

Edirne İli Barajlarının Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri ve Sulama Suyu Kalite Sınıfları

Ülviye ÇEBİ^{1*}  Selçuk ÖZER¹  Ozan ÖZTÜRK¹  Cemile ÖZCAN² 

Ezgi TOK³  Bülent ŞENGÖRÜR⁴  Yeşim AHI⁵ 

¹Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Kırklareli

²Kırklareli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Kırklareli

³Kırklareli Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir Bölge Planlama Bölümü, Kırklareli,

⁴Kırklareli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kırklareli

⁵Namık Kemal Üniversitesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ

*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail): ulviyecebi@yahoo.com

Geliş tarihi (Received) : 18.04.2019

Kabul tarihi (Accepted): 05.08.2019

DOI: 10.21657/topraksu.555554

Öz

Tüm Dünya'nın güncel sorunu olan su kirliliği Trakya Bölgesinde de sanayileşme, kentleşme ve nüfus artışıyla paralel olarak artmış ve hızla artmaya devam etmektedir. Aynı zamanda yoğun ve denetimsiz su tüketimi Trakya Bölgesindeki yer altı ve yer üstü su kaynaklarının günden güne azalmasına neden olmaktadır. Sulamada kullanılan suların kalitesinin bilinmesi, bitki yetiştiriciliği ve ileriye dönük toprakta oluşabilecek problemlerin önüne geçilebilmesi için önemli bir göstergedir. Bu çalışmada, Edirne ilinde, işletmedeki 4 adet baraj ele alınmış ve sulama suyu açısından uygunluğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; Süloğlu barajı T_1A_1 ve T_2A_1 , Altinyazı barajı T_2A_1 , Sultanköy barajı T_2A_1 ve Hamzadere barajı T_3A_1 sulama suyu sınıfında yer almıştır. Kıtaçi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre barajların kalite kriterleri irdelendiğinde, Süloğlu, Sultanköy ve Hamzadere barajları II ve III sınıfta, Altinyazı barajı II. sınıfta yer almıştır. FAO-29 sınıflamasına göre, Süloğlu, Sultanköy ve Altinyazı barajları genelde I. sınıfta yer alırken, Hamzadere barajı birçok parametre açısından II. sınıfta yer almıştır.

Anahtar kelimeler: Edirne, baraj, sulama, su kalitesi

Some Physical-Chemical Characteristics and Irrigation Water Quality Classes of the Dams in Edirne Province

Abstract

Water pollution which is the daily problem of the whole world has increased in parallel with industrialization, urbanization and population, and it is increasing rapidly. At the same time, intensive and uncontrolled water consumption causes the decline of underground and over ground water resources day by day in Thrace Region. Having information about the quality of the water used in the irrigation is a significant indicator in order to prevent the problems in the soil. In this study, 4 dams in Edirne province were handled and convenience of the dams in terms of irrigation water was determined. According to the results, Süloğlu dam was in T_1A_1 and T_2A_1 irrigation water class. Altinyazı dam, Sultanköy dam and Hamzadere dam were in T_3A_1 irrigation water class. When the quality criteria of the dams were examined according to the intra-continental ground water sources classes, it was determined that Süloğlu dam, Sultanköy dam and Hamzadere dam were in II and III classes and Altinyazı dam was in the II class. According to FAO-29 classification, Süloğlu, Sultanköy and Altinyazı dams were generally in I the class and Hamzadere dam was in the II class in terms of many parameters.

Key words: Edirne, dam, irrigation, water quality

GİRİŞ

Son yıllarda insan faaliyetleri sonucunda, doğal olarak binlerce yıldan beri ekosistemlere hayat veren yer üstü ve yer altı su kaynakları; enerji üretimi, endüstri, içme ve kullanma ile tarımda sulama amaçlı olarak yoğun şekilde tüketilmektedir. Gelişmişliğin de göstergesi olan kişi başına su tüketimi günden güne artmaktadır. Bu nedenle de yer altı ve yerüstü su kaynakları zamanla azalmaktadır. Endüstriyel atıklar, tarımda gübre ve ilaç kullanımı, evsel atıklar, yer üstü ve yer altı sularının kalitesini büyük ölçüde yok ederek, sulardaki canlı hayatın yanı sıra toprağı ve çevreyi de olumsuz yönde etkilemektedir.

Tüm dünyanın güncel sorunu olan su kirliliğı Trakya Bölgesi'nde de sanayileşme, kentleşme ve nüfus artışıyla paralel olarak artmış ve hızla artmaya da devam etmektedir (Çebi vd., 2008). Aynı zamanda yoğun ve denetimsiz su tüketimi Bölgemizdeki yer altı ve yer üstü su kaynaklarının günden güne azalmasına neden olmaktadır (İstanbuluoğlu vd., 2006).

Edirne ilinde yer alan Altinyazı, Süloğlu ve Sultanköy baraj sularının kalitesini belirlemeye yönelik yapılan çalışmada (Tokatlı, 2018) her üç barajda NO₂, fekal koliform kirliliğı belirlenirken, Sultanköy ve Süloğlu barajlarında biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI₅) değerleri yüksek bulunmuştur. Süloğlu barajında, yaz aylarında pH değerleri 8.51 ile 9.04 arasında, nitrat azotu (NO₃-N) değerleri yıl boyunca 0.00 ile 4.23 mg L⁻¹ arasında bulunurken, BOI₅ kirliliğı belirlenmemiştir (Karaca, 2015). Trakya Bölgesi'nde plansız ve kontrolsüz sanayileşmenin yarattığı en büyük su kirliliğine örnek Ergene Nehri'dir. Ergene Nehri suyu yıllarca incelenmiş ve incelenmeye de devam edilmektedir. Gidirişlioğlu vd. (1996)'ne göre Ergene Nehri suyu yüksek düzeyde kirlilik parametreleri (EC-elektriksel iletkenlik, KO₂-kimyasal oksijen ihtiyacı, RSC-artık sodyum karbonat, Cl-klor) içermektedir ve sulama suyu olarak kullanılmamalıdır. Benzer sonuçlar 2005-2007 yılları arasında yürütülen (Çebi vd., 2008) çalışmada da elde edilmiş olup, Ergene Nehri suyunun kesinlikle sulama amaçlı kullanılmaması gerektiğini ortaya koymuştur. Çalışmada nehir suyunda Ni, Fe, Cr, Cd ve Zn gibi ağır metaller de tespit edilmiştir. Nehir suyunun sulama suyu olarak kullanılması durumunda ayçiçeğı bitkisinin vejetatif gelişmesinin olumsuz yönde

etkilendiğı gözlenmiştir (Çakır ve Gidirişlioğlu, 1997; Çakır vd., 1997). Bir başka çalışmada ise Ergene suyu ile sulanan topraklarda ekilen tohumun çimlenmesi ve çıkış süreleri uzamış, bitkilerin boy ve yaprak sayısı gibi bitki vejetatif aksamalarının gelişmesinde olumsuz etkiler gözlenmiştir (Konukçu vd., 2004). Kirlenmiş olan Ergene suyunun çok ama çok kontrollü bir şekilde tarımda sulama amaçlı kullanılması gerektiğı ortaya konulmuştur (Konukçu vd., 2004). Bölgede (Tekirdağ ili) 73 içme suyu kuyusunda yapılan nitrat, amonyum ve tuzluluk analizlerinde, tüm kuyularda amonyum azotu belirlenmiş olup, nitrat seviyelerinin 6'sı tavsiye edilebilir, 2 tanesi müsaade edilebilir doz değerlerinin üzerinde çıkmıştır. EC değerlerinin %30'undan fazlası iyi bir içme suyunda müsaade edilebilir değerlerden daha yüksek EC'ye sahip olduğu belirlenmiştir (Katkat vd., 1997). Ergene Havzasında 51 adet sondaj kuyusundan alınan su örneklerinde tuzluluk değerleri 256 µS cm⁻¹ ile 1295 µS cm⁻¹ arasında belirlenirken kuyularda Fe miktarı 0.01-0.25 mg L⁻¹, Silis miktarı ise 2.2-43.9 mg L⁻¹ aralığında bulunmuştur (Kaykioğlu ve Ekmekyapar, 2005). İstanbuluoğlu vd. (2006)'ne göre, Trakya Bölgesi Türkiye'de kişi başına düşen su miktarının en az olduğu bölge olup, kısıtlı su kaynaklarının bölgenin ihtiyaçları dikkate alınarak sektörel dağılımı içeren bir planlama, geliştirme, izleme ve değerlendirme çalışmalarından yoksundur. Bu durum su kaynaklarını tehdit ederek, gıda güvenliğine ve ekonomik gelişmelere gölge düşürmekte, ayrıca ülke istikrarında büyük öneme sahip tarım sektörü içindeki sulu tarımı da derinden etkilemektedir.

Günümüzde sulama suyu niteliğı, yeterli suyun sağlanması kadar önemli bir sorun oluşturmaktadır. Zira modern sulama yöntemleri ne kadar iyi kullanılırsa kullanılsın, sulamada uygun kaliteli su kullanılmadığı zaman ürün miktarı ve kalite düşer, toprakta kısa süre içinde tuzlulaşma-çoraklaşma sorunu başlar. Bu çalışmada, Edirne ilinde yer alan ve tarımsal sulama amaçlı kullanılan Süloğlu, Altinyazı, Sultanköy ve Hamzadere baraj sularının sınıflamasında esas alınan sulama suyu kalite parametreleri bakımından karakterizasyonu yapılmış, ayrıca besin elementleri (NH₄⁺, NO₃⁻ ve P) ve iz elementleri ile inorganik kirlilik parametreleri açısından irdelenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM**Materyal**

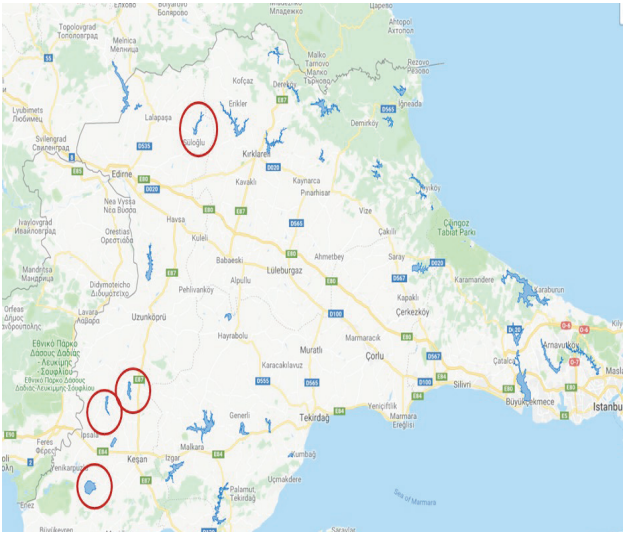
Trakya Bölgesi hizmet alanı içinde 14 560 km² yüzölçümü ile Meriç-Ergene Havzası ve 4 105

km² yüzölçümü ile Kuzey Marmara Havzası bulunmaktadır. Türkiye’de yıllık ortalama yağış miktarının 643 mm olduğu düşünüldüğünde Bölgemizin yağış ortalaması 621 mm ile ülke ortalamasının altında kalmaktadır (DSİ, 2019).

Çizelge 1. Edirne ilinde incelemeye alınan barajlar ve özellikleri

Table 1. The dams in Edirne province and the characteristics

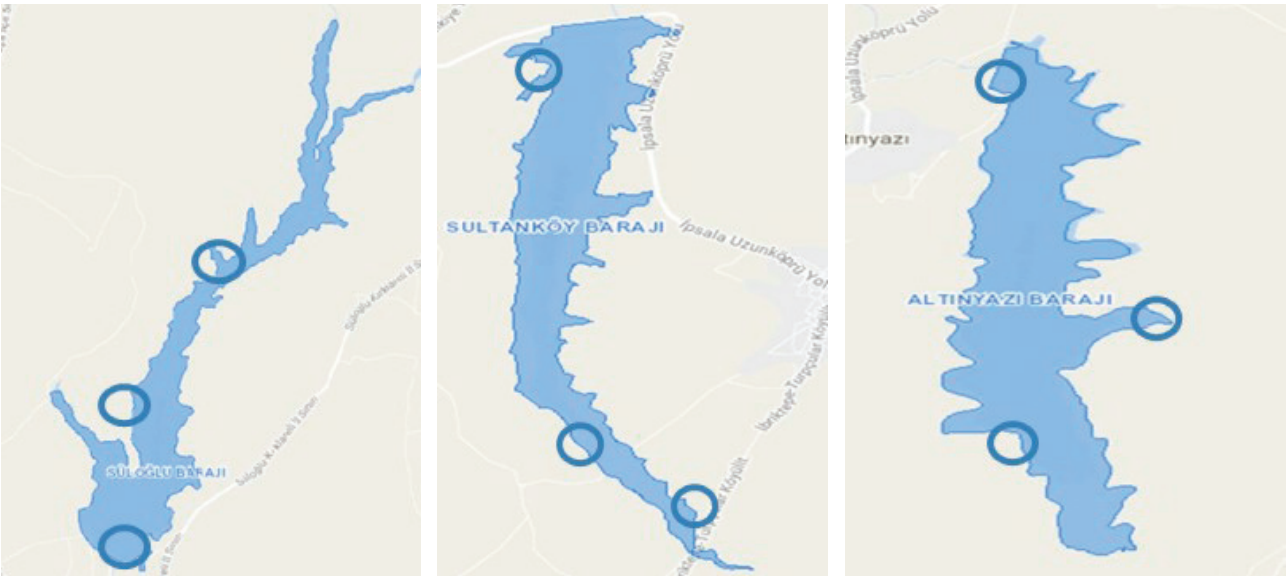
Barajlar	Barajın Yeri	Amacı	Toplam Sulama Alanı (ha)
Süloğlu	Edirne ilinin 36 km kuzeydoğusunda, Süloğlu ilçesine 2.5 km mesafede	Sulama, Taşkın koruma	4 009
Altinyazı	Edirne ili Altinyazı Kasabasının yaklaşık 1km kuzeydoğusunda	Sulama, Taşkın koruma	7 524
Sultanköy	Edirne ili, İpsala ilçesine 16 km mesafede	Sulama	7 773
Hamzadere	Edirne ili İpsala ilçesi Koyuntepe köyünün 3 km doğusunda	Sulama	33 564



Şekil 1. Edirne ilinde örnekleme yapılan barajlar
Figure 1. The sampling points in Edirne province



Şekil 2. Hamzadere barajı örnekleme noktaları
Figure 2. Hamzadere dam sampling points



Şekil 3. Süloğlu, Sultanköy ve Altinyazı barajları örnekleme noktaları
Figure 3. Süloğlu, Sultanköy and Altinyazı dams sampling points

Bölgemizde 1.239 milyon ha tarıma elverişli arazi ile Türkiye'nin %4'ünü, 1.047 milyon ha sulanabilir arazi ile de Türkiye'nin yine %4'ünü teşkil etmektedir (DSİ, 2019). Ekonomik olarak sulanabilir arazi ise 413 388 ha'dır. 98 milyar m³'lük Türkiye yerüstü su potansiyelinin % 9.65'i olan 9 461 milyar m³'ü Trakya Bölgesi yer üstü su potansiyelini teşkil etmektedir. Ancak Bölge yer üstü su potansiyelinin 5 842 milyar m³'ü Yunanistan'la sınır teşkil eden Meriç Nehri'nden kaynaklanmaktadır. 14 milyar m³'lük Türkiye yer altı su potansiyelinin % 3.16'sı olan 0.460 milyar m³'ü Bölgemiz yeraltı su potansiyelini teşkil etmektedir (DSİ, 2019).

Edirne ili toplamda 7 611 hm³ yer üstü su potansiyeline sahip olup bunun 611 hm³'ü kendi havzasından, 5 842 hm³'ü Meriç nehri sınır girişi ve 1 158 hm³'ü Meriç, Yunanistan kesiminden gelmektedir. İlin yer altı su potansiyeli 168 hm³'tür. Sulanabilir arazi varlığı 417 934 ha iken, ekonomik olarak sulanan arazi 245 757 ha'dır.

Çalışmada incelemeye alınan barajlara ait bazı bilgiler Çizelge 1'de ve barajların bölgedeki konumu ile örnek alma noktaları Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'te verilmiştir.

Yöntem

Su örnekleri, suyun baraja giriş ve çıkış noktaları ile baraj kıyılarındaki faaliyetlerin su kalitesine etkileri de dikkate alınarak bütün su kütlesindeki kalite değişimini karakterize edecek şekilde, üç noktadan "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliğine" (Anonim, 2009) uygun olarak alınmıştır. Örnekleme ayda bir kez olmak üzere 2016 yılı sulama mevsimi boyunca yapılmıştır (Haziran, Temmuz, Ağustos Eylül ve Ekim aylarında).

Su örneklerinde, pH, EC (elektriksel iletkenlik), TDS (toplam çözünmüş iyonlar) ve ORP (oksidasyon-redüksiyon potansiyeli) gibi analizler Aduaread AP-800 multimetre cihazı kullanılarak yerinde yapılmıştır. Her okuma öncesi cihaz kalibrasyonu standart çözeltiler kullanılarak yapılmış (pH için: buffer sol. pH=4, pH=7 ile pH=10; EC için RC-600 rapit cal. sol. Aduaread; TDS için formazin turbidty std. Form. 100005; ORP için RC-600 rapit cal. sol. aquareed), pH ve EC parametrelerin ölçümü laboratuvar şartlarında tekrarlanmıştır.

Anyonlar

Klorür (Cl⁻), sülfat (SO₄²⁻), amonyum azotu (NH₄-N) ve nitrat azotu (NO₃-N) İon Chromatographic Metoda göre, toplam fosfor ise Standart Metot-3500 göre, ICP ile yapılmıştır.

Katyonlar

Na, Ca, Mg, K- Standart Metot-3500'e göre ICP ile, karbonat (CO₃), ve bikarbonat (HCO₃) Tüzüner (1990)'in belirtmiş olduğu esaslara göre belirlenmiştir.

İz elementleri (metaller) ve inorganik kirlilik parametreleri

Civa (Hg), arsenik (As), ve selenyum (Se) Standart Metot- 3500-Inductively Coupled Plasma, hidrür sistemi kullanılarak, kadmiyum (Cd), kurşun (Pb), bakır (Cu), krom (Cr), kobalt (Co), nikel (Ni), çinko (Zn), demir (Fe), mangan (Mn), bor (B) ve alüminyum (Al) Standart Metot-3500-Inductively Coupled Plasma Metoduna göre yapılmıştır (Andrew, 1995).

Analiz ve değerlendirme

Analizlerin her biri üç tekrarlamalı olarak yapılmış, SCP SCIENCE standart yerüstü su örnekleri ile standardizasyonu yapılmıştır. Sonuçlar Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde yer alan Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Anonim, 2015) kapsamında belirlenmiş ve sınıflandırılmıştır. Bu sınıflamanın yanı sıra, Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliğinde sulama suyunun kimyasal kalitesinin değerlendirilmesi için geliştirilmiş tabloda (Anonim, 2010) yer alan kalite parametreleri esas alınarak suların, sulama sınıfları belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar, ayrıca FAO-29 (1994)'da yer alan kalite parametreleri de dikkate alınarak sınıflama yapılmıştır. Suların, sulama suyu sınıfının belirlenmesinde U.S. Salinity Lab. Staff, 1969 diyagramı kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Haziran-Ekim 2016 dönemlerinde su kalitesi izlemesi yapılan Süloğlu baraj sularının kalite parametreleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelgelerde yer alan verilere göre; baraj suyu, sulama suyu açısından T₂A₁ ve T₁A₁ sınıfında yer almıştır. Bu sınıflamaya göre T₁-az tuzlu, T₂-orta tuzlu su ve A₁-az sodyumlu su sınıfında yer almış olup, gerek tuzluluk gerek alkalilik bakımından değişik topraklarda ve çeşitli bitkilerde sulama suyu olarak kullanılabilir su sınıfında yer almıştır. Sulama suların kalitesini belirlemede kullanılan bir diğer parametre RSC (artık sodyum karbonat)'dir. Baraj sularında artık sodyum karbonat tespit edilmemiştir.

Çizelge 2. Süloğlu barajı aylık analiz sonuçları
Table 2. Monthly analysis results of Süloğlu dam

Parametreler	Haziran 2016	Temmuz 2016	Ağustos 2016	Eylül 2016	Ekim 2016	SSKK	FAO-29
pH	8.69	8.49	8.50	8.50	8.31		
İletkenlik (dS m ⁻¹)	0.261	0.279	0.252	0.257	0.243	I	I
CO ₃ ²⁻ (me L ⁻¹)	0.9	1.01	0.9	0.58	0.34		
HCO ₃ ⁻ (me L ⁻¹)	1.3	1.45	1.45	2.03	1.66		II*
Cl ⁻ (me L ⁻¹)	0.55	0.45	0.55	0.45	0.97	I	I
Na ⁺ (me L ⁻¹)	0.64	0.62	0.63	0.68	0.61	I	I
Mg ⁺² (me L ⁻¹)	0.76	1.01	0.86	0.89	0.83		
K ⁺ (me L ⁻¹)	0.09	0.11	0.09	0.04	0.09		
Ca ⁺² (me L ⁻¹)	1.53	1.52	1.43	1.56	1.49		
SAR	0.6	0.55	0.6	0.62	0.57	I	I
SO ₄ (me L ⁻¹)	0.27	0.35	0.11	0.11	0.05		
RSC	-	-	-	-	-		
Sertlik (Alman)	6.41	7.09	6.4	6.88	6.51		
Sulama Suyu Sınıfı	T2A1	T2A1	T2A1	T2A1	T1A1		
TDS (mg L ⁻¹)	172	226	206	164	146	I	I
ORP (mV)	44.8	34.6	21.7	40.2	94.8		
Oksitlendirme Parametreleri							
BOİ (mg L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
KOİ (mg L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Bakteriyolojik Parametreler (CFU/100 ml)							
Toplam Koliform	50	920	245	250	791		
Fekal Koliform	5	20	45	56	56		
Besin Elementleri (Nutrient Parametreleri)							
NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	7.78	2.88	3.59	0.26	-		
NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	2.23	2.08	2.08	-	2.09		I
P (µg L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
İz Elementler (Metal) ve İnorganik Parametreler							
Alüminyum (µg Al L ⁻¹)	20.0	48.7	165.8	284.2	120.6		
Arsenik (µg As L ⁻¹)	-	0.89	0.75	1.37	2.5		
Bakır (µg Cu L ⁻¹)	-	-	1.3	2.8	11.6		
Bor (µg B L ⁻¹)	-	11.1	24.2	-	13.8	I	I
Civa (µg Hg L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Çinko (µg Zn L ⁻¹)	-	-	-	56.1	19.1		
Demir (µg Fe L ⁻¹)	-	20.4	240.5	263.8	79.2		
Florür (µg F L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Kadmiyum (µg Cd L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Kobalt (µg Co L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Krom (µg Cr L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Kurşun (µg Pb L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Mangan (µg Mn L ⁻¹)	-	8.1	40.1	25.0	70.8		
Nikel (µg Ni L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Selenyum (µg Se L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
KYSKK	III	II	II	II	II		

KYSKK: Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri, SSKK: Sulama Suyunun Kimyasal Kalitesi RSC: Artık Sodyum Karbonat, ORP: Oksidasyon-Redüksiyon Potansiyeli, TDS: Toplam Çözünmüş İyonlar, *Yağmurlama sulama "-" Yok

I.Sınıf	II.Sınıf	III.Sınıf	IV.Sınıf
---------	----------	-----------	----------

pH değerleri kıtaçi yer üstü su kaynaklarının sınıflamasına göre sadece Haziran ayında 8.5 değerini aşarak III. sınıfta yer almıştır. FAO-29'a göre ise pH için normal aralık 6.5-8.4'tür. Bu kritere göre Süloğlu barajı suyu Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında söz konusu değerlerin bir miktar üzerinde bulunmuştur. Arat (2014) tarafından, baraj suyu elektriksel iletkenlik değerlerinin $221 \mu\text{S cm}^{-1}$ ile $339 \mu\text{S cm}^{-1}$, pH değerlerinin 7.87 ile 8.48 arasında değiştiği belirlenmiştir. Aydoğan vd. (2019) Ekim ve Mayıs aylarında Süloğlu barajından aldıkları su örneklerinde pH değerlerinin 7.99 ve 8.12, EC değerlerinin 0.393 dS m^{-1} ve 0.374 dS m^{-1} olduğunu tespit etmişlerdir.

Baraj suyunun besin elementleri parametrelerine bakıldığında (HN_4^+-N , NO_3^--N , P) kıtaçi yerüstü su kaynakları sınıflamasında I. sınıfta yer aldığı, sadece Haziran ayında amonyum azotunun yükselerek suyun II. sınıfta yer almasına neden olduğu görülmektedir. Baraj suyunda Tokatlı (2018) 1.21 mg L^{-1} ile 1.29 mg L^{-1} arasında NO_3 belirlerken, Arat (2014)'ün belirlediği en yüksek NO_3-N değeri 3.6 mg L^{-1} olmuştur. Yürütülen çalışmada beş ay boyunca P parametresine rastlanmazken, Tokatlı (2018) 0.076 mg L^{-1} ile 0.078 mg L^{-1} arasında P belirlemiştir. Arat (2014) ilkbahar ve yaz aylarında $0-0.02 \text{ mg L}^{-1}$ arasında P tespit etmiş olup en yüksek P değerini (0.18 mg L^{-1}) sonbaharda belirlemiştir. Bakteriyolojik parametreler (toplam ve fekal koliform) açısından baraj suyu II. sınıfta yer almıştır. Baraj suyunda oksitlendirme parametrelerine (BOİ ve KOİ) rastlanmazken, Tokatlı (2018) tarafından yürütülen çalışmada, BOİ değerleri 9.2 ile 7.3 arasında, KOİ değerleri 37.7 ile 29.1 arasında bulunmuştur.

İz elementleri (metaller) ve inorganik kirlilik parametreleri (Al, As, Cu, B, Hg, Zn, Fe, F, Cd, Co, Cr, Pb, Mn, Ni ve Se) açısından değerlendirildiğinde baraj suyu tüm aylarda I. (sulamada kullanılmasında herhangi bir sakınca yoktur) sınıf su kalitesinde yer almıştır.

Altinyazı baraj sularının kalite parametreleri Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelgede yer alan verilere göre; baraj suyu, sulama suyu açısından T_2A_1 sınıfında yer almıştır. Bu sınıflamaya göre T2-orta tuzlu su ve A_1 -az sodyumlu su sınıfında yer almıştır. Elektriksel iletkenlik değerleri (dS m^{-1}) su kirliliği kontrol yönetmeliğinde yer alan kıtaçi

yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri sınıflamasına göre değerlendirildiğinde beş ay boyunca baraj suyu II. sınıfta (iyi) yer almıştır. Baraj suyunun sulama mevsimi boyunca gerek Atıksu Aritma Tesisleri Teknik Usuller Tebliğindeki sulama suyunun kimyasal kalitesinin değerlendirilmesi kriterlerine göre, gerek FAO-29 sınıflamasına göre sulama suyu olarak kullanıma uygun olduğu ortaya çıkmıştır.

Diğer parametreler açısından değerlendirildiğinde; oksitlendirme parametreleri yönünden sorun görülmezken, sulara toplam koliform ve fekal koliform tespit edilmiş ve değerler I. ve II. sınıf arasında, yani "iyi" su sınıfında yer almıştır. Besin elementleri ve iz elementleri ile inorganik parametrelerinde sadece Eylül ayında Fe değerlerinde bir miktar artış olduğu (II. sınıf) tespit edilmiştir. Tokatlı (2018)'ya göre de baraj suyunun EC, PO_4 ve BOİ parametreleri II. sınıfta, fekal koliform değerleri II-III. ve pH, TDS, NO_3 ve KOİ değerleri I. sınıfta yer almaktadır. Çetin (2013) Altinyazı baraj suyunda yaptığı ağır metal analizlerinde Fe dışında ağır metal tespit etmezken, sedimentte Cd, Cr, Zn, Cu, Fe, Mn ve Pb belirlenmiş olup bulunan değerler limit değerlerinin altında kalmıştır.

Sultanköy barajından Haziran-Ekim 2016 tarihleri arasında yapılan su örneklemeleri (Çizelge 4) T_2A_1 sulama suyu sınıfında yer almıştır. Su kirliliği kontrol yönetmeliğinde yer alan KYSKK'ya göre pH değerleri Haziran, Temmuz ve Eylül aylarında 8.5 değerini bir miktar aşarak II. ile III. arasında "orta" su sınıfında yer almıştır. Sulara BOİ ve KOİ parametrelerine rastlanmazken, toplam ve fekal koliform tespit edilmiş olup belirlenen değerlere göre baraj suyu "iyi" su niteliğindedir.

Besin elementleri, amonyum ve nitrat açısından suda herhangi bir kirlilik belirlenmemiş, fakat Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında fosfor değerlerinde meydana gelen yükselmeler nedeniyle sular II. sınıfta yer almıştır. Kıtaçi yer üstü su kaynaklarının sınıflamasına göre II. sınıf sular, mer'i mevzuat ile tespit edilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak tanımlanmıştır. Bir başka çalışmada baraj suyunda fekal koliform (II-III. sınıf), BOİ (III. sınıf) ve NO_2 (IV. sınıf) kirliliği belirlenirken, baraj suyu tuzluluk, PO_4 ve KOİ açısından II. sınıfta yer almıştır (Tokatlı, 2018).

Çizelge 3. Altinyazı barajı aylık analiz sonuçları
Table 3. Altinyazı dam monthly analysis results

Parametreler	Haziran 2016	Temmuz 2016	Ağustos 2016	Eylül 2016	Ekim 2016	SSKK	FAO-29
pH	8.43	8.38	8.26	8.41	8.4		
İletkenlik (dS m ⁻¹)	0.69	0.683	0.665	0.675	0.637	I	I
CO ₃ ⁻² (me L ⁻¹)	0.9	1.0	0.99	0.99	1.19		
HCO ₃ ⁻ (me L ⁻¹)	4.13	4.01	3.99	4.12	4.06		II*
Cl ⁻ (me L ⁻¹)	1.38	1.02	1.3	1.2	1.45	I	I
Na ⁺ (me L ⁻¹)	2.5	2.32	2.37	2.56	2.45	I	I
Mg ⁺² (me L ⁻¹)	3.35	3.38	3.43	3.35	3.18		
K ⁺ (me L ⁻¹)	0.15	0.11	0.13	0.14	0.14		
Ca ⁺² (me L ⁻¹)	2.59	2.25	2.33	2.31	2.15		
SAR	1.45	1.39	1.4	1.52	1.51	I	I
SO ₄ (me L ⁻¹)	2.18	2.03	1.98	2.05	1.22		
RSC	-	-	-	-	-		
Sertlik (Alman)	16.65	15.76	16.15	15.85	14.92		
Sulama Suyu Sınıfı	T2A1	T2A1	T2A1	T2A1	T2A1		
TDS (mg L ⁻¹)	433	443	416	424	409	I	I
ORP (mV)	28.3	34.5	-40.7	91.1	32.3		
Oksitlendirme Parametreleri							
BOİ (mg L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
KOİ (mg L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Bakteriyolojik Parametreler (CFU/100 ml)							
Toplam Koliform	1635	1152	1150	850	1624		
Fekal Koliform	92	17	75	64	152		
Besin Elementleri (Nutrient) Parametreleri							
NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	-	0.78	0.7	3.14	2		
NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	4.83	4.45	4.46	4.4	4.14		I
Fosfor (µg L ⁻¹)	23.51	16.69	20.46	29.68	11.66		
İz Elementler (Metal) ve İnorganik Parametreler							
Alüminyum (µg Al L ⁻¹)	8.89	0.46	285.2	298.5	51.53		
Arsenik (µg As L ⁻¹)	4.0	3.99	0.8	4.2	3.7		
Bakır (µg Cu L ⁻¹)	-	0.24	1.22	3.17	-		
Bor (µg B L ⁻¹)	-	104.7	121.5	118.2	115.5	I	I
Civa (µg Hg L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Çinko (µg Zn L ⁻¹)	-	-	-	13.5	-		
Demir (µg Fe L ⁻¹)	-	0.94	170.5	452.1	52.5		
Florür (µg F L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Kadmiyum (µg Cd L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Kobalt (µg Co L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Krom (µg Cr L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Kurşun (µg Pb L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Mangan (µg Mn L ⁻¹)	5.25	-	21.12	51.83	4.76		
Nikel (µg Ni L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Selenyum (µg Se L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
KYSKK	II	II	II	II	II		

KYSKK: Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri, SSKK: Sulama Suyunun Kimyasal Kalitesi RSC: Artık Sodyum Karbonat, ORP: Oksidasyon-Redüksiyon Potansiyeli, TDS: Toplam Çözünmüş İyonlar,

I.Sınıf	II.Sınıf	III.Sınıf	IV.Sınıf
---------	----------	-----------	----------

Cizelge 4. Sultanköy barajı aylık analiz sonuçları
Table 4. Sultanköy dam monthly analysis results

Parametreler	Haziran 2016	Temmuz 2016	Ağustos 2016	Eylül 2016	Ekim 2016	SSKK	FAO-29
pH	8.54	8.54	8.06	8.04	8.66		
İletkenlik (dS m ⁻¹)	0.624	0.626	0.591	0.598	0.551	I	I
CO ₃ ⁻² (me L ⁻¹)	0.92	0.82	0.83	0.58	1.04		
HCO ₃ ⁻ (me L ⁻¹)	3.26	2.98	3.1	2.95	3.11		II*
Cl ⁻ (me L ⁻¹)	2.15	2.25	2.35	2.7	2.6	I	I
Na ⁺ (me L ⁻¹)	2.63	2.48	2.53	2.8	2.56	I	I
Mg ⁺² (me L ⁻¹)	2.04	1.93	2.03	2.08	1.87		
K ⁺ (me L ⁻¹)	0.13	0.13	0.15	0.15	0.12		
Ca ⁺² (me L ⁻¹)	2.45	2.68	2.6	2.46	3.13		
SAR	1.75	2.64	1.67	1.86	1.81	I	I
SO ₄ (me L ⁻¹)	0,92	1,17	1,03	1,26	0,93		
RSC	-	-	-	-	-		
Sertlik (Alman)	12.6	12.91	12.96	12.74	11.21		
Sulama Suyu Sınıfı	T2A1	T2A1	T2A1	T2A1	T2A1		
TDS (mg L ⁻¹)	426	392	380	364	356	I	I
ORP (mV)	91.2	55.3	27.4	88.2	66.0		
Oksitlendirme Parametreleri							
BOİ (mg L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
KOİ (mg L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Bakteriyolojik Parametreler (CFU/100 ml)							
Toplam Koliform	285	1960	1450	1700	5115		
Fekal Koliform	20	40	90	95	180		
Besin Elementleri (Nutrient) Parametreleri							
NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	1.01	-	-	-	3.5		
NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	4.46	4.27	2.21	4.63	-		I
Fosfor (µg L ⁻¹)	-	17.24	67.79	69.22	68.66		
İz Elementler (Metal) ve İnorganik Parametreler							
Alüminyum (µg Al L ⁻¹)	9.95	-	272.1	221.19	38.92		
Arsenik (µg As L ⁻¹)	6.6	0.2	1.7	1.2	5.6		
Bakır (µg Cu L ⁻¹)	-	1.0	3.5	1.8	-		
Bor (µg B L ⁻¹)	-	61.38	75.65	64.62	66.53	I	I
Civa (µg Hg L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Çinko (µg Zn L ⁻¹)	-	-	-	13.35	11.04		
Demir (µg Fe L ⁻¹)	-	39.73	916.5	602.22	24.88		
Florür (µg F L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Kadmiyum (µg Cd L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Kobalt (µg Co L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Krom (µg Cr L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Kurşun (µg Pb L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Mangan (µg Mn L ⁻¹)	-	-	21.07	57.69	3.36		
Nikel (µg Ni L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Selenyum (µg Se L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
KYSKK	III	III	II	II	III		

KYSKK: Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri, SSKK: Sulama Suyunun Kimyasal Kalitesi RSC: Artık Sodyum Karbonat, ORP: Oksidasyon-Redüksiyon Potansiyeli, TDS: Toplam Çözünmüş İyonlar, *Yağmurlama sulama, "-" Yok

I.Sınıf	II.Sınıf	III.Sınıf	IV.Sınıf
---------	----------	-----------	----------

İz elementleri (metaller) ve inorganik kirlilik parametreleri (Al, As, Cu, B, Hg, Zn, Fe, F, Cd, Co, Cr, Pb, Mn, Ni ve Se) açısından değerlendirildiğinde baraj suyu birçok parametre yönünden I. sınıf su kalitesinde yer alırken, Ağustos ve Eylül aylarında Al ve Fe parametrelerindeki yükselme ile II. sınıfta yer almıştır.

Hamzadere barajı, temel parametreler açısından değerlendirildiğinde elektriksel iletkenlik değerinin 0.75 dS m^{-1} değerini aşması ile T₃ sınıfında yer almıştır (Çizelge 5). T₃ sınıfında yer alan sular daha kontrollü drenaj koşullarında ve yetiştirilecek bitkinin tuza dayanımı dikkate alınarak kullanılması gereken sulardır. Bunun yanı sıra su kirliliği kontrol yönetmeliğinde yer alan kitaiçi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri sınıflamasına göre beş ay boyunca baraj suyu, EC açısından II. sınıfta (iyi) yer almaktadır. pH değerleri Haziran ve Temmuz aylarında 8.5 değerini aşmıştır. Bakteriyolojik yönden baraj suyu II. sınıfta yer almıştır.

Besin elementleri açısından değerlendirme yaptığımızda; Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında amonyum değerleri yönünden sular I. sınıfta yer alırken Ekim ayında değer yükselmiş ve II. sınıfta yer almıştır. Nitrat açısından sıkıntı görülmezken, fosfor değerlerinde Ağustos ve Ekim aylarında yükselme gözlenmiş ve su II. sınıf su kalitesinde yer almıştır.

Hamzadere barajının inorganik parametrelerine ve iz elementlerine baktığımızda (Çizelge 5), sadece Mn değerlerinin Ağustos ve Ekim aylarında yükseldiğini görüyoruz. Bu yükselme ile baraj suyu, II. su kalite sınıfında yer almaktadır.

Baraj suyu SSKK (Sulama Suyunun Kimyasal Kalitesi) kriterlerine göre kullanımında zarar derecesi az-orta olan II. sınıfta yer almaktadır. FAO-29 kriterlerine göre baraj suyunun kullanım kısıtlama derecesi "hafif-orta" dır.

Trakya bölgesi ülke tarım potansiyelinde önemli bir yere sahiptir. Bölgede en çok ekilen ürünler buğday, ayçiçeği ve çeltiktir. Edirne ilinde çeltik üretimi ülke genelinin %40'ını oluşturmaktadır (Anonim, 2011). Aydoğan (2014)'nın bildirdiğine göre Ülkemizde tüketilen toplam azotlu gübre sıralamasında Edirne ili 10. sırada yer almaktadır. Çeltik üretiminde diğer

ürünlere kıyasla daha fazla su ve daha fazla gübre ile pestisit kullanılmaktadır.

Yoğun gübre ve pestisit kullanımı toprak ve su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır. Su kalitesinin bozulması ve kalitesi düşük suların sulama amaçlı kullanılması sadece ürün miktarına ve kalitesine zarar vermekle kalmayıp zaman içerisinde toprakların da tuzlulaşmasına ve alkalileşmesine neden olmaktadır. Su kalitesi özellikle çeltik ekim alanlarında münavebenin de söz konusu olmaması ve oluşturulan su yükü ile toprak yapısının daha fazla zarar görmesi ile su kalitesi faktörü daha da büyük önem arz etmektedir.

İncelenen barajlardan üçü (Altinyazı, Sultanköy ve Hamzadere) Edirne ilinin güney kısmında yer almakta olup, çeltik ekiminin yoğun yapıldığı bölgededir. Tuzluluk ve alkalilik sulama suyu sınıflamasında iki önemli parametre olup elde edilen sonuçlara göre; Süloğlu, Altinyazı ve Sultanköy barajlarında sorun görülmezken, Hamzadere baraj suyu EC değerleri 0.797 dS m^{-1} ile 0.956 dS m^{-1} arasında tespit edilmiştir. Söz konusu barajın yer aldığı konumda yoğun sulu tarım yapılmaktadır. Dolayısıyla sulamadan dönen kuyruk suları ve Meriç nehrinden pompajla su takviyesi baraj suyunun tuzluluk seviyesini etkilemektedir.

Oksitlendirme parametreleri açısından dört barajda da sorun görülmezken, amonyum düzeyi Süloğlu barajında Haziran ayında, Hamzadere barajında ise Ekim ayında II. sınıf su kalitesinde yer almıştır. Fosfor Sultanköy ve Hamzadere barajlarında bazı aylarda tespit edilmiş olup değerler II. sınıf limit değerlerini aşmamıştır. Bakteriyolojik parametreler açısından barajlarda önemli derecede sorun belirlenmemiş olsa da tam anlamıyla çevrelerindeki insan ve hayvan faaliyetleri ile tarımsal faaliyetlerden etkilenmediği söylenemez. Zira dört barajda da sular bakteriyolojik parametreler yönünden II. sınıfta yer almıştır.

Altinyazı, Sultanköy ve Hamzadere baraj suları irdelenen bazı iz elementleri ve inorganik parametreler (P, Al, Fe ve Mn) açısından zaman zaman II. sınıfta yer alsa da sulama sularında izin verilen maksimum ağır metal ve toksik element değerlerini aşmadığından sulamaya uygun sular sınıfında yer almışlardır.

Çizelge 5. Hamzadere barajı aylık analiz sonuçları
Table 5. Hamzadere dam monthly analysis results

Parametreler	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	SSKK	FAO-29
pH	8.63	8.78	8.25	8.34	8.46		
İletkenlik (dS m ⁻¹)	0.956	0.911	0.847	0.797	0.883	II	II
CO ₃ ⁻² (me L ⁻¹)	1.2	0.95	0.76	1.15	1.09		
HCO ₃ ⁻ (me L ⁻¹)	3.96	2.88	3.05	2.9	3.08		II
Cl ⁻ (me L ⁻¹)	4.58	4.52	4.8	4.55	4.5	II	II
Na ⁺ (me L ⁻¹)	4.9	4.57	4.59	4.82	4.54	II	II
Mg ⁺² (me L ⁻¹)	2.54	2.3	2.45	2.31	2.16		
K ⁺ (me L ⁻¹)	0.12	0.11	0.13	0.13	0.12		
Ca ⁺² (me L ⁻¹)	2.6	2.39	2.99	2.35	2.29		
SAR	3.05	2.99	2.78	3.16	3.04	I	I
SO ₄ (me L ⁻¹)	0.42	1.02	1.55	1.01	0.44		
RSC	-	-	-	-	-		
Sertlik (Alman)	14.4	13.15	15.24	13.06	12.46		
Sulama Suyu Sınıfı	T3A1	T3A1	T3A1	T3A1	T3A1		
TDS (mg L ⁻¹)	587	588	546	492	549	II	II
ORP (mV)	142.4	71.3	30	65.8	83.2		
Oksitlendirme Parametreleri							
BOİ (mg L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
KOİ (mg L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Bakteriyolojik Parametreler (CFU/100 ml)							
Toplam Koliform	700	600	1350	770	1466		
Fekal Koliform	35	30	80	105	123		
Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri							
NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	0.95	1.41	-	3.73	9.95		
NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	4.16	4.27	4.21	-	4.14		II
Fosfor (µg L ⁻¹)	20.7	20.1	68.89	8.6	48.6		
İz Elementler (Metal) ve İnorganik Parametreler							
Alüminyum (µg Al L ⁻¹)	1.4	31.8	145.6	118.5	88.6		
Arsenik (µg As L ⁻¹)	-	0.8	0.8	0.3	0.9		
Bakır (µg Cu L ⁻¹)	-	-	1.6	3.5	-		
Bor (µg B L ⁻¹)	-	94.3	109.3	94.4	96.4	I	I
Cıva (µg Hg L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Çinko (µg Zn L ⁻¹)	-	-	-	3.6	20.2		
Demir (µg Fe L ⁻¹)	-	21.8	198.3	162.8	65.4		
Florür (µg F L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Kadmiyum (µg Cd L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Kobalt (µg Co L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Krom (µg Cr L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Kurşun (µg Pb L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Mangan (µg Mn L ⁻¹)	-	-	152.8	20.4	162.3		
Nikel (µg Ni L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
Selenyum (µg Se L ⁻¹)	-	-	-	-	-		
KYSKK	III	III	II	II	II		

KYSKK: Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri, SSKK: Sulama Suyunun Kimyasal Kalitesi RSC: Artık Sodyum Karbonat, ORP: Oksidasyon-Redüksiyon Potansiyeli, TDS: Toplam Çözünmüş İyonlar, *Yağmurlama sulama "–" Yok

I.Sınıf	II.Sınıf	III.Sınıf	IV.Sınıf
---------	----------	-----------	----------

SONUÇLAR

Sonuç olarak; Süloğlu, Altinyazı ve Sultanköy baraj sularının sulama amaçlı kullanılmasında herhangi bir sorun olmadığı, Hamzadere baraj suyunun da T₃ sınıfında yer alması ile suların daha kontrollü drenaj koşullarında ve yetiştirilecek bitkinin tuza dayanımı dikkate alınarak kullanılması gerektiği ortaya çıkmıştır.

Yoğun tarım yapılan Edirne ilinin sulama suyu kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için insan ve hayvan faaliyetleri ile gübre ve pestisit kullanımının daha kontrollü hale getirilmesi gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu makale, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü desteği ile Kırklareli Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü tarafından yürütülen "Trakya Bölgesi Su Kaynaklarının Kalitesinin ve Tarımsal Açından Kullanılabilirliğinin Belirlenmesi" projesinden veriler içermektedir.

KAYNAKLAR

Andrew DE, Clesceri LS, Greenberg AE (1995). Standard methods for examination of water & wastewater. Amerikan Public Health Association, Washington, D.C, p. 3:1-106.

Anonim (2009). Su kirliliği kontrolü yönetmeliği numune alma ve analiz metotları tebliği. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/10/20091010-6.htm>. Erişim Tarihi: 05.08.2019.

Anonim (2010). Atıksu arıtma tesisleri teknik usuller tebliği. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/03/20100320-7.htm>, p. 81, Erişim Tarihi: 05.08.2019.

Anonim (2015). Su kirliliği kontrol yönetmeliği, kıta içi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150415-18.htm>. Erişim Tarihi: 05.08.2019.

Anonim (2011). Ulusal hububat konsey raporu. <http://www.pdd.org.tr/libs/filemanager>. Erişim Tarihi 05.08.2019.

Arat SM (2014). Süloğlu baraj Gölü'nde (Edirne) mikrosistin varlığının araştırılması. Yüksek lisans tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

Aydoğan F, Bellitürk K, Sağlam MT (2014). Edirne ilindeki bazı sulama suyu kaynaklarının tuzluluk ve ağır metal içeriklerinin tespiti. Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty, 11 (2): 27-37.

Çakır R, Gidirişlioğlu A (1997). Düşük kaliteli sulama sularının vertisol toprakların özelliklerine ve ayçiçeği bitkisinin vejetatif gelişmesine etkileri. Kültürteknik Derneği 6. Kongresi Bildirileri, p. 460-468. 5-8 Haziran 1997, Uludağ, Bursa.

Çakır R, Gidirişlioğlu A, Tok HH, Avşar F, Ekinci H, Yüksel O (1997). Kirli nehir suların entisol ordosuna ait toprağın bazı özelliklerine ve ayçiçeği bitkisinin gelişmesine etkileri. I. Trakya Toprak ve Gübre Sempozyumu Bildirileri, p. 183-190. 20-22 Ekim 1997, Tekirdağ.

Çebi Ü, Gidirişlioğlu A, Çakır R (2008). Ergene nehri ve kollarının evsel ve endüstriyel atık parametrelerinin belirlenmesi. T.C Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü. Atatürk Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Kırklareli.

Çetin E (2013). Altinyazı baraj gölü'nde (Edirne) yaşayan balık türlerinde ağır metal birikimlerinin incelenmesi. Yüksek lisan tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

DSİ (2019). Toprak ve Su Kaynakları. <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari>, Erişim Tarihi: 05.08.2019

FAO-29 (1994). Water quality for agriculture. Available: <http://www.fao.org/3/T0234E/T0234E01.htm#tab1>. Erişim Tarihi: 05.08.2019

Gidirişlioğlu A, Çakır R, Tok HH, Ekinci H, Yüksel O (1996). Ergene Nehri ve kollarının evsel ve endüstriyel atıklarla kirlenmesi ve toprak üzerine etkileri. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı, Ankara.

İstanbuluoğlu A, Konukçu F, Kocaman İ (2006). Trakya Bbölgesi su kaynaklarının geliştirilmesi ve sulu tarım uygulamaları: mevcut verilerin sorunların çözümü için analizi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(2): 139-152.

Karaca Eroğlu E (2015). Süloğlu baraj gölü'nün (Edirne) bazı fizikokimyasal özellikleri ve bentik makrofaunasının incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı (Basılmamış). Edirne.

Katkat G, Tok HH, Aydın M, Sağlam MT, Öner N, Kamburoğlu U (1997). Tekirdağ il sınırları dahilindeki içme suyu kuyularında bazı kirlilik parametrelerinin dağılımları ve zamanla değişimleri. I. Trakya Toprak ve Gübre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, p. 289-295, 20-22 Ekim 1997, Tekirdağ.

Kaykioğlu G, Ekmekyapar F (2005). Ergene havzasında endüstriyel işlem suyu olarak kullanılan yeraltı sularının özellikleri üzerine bir araştırma. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 6(1): 85-91.

Konukçu F, İstanbuluoğlu A, Orta AH, Kocaman İ (2004). Trakya Bölgesi su kaynakları sorunları ve çözüm önerileri. İstanbul ve Su Sempozyumu. TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi, p. 85-96, İstanbul.

Tokatlı C (2018). Water quality assesment of edirne dam lakes (wastern section of the Ergene river basin). International 5th National Symposium on Dam Safety, p. 918-923, 27-31 October 2018, İstanbul, Turkey.

Tüzüner A (1990). Toprak ve su analiz laboratuvar el kitabı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.