaçlı sular, TS-266, Türk Standartları Enstitüsü, 25 s, Ankara. [Erişim tarihi: 02.04.2020]. Erişim adresi: <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx>
- Anonim 2012. Yerüstü su kalitesi yönetmeliği, 30.11.2012 tarih ve 28483 sayılı resmi gazete, (Değişik: RG-10/8/2016-29797), Ankara. [Erişim tarihi: 02.04.2020]. Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/08/20160810-9.htm>
- Anonim 2019. İçme suyu temin edilen suların kalitesi ve arıtılması hakkında yönetmelik, 6.7.2019 tarih ve 30823 sayılı resmi gazete, Ankara. [Erişim tarihi: 02.04.2020]. Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/07/20190706-8.htm>
- Ayers RS, Westcot DW. 1989. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage, 29 Rev. 1, ISBN 92-5-102263-1. [Erişim tarihi: 02.04.2020]. Erişim adresi: <http://www.fao.org/3/t0234e/t0234e00.htm>
- Bulut C, Kubilay A. 2019. Eğirdir Gölü (Isparta/Türkiye) su kalitesinin mevsimsel değişimi. *Su Ürünleri Dergisi*. 36(1):13-23.  
doi:10.12714/egejfas.2019.36.1.02
- Choudhury SS, Keot A, Das H, Das M, Baishya C, Sarma A, Deka P. 2016. Preliminary physicochemical and microbiological analysis of Bahini River water of Guwahati, Assam, India. *Int J Curr Microbiol App Sci IJCMAS*. 5(2):684-692.  
doi:10.20546/ijcmas.2016.502.075
- Çiçek NL, Ertan ÖO. 2012. Köprüçay Nehri (Antalya)'nın fiziko-kimyasal özelliklerine göre su kalitesinin belirlenmesi. *Ekoloji*. 21(84):54-65.  
doi:10.5053/ekoloji.2012.847

- Fulazzaky MA, Seong TW, Masirin MIM. 2010. Assessment of water quality status for the Selangor River in Malaysia. *Water Air Soil Poll.* 205:63-77. doi:10.1007/s11270-009-0056-2
- Hu K, Huang Y, Li H, Chen BLD, White RE. 2005. Spatial variability of shallow groundwater level, electrical conductivity and nitrate concentration, and risk assessment of nitrate contamination in North China Plain. *Environ Int.* 31(6):896-903. doi:10.1016/j.envint.2005.05.028
- Kaplan M, Sönmez S. 2000. Belek özel çevre koruma alanı akarsularının su kalitelerinin ve kirleticilerinin değerlendirilmesi. *Ekoloji.* 34:21-26.
- Kazi TG, Arain MB, Jamali MK, Jalbani N, Afridi HI, Sarfraz RA, Baig JA, Shah AQ. 2009. Assessment of water quality of polluted lake using multivariate statistical techniques: A case study. *Ecotox Environ Safe.* 72:301-309. doi:10.1016/j.ecoenv.2008.02.024
- Küçük F, Güllü İ, Güçlü SS. 2019. Antalya Havzası akarsularındaki yılan balığı göçleri üzerine antropojenik baskılar. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.* 9(Ek sayı 1):285-296. doi:10.29048/makufebd.466673
- Leung CM, Jiao JJ. 2006. Heavy metal and trace element distributions in groundwater in natural slopes and highly urbanized spaces in Mid-Levels area, Hong Kong. *Water Res.* 40(4):753-767. doi:10.1016/j.watres.2005.12.016
- Najar IA, Khan AB. 2012. Assessment of water quality and identification of pollution sources of three lakes in Kashmir, India, using multivariate analysis. *Environ Earth Sci.* 66(8):2367-2378. doi:10.1007/s12665-011-1458-1
- Okonko IO, Adejoje OD, Ogunnusi TA, Fajobi E, Shittu OB. 2008. Microbiological and physicochemical analysis of different water samples used for domestic purposes in Abeokuta and Ojota, Lagos Nigeria. *Afr J Biotechnol.* 7(5):6717-6721. doi:10.5897/AJB07.217
- Özel HU, Gemici BT. 2018. Bartın Irmağı kirlilik profilinin fiziksel parametrelerle belirlenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.* 7(1):52-58. doi:10.29048/makufebd.206618
- Paca JM, Santos FM, Pires JC, Leitão AA, Boaventura RA. 2019. Quality assessment of water intended for human consumption from Kwanza, Dande and Bengo rivers (Angola). *Environ Pollut.* 254, 113037. doi:10.1016/j.envpol.2019.113037
- Schoonover JE, Lockaby BG, Pan S. 2005. Changes in chemical and physical properties of stream water across an urban-rural gradient in western Georgia. *Urban Ecosyst.* 8:107-124. doi:10.1007/s11252-005-1422-5
- Şahinci A. 1991. Doğal Suların Jeokimyası. İzmir: Reform Matbaası, 548 s.
- Şener Ş. 2010. Eğirdir Göl suyu ve dip sedimanlarının hidrojeokimyasal incelemesi [Doktora tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi, 348 s.
- Şener Ş, Özdemir H. 2017. Karakuyu (Afyon) Gölü sulak alanı ve çevresinin hidrojeoloji incelemesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi.* 5(2):425-439. doi:10.21923/jesd.314288
- Şener E, Varol S, Şener Ş, Davraz A. 2019. Assessment of the stream network pollution in the Eğirdir Lake Basin (Turkey) using water quality index and multivariate analysis. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi.* 7(2):352-368. doi:10.21923/jesd.471866
- Tabayashi Y, Yamamuro M. 2009. Changes in the impact of anthropogenic effects on river water quality during the last 50 years in Japan. *Wetl Ecol Manag.* 17:409-415. doi:10.1007/s11273-008-9117-3
- Tayfur G, Kirer T, Baba A. 2008. Groundwater quality and hydrogeochemical properties of Torbalı Region, İzmir, Turkey. *Environ Monit Assess.* 146(1-3):157-169. doi:10.1007/s10661-007-0068-6
- Tomar A. 2009. Toprak ve su kirliliği ve su havzalarının korunması. *TMMOB İzmir Kent Sempozyumu*, 333-345, İzmir, Türkiye.
- Umar R, Ahmad MS. 2000. Groundwater quality in parts of central Gang Basin, India. *Environ Geol.* 39 (6):673-678. doi:10.1007/s002540050480
- Varol S. 2018. Yazır Gölü (Çavdır/Burdur) sulak alan havzasının hidrojeoloji ve hidrojeokimyasal incelemesi. *Karaelmas Science and Engineering Journal.* 8(1):156-167. doi:10.7212%2Fzkufbd.v8i1.924
- Varol S, Şekerci M. 2018. Korkuteli ilçe merkezi (Antalya) su kaynaklarının su kalite indeksi (WQI) yöntemi ile değerlendirmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi.* 6(1): 74-86. doi:10.21923/jesd.404096