

Terzialan Göleti'nin (Çan, Çanakkale) sulama suyu kalitesi açısından mevsimsel değişimlerinin değerlendirilmesi

Evaluation of seasonal changes in terms of irrigation water quality of Terzialan Pond (Çan, Çanakkale)

Kahraman Selvi^{1*} • Seda Özdikmenli Tepeli² • Burcu Kaya³

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yenice Meslek Yüksekokulu, Ormanlık Bölümü, 17550 Çanakkale- Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-6974-4441>

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yenice Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, 17550 Çanakkale- Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-1613-5917>

³ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 17550 Çanakkale- Türkiye

<https://orcid.org/0000-0003-1755-7705>

*Corresponding author: kahramanselvi@comu.edu.tr

Received date: 05.02.2021

Accepted date: 06.05.2021

How to cite this paper:

Selvi, K., Özdikmenli Tepeli, S. & Kaya, B. (2021). Evaluation of seasonal changes in terms of irrigation water quality of Terzialan Pond (Çan, Çanakkale). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 38(3), 317-328. DOI: 10.12714/egejfas.38.3.08

Öz: Tarımsal sulama amaçlı yapılan göletlerin su kalitesinin belirlenmesi gerek zirai üretim gerekse sucul canlıların yaşamı açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Terzialan Göleti'nde suyun fiziko-kimyasal parametrelerinin ve metal konsantrasyonlarının mevsimlere bağlı değişimleri incelenmiştir. 2019 yılında, dört örnekleme noktasından, mevsimsel olarak alınan su örneklerinin fiziko-kimyasal analizleri APHA (2012) standart metoduna göre, ağır metal konsantrasyonlarının saptanması ise ICP-OES ile yapılmıştır. Göletin su kalitesi Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY), İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (ITASHY) ve Türk Standardı İnsani Tüketim Amaçlı Sular (TS266) sınıflarına göre değerlendirilmiştir. Sonuç olarak Terzialan Göleti'nin, Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğindeki sınıflandırmaya göre fosfat konsantrasyonu açısından II. sınıf su kalitesi, diğer parametreler açısından I. sınıf su kalitesine sahip olduğu saptanmıştır. Gölet, ABD tuzluluk laboratuvarına göre C2-S1 sınıfında, Wilcox diyagramına göre çok iyi sınıfında olup tarımsal sulama suyu olarak kullanılabilir niteliktedir. Doğal etkilerin yanında mevsimlere bağlı tarımsal ve rekreasyonel faaliyetlerle ilişkili antropojenik etkiler yüzünden su kalitesinde değişimler görülmüştür. Göletin periyodik olarak izlenmesi, çevresel yönetim için yararlı olacaktır.

Anahtar kelimeler: Su kalitesi, ağır metal kirliliği, Terzialan Göleti, Çan, Çanakkale

Abstract: Determining the water quality of agricultural irrigation ponds has great importance both for agricultural production and for aquatic organisms. In this study, seasonal changes of the physico-chemical parameters and metal concentrations of water in Terzialan Pond were investigated. In 2019, physico-chemical analysis of the water samples taken from four sampling points are made according to APHA (2012) standard method, determining metal concentrations with ICP-OES. The water quality of the pond is evaluated according to YSKYY, ITASHY and TS266 classes. Terzialan Pond, according to Surface Water Quality Management Regulations is found to be second quality in terms of phosphate concentration and first quality in other parameters. The pond can be used as agricultural irrigation water being in C2-S1 class according to US Salinity Laboratory diagram and very good- good class according to Wilcox diagram. Changes in water quality are observed due to anthropogenic effects depending on seasonal agricultural and recreational activities, besides natural effects. Periodic monitoring of the pond will be beneficial for environmental management.

Keywords: Water quality, heavy metal pollution, Terzialan Pond, Çan, Çanakkale

GİRİŞ

Son yıllarda ülkemizde mevcut su kaynaklarının teknik ve ekonomik yönden daha pratik ve daha az maliyetli kullanılmasına olanak sağlayan göletler, su temini, sel taşkınlarını önleme, elektrik enerjisi elde etme, tarım arazileri için sulama suyu sağlama gibi amaçlarla inşa edilen barajlara alternatif olmuştur. Küçük derelerin, yağmurların ve eriyen kar sularının, genellikle bir set ardında biriktirilmesiyle oluşturulan ve böylelikle daha kısa sürede zirai kullanıma sunulabilen göletler, aynı zamanda sportif olta balıkçılığı, mesire yeri olarak kullanım gibi rekreasyonel faaliyetler açısından da bölge halkının ilgisini çekmektedir (Fayrap, 2011; Aşık, 2016).

Sulama amaçlı kullanılan su kaynakları, bilinçsiz yapılan gübreleme ve ilaçlama gibi tarımsal faaliyetler ile diğer antropojenik etkilere bağlı ve sürekli olarak kirliliğe maruz kalmaktadır. Yetiştirilen ürün için büyük önem arz eden sulama suyunun kalitesindeki olumsuz değişimler gerek

toprak verimliliğini gerekse tarımsal üretimi sınırlamaktadır (Parlak ve Parlak, 2006). Ayrıca çeşitli yollarla sucul ortama karışan kirlleticiler, bu sulara yaşayan organizmaların dokusunda ve organlarında birikerek biyoçeşitliliğin önemli derecede azalmasına neden olmakta ve besin zincirinin en üst basamağında bulunan insan için de risk oluşturmaktadır (Dodson vd., 2000). Dolayısıyla su kalitesinin ekolojik açıdan değerlendirilmesi, düşük kaliteye sahip su kaynaklarının iyileştirilerek sürdürülebilirliğinin sağlanması, sucul ekosistemlerinin korunması ve yüzey sularının yönetimi için büyük önem taşımaktadır.

Ülkemizdeki sucul ekosistemlerin kirlilik problemini ortaya koymak amacıyla yapılan birçok çalışma mevcuttur (Selvi vd., 2015; Türkmen ve Akbulut, 2015; Kalyoncu vd., 2016; Ünlü ve Alpar, 2016; Selvi vd., 2017a, 2017b; Mutlu ve Kutlu, 2017; Hamidi vd., 2018; Baki, 2019; Çavuş ve Şen, 2020). Ancak

Terzialan (Çan, Çanakkale) çevresinde zirai ve endüstriyel faaliyetler yoğun olarak yapılmasına rağmen; bölgenin önemli sulama kaynaklarından biri olan Terzialan Göleti'nde su kalitesinin belirlenmesi kapsamında bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada, Terzialan Göleti'nin fiziko-kimyasal özelliklerine ait parametrelerin ve sudaki ağır metal konsantrasyonlarının mevsimsel değişimlerinin belirlenmesi, sonuçların Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKY, 2016), İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (İTASHY, 2013) ve Türk Standardı İnsani Tüketim Amaçlı Sular (TS 266/T2, 2005) ulusal standartlar ile karşılaştırılarak değerlendirilmesi ve elde edilen verilerin Terzialan Göleti'nde önümüzdeki yıllarda su kalitesiyle ilgili yürütülecek çalışmalar için bir veri tabanı oluşturması amaçlanmıştır. Gölette su kalitesi ile ilgili yapılan ilk çalışma olması sebebiyle önemlidir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma alanı ve örnekleme

Çalışma, Çanakkale'nin Çan ilçesinin yaklaşık 10 km güneybatısında yer alan Terzialan Göleti'nde (39°57'31" K – 27°00'19" D) gerçekleştirilmiştir. Çevresindeki derelerin, yağmurların ve eriyen kar sularının beslediği, 0,242 km² yüz ölçümüne sahip gölet, tarımsal sulama ve hayvan içme suyunu temin etmek, bölgedeki su taşkınlarını önlemek amacıyla kurulmuştur (Şekil 1). Göletin mevsime bağlı

yüzeysel su kalitesinin durumunu tespit etmek için gölet üzerinden 4 farklı örnek noktası belirlenerek 2019 yılının Ocak, Nisan, Temmuz ve Ekim aylarında mevsimsel örnekleme yapılmıştır. Örnekler 3 tekrar olacak şekilde 500 ml alınarak, +4°C koşullarda soğuk zincir ile laboratuvara taşınmıştır.

Çalışma bölgesi, bulunduğu konum itibariye geçiş iklimi özellikleri göstermektedir ve genel karakteriyle Akdeniz iklimi özelliklerini yansıtmaktadır. Yaz aylarında yağış miktarı oldukça düşüktür. Yağışların en fazla görüldüğü mevsim kış ve ilkbahar aylarıdır.

Terzialan Göleti'nde, göletin su özelliklerini homojen olarak sağlayabilecek dört adet istasyon belirlenmiştir. Tarım alanlarıyla çevrili olan göletin 1. ve 4. istasyon olarak seçilen bölgelerin arasında kalan alanlar bölge halkının piknik alanı olup, olta balıkçılarının da sıklıkla konuşlandığı yerlerdir. İnsan kaynaklı kirliliğin etkilerini belirlemek için bu bölgelerden numune alınmıştır. Göletin güneyinde çevre köyleri birbirine bağlayan işlek bir yol ve yolun üst kısmında birkaç hane ile hayvan damları bulunmaktadır. Ayrıca tarımsal amaçlı kullanılan suyu çekmek için kullanılan pompalar sıklıkla bu bölgededir. Dolayısıyla antropojenik etkinin tespit edilebilmesi açısından 2. istasyon, bu yolun gölete en yakın olduğu noktadan seçilmiştir. Göleti besleyen küçük derelerin su kalitesi açısından etkisini belirlemek için de göletin geleğenlerine yakın noktalar da 3. ve 4. istasyon olarak seçilmiştir.



Şekil 1. Terzialan Göleti ve örnekleme noktalarının konumu
Figure 1. Terzialan Pond and location of sampling points

Suyun fiziko-kimyasal parametre analizleri

Suyun fiziko-kimyasal özelliklerinin tespiti için pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve tuzluluk gibi parametreler, çoklu parametre ölçüm cihazı (YSI Pro Plus, ABD) kullanılarak arazide ölçülmüştür. Diğer su kalite parametrelerinden, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅), toplam fosfat (PO₄³⁻), nitrat azotu (NO₃-N), nitrit azotu (NO₂-N), amonyum azotu (NH₄⁺-N), sodyum (Na⁺), potasyum (K⁺), klorür (Cl⁻) toplam sertlik ve (Ca⁺² ve Mg⁺²) analizleri standart metoda göre yapılmıştır (APHA, 2012). Ayrıca aşağıda verilen formüllere göre su örneklerinin magnezyum oranı (MR), Kelly indeksi (KI), sodyum yüzdesi (%Na) ve sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) hesaplanmıştır (Özer ve Köklü, 2019; Demer ve Hepdeniz, 2018; Bouderbala, 2017).

$$MR = \frac{Mg^{+2}}{Ca^{+2} + Mg^{+2}} \times 100 \quad (1)$$

$$KI = \frac{Na^{+2}}{Ca^{+2} + Mg^{+2}} \quad (2)$$

$$\%Na = \left(\frac{Na^{+2} + K^{+2}}{Ca^{+2} + Mg^{+2} + Na^{+2} + K^{+2}} \right) \times 100 \quad (3)$$

$$SAR = \frac{Na^{+2}}{\sqrt{\frac{Ca^{+2} + Mg^{+2}}{2}}} \quad (4)$$

Suda ağır metal analizleri

Sudaki ağır metal konsantrasyonunu belirlemek için alınan su numunelerine (demir, bakır, çinko, kurşun, kadmiyum) ön ekstraksiyon işlemi yapıldıktan sonra sonuçlar İndüktif Eşleşmiş Plazma Atomik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES) (Varian Liberty Sequential) ile belirlenmiştir. Ön ekstraksiyon işlemi, örneklerin 0,45 µm şırınga filtreden geçirilerek üzerine 5 ml HNO₃ damlatılması ile yapılmıştır (Smith vd., 2007). Analizi gerçekleştirilen her metal için stok standart kalibrasyon çözeltileri kullanılmış olup ölçüm aralığına uygun kalibrasyon standart çözeltileri hazırlanmıştır. Okutulan her bir parametre türü için önce kalibrasyon eğrisi oluşturularak örnekler cihaza verilmiş ve sonuçlar alınmıştır.

İstatiksel analizler ve değerlendirme

Sonuçların istatistiksel değerlendirilmesi SPSS 20 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sudaki ağır metal konsantrasyon bulgularına iki yönlü varyans analizleri uygulanarak,

konsantrasyon-istasyon ve konsantrasyon-zaman ikili interaksyonu belirlenmiştir. Gruplar arasındaki varyans, $P < 0,05$ olarak değerlendirilmiştir (Logan, 2010).

Elde edilen verilerin yıllık ortalama değerleri, Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY, 2016), İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (İTASHY, 2013) ve Türk Standardı İnsani Tüketim Amaçlı Sular (TS 266/T2, 2005) ulusal standartlar ile karşılaştırılarak, sulama suyu kriterlerine göre değerlendirilmiştir. Ayrıca tarımsal sulama amaçlı kullanılan suyun sınıflandırmasını belirlemede ABD tuzluluk ve Wilcox diyagramlarından yararlanılmıştır.

BULGULAR

Terzialan Göleti'nin mevsimsel su kalitesinin tespiti için Terzialan Göleti'nden belirlenen istasyonlardan elde edilen suyun fiziko-kimyasal parametreleri YSKYY ve İTASHY standartlarına göre karşılaştırılarak sonuçlar Tablo 1'de gösterilmiştir.

Analiz bulgularına göre en yüksek pH değeri, göletin su kütlesinin nispeten azaldığı yaz mevsiminde belirlenmiştir. Ayrıca pH değerinin kış mevsiminde de artış gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmada ölçülen çözünmüş oksijen konsantrasyonunun, yüzey suyu sıcaklıklarına bağlı olarak yaz aylarında azaldığı saptanmıştır (Tablo 1). Çalışmada 0,70 – 6,21 mg/L arasında ölçülen biyolojik oksijen ihtiyacı değeri, yaz mevsiminde en düşük ve sonbahar mevsiminde en yüksek konsantrasyona ulaşmış olup, YSKYY (2016)'ya göre I. ve II. sınıf su olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada ölçülen en yüksek kimyasal oksijen ihtiyacı miktarı yaz mevsiminde ölçülmesine rağmen Terzialan Göleti'nin su kalitesi, kimyasal oksijen ihtiyacı bakımından YSKYY (2016) 'ya göre I. sınıf su olarak belirlenmiştir. Terzialan Göleti'nde 0,38 – 2,02 mg/L arasında ölçülen NO₃-N konsantrasyonu, sonbahar mevsiminde artış göstermiş olsa da YSKYY (2016) 'ya göre I. sınıf su kalitesindedir. Terzialan Göleti'nde ölçülen sudaki toplam fosfat konsantrasyonu, 0,02 – 0,63 mg/L arasında değişmektedir. En yüksek fosfat konsantrasyonu yaz mevsimde tespit edilmiştir ve YSKYY (2016) 'ya göre II. sınıf su kalitesindedir. Çalışmada 19 – 36 mg/L arasında ölçülen klorür konsantrasyonunun, İTASHY (2013) tarafından belirtilen limitlerinin oldukça altında olduğu tespit edilmiştir. Terzialan Göleti'nden alınan su örneklerinde ölçülen elektriksel iletkenlik değerinin en yüksek olduğu mevsim sonbahar mevsimidir. Gölet sularının elektriksel iletkenliği 235–359 µS/cm arasında değişmekte olup, YSKYY (2016) 'ya göre I. sınıf su olarak belirlenmiştir. Çalışmada ölçülen suların sertlik değeri 376 – 539 mg/L arasında değişmekte olup, Terzialan Göleti sularının sert sular sınıfına girdiği tespit edilmiştir.

Tablo 1. Belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerinin mevsimlere göre ortama fiziko-kimyasal parametre değerleri ile YSKYY ve İTASHY standartları ile kalite kriterlerinin karşılaştırılması**Table 1.** Comparison of the physico-chemical parameter values of the water samples taken from the determined stations according to the seasons and the YSKYY and İTASHY standards and quality criteria

P	B	M	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon	4. İstasyon	İTASHY ¹	YSKYY ²			
								I	II	III	IV
T	°C	K	7,79±0,04 Bd	7,97±0,04 Ad	7,83±0,04 Bd	8,01±0,01 Ad	25	-	-	-	-
		İ	17,23±0,02 Bb	18,06±0,04 Ab	16,79±0,02 Db	16,89±0,07 Cb					
		Y	21,64±0,25 Ba	23,10±0,07 Aa	23,36±0,18 Aa	21,60±0,11 Ba					
		S	10,28±0,03 Bc	10,59±0,12 Ac	10,58±0,09 Ac	10,10±0,09 Cc					
pH	-	K	7,94±0,05 Ab	8,02±0,02 Ab	7,90±0,02 Aab	7,92±0,01 Aa	6,5-9,5	6-9	6-9	6-9	6-9
		İ	7,75±0,04 Ac	7,69±0,02 Bc	7,51±0,02 Cc	7,79±0,01 Ac					
		Y	8,15±0,03 Ba	8,08±0,02 Ca	7,98±0,02 Da	8,25±0,03 Ab					
		S	7,62±0,02 Ad	7,54±0,02 Bd	7,57±0,05 ABc	7,63±0,02 Ad					
Çözünmüş Oksijen	mg/L	K	8,80±0,08 Ba	8,90±0,04 ABa	8,90±0,06 ABa	8,95±0,03 Aa	-	>8	6	3	<3
		İ	7,38±0,02 Bc	7,17±0,06 Cc	7,70±0,12 Ab	7,38±0,06 Bc					
		Y	5,79±0,19 Bd	5,38±0,06 Cd	6,09±0,05 Ac	5,84±0,05 Bd					
		S	7,99±0,04 Ab	7,87±0,04 Bb	7,91±0,02 Bb	7,73±0,02 Cb					
Tuzluluk	ppt	K	0,13±0,00 Aa	0,13±0,00 Aa	0,13±0,00 Aa	0,13±0,00 Aa	-	-	-	-	-
		İ	0,13±0,00 Aa	0,14±0,00 Aa	0,14±0,00 Aa	0,13±0,00 Aa					
		Y	0,13±0,00 Aa	0,14±0,00 Aa	0,13±0,00 Aa	0,13±0,00 Aa					
		S	0,14±0,00 Aa	0,13±0,00 Aa	0,14±0,00 Aa	0,13±0,00 Aa					
İletkenlik	µS/cm	K	255,66±10,06 Bb	266,00±10,44 ABbc	271,00±13,45 ABb	284,00±8,88 Ab	2500	<400	1000	3000	>3000
		İ	251,66±24,78 ABb	248,00±26,66 Bc	261,33±16,56 Ab	235,33±14,01 Cc					
		Y	294,33±9,07 Aa	297,00±10,53 Ab	286,00±14,17 Bb	293,33±15,30 Ab					
		S	317,33±21,22 Ba	337,00±16,52 ABa	318,66±10,01 Ba	359,00±18,73 Aa					
KOİ	mg/L	K	5,83±1,63 Ab	6,06±0,4 Ab	6,02±0,32 Ab	5,98±0,32 Ab	-	<25	50	70	>70
		İ	5,30±0,91 Ab	6,04±0,3 Ab	5,47±0,24 Ab	5,38±0,10 Ab					
		Y	17,70±1,33 Ba	18,58±0,61 ABa	19,47±0,53 Aa	17,60±0,50 Ba					
		S	5,63±1,12 Ab	5,55±1,18 Ab	6,06±1,00 Ab	5,36±1,10 Ab					
BOİ ₅	mg/L	K	2,38±0,18 Ab	2,26±0,14 Ab	2,32±0,16 Ab	2,37±0,26 Ab	-	<4	8	20	>20
		İ	1,40±0,17 Bc	1,55±0,16 Bc	1,92±0,08 Ac	1,83±0,12 Ac					
		Y	0,70±0,08 Bd	0,77±0,04 ABd	0,83±0,05 Ad	0,82±0,06 ABd					
		S	5,45±0,22 Ba	6,21±0,17 Aa	6,10±0,17 Aa	5,36±0,06 Ba					
NH ₄ ⁺ -N	mg/L	K	öd	öd	öd	öd	-	-	-	-	-
		İ	öd	öd	öd	öd					
		Y	öd	öd	öd	öd					
		S	öd	öd	öd	öd					
NO ₂ -N	mg/L	K	öd	öd	öd	öd	-	<3	10	20	>20
		İ	öd	öd	öd	öd					
		Y	öd	öd	öd	öd					
		S	öd	öd	öd	öd					

Tablo 1. Devamı
Table 1. Continued

NO ₃ - N	mg/L	K	0,38±0,17 ABb	0,60±0,17 Ab	0,53±0,33 Ab	0,53±0,22 Ab	-	<3	10	20	>20
		İ	öd	öd	öd	öd					
		Y	öd	öd	öd	öd					
		S	1,82±0,34 ABa	1,75±0,36 ABa	2,01±0,35 Aa	2,02±0,41 Aa					
PO ₄ ³⁻	mg/L	K	0,04±0,02 Ac	0,03±0,03 Aa	0,05±0,01 Ac	0,02±0,01 Ac	-	<0,05	0,16	0,65	>0,65
		İ	0,13±0,03 Ab	0,06±0,02 Bb	0,14±0,04 Ab	0,18±0,03 Ab					
		Y	0,63±0,08 Aa	0,61±0,18 Ba	0,53±0,10 Aa	0,48±0,18 Aa					
		S	0,04±0,02 Ac	0,03±0,03 Ab	0,07±0,01 Ac	0,04±0,03 Ac					
Cl ⁻	mg/L	K	20,00±3,65 Cc	19,00±2,36 Cc	27,00±3,95 Bb	32,00±4,51 Ab	250	-	-	-	-
		İ	25,00±4,11 Bb	21,00±2,45 Cb	24,00±2,57 Bc	28,00±3,57 Ac					
		Y	18,00±2,68 ABd	14,00±1,98 Cd	19,00±2,09 Ad	17,00±1,45 Bd					
		S	29,00±4,23 Ba	25,00±3,22 Ca	30,00±4,26 Ba	36,00±4,15 Aa					
Na ⁺	mg/L	K	13,95±0,23 Aa	12,79±0,12 Ab	13,58±0,12 Ab	14,53±0,17 Aa	-	-	-	-	-
		İ	11,25±0,19 Ac	11,63±0,05 Ac	11,96±0,15 Ac	11,49±0,18 Ac					
		Y	12,35±0,15 Ab	12,81±0,16 Ab	13,24±0,22 Ab	12,91±0,06 Ab					
		S	14,21±0,17 Aa	14,09±0,07 Aa	14,52±0,15 Aa	14,01±0,15 Aa					
Ca ²⁺	mg/L	K	35,21±0,63 Aa	34,85±0,75 Aa	34,65±0,61 Aa	33,21±0,61 Aa	-	-	-	-	-
		İ	27,32±0,13 Ac	28,58±0,36 Ac	28,05±0,18 Abc	28,41±0,53 Ab					
		Y	29,15±0,04 Ab	29,54±0,50 Ab	28,64±0,33 Ab	27,88±0,13 Ac					
		S	27,64±0,48 Ac	28,11±0,10 Ac	27,43±0,12 Ac	28,17±0,27 Abc					
Mg ²⁺	mg/L	K	25,11±0,28 Ad	24,32±0,12 Ad	25,12±0,75 Ac	25,87±0,12 Ac	-	-	-	-	-
		İ	29,15±0,31 Aa	29,35±0,33 Aa	28,96±0,50 Aa	29,15±0,32 Aa					
		Y	27,36±0,06 Ab	28,25±0,50 Ab	26,49±0,34 Ab	26,66±0,48 Ab					
		S	26,32±0,10 Ac	27,19±0,68 Ac	26,09±0,41 Ab	26,75±0,55 Ab					
K ⁺	mg/L	K	8,65±0,60 Aab	8,55±0,44 Ab	8,82±0,16 Aa	8,74±0,47 Aa	-	-	-	-	-
		İ	7,79±0,77 Ab	7,62±0,12 Ab	7,93±0,38 Aa	7,35±0,51 Ab					
		Y	8,78±0,82 Ab	8,92±0,74 Aa	8,65±0,82 Ab	8,83±0,28 Aa					
		S	8,01±0,47 Aa	8,17±0,05 Ac	8,15±0,12 Ac	8,09±0,25 Ac					
Sertlik	mg/L	K	485,00±26,32 Ab	425,00±22,54 Ab	437,00±24,38 Ab	471,00±26,85 Ab	-	-	-	-	-
		İ	512,00±30,28 Aa	528,00±36,25 Aa	506,00±31,97 Aa	539,00±35,41 AAa					
		Y	392,00±24,51 Ac	381,00±21,94 Ac	365,00±23,47 Ac	376,00±21,82 Ac					
		S	428,00±28,16 Ab	430,00±23,77 Ab	394,00±25,89 Ac	411,00±29,12 Ab					

*Büyük harfler istasyonlar arası, küçük harfler ise mevsimler arasındaki farklılıkları göstermektedir (P <0,05). *P: Parametre, B: Birim, M: Mevsim, K: Kış, İ: İlkbahar, Y: Yaz, S: Sonbahar *öd: Ölçülemeyecek düzeydedir.

1TASHY: 07/03/2013 tarihli ve 28580 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik 2YSKY: 10/08/2016 tarihli ve 29797 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik

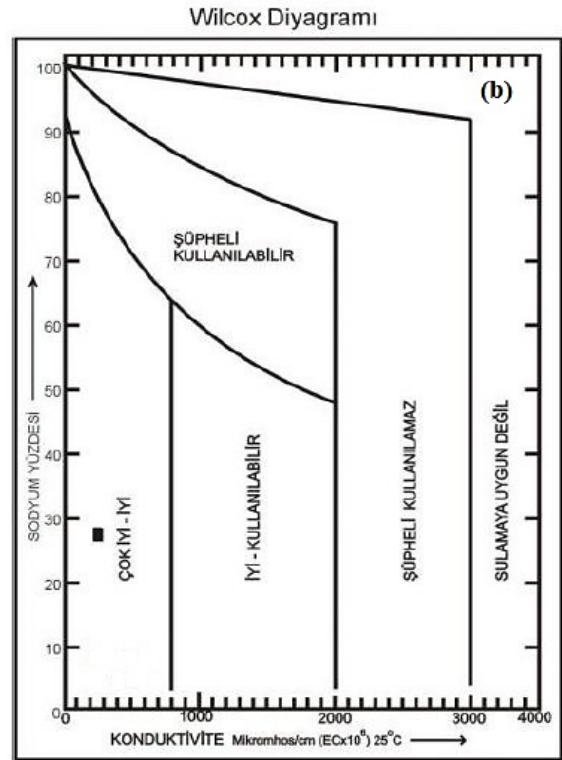
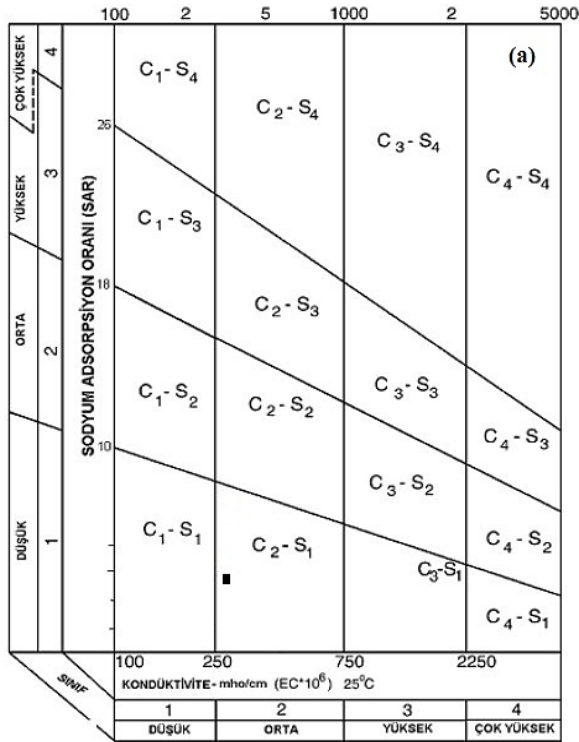
Tablo 2 incelendiğinde; Terzalian Göleti'nin SAR değerinin 2,11-2,81 arasında değiştiği ve yıllık ortalamasının 2,46 olduğu görülmektedir. %Na değeri ise 24,65-29,75 arasındadır ve yıllık ortalama 27,36 olarak saptanmıştır. MR değeri 41,10-51,62 arasında değişmekte olup, yıllık ortalama 47,62 olarak belirlenmiştir.

Buna ek olarak KI değeri 0,19-0,27 arasında olup yıllık ortalama 0,23'tür. Terzalian Göleti'nin, mevsimsel ortalamalara göre ABD tuzluluk diyagramında C2-S1 sınıfında olduğu belirlenmiştir. Wilcox diyagramında ise çok iyi sınıfında yer aldığı saptanmıştır (**Şekil 2**).

Tablo 2. Terzalian Göleti'nin MAR, KI, %Na ve SAR değerleri (Özer ve Köklü, 2019)

Table 2. Terzalian Pond's MR, KI, %Na and SAR values (Özer ve Köklü, 2019)

P	M	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon	4. İstasyon	
MR	K	41,63	41,10	42,03	43,79	
	İ	51,62	50,66	50,80	50,64	<50 Uygun
	Y	48,42	48,88	48,05	48,88	>50 Uygun değil
	S	48,78	49,17	48,75	48,71	
KI	K	0,23	0,22	0,23	0,25	
	İ	0,20	0,20	0,21	0,20	<1 Uygun
	Y	0,22	0,22	0,24	0,24	>1 Uygun değil
	S	0,26	0,25	0,27	0,26	
%Na	K	27,26	26,51	27,26	28,26	<20 Mükemmel
	İ	25,20	24,94	25,86	24,66	20-40 İyi
	Y	27,22	27,33	28,42	28,50	40-60 İzin verilebilir
	S	29,17	28,70	29,75	28,69	60-80 Şüpheli >80 Uygun değil
SAR	K	2,54	2,35	2,48	2,67	<20 Mükemmel
	İ	2,11	2,16	2,24	2,14	20-40 İyi
	Y	2,32	2,38	2,52	2,47	40-60 İzin verilebilir
	S	2,74	2,68	2,81	2,67	60-80 Şüpheli >80 Uygun değil



Şekil 2. Terzalian Göleti'nin (a) ABD tuzluluk ve (b) Wilcox diyagramları
Figure 2. (a) US salinity and (b) Wilcox diagrams of Terzalian Pond

Terzialan Göleti'nin ağır metal konsantrasyonları TS266 ve YSKYY göre karşılaştırılarak sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir. Çalışmada en düşük demir konsantrasyonu 2. istasyonda yaz mevsiminde belirlenmiş olup, mevsimler arası istatistiksel fark önemlidir ($P < 0,05$). Bununla birlikte en yüksek demir konsantrasyonu, 3. istasyonda sonbahar mevsiminde belirlenmiş ve istasyonlar arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). Yıllık ortalama demir (179 $\mu\text{g/L}$) konsantrasyonunun, TS266 'ya göre Tip II Sınıf II ve YSKYY 'e göre I. Sınıf grubunda yer aldığı belirlenmiştir. Gölette belirlenen en düşük bakır konsantrasyonu 3. istasyonda ve kış mevsiminde olup, mevsimler arası farkların anlamlı olduğu görülmektedir. İlkbahar mevsiminde 3. istasyonda en yüksek ölçülen bakır derişiminin istasyonlar arası ve mevsimler arası farkları istatistiksel olarak anlamlıdır ($P < 0,05$). Sudaki konsantrasyonu yıllık ortalama 18,9 $\mu\text{g/L}$ olarak belirlenen bakır, TS266 'ya göre Tip I Sınıf I, YSKYY 'e göre I. Sınıf grubunda yer aldığı belirlenmiştir. Sudaki çinko konsantrasyonları değerlendirildiğinde ise en yüksek konsantrasyon 78,13 $\mu\text{g/L}$ olarak kış mevsiminde ve 3. istasyonda ölçüldüğü anlaşılmaktadır. Ayrıca istasyonlar arası fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0,05$). En düşük çinko

konsantrasyonu (24,19 $\mu\text{g/L}$) yaz mevsiminde ve 1. istasyonda ölçülmüş olup gerek istasyonlar gerekse mevsimler arasındaki farkların önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0,05$). Yıllık ortalama çinko konsantrasyonunun (47,2 $\mu\text{g/L}$), TS266 ve YSKYY 'ya göre Sınıf I grubunda yer aldığı belirlenmiştir. Çalışmada ölçülen kurşun konsantrasyonları en yüksek 1,41 $\mu\text{g/L}$ olarak sonbahar mevsiminde ve 2. istasyonda tespit edilmiştir. Bununla beraber istasyonlar arası fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0,05$). En düşük kurşun konsantrasyonu ise 0,11 $\mu\text{g/L}$ olarak 4. istasyonda ve kış mevsiminde ölçülmüş olup, mevsimler arası farklar önemlidir ($P < 0,05$). Kurşun konsantrasyonları yıllık ortalama olarak değerlendirildiğinde (0,64 $\mu\text{g/L}$); TS266 ve YSKYY 'ya göre Sınıf I grubunda yer aldığı belirlenmiştir. En düşük kadmiyum konsantrasyonu (0,14 $\mu\text{g/L}$) kış mevsiminde ve 4. istasyonda ölçülmüştür. Bununla birlikte istasyonlar arası farklar önemlidir. En yüksek kadmiyum konsantrasyonu (0,82 $\mu\text{g/L}$) yaz mevsiminde 2. istasyonda belirlenmiş olup hem mevsimler hem de istasyonlar arası farklar istatistiksel olarak anlamlıdır ($P < 0,05$). Ayrıca yıllık ortalama 0,51 $\mu\text{g/L}$ olarak ölçülen kadmiyum konsantrasyonunun, TS266 ve YSKYY 'ya göre Sınıf I grubunda yer aldığı belirlenmiştir.

Tablo 3. Terzialan Göleti'nde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerinin mevsimlere göre metal konsantrasyonu ile YSKYY ve TS266 standartlarına göre kalite kriterleri ($\mu\text{g/L}$)

Table 3. The metal concentration of the water samples taken from the stations determined from Terzialan Pond according to the seasons and the quality criteria according to YSKYY and TS266 standards ($\mu\text{g/L}$)

Metal	M	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon	4. İstasyon	TS266 ¹ Kılavuz Değerler		YSKYY ²			
						Tip 1 Sınıf 1	Tip 2 Sınıf 2	I. Sınıf	II. Sınıf	III. Sınıf	IV. Sınıf
Fe	K	131,52±5,93Bb	113,58±13,7Cb	173,45±8,76Ac	184,24±11,18Aa						
	İ	239,70±18,58Aa	231,72±18,0Aa	261,72±22,88Ab	190,43±8,66Ba	50	200	<300	1000	5000	>5000
	Y	90,90±4,40Ac	73,21±6,60Bc	88,93±5,45Ad	74,53±3,91Bb						
	S	263,02±12,15Ba	210,40±7,18Ca	351,41±28,70Aa	187,96±8,49Ca						
Cu	K	15,4±0,06Ab	12,8±0,05Bd	10,9±0,04Bd	12,3±0,04Cbc						
	İ	23,8±0,36Ba	26,2±0,11Ba	35,6±0,08Aa	25,8±0,17Ba	100	2000	<20	50	200	>200
	Y	24,4±0,10Aa	16,0±0,11Cc	19,4±0,04Bc	13,5±0,04Db						
	S	15,2±0,04Cb	18,5±0,05Bb	21,6±0,05Ab	11,3±0,03Dc						
Zn	K	51,01±0,64Cb	35,30±1,07Da	78,13±1,07Aa	61,74±0,54Ba						
	İ	48,79±0,97Cb	25,27±3,52Db	73,53±2,27Ab	31,06±1,17Bd	100	5000	<200	500	2000	>2000
	Y	24,19±1,76Dc	32,52±1,49Ba	28,00±1,16Cc	43,85±2,13Ac						
	S	66,13±3,24Ba	33,62±1,08Da	70,60±2,77Ab	50,80±1,37Cb						
Pb	K	0,18±0,05Cd	0,38±0,03Ad	0,25±0,03Bb	0,11±0,02Cd						
	İ	0,59±0,01Db	0,93±0,02Ab	0,82±0,01Ba	0,71±0,01Ca	10	10	<10	20	50	>50
	Y	0,34±0,03Dc	0,78±0,02Bc	0,86±0,03Aa	0,51±0,03Cb						
	S	1,25±0,09Ba	1,41±0,11Aa	0,81±0,03Ca	0,26±0,03Dc						
Cd	K	0,42±0,03Bab	0,58±0,15Ac	0,37±0,06Bc	0,14±0,02Cc						
	İ	0,39±0,02Cb	0,44±0,03Cb	0,62±0,04Bb	0,79±0,07Aa	5	5	<2	5	7	>7
	Y	0,46±0,03Ca	0,82±0,04Aa	0,71±0,01Ba	0,66±0,03Bb						
	S	0,32±0,03Cc	0,49±0,02Bb	0,66±0,04Aab	0,22±0,02Dc						

*Büyük harfler istasyonlar arası, küçük harfler ise mevsimler arasındaki farklılıkları göstermektedir ($P < 0,05$). *M: Mevsim, K: Kış, İ: İlkbahar, Y: Yaz, S: Sonbahar

*Fe: Demir, Cu: Bakır, Zn: Çinko, Pb: Kurşun, Cd: Kadmiyum

¹TS266: Türk Standardı, İnsani Tüketim Amaçlı Sular (2005) ²YSKYY: 15 Nisan 2015 Tarihli ve 29327 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanan Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik

TARTIŞMA VE SONUÇ

Su kalitesi parametreleri, sudaki bileşiklerin toksisitesi ile suda yaşayan türlerin verimliliğini ve fizyolojik durumlarını önemli ölçüde etkilemektedir. Çalışmada, Terzialan Göleti su kalitesinin mevsimlere bağlı olarak değişimi değerlendirilerek durum tespiti yapılmıştır.

Bölgedeki kayaçların karbonat içeriği, mevsimsel yağışlarla göl sularına karışarak suyun bazik özellik kazanmasına neden olabilmektedir. Suyun asitliğini veya alkalinitesini gösteren pH, tatlı sularda doğal faktörlerin yanı sıra antropojenik girdiler nedeniyle büyük ölçüde değişebilmekte ve sucul yaşamı önemli ölçüde etkilemektedir (Abdelaty, 2018). Atıcı (2020), Van'da bulunan Dönerdere, Yumruklu, Değirmigöl ve Dolutaş Göletlerinin pH değerini 8,88-9,00 saptamıştır. Çiçek vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada ise Eskişehir'de yer alan Keskin, Çukurhisar, Borabey Kanlıpınar, Sarısunur ve Yukarıkartal Göletlerinin pH değerinin 8,4-8,9 arasında değiştiği bildirilmiştir. Yaptığımız çalışmada, Terzialan Göleti'nin pH değerinin 7,51-8,25 arasında değiştiği ve literatürdeki verilere göre düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum arazilerin jeolojik karakterlerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır (Rahman vd., 2017).

Sudaki çözülmüş oksijen miktarı, sucul canlıların metabolik faaliyetlerinde görevli olup, su kalitesinin belirlenmesinde indikatör olarak kullanılmaktadır (Ustaoglu vd., 2020). Yüzeysel su sıcaklığı ise biyolojik aktivite hızını artıran ve oksijen doygunluğunu azaltan önemli bir parametredir. Cüce vd. (2020), Çambaşı Göleti'nin (Ordu), çözülmüş oksijen miktarını en düşük yaz mevsiminde (5,60 mg/L), en yüksek ilkbahar mevsiminde (7,70 mg/L) olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda da benzer şekilde en düşük çözülmüş oksijen değeri yaz aylarında 5,79 mg/L olarak ölçülmüştür. Yaz mevsiminde sudaki oksijen seviyesinin düşmesine, sıcaklık artışına bağlı olarak artan organik madde ayrışması ve fotosentetik aktivite neden olmaktadır (Lone vd., 2020). Bunun nedeni ılık suyun oksijen tutma kapasitesinin, soğuk sudan daha düşük olması ve çözülmüş oksijenin, su kaynağının sıcaklığından etkilenmesidir (WHO, 2017).

Kimyasal oksijen ihtiyacı, sudaki kirlenme derecesini oksijen miktarı cinsinden ifade etmek için kullanılmaktadır (Haldar vd., 2020). Mutlu ve Paruğ (2018), Dereköy Göleti'nin kimyasal oksijen ihtiyacının en düşük değerini aralık ayında (2,04 mg/L), en yüksek değerini haziran ayında (7,36 mg/L) saptamışlardır. Benzer şekilde çalışmamızda en yüksek KOİ değerleri yaz mevsiminde tespit edilmiştir. Bunun nedeni yaz aylarında özellikle göletin çevresinde sıklıkla görülen tarımsal ve rekreasyonel faaliyetlerin sudaki kirliliği hızlandırmasıdır. Hacısalihoğlu ve Karaer (2020), kimyasal oksijen ihtiyacındaki artışın, su kaynaklarına karışan evsel ve endüstriyel atık sularla birlikte tarım ve hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Azotlu ve fosforlu bileşiklerin konsantrasyonu, su kalitesini gösteren önemli parametrelerdendir. Bu bileşiklerin

konsantrasyonundaki artış, su kalitesinin düşmesine neden olmaktadır (Ustaoglu vd., 2020). Bitkiler için temel besin maddesi olan nitrat bileşiklerinin sudaki konsantrasyonu genellikle düşüktür. Bu su kaynaklarındaki artan nitrat konsantrasyonu, alglerin büyümesini hızlandırarak su kalitesinde bozulmalara neden olabilmektedir (Ayandiran vd., 2018). Dolayısıyla yüzeysel sularındaki azot türlerinin konsantrasyonundaki artış, genellikle noktasal olmayan tarımsal kirliliğin göstergesi olarak kabul edilmektedir (Ji vd., 2020). Çalışmamızda, Terzialan Göleti'nin nitrit azotu içeriği tüm mevsimlerde ölçüm limitleri altında belirlenmiştir. Benzer şekilde nitrat azotu da yaz ve ilkbahar mevsiminde ölçüm limitleri altında saptanmıştır. Ayrıca nitrat azotu konsantrasyonu en yüksek sonbahar mevsiminde (2,02 mg/L) tespit edilmiştir. Literatürde, nitrat azotunun yaz aylarında nispeten düşük seviyelerde olduğunu belirten benzer çalışmalar yer almaktadır (İleri vd., 2014; Mutlu ve Tepe, 2014). Sucul organizmalar için önemli ölçüde toksik olmayan amonyum iyonu, alg ve makrofitler tarafından doğrudan alınabilmekte olup, Terzialan Göleti'ndeki tüm istasyonlarda amonyum azotu ölçüm limitlerinin altındadır. Temiz ve bol oksijenli sularda amonyum bileşikleri çok düşük düzeylerde bulunmaktadır. Artan konsantrasyonlarda suda oksijen tüketiminin artmasına ve ötrofikasyonun hızlanmasına neden olabilmektedir (Haralambous vd., 1992; Taş, 2011).

Çalışmamızda, fosfat konsantrasyonunun en yüksek 0,63 mg/L yaz mevsiminde, en düşük 0,02 mg/L kış mevsiminde ölçülmüştür. Kar ve Leblebici (2020) araştırmalarında, yüzeysel sularının fosfat konsantrasyonundaki artışın, ötrofikasyona neden olduğunu ve suyun kalitesini önemli oranda düşürdüğünü ifade etmişlerdir. Sağın ve Şen (2018), Kabalar Göleti'nin (Kastamonu) fosfat konsantrasyonunu en düşük 0,10 mg/L mart ayında, en yüksek 0,82 mg/L Eylül ayında saptamışlardır. Tüm istasyonlarda en yüksek fosfat konsantrasyonunun yaz mevsiminde olmasının nedeninin, mevsime bağlı tarımsal faaliyetlerde kullanılan yüksek azot ve fosfat içerikli gübrelerden kaynaklandığı söylenebilir. Literatürdeki veriler ile karşılaştırıldığında; Terzialan Göleti'nin, tarımsal kirlilik açısından daha iyi durumda olduğu söylenebilir.

Yüzeysel sularındaki yüksek klorür içeriği, tuzluluğu ve dolayısıyla yüksek elektriksel iletkenliği gösterirken, su kalitesinin belirlenmesinde indikatör olarak kullanılmaktadır (Zeybek ve Kalyoncu, 2016). Çağlar ve Saler (2014), canlı metabolizması için oldukça önemli olan klorür iyonunun, tuzlu su girişinin olmadığı su kaynaklarında genellikle düşük olduğunu bildirmektedir. Taş (2011), Gaga Gölü'nün (Ordu) klorür içeriğini en yüksek yaz mevsiminde 1,0 mg/L olarak saptamıştır. Terzialan Göleti'nin yaz mevsimindeki klorür içeriği ise 14,00-18,00 mg/L arasında değişiklik göstermiştir. Buna göre Terzialan Göleti'nin klorür içeriğinin Gaga Gölü'nden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışmalar arasındaki farklılıklar iklimsel faktörlerden kaynaklanabilir. Sudaki klorür konsantrasyonunda, mevsimsel yağış miktarındaki artışların ve karların eriyerek su kaynaklarına

karışmasının etkili olduğunu ifade edilmektedir (Gündoğdu ve Çarlı, 2020).

Suyun elektrik kapasitesinin bir ölçüsü olan iletkenlik, sularda çözünmüş katıların konsantrasyonlarındaki değişimi ifade etmektedir. Ayrıca suda çözünmüş tuzlar fotosentezde kullanıldığından, suyun biyolojik verimliliğinde oldukça önemlidir (Gevera vd., 2020). WHO (2017) standartlarına göre, 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'yi aşan su kaynaklarının elektrik iletkenliğinin suda çözünen tuzlara, suyun sıcaklığına ve yoğunluğuna bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir. Kurnaz vd. (2016), Çiğdem Göleti'nin (Kastamonu) en düşük elektrik iletkenliği değerini ilkbahar mevsiminde 171,10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve en yüksek değeri sonbahar mevsiminde 280,13 $\mu\text{S}/\text{cm}$ tespit etmişlerdir. Terzialan Göleti'nde de en düşük elektrik iletkenlik değeri ilkbahar mevsiminde 235,33 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve en düşük değeri sonbahar mevsiminde 359,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ saptanmıştır.

Suların sertliği, suda çözünmüş olarak bulunan toplam Ca^{+2} (kalsiyum) ve Mg^{+2} (magnezyum) iyonlarının miktarının CaCO_3 (kalsiyum bikarbonat) eşdeğeri olarak tanımlanır (Abbasnia vd., 2019; Ustaoglu vd., 2020). Bununla birlikte sodyumun sudaki Ca^{+2} ve Mg^{+2} miktarlarına oranı olarak ifade edilen SAR değeri de alkali (tuzluluk) riskinin bir ölçüsü olarak sulama suyunun kalitesinde önemli bir göstergedir (Rahman vd., 2017; Adimalla ve Wu, 2019; Gevera vd., 2020). SAR değeri arttıkça toprağın geçirgenliği azalarak, toprak sistemindeki hava ve su dolaşımı kısıtlanmaktadır (Tomaz vd., 2020). Bu nedenle SAR değerinin yüksek olması, toprak verimsizliğine yol açarak tarladaki mahsulün veriminin düşmesine neden olabilmektedir (Haldar vd., 2020). Sulama amaçlı kullanılan suyun sınıflandırmasında, suyun 25°C 'deki iletkenliğinin ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ve SAR değerinin baz alınarak hesaplandığı ABD tuzluluk diyagramından yararlanılmaktadır (Öztürk, 2004). Terzialan Göleti, mevsimsel ortalamalara göre ABD tuzluluk diyagramında C2-S1 sınıfında olup, tarımsal sulama suyu olarak kullanılabilir (Öztürk, 2004). Ayrıca Wilcox diyagramında yüzeysel ve yeraltı sularının, sodyum ve iletkenlik yüzdesi değerleri dikkate alınarak sulamaya uygunluğu hesaplanmaktadır. Hesaplamalar, EC ve sodyum yüzdesi değerleri kullanılarak gerçekleştirilmekte ve sulama sınıfları çok iyi, iyi kullanılabilir, şüpheli kullanılabilir, şüpheli kullanılamaz ve sulamaya uygun değil şeklinde 5 sınıf altında değerlendirilmektedir (Şener ve Güneş, 2015). Buna göre Terzialan Göleti'nin, sulama suyu olarak çok iyi sınıfında olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Aydın (2017), Van Çaldıran Ovası yüzey sularından alınan örneklerin, Şener ve Güneş (2015) ise Aksu (Isparta) Ovası yüzey sularından alınan tüm örneklerin çok iyi sınıfta yer aldığını bildirmiştir.

Magnezyum oranının (MR) %50'den fazla olması toprağı alkali yaparak, mahsul verimini etkilemektedir. Bu nedenle %50'den fazla MR değerine sahip suların sulama amacı için uygun olmadığı bildirilmektedir (Shukla ve Saxena, 2020). Terzialan Göleti için bu değer yıllık ortalama 41,61-48,00 arasında değişiklik göstermektedir.

Kelley İndeksi (KI), Ca^{+2} ve Mg^{+2} ile ölçülen Na^+ seviyesine göre su kalitesi hakkında bilgi veren parametredir. Bu oranın sulama suyu için kullanılacak sularda <1 olması gerektiği bildirilmektedir (Özer ve Köklü, 2019). Terzialan Göleti'nin KI değeri, istasyonlar arasında yıllık ortalama 0,23-0,24 arasında değişiklik göstermektedir. Dolayısıyla Terzialan Göleti'nin sulama için uygun olduğu söylenebilmektedir.

Demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn) gibi metaller, düşük konsantrasyonlarda metabolik faaliyetlerde gerekliyken yüksek konsantrasyonlarda toksik etki gösterebilmektedir. Kurşun (Pb), kadmiyum (Cd) gibi ağır metaller ise düşük konsantrasyonlarda bile sucul ekosistem ve halk sağlığı açısından ciddi bir tehlikedir. Çeşitli çevresel faktörlerin etkisiyle yüzey sularına ulaşan metaller, adsorpsiyon ve çöktürme süreçleri ile tortularda birikme eğilimindedir (Ayandiran vd., 2018). Bu nedenle farklı su kaynaklarında ağır metal konsantrasyonlarının karşılaştırılması, kirliliğin değerlendirilmesi açısından önemlidir.

Demir, doğal ortamdaki kayalarda bol miktarda bulunan bir metaldir. Bitkilerde klorofilin sentezinde ve fotosentez olayının gerçekleşmesinde rol oynayan demir, bölgenin jeolojik yapısından, demir içeren gübrelerden, maden işletmelerinden ve evsel atıklardan doğal su ortamlarına taşınmaktadır (WHO, 2017). Suyun debisinin düştüğü, rüzgarların ve yağışların azaldığı yaz mevsiminde metaller, suların durgunlaşmasıyla birlikte sedimente çökebilmektedir. Çalışmamıza benzer olarak birçok çalışmada yaz aylarında sudaki demir konsantrasyonlarının azaldığı, ayrıca sedimentteki metal birikiminin sudakinden daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Öner ve Çelik, 2011; Kır ve Tumentozlu, 2012). Metabolik faaliyetlerin gerçekleşmesinde esansiyel bir metal olan bakır, yüksek konsantrasyonlarda canlı fizyolojini bozarak besin alınımını ve solunum mekanizmasını olumsuz etkilemektedir (Yerli vd., 2020). Terzialan Göleti'nde, ilkbahar mevsiminde tüm istasyonlardaki ortalama bakır konsantrasyonundaki artış, bölgenin jeolojik yapısından, tarımsal faaliyetlerde kullanılan fosfatlı gübrelerden ve pestisit yoğunluğundan kaynaklanabilir (ATSDR, 2004). Sulama suyundaki çinkonun yüksek konsantrasyonu, bitkilerde kök ve gelişiminin gecikmesine ve bitkinin erken yaşlanmasına neden olmaktadır (Asati vd., 2016). Çalışmamızda ilkbahar ve kış mevsimlerinde suda arttığı belirlenen çinko konsantrasyonlarının, bölgenin topoğrafik yapısından kaynaklandığı ve yağışlar sebebiyle suya karıştığı birçok çalışmada benzer şekilde bildirilmiştir (Okonkwo ve Mothiba, 2005; Kaptan ve Özan, 2014; Sökmen vd., 2018; Oruçoğlu ve Beyhan, 2019).

Yaşamsal faaliyetler için esansiyel olmayan kadmiyum ve kurşun, düşük konsantrasyonlarda dahi sucul canlıların solungaç, böbrek, karaciğer gibi hayati organlarında artan oranlarda birikerek toksik etki yapmaktadır. Kurşun, yerkabuğunda çok düşük miktarlarda bulunsun da tarım ilaçları ve egzoz gazları önemli oranda kirliliğe sebep olmaktadır (ATSDR, 2007). Çalışmamızda mevsimlere ve istasyonlara göre farklılıklar gösteren kurşun konsantrasyonunun, bilinçsiz

tarım uygulamalarından, araba egzozlarından ve piknik yapanların atıklarını gölet civarında bırakması gibi antropojenik etkilerden kaynaklandığı söylenebilir. Kadmiyum canlılar için toksik bir metaldir. Evsel ve endüstriyel atık suların deşarjı, bilinçsizce pestisit ve fosfatlı gübre kullanımı ile atmosferik birikintiler nedeniyle toprak ve su kaynaklarında kadmiyum derişimi artmaktadır. Bitkilerde enzim aktivitesini engelleyerek, solunum ve fotosentez gibi yaşamsal faaliyetleri olumsuz etkilemektedir (Asri ve Sönmez, 2006). Mutlu ve Güzel (2019), Gümüşsuyu Göleti'nin (Sinop) kadmiyum konsantrasyonunu en yüksek Eylül ayında 0,50 µg/L olarak belirlemiştir. Terzialan Göleti'nin kadmiyum değeri ise en yüksek ilkbahar (0,79 µg/L) ve yaz (0,82 µg/L) mevsimlerinde tespit edilmiştir. Yaz mevsimindeki yüksek kadmiyum birikiminin, yapay gübre kullanımından ve pestisit içeren drenaj sularından kaynaklandığı bildirilmektedir (Abdeldayem ve Zaghrou, 2018).

Sonuç olarak; Terzialan Göleti'nin tarımsal sulama için risk oluşturmadığı tespit edilmiştir. Su kalitesi

parametrelerindeki bölgesel ve mevsimsel farklılıkların, mevsimsel yağışlara, tarımsal uygulamalara ve diğer antropojenik faktörlere göre değiştiği anlaşılmaktadır. Bu nedenle Terzialan Göleti'nin sulama amaçlı sürdürülebilirliği için periyodik olarak izlenmeli ve sonraki çalışmalarda bor, kalıntı sodyum karbonat (RSC), çözünebilir sodyum yüzdesi (TDS), çözünebilir sodyum yüzdesi (SSP) ve potansiyel tuzluluk (PI) parametreleri de kullanılarak göletin sulamaya uygunluğunu daha geniş yelpazede değerlendirilmelidir. Ayrıca su kalitesindeki bozulmaların, besin zincirinde önemli bir yer tutan sucul canlılar üzerindeki etkisi de göz ardı edilmemelidir. Su kaynaklarının sürdürülebilirliği ve sucul canlıların yaşam kalitesi, bu suların kaliteli ve temiz olması ile mümkündür. Dolayısıyla bölgede yapılacak çalışmalarda su kalitesinin belirlenmesinin yanı sıra sediment, balık, sucul omurgasız, alg kullanarak biyoindeks çalışması niteliğinde bir veri grubu elde edilmeli ve sonuçlar karşılaştırılarak bölgenin su ve canlı etkileşimine bağlı verimi değerlendirilmelidir.

KAYNAKÇA

- Abbasnia, A., Yousefi, N., Mahvi, A.H., Nabizadeh, R., Radfard, M., Yousefi, M. & Alimohammadi, M. (2019). Evaluation of groundwater quality using water quality index and its suitability for assessing water for drinking and irrigation purposes: Case study of Sistan and Baluchistan province (Iran). *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 25(4), 988-1005. DOI:10.1080/10807039.2018.1458596
- Abdelaty, E.F. (2018). Monitoring of water quality for agriculture purposes using high resolution images (ASTER): A case study from Egypt. *Alexandria Science Exchange Journal*, 39(3), 465-477. DOI:10.21608/asejaiqsae.2018.15336
- Abdeldayem, R. & Zaghroul, Z. (2018). Distribution and accumulation of trace elements in el-brullus lake islands. *Arabian Journal of Geosciences*, 11(17). DOI:10.1007/s12517-018-3836-4
- Adimalla, N. & Wu, J. (2019). Groundwater quality and associated health risks in a semi-arid region of south India: Implication to sustainable groundwater management. *Human and ecological risk assessment: an international journal*, 25(1-2), 191-216. DOI:10.1080/10807039.2018.1546550
- APHA, (2012). American Public Health Association. Standard methods for examination of water and wastewater, method 9221 B. Washington DC: American Public Health Association.
- Asati, A., Pichhoda, M. & Nikhil, K. (2016). Effect of heavy metals on plants: an overview. *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management*, 5(3), 56-66.
- Asri, F. Ö. & Sönmez, S. (2006). Ağır metal toksitesinin bitki metabolizması üzerine etkileri. *Derim*, 23(2), 36-45.
- Aşık, Y. (2016). Barajların kontrolü ve denetiminin önemi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1). DOI:10.17714/gufbed.2016.06.004
- Atıcı, A.A. (2020). A study on water quality criteria of Dönerdere, Yumruklu, Değirmigöl and Dolutaş ponds (Van). *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*. DOI:10.35229/jaes.756835
- ATSDR, (2004). Agency for toxic substances and disease registry. Toxicological profile for copper, Atlanta GA: U.S. Department of Health and Human Services.
- ATSDR, (2007). Agency for toxic substances and disease registry. Toxicological profile for lead. Atlanta GA: U.S. Department Of Health and Human Services.
- Ayandiran, T., Fawole, O. & Dahunsi, S. (2018). Water quality assessment of bitumen polluted Oluwa river, south-western Nigeria. *Water Resources and Industry*, 19, 13-24. DOI: 10.1016/j.wri.2017.12.002
- Aydın, F. (2017). Van Çaldıran Ovası yüzey sularının içme ve sulama suyu açısından incelenmesi. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(3), 171-179.
- Baki, O.G. (2019). Spatio-temporal assessment of land-based pollutants in water resources: Yalova, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(3), 417. DOI:10.24925/turjaf.v7i3.417-425.2342
- Bouderbala, A. (2017). Assessment of water quality index for the groundwater in the upper Cheliff plain, Algeria. *Journal of the Geological Society of India*, 90(3), 347-356. DOI:10.1007/s12594-017-0723-7
- Cüce, H., Kalıpcı, E., Taş, B. & Yılmaz, M. (2020). Rakım farklılığı nedeniyle su kalitesi üzerinde oluşan meteorolojik etkilerin CBS ile değerlendirilmesi: morfolojik olarak farklı iki göl için bir karşılaştırma. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 10(1), 1-26. DOI:10.31466/kfbd.649297
- Çağlar, M. & Saler, S. (2014). Koçan Şelalesi (Erzincan)'nin bazı fiziksel ve kimyasal su kalitesi özellikleri. *Yunus Araştırma Bülteni*, 3, 37-42. DOI: 10.17693/yunus.89152
- Çavuş, A. & Şen, F. (2020). Assessment in situ measurements in monitoring water quality status of lake Aygır, Bitlis. *Journal of Agriculture*. DOI:10.46876/ja.750086
- Çiçek, A., Uysal, E., Köse, E. & Tokatlı, C. (2017). Eskişehir'de yerel bazı sulama göletlerinin su kalitesinin değerlendirilmesi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6, 440-446. DOI:10.17100/nevbittek.319890
- Demir, S. & Hepdeniz, K. (2018). Isparta Ovasında (GB-Türkiye) sulama suyu kalitesinin istatistik ve Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak değerlendirilmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (70), 109-122.
- Dodson, S.I., Arnott, S.E. & Cottingham, K.L. (2000). The relationship in lake communities between primary productivity and species richness. *Ecology*, 81(10), 2662-2679. DOI:10.1890/0012-9658(2000)081[2662:trilcb]2.0.co;2
- Fayrap, A. (2011). Erzurum ilinde yapılan sulama amaçlı göletlerin durumu yeterlilikleri ve sorunları üzerine bir araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2).
- Gevera, P.K., Cave, M., Dowling, K., Gikuma-Njuru, P. & Mouri, H. (2020). Naturally occurring potentially harmful elements in groundwater in Makueni County, south-eastern Kenya: Effects on drinking water quality

- and agriculture. *Geosciences*, 10(2), 62.
DOI:10.3390/geosciences10020062
- Gündoğdu, A. & Çarlı, U. (2020). Sinop Karasu Çayı fizikokimyasal özellikleri ve mikrobiyolojik kirliliğinin araştırılması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(2), 284-299. DOI:10.37908/mkutbd.690179
- Hacısalihoğlu, S. & Karaer, F. (2020). Uluabat Gölü noktasal kirlenici kaynaklar ve kirlilik yükleri. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 254-263. DOI:10.21324/dacd.602385
- Haralambous, A., Maliou, E. & Malamis, M. (1992). The use of zeolite for ammonium uptake. *Water Science and Technology*, 25(1), 139-145. DOI:10.2166/wst.1992.0021
- Haldar, K., Kujawa-Roeleveld, K., Dey, P., Bosu, S., Datta, D.K. & Rijnaarts, H. H. (2020). Spatio-temporal variations in chemical-physical water quality parameters influencing water reuse for irrigated agriculture in tropical urbanized deltas. *Science of The Total Environment*, 708, 134559. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.134559
- Hamidi, N., Onen, F. & Çelik R. (2018). Analysis and classification of Tigris River water quality in terms of pollution sources and some pollution parameters. *International Journal of Engineering, Science and Technology*. 4(10).
- İleri, S., Karaer, F., Katip, A. & Sonay, O. (2014). Siğ göllerinde su kalitesi değerlendirmesi, Uluabat Gölü örneği. *Uludağ University Journal of the Faculty of Engineering*, 19(1), 47-57. DOI: 10.17482/uuufe.58132
- İTASHY, (2013). İnsani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmelik, Resmî Gazete 07/03/2013 No: 28580.
- Ji, Y., Wu, J., Wang, Y., Elumalai, V. & Subramani, T. (2020). Seasonal variation of drinking water quality and human health risk assessment in Hancheng city of Guanzhong plain, China. *Exposure and Health*, 12(3), 469-485. DOI:10.1007/s12403-020-00357-6
- Kalyoncu, H., Özcan, C. & Özcan, S.T. (2016). Isparta Deresi'nin su ve sedimentlerindeki ağır metal birikiminin incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7, 268-280.
- Kaptan, H. & Özcan, S.T. (2014). Eğirdir Gölü'nün (Isparta) suyunda, sedimentinde ve gölde yaşayan sazan'ın (*Cyprinus carpio* L., 1758) bazı doku ve organlarındaki ağır metal düzeylerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 9(2), 44-60.
- Kar, M. & Leblebici, Z. (2020). Su rezervuarlarının kalitesinin değerlendirilmesinde çok değişkenli istatistiksel tekniklerin kullanılması: Yamula Baraj Gölü örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(2), 189-195. DOI:10.35414/akufemubid.634550
- Kır, I. & Tumantozlu, H. (2012). Karacaören-II baraj gölü'ndeki su, sediment ve sazan (*Cyprinus carpio*) örneklerinde bazı ağır metal birikiminin incelenmesi. *Ekoloji*, 21(82), 65-70. DOI:10.5053/ekoloji.2011.829
- Kumaz, A., Mutlu, E. & Uncumusaoğlu, A. A. (2016). Determination of water quality parameters and heavy metal content in surface water of Çiğdem Pond (Kastamonu/Turkey). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(10), 907-913. DOI:10.24925/turjaf.v4i10.907-913.942
- Logan M, 2010. Single Factor Classification (ANOVA). In: Logan editor. *Biostatistical design and analysis using r: a practical guide*. 1st ed. London: Wiley-Blackwell. s. 254-282. DOI:10.1002/9781444319620.ch10
- Lone, S.A., Bhat, S.U., Hamid, A., Bhat, F.A. & Kumar, A. (2020). Quality assessment of springs for drinking water in the Himalaya of south Kashmir, India. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(2), 2279-2300. DOI:10.1007/s11356-020-10513-9
- Mutlu, E. & Tepe, A.Y. (2014). Yayladağı Sulama Göleti (Hatay) suyunun bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelenmesi. *Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi*, 27(2), 18-23.
- Mutlu, E. & Kutlu, B. (2017). Maruf Göleti'nin (Boyabat-Sinop) Su kalitesinin belirlenmesi. *Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi*, 32(1), 81-90. DOI:10.28955/alinterizbd.322252
- Mutlu, E. & Paruğ, Ş.Ş. (2018). Dereköy Göleti'nin (Kilimli-Zonguldak) Bazı su kalitesi parametrelerinin incelenmesi. *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 4(2), 20-28.
- Mutlu, E. & Güzel, A.E. (2019). Evaluation of some physicochemical water quality parameters of Gümüşsuyu Pond (Sinop-Erfelek). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(sp3), 72-77.
- Parlak, M. & Parlak, A.Ö. (2006). Sulama suyu tuzluluk düzeylerinin silajlık sorgumun *Sorghum bicolor* L. Moench verimine ve toprak tuzluluğuna etkisi. *Journal of Agricultural Sciences*, 12(01), 8-13. DOI:10.1501/Tarimbil_0000000428
- Okonkwo, J.O. & Mothiba, M. (2005). Physico-chemical characteristics and pollution levels of heavy metals in the rivers in Thohoyandou, South Africa. *Journal of Hydrology*, 308(1-4), 122-127. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2004.10.025
- Oruçoğlu, K. & Beyhan, M. (2019). Göller Bölgesi Göllerinde ağır metal kirliliğinin değerlendirilmesi. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 3(1), 10-20.
- Öner, O. & Çelik, A. (2011). Investigation of some pollution parameters in water and sediment samples collected from the lower Gediz River Basin. *Ekoloji*, 20(78), 48-52. DOI: 10.5053/ekoloji.2011.788
- Özer, Ç. & Köklü, R. (2019). Aşağı Sakarya nehri su kalitesinin sulama suyu açısından değerlendirilmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 5(2): 237-246. DOI: 10.21324/dacd.483146
- Öztürk A. 2004. Tuzluluk ve sodyumluluğun oluşumu, bitki ve toprağa etkileri. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı D.S.D. Genel Müdürlüğü Bildiriler Kitabı; Ankara, Türkiye.
- Rahman, M.S., Saha, N., Islam, A.R., Shen, S. & Bodrud-Doza, M. (2017). Evaluation of water quality for sustainable agriculture in Bangladesh. *Water, Air, & Soil Pollution*, 228(10). DOI:10.1007/s11270-017-3543-x
- Sağın, M.B. & Şen, D. (2018). Kabalar Göleti (Kastamonu)'nin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 30(2), 37-43.
- Selvi, K., Kaya, H., Akbulut, M. & Tulgar, A. (2015). Comparison of heavy metal concentrations on European chub (*Leuciscus Cephalus* L., 1758) from Sarıçay Creek and Atikhisar reservoir (Çanakale-Turkey). *Fresenius Environmental Bulletin*, 24(2), 445-450.
- Selvi, K., Özdikmenli Tepeli, S., İleri, B., Yıldız, R. & Yücel, M. A. (2017a). Yenice-davutköy (Çanakale) sulama göletlerinin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik kalitesinin araştırılması. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(12), 1595. DOI:10.24925/turjaf.v5i12.1595-1603.1587
- Selvi, K., Tepeli, S. Ö., İleri, B. & Yıldız, R. (2017b). Tarımsal sulamada kullanılan Yenice ve Davutköy Göletlerinin (Yenice, Çanakale) ağır metal kirliliğinin belirlenmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(2), 115-122. DOI:10.24925/turjaf.v5i12.1595-1603.1587
- Shukla, S. & Saxena, A. (2020). Groundwater quality and associated human health risk assessment in parts of Raebareilly district, Uttar Pradesh, India. *Groundwater for Sustainable Development*, 10, 100366. DOI:10.1016/j.gsd.2020.100366
- Smith, C., Shaw, B. & Handy, R. (2007). Toxicity of single walled carbon nanotubes to rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*): Respiratory toxicity, organ pathologies, and other physiological effects. *Aquatic Toxicology*, 82(2), 94-109. DOI:10.1016/j.aquatox.2007.02.003
- Sökmen, T.Ö., Güneş, M. & Kırıcı, M. (2018). Karasu Nehri'nden (Erzincan) alınan su, sediment ve *Capoeta umbla* dokularındaki ağır metal düzeylerinin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 578-588. DOI:10.30910/turkjans.471355
- Şener, Ş. & Güneş, D. (2015). Aksu (Isparta) Ovası yüzey ve yeraltı sularının hidrojeokimyasal özellikleri ve su kalitesi. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 21(6).
- Taş, B. (2011). Gaga gölü (Ordu, Türkiye) su kalitesinin incelenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1), 43-61.
- Tomaz, A., Palma, P., Fialho, S., Lima, A., Alvarenga, P., Potes, M. & Salgado, R. (2020). Spatial and temporal dynamics of irrigation water quality under drought conditions in a large reservoir in southern Portugal. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(2). DOI:10.1007/s10661-019-8048-1
- TS266, (2005). İnsani tüketim amaçlı sular, Sular İçme ve Kullanma Suları Standartları, Türk Standartları Enstitüsü No: TS 266.

- Türkmen, A. & Akbulut, S. (2015). Giresun sahilindeki bazı derelerin denize deşarj olduğu noktalardaki su ve sedimentte ağır metal kirliliği. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 3(9), 707. DOI: [10.24925/turjaf.v3i9.707-714.383](https://doi.org/10.24925/turjaf.v3i9.707-714.383)
- Ustaođlu, F., Tepe, Y. & Taş, B. (2020). Assessment of stream quality and health risk in a subtropical Turkey river system: A combined approach using statistical analysis and water quality index. *Ecological Indicators*, 113, 105815. DOI: [10.1016/j.ecolind.2019.105815](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105815)
- Ünlü, S. & Alpar, B. (2016). An assessment of trace element contamination in the freshwater sediments of Lake Iznik (NW Turkey). *Environmental Earth Sciences*, 75(2), 140. DOI: [10.1007/s12665-015-5023-1](https://doi.org/10.1007/s12665-015-5023-1)
- WHO, (2017). Guidelines for drinking-water quality. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 245 p.
- Yerli, C., Çakmacı, T., Sahin, U. & Tüfenkçi, Ş. (2020). Ağır metallerin toprak, bitki, su ve insan sağlığına etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*. DOI: [10.46810/tdfd.718449](https://doi.org/10.46810/tdfd.718449)
- YSKYY, (2016). Yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik, Resmî Gazete, 10/08/2016 No: 29797.
- Zeybek, M. & Kalyoncu, H. (2016). Kargı Çayı (Antalya, Türkiye) su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere göre belirlenmesi. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(3), 223-231. DOI: [10.12714/egejfas.2016.33.3.06](https://doi.org/10.12714/egejfas.2016.33.3.06)