



## KARASU KANAL SULARINDA BELİRLİ MİKROORGANİZMA TÜRLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Hakan ÇELEBİ\*

Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Aksaray, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

Karasu  
Su kalitesi  
Koliform  
Membran filtrasyon

### Öz

Bu çalışmada, Aksaray ilinde bulunan Aksaray Üniversitesi yerleşkesi yakınlarındaki Karasu sulama ve drenaj kanalının kirlilik açısından mikrobiyolojik kalite seviyeleri (total ve fekal koliform vb.) mevsimsel olarak 2017 yılı Temmuz, Nisan, Eylül ve Şubat aylarında drenaj kanalından yapılan örneklemelerle incelenmiştir. Yüzey suyu örnekleri, kanalın 5 farklı noktasından toplanmıştır. Bakteriyolojik tür düzeyinin belirlenmesinde membran filtre metodu uygulanmış ve toplam koliform, fekal koliform, fekal streptokok ve salmonella sayımları yapılmıştır. Yüzey suyunda toplam koliform bakteri sayısı 92-302 KOB (koloni birimi)/100 mL, fekal koliform bakteri sayısı 16-225 KOB/100 mL, fekal streptokok bakteri 2-26 KOB/100 mL olarak bulunmuştur. Elde edilen mikrobiyolojik analiz sonuçları Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kıta içi Su Kaynakları Kalite Kriterleri 'ne göre değerlendirildiğinde; Karasu sulama ve drenaj kanalı'nın II. sınıf su kalitesinde, az kirlenmiş su olduğu tespit edilmiştir.

## EXPLORING SPECIFIC TYPES MICROORGANISMS LIVING IN WATER OF KARASU CHANNEL

### Keywords

Karasu,  
Water quality,  
Coliform,  
Membrane filtration,

### Abstract

In this study, in terms of impurity, microbiologic quality levels (total and fecal coliform etc.) of Karasu drainage and irrigation channel where is near to Aksaray University Campus in Aksaray Province were examined via samples taken from the drainage channel in February, April, July, and September seasonally in 2017. samples of water surface were collected five different points of the channel. In identification of level of bacteriological species, membrane filter method was applied and enumeration of total coliform, fecal coliform, fecal streptococcus and salmonella was done. It was found that the number of total coliform bacteria was 92-302 CFU (Colony Forming Unit)/100 mL, the number of fecal coliform bacteria was 16-225 CFU/100 mL and the number of fecal streptococcus bacteria was 2-26 CFU/100 mL. When the results of microbiological analysis were evaluated regarding Inland Water Resources Quality Criteria of Water Pollution Control Regulation; it was determined that water of Karasu irrigation and drainage channel was second-class quality and slightly contaminated.

### Alıntı / Cite

Çelebi, H., (2018). Karasu Kanal Sularının Belirli Mikroorganizma Türlerinin Araştırılması, *Journal of Engineering Sciences and Design*, 6(2), 182-189.

### Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

Hakan Çelebi, 0000-0002-7726-128X

<b>Başvuru Tarihi / Submission Date</b>	28.02.2018
<b>Revizyon Tarihi / Revision Date</b>	22.03.2018
<b>Kabul Tarihi / Accepted Date</b>	01.04.2018
<b>Yayın Tarihi / Published Date</b>	09.04.2018

\* İlgili yazar / Corresponding author: [hakanaz.celebi@gmail.com](mailto:hakanaz.celebi@gmail.com)

## 1. Giriş

İnsan yaşamının vazgeçilmezi olarak nitelendirilen su kaynakları için küresel ölçekte tehlike çanları çalmaktadır. Gelecekte dünya nüfusunun yarısının su yokluğu sorunu ile karşılaşacağı tahmin edilmektedir (Özkan vd. 2008). Su, bütün canlıların özellikle insanların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmeleri için önem taşıyan kaynakların başında yer almaktadır. Bunun yanı sıra su, endüstrilerdeki ve tarımdaki kullanımıyla yaşam standardımızı belirleyen, ülke gelişimine etki edebilen bir faktördür. İnsanoğlunun geleceği, yeterli ve kaliteli suya erişimi ile yakından ilişkilidir (Polat 2013, Kurtkulak 2014, Aydın vd. 2015). Yaşam kaynağımız olan suyun pek de uzak olmayan bir gelecekte ulaşılması çok zor bir ihtiyaç maddesi olacağı, hatta su kaynaklarına sahip olmak isteyen ülkeler arasında savaşların bile çıkabileceği tahmin edilmektedir. Bu nedenle kısıtlı su kaynaklarının korunması ve bu kaynakların en verimli şekilde kullanımı, pek çok ülkenin gündemini meşgul etmeye devam etmektedir (Polat 2013, Kurtkulak 2014).

Dünya'daki su kütlesi incelendiğinde, % 69'u tuzlu su ve % 2'si tatlı su olmak üzere toplamda % 71'inin sularla kaplı olduğu görülmektedir (Tokatlı 2014, Çicek vd. 2017). Dünya nüfusunun hızlı artışı, sanayi ve teknolojinin aşırı gelişmesi, günümüzün en önemli sorunlarından biri olan küresel ısınmanın etkileri ve çevre bilincinin yeteri kadar oluşmaması gibi faktörler küresel ölçekte dünyada su kaynaklarının giderek kirlenmesine ve azalmasına sebep olmaktadır (Ödün 2013, Köse vd. 2014, Tokatlı vd. 2014, Çicek vd. 2017). Su kaynaklarının korunması için öncelikle mevcut su kalitesi belirlenmeli ve kaynaklar doğru şekilde kullanılmalıdır (Azaza vd. 2010, Bozdağ 2017). Kaliteli su genellikle tüm dünyada kokusuz, renksiz, tatsız ve fekal kirliliği içermeyen su olarak tanımlanmaktadır (Stella vd. 2018). Yakın geçmişte kaliteli su kaynakları bol ve kolaylıkla temin edilebilir olduğundan su kalitesi ile ilgili problemler genellikle ihmal edilmiştir (Shamsad ve Islam 2005). Fakat dünyanın birçok bölgesinde çevresel sorunlar giderek arttığı için su kalitesiyle ilgili problemler su miktarından daha önemli hale gelmiştir (Balachandar vd. 2010).

Ülkemizde de, aşırı nüfus, hızlı büyüme olgusu ve sektörel aktivitelerle kaliteli su isteği artmakta ve dolayısı ile taleple doğru orantılı olarak, günümüzde kaynakların aktif değerlendirilmesi ve muhafaza edilmesi önem teşkil etmektedir. Diğer dünya ülkelerine göre ülkemiz su kaynakları bakımından yeterli bir ülke olmasına karşın, hâlihazırdaki suların kentlere göre dağılımı dengeli olmamaktadır. Günümüzde gelişmişlik düzeyinin artması, su kullanım alanlarının farklılaşması gibi etkiler su kaynakları üzerinde olumsuz değişimlere yol açmaktadır. Dolayısıyla gelecek nesillere sağlıklı ve yeterli su bırakabilmek adına kaynakların çok iyi korunup, akılcı kullanılması gerekmektedir. Küresel

ölçekte biyolojik su kalitesi için toplam koliform ve fekal koliform terimleri geçerli olup koliformlar insan ve hayvan dışındaki bakterilerin çoğunluğunu belirtmektedir (Hurst vd. 1997). Tifo, dizanteri ve diğer patojenler su kaynaklarına yaygın bir şekilde fekal kontamine olacağından koliformlar kontrol parametresi olarak sulara değerlendirilmektedir. Bu durumda koliform varlığı mevcut su ortamlarının temiz ya da kirli olduğunu göstermektedir. Bu çalışma kapsamında Aksaray ilinde bulunan üniversite yerleşkesi yakınlarındaki Karasu sulama ve drenaj kanalının kirlilik açısından mikrobiyolojik kalite seviyeleri (total ve fekal koliform vb.) mevsimsel olarak 2017 yılı Temmuz, Nisan, Eylül ve Şubat aylarında drenaj kanalında 5 farklı noktadan yapılan örneklemelerle incelenmiştir. İnceleme alanında tarımsal aktivitelerin bulunması ve tarımsal sulamada kaynak olarak kullanılmasından dolayı Karasu kanalı tercih edilmiştir.

## 2. Bilimsel Yazın Taraması

Literatürde özellikle dünyada bazı ülkelerde ve Türkiye'de çoğunlukla su kalitesi fiziksel ve kimyasal özellikler bazında araştırılmıştır (Uygan vd. 2006, Demirtaş 2008, Fayrap 2010, Arslan ve Yıldırım 2011, Agrafioti ve Dramadopoulos 2012, Alexakis vd. 2012, Nymara 2015, Berhe vd. 2015, Bingül ve Altıkat 2017, Aydın 2017). Ancak su kalitesinde sağlığa etki eden mikroorganizma grupları ve biyolojik parametreler ile ilgili olarak ülkemizde ve diğer ülkelerde sınırlı sayıda araştırma yapılmıştır. Araştırmalar sonucunda su kaynaklarının özellikle biyolojik nitelikli kirlenici parametreler tarafından kontamine olmasının dünyada birçok ülkede ciddi sağlık sorunlarına yol açtığı belirlenmiştir. Koloren vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada Gaga gölü için mikrobiyolojik kirlilik seviyesi yüzey suyunda sırası ile >1000 KOB/mL (toplam koliform), 8-26 KOB/mL (fekal koliform) ve 1-20 KOB/mL (fekal streptokok) olarak saptanmıştır. Çalışma sonucunda gölün II. Sınıf su kalitesine uygun olduğu belirtilmiş olup bu yönü ile bizim çalışmamızla paralellik göstermektedir. Hunt ve Sarıhan (2004), Sarıçam deresinde koliform düzeylerini EMS (En Muhtemel Sayı) yöntemi ile tespit etmişlerdir. Analizler sonucunda fekal koliform 205-507 EMS/100 mL ve total koliform 28333-69000 EMS/100 mL olarak bulunmuştur.

Ayrıca, Berberoğlu ve Güngör (2013); yüzey suyu ve sulama amaçlı atıksularda fekal kirlilik düzeyleri ile helmint yumurta ve protozoa kistlerinin araştırılması ile ilgili çalışmalarında 9 noktada su örneklerinde ölçümler gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada kirlilik seviyesi ile ilgili herhangi bir veriye rastlanmamıştır. Sulama suyu kullanılabilirliği açısından Karasu kanalı çalışması ile kısmen benzerlikler bulunmaktadır.

Yalın vd. (2014) yaptıkları çalışmada, Karacaören I Baraj Gölü'nün mikrobiyolojik kirliliğini mevsimsel olarak 2013 yılı Ağustos, Ekim ve 2014 yılı Ocak, Mart

aylarında incelemiştir. Deneysel çalışmalar ışığında gölde toplam koliform bakteri sayısı 500 ile >100000 KOB/100 mL, fekal koliform ise 380-23.982 KOB/100 mL arasında ölçülmüştür. Bu araştırmada olduğu gibi Kıta İçi Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre değerlendirildiğinde; toplam koliform ve fekal koliform bakımından gölün III kalite sınıfında olduğu görülmüş ve bizim çalışmamız ile benzer bulgular göstermektedir.

Stella vd. (2018), Anambra bölgesi su kaynaklarında salmonella türleri açısından membran filtrasyon metodu ile mevsimsel olarak çalışmalar yapmışlardır. Çalışma ile bölgedeki su kaynaklarının tamamında *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi A*, *Salmonella paratyphi C* ve *Salmonella enterica* türleri 13-41 KOB/100 mL arasında belirlenmiş olup, bu sonuçların insan sağlığı yönünden yüksek seviyelerde olduğu tespit edilmiştir.

### 3. Materyal ve Yöntem

#### 3.1. Çalışma Alanı

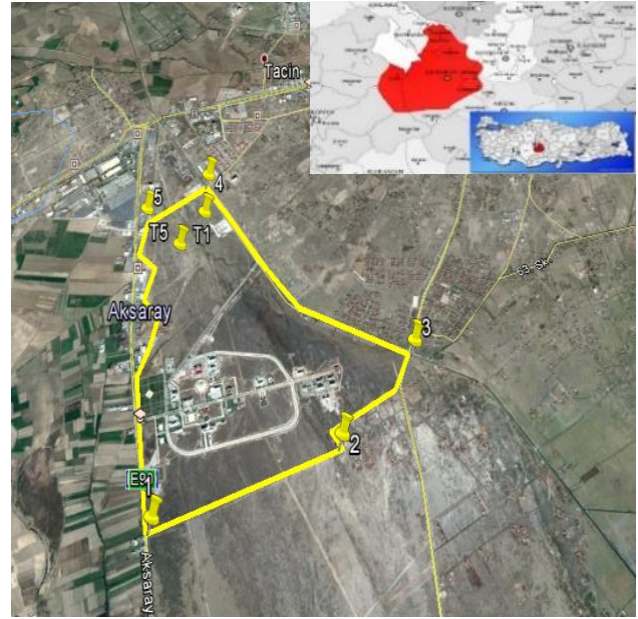
Çalışma alanının durumunu belirten harita literatür ve arazi çalışmalarından yararlanılarak hazırlanmıştır. (Şekil 1). Aksaray; Edirne, İstanbul, Ankara, Adana, İskenderun karayolu ile Samsun, Kayseri, Konya, Antalya karayolu üzerindedir. 33-35° doğu meridyenleri ile 38-39° kuzey paralelleri arasında yer almaktadır. Aksaray, İç Anadolu Bölgesi'nin güney doğusunda, Orta Kızılırmak platosunun devamını teşkil eden ve tersiyerde oluşmuş kalkerli volkan tüflerinin meydana getirdiği arazi ile Tuz Gölü havzasının devamı olan ova üzerine kurulmuştur. Aksaray İli'nde kurak özellikte iklim koşulları hüküm sürmektedir.

**Tablo 1.** İstasyonların koordinat bilgileri

Örnek Noktaları	Kuzey Koordinatı	Doğu Koordinatı
1	38° 19' 52.69"	34° 00' 28.60"
2	38° 20' 05.28"	33° 59' 48.11"
3	38° 20' 25.11"	33° 59' 22.82"
4	38° 20' 53.48"	33° 58' 54.91"
5	38° 21' 15.54"	33° 58' 34.23"

Belirlenen örnek noktalarına ait enlem ve boylam koordinat bilgileri Tablo 1'de verilmiştir. Karasu kanalı su örnekleri TS EN ISO 19458, TS EN ISO 5667-16 ve TS EN ISO 5667-3 Su Kalitesi Mikrobiyolojik Analizler İçin Numune Alma Standartlarına uygun olarak numune alımı gerçekleştirilmiştir (TS 2006, TS 2013, TS 2018). Su numunesi alma aparatı (steril nanser şişesi vb.) yardımıyla 0.5 m, 2.5 m, 5 m ve 100

m derinliklerden alınması hedeflenmiştir. Ancak Aksaray ilinde 2017 yılının kurak geçmesinden dolayı su seviyelerinde azalmalar gözlenmiş olup sadece kanalın yüzeyinden su numuneleri alınmıştır. Karasu kanalında, çalışmanın amacına yönelik olarak 5 farklı istasyon seçilmiştir. Bu istasyonların belirlenmesi aşamasında, kanalda daha önce fizikokimyasal kirlilik çalışmaları yapan araştırmacıların görüşleri alınmış, ayrıca evsel ve endüstriyel yerleşimlere olan mesafeler, farklı derinlikler, kanalın hidrolojik durumu, kanaldan su alma noktaları gibi etkenler göz önünde tutularak örnek noktalarının yerleri belirlenmiştir (Şekil 2).



**Şekil 1.** Çalışma alanının konumu

İnceleme alanında Karasu kanalının mikrobiyolojik kalitesinin belirlenebilmesi amacıyla hem ulaşılabilir hem de sürekli faaliyette olan ve kanalı genel olarak temsil eden 5 farklı noktadan 2017 yılı içerisinde Temmuz, Nisan, Eylül ve Şubat aylarında 5 farklı noktadan su örnekleri alınmıştır (Şekil 2). 120±1 °C'de 30 dakika otoklavda sterilizasyon yapılmış 500 ml hacimli mikrobiyolojik numune saklama kapları ile laboratuvara ulaştırılmıştır (SKKY 2004, TS266 2005).



Şekil 2. Karasu kanalı örnekleme noktaları

### 3.2. Analitik Metot

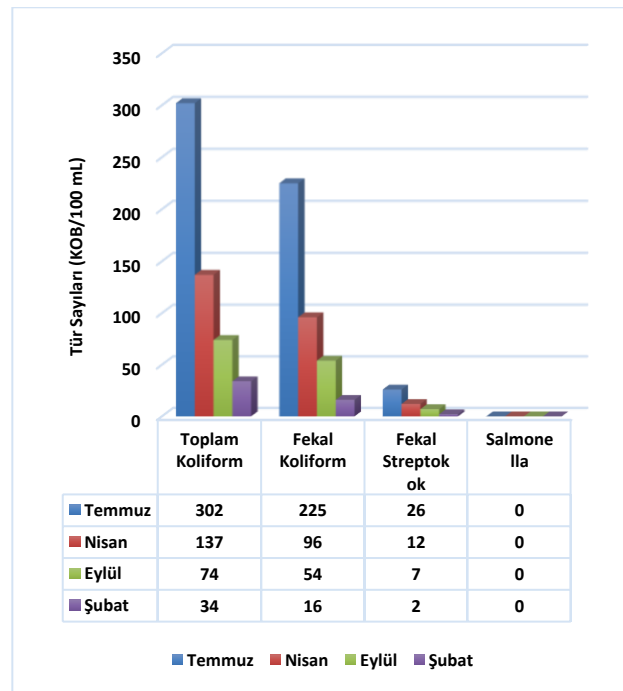
Mikrobiyolojik analizler Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Mikrobiyoloji Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Mikrobiyolojik inceleme için örnekler soğuk zincir ile 24 saat içerisinde laboratuvara getirilerek oda sıcaklığında analizler gerçekleştirilmiştir. Örneklerin incelenmesinde; bütün dünyada kabul gören ve önerilen, ülkemizde de sıklıkla uygulanan Membran Filtre Yöntemi kullanılmıştır. Milipore membran filtre düzeneğinde süzme 0.45 µm'lik filtreler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Süzme işlemi sonrası her mikroorganizmayı ayırt etmek amacı ile kullanılan uygun besiyerlerine numunenin üzerinden geçirildiği membran filtreler yerleştirilmiştir. Son olarak, petri

kutularının ağzı kapatılıp ters olarak etüve konulmuştur. Her mikroorganizma türü için etüve konulan petri kapları gerekli sıcaklıklarda (35-37-41-44.5 °C) inkübe edildikten sonra kolonilerin sayımı yapılmıştır. Besiyerleri mikrobiyolojik analiz standartlarına uygun olarak Sigma-Aldrich/Merck KGaA firmasından temin edilmiştir. Toplam koliform, Fekal koliform, Fekal streptokok ve Salmonella sayılarının tespitinde sırası ile Lauryl tryptose broth-Brilliant green lactose broth, mFC (m-Fecal Coliform) agar, Slanetz-Bartley ve Endo broth hazır besiyerleri kullanılmıştır. Toplam koliform, fekal koliform ve streptokok ile salmonella sırası ile SM 9221 B, SM 9222 D, SM 9230 C ve SM 9260 B standartlarına uygun olarak analiz edilmiştir (APHA-AWWA-WEF 2005, Sponza 2009, Güven ve Zorba 2013).

## 4. Araştırma Bulguları

### 4.1. Deneysel Sonuçlar

Toplam koliform sayısının tayini için steril petrilerde 35±0.5 °C'de 24±2 saat süre sonunda üreme gözlenmiştir. Koliform grubunun filtre kâğıdı üzerinde koyu kırmızı koloniler olarak büyüdüğü belirlenmiştir. Fekal türleri için ise 44.5±0.2 °C'de 24±2 saat bekleme yapılmıştır. Bekleme süresi tamamlandığında fekal bakterileri 0.5-2.5 mm'lik mavimsi koloniler halinde üremişlerdir. Fekal streptokok ve Salmonella sayılarının tespitinde Slanetz-Bartley ile Endo katı besiyerleri kullanılarak sırasıyla 41±0.5 °C'de 48±2 saat ve 37±0.5 °C'de 48±2 beklemeye bırakılmışlardır. Diğer mikroorganizma türlerine göre bu iki türde üreme yok denecek az düzeyde ortaya çıkmıştır.



Şekil 3. Mikroorganizma sayılarının aylara göre dağılımı

Analizler 5 farklı noktada 2017 yılı içerisinde Temmuz, Nisan, Eylül ve Şubat aylarında her bir mikroorganizma türü için ayrı ayrı yapıp ortalama değerler alınmıştır (Tablo 2).

**Tablo 2.** Mikroorganizma sayılarının farklı örnek noktalarına göre dağılımı

Aylar	Örnek Noktaları	Toplam Koliform (KOB/100 ml)	Fekal Koliform (KOB/100 ml)	Fekal Streptokok (KOB/100 ml)
Temmuz	1	297	210	25
	2	298	228	28
	3	301	226	30
	4	306	232	23
	5	308	230	23
	<b>Ortalama</b>	<b>302</b>	<b>225</b>	<b>26</b>
Nisan	1	141	92	14
	2	138	88	10
	3	140	98	13
	4	130	100	15
	5	136	102	9
	<b>Ortalama</b>	<b>137</b>	<b>96</b>	<b>12</b>
Eylül	1	69	52	8
	2	75	50	5
	3	74	55	10
	4	80	60	3
	5	72	53	9
	<b>Ortalama</b>	<b>74</b>	<b>54</b>	<b>7</b>
Şubat	1	30	18	1
	2	32	14	0
	3	35	17	4
	4	38	13	6
	5	36	19	0
	<b>Ortalama</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>2</b>

\*Bütün noktalarda Salmonella için üreme gözlenmemiştir.

aylarına ait toplam koliform, fekal koliform, fekal streptokok ve salmonella sayıları Şekil 3'te verilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda, yüzey suyunda toplam koliform adeti 92-302 KOB (koloni birimi)/100 ml, fekal koliform bakteri sayısı 16-225 KOB/100 ml, fekal streptokok bakteri 2-26 KOB/100 ml ve salmonella sayısı sıfır olarak tespit edilmiştir. Karasu kanal suyunda özellikle toplam koliform ve fekal koliform sayılarında diğer mikroorganizma gruplarına göre yüksek değerler söz konusudur. Yapılan çalışmalar sonucunda en fazla koliform grubu sayısı Temmuz ayında kaydedilmiştir. Aynı zamanda tifo ve salmonellozis gibi sağlık sorunlarına yol açan salmonella grubu mikroorganizmalar bütün aylarda sıfır seviyesinde kalmıştır. Sıcaklık limitleri mikroorganizmaların sulardaki dağılımını özellikle gelişimlerini etkilemektedir (Sponza 2009, Güven ve Zorba 2013). Çalışmada mezofilik (20-45 °C) bir mikroorganizma olan koliformların Temmuz ayında yapılan ölçümlerde sayısal olarak yüksek bulunması yüzey sularının özellikle bu aylarda ısınmasına bağlanabilir. Ayrıca, Karasu kanal suyunun koliform sayısının Temmuzda yüksek olmasının bir diğer nedeni de, kanal çevresinde özellikle bu aylarda otlatılan hayvan dışkılarının suya karışmasından kaynaklanabilir.

Su Kirliliği Kontrolü ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelikler (SKKY) kapsamında kıta içi yüzeysel suların kalitelerine göre dört farklı kalite sınıfı bulunmaktadır (I. Sınıf: Yüksek kaliteli su, II. Sınıf: Az kirlenmiş su, III. Sınıf: Kirli su, IV. Sınıf Çok kirlenmiş su). Tablo 2'de bu sınıflandırmaya ait sınır değerler belirtilmiştir (SKKY 2004). Türkiye'de uygulanan yönetmeliğe göre; her türlü kullanımlar için (50-100-250 mL) koliform bakteri, *Escheria Coli*, streptokok ve stafilokoklar bulunmamalıdır (TS-266 2005).

**Tablo 2.** Su Kalite Sınıflandırma Kriterleri (SKKY, 2004)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
Toplam Koliform	100	20000	100000	>100000
Fekal Koliform	10	200	2000	>2000

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre incelenen Karasu sulama ve drenaj kanalı sularının mikrobiyolojik parametreler açısından 2. sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde ifade edilen standartlara göre, Sınıf II kalitesinde değerlendirilen sular, özellikle kullanım suyu şeklinde değerlendirilebilen sulardır. Bu nedenle çalışma alanı olarak seçilen Karasu kanalı sınıf II kalitesinde suya sahip olduğu için bölgede sulama suyu olarak hâlihazırda kullanılmaktadır.

Karasu sulama ve drenaj kanalı sularından alınan numunelerde 2017 yılı Temmuz, Nisan, Eylül ve Şubat

Uluslararası standartlarda kabul edildiği gibi; ülkemizde de toplam ve fekal koliform bakteriler su mikrobiyolojisi kalite standardı parametreleri olarak gösterilmektedir. Bu doğrultuda literatürde özellikle sulama suyu kullanımı amaçlı atıksular, göl, nehir ve baraj sularında koliform grubu mikroorganizmaların seviyeleri araştırılmış olup, yapılan bütün bu çalışmaların Karasu kanalında elde edilen mikroorganizma sayıları ile kısmen benzerlikler gösterdiği tespit edilmiştir (Avcı vd. 2006, Kumbur vd. 2007, Özaslan 2009, Bulut vd. 2010, Ekici vd. 2010, Can 2011, Er 2014, Kireççi vd. 2017, Muş ve Çetinkaya 2017).

## 5. Sonuç ve Tartışma

Yapmış olduğumuz bu araştırma sonucunda hâlihazırda sulama amaçlı kullanılan Karasu kanalı sularının şimdilik az kirlenmiş su statüsünde olduğu ancak koliform grubu açısından kirlilik sınırına yakın değerlere sahip olduğu görülmüştür. 5 farklı noktada yapılan örnekleme sonucunda bütün örneklerde ve belirlenen aylarda koliform bakterilerin (fekal koliform ve fekal streptokok) tespit edilmesi, Karasu kanalına insan ve hayvan dışkı kökenli atıkların veya atıksuların karıştığını göstermektedir. Özellikle bölgede tarım faaliyetlerinin yoğun bir şekilde yapılması, topografik yapı ve meteorolojik koşullar koliform seviyesini belirlemeye etken faktörler olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Özellikle, bölgede karasal iklim hâkim olmasına karşın yaz ve sonbahar yağışlarının yoğun olduğu zamanlarda yüzeysel akışlar ile tarım ve yerleşim alanlarından sızıntılar mikrobiyolojik tür seviyesinde artışlara yol açmaktadır. Mevsimsel yağışların çeşitli kirletici parametreleri Karasu kanalına ulaştırmada etkin bir rol üstlendiği düşünülecek olursa, fekal türlerin varlığı bu durum ile ilişkilendirilebilir.

## Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

## Kaynaklar

- Agrafioti, E., Diamadopoulos, E., 2012. A Strategic Plan for Reuse of Treated Municipal Wastewater for Crop Irrigation on the Island of Crete. *Agricultural Water Management*, 105, 57-64.
- Alexakis, D., Gotsis, D., Giakoumakis, S., 2012. Assessment of Drainage Water Quality in Preand Post-Irrigation Seasons for Supplemental Irrigation Use. *Environmental Monitoring and Assessment*, 184, 5051-5063.
- APHA-AWWA-WEF, 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st edition. American Public Health Association,

American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington DC, USA.

- Arslan, H., Yıldırım, D., 2011. Bafra Ovasındaki Drenaj Kanallarının Su Kalitelerinin Çok Değişkenli İstatistiksel Analizler ile Değerlendirilmesi. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28, 61-71.
- Avcı, S., Bakıcı, M.Z., Erandaç, M., 2006. Tokat İlindeki İçme Sularının Koliform Bakteriler önünden Araştırılması. *Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 28, 107-112.
- Aydın, F., 2017. Van Çaldıran Ovası Yüzey Sularının İçme ve Sulama Suyu Açısından İncelenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7, 171-179.
- Aydın, M.A., Aydın, S., Bedük, F., Tekinay, A., 2015. Atıksuların Sulamada Kullanımı: Toprak ve Üründe Kalıcı Organik Kirleticiler. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 20, 99-110.
- Azaza, F.H., Ketata, M., Bouhlila, R., Gueddari, M., Riberio, L., 2010. Hydrogeochemical Characteristics and Assessment of Drinking Water Quality in Zeuss-Koutine Aquifer, Southeastern Tunisia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 174, 283-298.
- Balachandar, D., Sundararaj, P., Rutharvel Murthy, K., Kumaraswamy, K., 2010. An Investigation of Groundwater Quality and Its Suitability to Irrigated Agriculture in Coimbatore District, Tamil Nadu, India-A GIS Approach. *International Journal of Environmental Sciences*, 1, 176-190.
- Berberoğlu, U., Güngör, Ç., 2013. Yüzey Suyu ve Sulama Amaçlı Atık Sularda Fekal Kirlilik Düzeyleri ile Helmint Yumurta ve Protozoa Kistlerinin Araştırılması. *Türk Hijyen Dergisi*, 70, 191-200.
- Berhe, B.A., Çelik, M., Dokuz, U.E., 2015. Kütahya Ovası'ndaki Yüzey ve Yer Altı Sularının Sulama Suyu Kalitesi Açısından İncelenmesi, *Türkiye. Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 150, 147-163.
- Bingül, Z., Altıkat, A., 2017. Eysel Nitelikli Atıksu Arıtma Tesisi Çıkış Sularının Tarımsal Sulamada Kullanılabilirliği. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7, 69-75.
- Bulut, C., Akçimen, U., Uysal, K., Küçükkara, R., Savaşer, S., 2010. Karanfilliçay Deresi Suyunun Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Parametrelerinin Mevsimsel Değişimi ve Akuakültür Açısından Değerlendirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21, 1-7.
- Bozdağ, A., 2017. Çumra (Konya) Ovasındaki Yeraltısularının Hidrojeokimyasal Özellikleri ve Sulama Suyu Kalitesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5, 559-571.
- Can, N.K., 2011. Çeşitli Su Örneklerinde Membran Filtrasyon ve Konvansiyonel Yöntemlerle

- Mikrobiyolojik Kalite Analizi ve Antibiyotik Dirençliliğinin Saptanması. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 205.
- Çiçek, A., Uysal, E., Köse, E., Tokatlı, C., 2017. Eskişehir’de Yer Alan Bazı Sulama Göletlerinin Su Kalitesinin Değerlendirilmesi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6, 440-446.
- Demirtaş, A., 2008. Iğdır Ovası Drenaj Sularının Kalite Durumlarının Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 39, 23-33.
- Ekici, K., Körkoca, H., Sancak, Y.C., Atalan, E., 2010. Van ve Yöresi İçme Sularında Koliform ve E. coli Araştırılması. Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 29, 21-25.
- Er, C.B., 2014. Kilis İli İçme Sularının Bazı Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kilis, 50.
- Güven, S., Demirel Zorba, N.N., 2013. Genel Mikrobiyoloji ve Laboratuvar Kılavuzu. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık, Ankara.
- Fayrap, A., 2010. Erzincan Ovasında Drenaj Sularının Sulamada Kullanılabilirliği. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 13, 8-16.
- Hunt, A.Ö., Sarıhan, E., 2004. Seyhan Nehri’nin Kollarından Birini Oluşturan Sarıçam Deresi’nin Fizikokimyasal ve Bakteriolojik Özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 2, 51-58.
- Hurst, C. J., Knudsen, G.R., McInerney, M.J., Stetzenbach, L.D., Walter, M.V., 1997. Manual of Environmental Microbiology. ASM Press, 661-663.
- Kireççi, E., Uğuz, M.T., Aral, M., 2017. Kahramanmaraş İlindeki İçme, Kullanma ve Çevresel Suların Mikrobiyolojik Niteliğinin Membran Filtrasyon Sistemi İle Belirlenmesi. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 20, 20-24.
- Koloren, Z., Taş, B., Kaya, D., 2011. Gaga Gölü (Ordu, Türkiye)’nün Mikrobiyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 2, 74-85.
- Köse, E., Tokatlı, C., Çiçek, A., 2014. Monitoring Stream Water Quality: A Statistical Evaluation. Polish Journal of Environmental Studies, 23, 1637-1647.
- Kudal, M., Müftüoğlu, N.M., 2014. Kentsel Atıksu ile Sulanan Topraklarda Bazı Verimlilik Özelliklerinin İncelenmesi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2, 77-81.
- Kumbur, H., Erkurt, E.A., Gülçiçek, O., 2007. Mersin Üniversitesi Çiftikköy, Yenişehir ve Tece Kampüs Sularının Mikrobiyolojik Yönden İncelenmesi. Ulusal Çevre Sempozyumu Mersin Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Çiftikköy Kampüsü, Mersin. 1-8.
- Kurtkulak, H., 2014. Kentsel Atıksuların Geri Kazanımı ve Yeşil Alanların Sulanmasında Yeniden Kullanımı: Konya Kenti Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 103.
- Muş, T.E., Çetinkaya, F., 2017. Bursa’da İçme ve Kullanma Sularında İndikatör ve Bazı Patojen Bakterilerin Varlığının Araştırılması. Toprak Su Dergisi, 6, 1-6.
- Nyomora, A.M.S., 2015. Effect of Treated Domestic Wastewater as Source of Irrigation Water and Nutrients on Rice Performance in Morogoro, Tanzania. Journal of Environment and Waste Management, 2, 47-55.
- Ödün, N.A., 2013. Fırtına Vadisi’nde (Çamlıhemşin-Rize) Çay Tarımında Kullanılan ve Doğal Gübrelerin Oluşturduğu Su Kirliliğinin Akutik Ekosisteme Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize,76.
- Özaslan, A., 2009. Adana İçme Suyunda Fekal Koliform Düzeyinin Belirlenmesi ve Antibiyotik Dirençlilik Frekansı. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 54.
- Özkan, L., Alkaya, E., Demirel, G.N., 2008. Suyun Geri Kazanımı ve Yeniden Kullanımı. Toplum ve Hekim, 23, 69-74.
- Polat, A., 2013. Su Kaynaklarının Sürdürülebilirliği İçin Arıtılan Atıksuların Yeniden Kullanımı. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 6, 58-62.
- Shamsad, S.Z.K.M., Islam, M.S., 2005. Hydrochemical Behaviour of the Water Resource of Sathkhira Sadar of Southwestern Bangladesh and Its Impact on Environment. Bangladesh Journal of Water Resource Research, 20, 43-52.
- SKKY, 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Resmi Gazete Tarihi/Sayı: 31.12.2004/25687.
- Sponza, D., 2009. Çevre Mühendisliğinde Mikrobiyolojik Uygulamalar. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Stella, E.I., Ifeoma, M.E., OMTB, O., MC, O., UF, O., Ifeanyi, O.E., 2018. Evaluation of Salmonella Species in Water Sources in Two Local Government Areas of Anambra State. Cohesive Journal of Microbiology & Infectious Disease, 1, 1-9.
- Tokatlı, C., 2014. Drinking Water Quality of a Rice Land in Turkey by A Statistical and GIS Perspective: İpsala District. Polish Journal of Environmental Studies, 23, 2247-2258.
- Tokatlı, C., Köse, E., Çiçek, A., 2014. Assessment of The Effects of Large Borate Deposits On Surface Water Quality by Multi Statistical Approaches: A Case Study of the Seydisuyu Stream (Turkey). Polish Journal of Environmental Studies, 23, 1741-1751.

TS266, 2005. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. Resmi Gazete Tarihi/Sayı: 17.02.2005/25730.

TS EN ISO 19458, 2006. Su kalitesi: Mikrobiyolojik analizler için numune alma standardı.

TS EN ISO 5667-16, 2018. Su kalitesi: Numunelerin biyo deneyleri ile ilgili standart.

TS ISO 5667-03, 2013. Su kalitesi: Su numunelerinin muhafaza, taşıma ve depolanması standardı.

Uygan, D., Havgören, F., Büyüktaş, D., 2006. Eskişehir Sulama Şebekesinde Drenaj Sularının Kirlenme Durumu ve Sulamada Kullanma Olanaklarının Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19, 47-58.

Yalım, F.B., Emre, N., Emre, Y., Gülle, İ., 2014. Karacaören-1 Baraj Gölü'nün Mikrobiyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi. 5. Doğu Anadolu Su Ürünleri Sempozyumu, Elazığ, 44.