



T.C.
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**KIRKLARELİ YÖRESİNDEKİ ATIKSULARIN
TARIMDA SULAMA AMAÇLI
KULLANILABİLİRLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

Hacer GÜLOCAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRŞEHİR / 2019



T.C.
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**KIRKLARELİ YÖRESİNDEKİ ATIKSULARIN
TARIMDA SULAMA AMAÇLI
KULLANILABİLİRLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

Hacer GÜLOCAK


YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Sultan KIYMAZ

KIRŞEHİR / 2019

“Kırklareli Yöresindeki Atıksuların Tarımda Sulama Amaçlı Kullanılabilirliğinin Belirlenmesi” adlı bu çalışma, 27.05.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi


Doç. Dr. Sultan KIYMAZ (Danışman)
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Ziraat Fakültesi

Prof. Dr. Ahmet ERTEK
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi



Prof. Dr. Mahmut YILMAZ
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Ziraat Fakültesi



TEZ BİLDİRİMİ

Tez çalışmalarım içerisindeki bütün akademik kuralların ve bilgilerin dolaylı olarak eksiksiz bulunarak sunulduğunu, tez çalışmada tez kurallarına uygun bir şekilde yazıldığına, ayrıca bana ait olmayan farklı kaynaklara eksiksiz olarak atıf yapıldığını bildiririm.

Hacer GÜLOCAK



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.



ÖNSÖZ

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaşan, kendisine ne zaman danışsam bana kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenden fazlasını sunan ve danışman hoca statüsünü hakkıyla yerine getiren Doç. Dr. SULTAN KIYMAZ'a teşekkürü bir borç biliyor ve şükranlarımı sunuyorum. Özellikle yüksek lisansımı devam ettirerek tamamlamamda çok büyük yardımları olan Prof. Dr. ERGİN KARIPTAŞ hocama teşekkür ediyorum. Tezim için gerekli olan cihazları, kimyasalları kullanarak laboratuvar analizlerimi yapmama izin veren görev yaptığım kurum olan Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ve Müdür Yardımcısı Dr. MEHMET ALİ GÜRBÜZ'e teşekkür ediyorum. Kıymetli zamanını çalışmama ayırıp değerlendirmeler ile bana kattığı her bilgi için Doç. Dr. ULVIYE KAMBUROĞLU ÇEBİ'ye teşekkürü borç bilirim. Yine çalışmamda konu, kaynak ve yöntem açısından bana sürekli yardımda bulunarak yol gösteren kıymetli çalışma arkadaşlarım Yüksek Kimyager BARIŞ CAN KÖRÜKÇÜ'ye ve Biyolog TUĞÇE KÜTMÜR'e de sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca örnek alımları için araziye çıkan kıymetli arkadaşım Tekniker SERDAR SAK'a ve arazi aracını kullanan emektar abimiz AHMET KURŞUN'a içten bir şekilde teşekkür ederim. İstatistiksel analizlerin çalışmasını yaparak yardımlarını sunan Araş. Gör. ASLI AKILLI'ya çok teşekkür ederim.

Beni bu günlere sevgi ve saygı kelimelerinin anlamlarını bilecek şekilde yetiştirerek getiren ve benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen bu hayattaki en büyük şansım olan annem SEMAHAT DEMİRCİ ve babam AHMET EMİN DEMİRCİ'ye, tez çalışması süresince bana destek veren ve büyük bir özveride bulunan sevgili eşim KUTSİ GÜLOCAK'a ve neşesi ile ömrüme ömür katan güzel kızım YAĞMUR AZRA GÜLOCAK'a sonsuz teşekkür ediyorum.

Hacer GÜLOCAK

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ	İV
İÇİNDEKİLER.....	V
TABLO LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ	X
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	XI
ÖZET	XIV
ABSTRACT	XV
1. GİRİŞ	1
1.1. Suyun Genel Özellikleri	3
1.2. Doğal Sular	4
1.3. Atık Sular.....	4
1.3.1. Endüstriyel Kaynaklı Atık Sular.....	5
1.3.2. Evsel Kaynaklı Atık Sular	5
1.3.3. Tarımsal Kaynaklı Atık Sular.....	6
1.4. Su Kalite Standartları	6
1.5. Su Kirliliği	9
1.5.1. Sularda Kirletici Etki Yapabilecek Unsurlar	11
1.5.1.1. Bakteriler, virüsler ve diğer hastalık yapıcı canlılar.....	11
1.5.1.2. Deterjanlar	12
1.5.1.3. Organik maddeler	13
1.5.1.4. Petrol ve türevleri	13
1.5.1.5. Pestisitler	14
1.5.1.6. Radyoaktivite.....	15

1.5.1.7. Atık ısı	15
1.5.1.8. Gübreler	16
1.5.1.9. Tuzluluk.....	16
1.5.1.10. Ağır metaller ve toksisiteleri	17
1.6. Su Kalitesini Etkileyen Unsurlar	24
1.6.1. pH	24
1.6.2. Sıcaklık	24
1.6.3. İletkenlik.....	25
1.6.4. Toplam Sertlik	25
1.6.5. Alkanite	26
2. KAYNAK ÖZETİ.....	27
3. MATERYAL VE YÖNTEM	34
3.1. Materyal.....	34
3.1.1. İstasyonların Tespiti Ve Numunelerin Alınması	34
3.1.2. Deneyde Kullanılan Cihazlar	38
3.1.3. Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Çözeltiler	39
3.2. Yöntem	40
3.2.1. Titrimetrik Yöntemle Yapılan Tayinler	40
3.2.1.1. Karbonat ve bikarbonat tayini	40
3.2.1.2. Klorür tayini	41
3.2.2. Gravimetrik Yöntemle Yapılan Tayinler.....	41
3.2.2.1. Yağ ve gress tayini	41
3.2.2.2. Askıda katı madde (AKM)	42
3.2.3. Elektrokimyasal Yöntemle Yapılan Tayinler	43
3.2.3.1. pH tayini	43
3.2.3.2. Elektriksel iletkenlik tayini (EC).....	43

3.2.4. Spektrofotometrik ve Kolorimetrik Yöntemlerle Yapılan Tayinler	44
3.2.4.1. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ).....	44
3.2.4.2. ICP –OES cihazı ile ağır metal tayini.....	45
3.2.5. Kromatografik Yöntemle Yapılan Tayinler	50
3.2.5.1. İyon kromatografi	50
3.2.6. Oxitop İle Biyolojik Oksijen İhtiyacı Tayini.....	50
3.2.7. Mikrobiyolojik Yöntemle Yapılan Tayin	51
3.2.7.1. Membran filtrasyon yöntemi ile toplam ve fekal koliform tayini	51
3.2.8. İstatiksel Analizler	53
3.2.9. Raporda Belirtilecek Diğer Değerler	53
3.2.9.1. Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR).....	53
3.2.9.2. Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC)	54
4. BULGULAR	55
4.1. Su Örneklerinin İstatiksel Analizi	55
4.1.1. Su örneklerinin tekrarlanan ölçümlü deneme düzeninde varyans analizi	55
4.1.2. Su örneklerinin tek yönlü varyans analizi	63
4.1.3. Su örneklerinin korelasyon analizi	72
4.2. Su Örneklerinin Kıtaİçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Açısından ve ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırma Sistemine Göre Sınıflandırılması	76
4.3. Sediment (Dip Çamur)Süzüntü Suyu Örneklerinin Analizleri.....	88
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	92
KAYNAKLAR.....	96
ÖZGEÇMİŞ	107

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1.1: Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Resmi Gazete,Sayı:26786).....	7
Tablo 1.2: Yüzey sularında kirletici etki yapabilecek unsurların Dünya Sağlık Örgütünce (WHO) yapılan sınıflandırması (WHO, 2012).	10
Tablo 1.3: Ağır metallerin vücuttaki sistem ve organlar üzerindeki etkileri gösterilmiştir (Siegel, 2002).	18
Tablo 1.4: Bazı ağır metallerin bitkiler üzerindeki toksik etkileri (Tok, 1997; Kacar ve İnal, 2008).....	19
Tablo 1.5: Farklı Nitelikteki Materyallerin Kadmiyum İçerikleri (Haktanır, 1987).	20
Tablo 1.6: Suların özgül elektriksel iletkenliği esas alınarak yapılan sınıflandırılması (Güler, 1997).	25
Tablo 1.7: Suların Sertlik Sınıflandırması (°Fr).	26
Tablo 3.1: Deneylerde Kullanılan cihazlar ve kullanım amaçları.	39
Tablo 3.2: Deneylerde kullanılan kimyasal maddeler ve çözeltiler.	39
Tablo 3.3: ICP-OES ve HGAAS cihazlarında yapılan analizlerin standart sapma, LOD, LOQ ve %RSD değerleri.....	46
Tablo 3.4: BOİS okuma değeri faktör çarpanları.....	50
Tablo 4.1: Su örneklerinin fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreleri için tekrarlanan ölçümlü deneme düzeninde varyans analizi sonuçları.	57
Tablo 4.2: Su örneklerinin organik ve bakteriyolojik parametreleri için tekrarlanan ölçümlü deneme düzeninde varyans analizi sonuçları.	59
Tablo 4.3: Su örneklerinin ağır metal parametreleri için tekrarlanan ölçümlü deneme düzeninde varyans analizi sonuçları.	63
Tablo 4.4: Su örneklerinin fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreleri için tek yönlü varyans analizi sonuçları.	66
Tablo 4.5: Su örneklerinin organik ve bakteriyolojik parametreleri için tek yönlü varyans analizi sonuçları.	69
Tablo 4.6: Su örneklerinin ağır metal parametreleri için tek yönlü varyans analizi sonuçları.	70

Tablo 4.7: Su örneklerinin fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreleri için korelasyon analizi sonuçları.	73
Tablo 4.8: Su örneklerinin organik ve bakteriyolojik parametreleri için korelasyon analizi sonuçları.	74
Tablo 4.9: Su örneklerinin ağır metal parametreleri için korelasyon analizi sonuçları.	75
Tablo 4.10: Su örneklerinin mevsimsel olarak fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreleri için KYSKK'ya göre sınıflandırılması.	78
Tablo 4.11: Su örneklerinin mevsimsel olarak organik ve bakteriyolojik parametreleri için KYSKK'ya göre sınıflandırılması.	79
Tablo 4.12: Su örneklerinin mevsimsel olarak ağır metal parametreleri için KYSKK'ya göre sınıflandırılması.	80
Tablo 4.13: Su örneklerinin istasyonlar bazında fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreleri için KYSKK'ya ve ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılması.	84
Tablo 4.14: Su örneklerinin istasyonlar bazında organik ve bakteriyolojik parametreleri için KYSKK'ya göre sınıflandırılması.	86
Tablo 4.15: Su örneklerinin istasyonlar bazında ağır metal parametreleri için KYSKK'ya göre sınıflandırılması.	87
Tablo 4.16: Kırklareli Merkez Atıksu Arıtma Tesisinin alınan sediment (dip çamuru) süzüntü suyu örneğinin fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreleri.	89
Tablo 4.17: Kırklareli Merkez Atıksu Arıtma Tesisi alınan sediment (dip çamuru) süzüntü suyu örneğinin ağır metal parametreleri.	91

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1.1: Anonymous (1954) Sulama suyu sınıflandırma grafiği.....	9
Şekil 3.1: Kırklareli deresi üzerinde belirlenen istasyonların harita üzerindeki gösterimi.	36
Şekil 3.2: Su örneklerinin alınmasında kullanılan aparat ve su örneklerinin konulduğu kap.	36
Şekil 3.3: Sediment örnekleri için kullanılan aparat ve sediment örneklerinin konulduğu kap.	37
Şekil 3.4: İstasyonlardan yapılan örnekleme (1., 2., 3., 4. ve 5.).....	37
Şekil 3.5: İstasyonlardan yapılan örnekleme (6., 7., 8., 9. ve 10.).....	38
Şekil 3.6: KOİ kalibrasyon grafiği.	45
Şekil 3.7: Al, Cu, B ve Cd tayininde kullanılan lineer kalibrasyon grafikleri.	47
Şekil 3.8: Ca, Zn, Fe ve Sn tayininde kullanılan lineer kalibrasyon grafikleri.	47
Şekil 3.9: Co, Cr, Pb, S tayininde kullanılan lineer kalibrasyon grafikleri.	48
Şekil 3.10: Mg, Mn, K ve Na tayininde kullanılan lineer kalibrasyon grafikleri.	48
Şekil 3.11: Ni,P, Ti ve V tayininde kullanılan lineer kalibrasyon grafikleri.	49
Şekil 3. 12: As, Hg, Sb ve Se tayininde kullanılan lineer kalibrasyon grafikleri.	49
Şekil 3.13: Koliform grubu kolonilere ait görüntü (orijinal).	51
Şekil 3.14: Koliform bakteriler ve fekal koliform tespit ve sayımı izolasyon-identifikasyon laboratuvar akış şeması (ISO 9308-1/2014).	52

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler Açıklama

% : Yüzde

Kısaltmalar Açıklama

ICP : İndüktif Eşleşmiş Plazma

OES : Optik Emisyon Spektroskopisi

LOD : Tespit Limiti

LOQ : Tayin Limiti

RSD : Relatif Standart Sapma

HGAAS : Hidrür Oluşturmalı Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi

FAO : Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü

EPA : Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı

DSİ : Devlet Su İşleri

WHO : Dünya Sağlık Örgütü

BOİ : Biyolojik Oksijen İhtiyacı

ÇO : Çözünmüş Oksijen

EC : Elektriksel iletkenlik

EPA : ABD Çevre Koruma Örgütü

KOİ : Kimyasal Oksijen İhtiyacı

RSC : Artık Sodyum Karbonat Konsantrasyonu

SKKY : Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği

KYSKK : Kıtaçi Yüzey Suyu Kalite Kriterleri

SAR : Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü

TDS : Toplam Çözünmüş Katı Madde

AKM : Askıda Katı Madde

H : Hidrojen

O	: Oksijen
Al	: Alüminyum
Cu	: Bakır
B	: Bor
Cd	: Kadmiyum
Ca	: Kalsiyum
Zn	: Çinko
Fe	: Demir
Sn	: Kalay
Co	: Kobalt
Cr	: Krom
Pb	: Kurşun
S	: Kükürt
Mg	: Magnezyum
Mn	: Mangan
K	: Potasyum
Na	: Sodyum
Ni	: Nikel
P	: Fosfor
Ti	: Titanyum
V	: Vanadyum
As	: Arsenik
Hg	: Civa
Sb	: Antimon
Se	: Selenyum
mg	: Miligram
µg	: Mikrogram
L	: Litre
ml	: Mililitre

cm	: Santimetre
nm	: Nanometre
m³	: Metre Küp
mm³	: Milimetre Küp
°C	: Santigrat Derece
μS	: Mikro Siemens
μO	: Mikroohm



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRKLARELİ YÖRESİNDEKİ ATIKSULARIN TARIMDA SULAMA AMAÇLI KULLANILABİLİRLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Hacer GÜLOCAK

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Sultan KIYMAZ

Kırklareli il merkezinin kanalizasyon suları mevcut evsel ve endüstriyel arıtma tesislerinde arıtılarak Kırklareli deresine deşarj edilmektedir. Bu çalışma derenin suları ve arıtma tesislerinden salınan sular, sulama suyu kalitesi ve kirlilik durumu belirlenerek tarımsal amaçlı kullanıma uygunluğunu ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Kırklareli Deresi üzerinde su örnekleri için 10 farklı istasyon, bunun yanısıra; arıtma tesislerinden süzüntü suyu örneği 2 nokta olmak üzere toplam 12 nokta belirlenmiştir. Bu istasyonlardan mevsimsel olarak birer kez örnekleme yapılmıştır. Örnekler üzerinde fiziksel ve inorganik-kimyasal, organik, bakteriyolojik ve ağır metal parametreleri incelenmiştir. Ölçülen değerler ile Kırklareli Deresinin, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde yer alan Kıta İçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalitesi belirlenmiştir. Buna göre Kırklareli deresi kalite sınıfı açısından IV. kalitede yer aldığı tespit edilmiştir. Su örnekleri ölçüm değerleri üzerinde yapılan tekrarlanan ölçümlü deneme düzeninde veyans analizi, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve korelasyon analizi yapılmıştır. İstatiksel açıdan parametreler arasındaki belirgin farklar ve ilişkiler belirlenmiştir.

Mayıs 2019, 120 Sayfa.

Anahtar Kelimeler: Atıksu, evsel atık, endüstriyel atık, su kalitesi.

ABSTRACT

MASTER OF SCIENCE THESIS

DETERMINATION OF THE USAGE OF WASTES IN KIRKLARELI REGION FOR IRRIGATION IN AGRICULTURE

Hacer GÜLOCAK

Kirsehir Ahi Evran University

Science and Engineering Institute

Biology Department

Supervisor: Assoc. Prof. Sultan KIYMAZ

The sewage waters of the city of Kırklareli are treated in the existing domestic and industrial treatment plants and discharged into the Kırklareli stream. This study was carried out to determine the water quality and pollution status of the waters released from the waters and treatment plants, and to determine their suitability for agricultural use. 10 different stations were determined for the water samples on Kırklareli Stream. In addition, 2 points were determined from the treatment facilities to obtain the filtrate water sample. These stations were sampled once each season. Physical and inorganic-chemical, organic, bacteriological and heavy metal parameters were examined on the samples. The measured values and the quality of Kırklareli Creek according to the classes of the Inland Surface Water Resources in the Water Pollution Control Regulation were determined. According to the Kırklareli stream quality class IV. quality. Variance analysis, one-way analysis of variance (ANOVA) and correlation analysis were performed on repeated measurement experiments on water samples. Statistically significant differences and relationships between parameters were found.

May 2019, 120 Pages.

Keywords: Wastewater, domestic waste, industrial waste, water quality.

1. GİRİŞ

Endüstri çağının başlaması ile insan faaliyetleri sonucunda, doğal olarak binlerce yıldan beri ekosistemlere hayat veren yer üstü ve yer altı su kaynaklarından, enerji üretimi, endüstri, içme ve kullanma ile tarımda sulama amaçlı olarak yoğun bir şekilde yararlanılmaktadır.

Gelişmişliğin de göstergesi olan kişi başına su tüketimi, günden güne giderek artmaktadır. Bu nedenle de kullanılabilir yer altı ve yerüstü su kaynakları zamanla azalmaktadır. Endüstriyel atıklar, tarımda gübre ve ilaç kullanımı, evsel atıklar, yerüstü ve yeraltı sularının kalitesini büyük ölçüde bozarak, sulardaki canlı hayatı, toprağı ve çevreyi de olumsuz yönde etkilemektedir.

Dünyadaki küresel ısınmanın olumsuz etkisi ile kullanılabilir su kaynakları tükenmektedir. Aynı zamanda suyun özellikle insan faaliyetleri ile aşırı kullanılması, kaliteli suya ulaşmayı günbe gün zorlaştırmaktadır. Kullanılabilir suyun yeniden tüketimi ile ilgili dünyada birçok çalışma yapılmaya başlanmıştır. Bu çalışmalardan öne çıkanlardan bir tanesi, tarımsal sulamada atık suların dezenfekte edilerek veya dezenfekte edilmeyerek kullanılması yönündedir (Özbay ve Kavaklı, 2008).

Kullanıldıktan sonra atık su haline geçen suların arıtılması ve yüzey sularına deşarj edilmesi ile alakalı olarak yapılması gerekenler Türkiye’de “Atıksu Arıtım Tesisleri Teknik Usuller Tebliğı” ile belirtilmiştir (Resmi Gazete Sayısı: 27527, 2010).

Su kaynaklarının dip kısımlarında çakıl, taş, kum, kayaç gibi farklı özellikteki maddelerin toplanması ile oluşan bir tabaka vardır. Bu tabakalara “Sediment”, diğer bir adı ile “Dip Çamuru” da denmektedir. Sedimentler suyun kirlilik oranını yükseltmektedir. Her su kaynağı farklı miktar ve özellikte sediment bulundururlar. Sedimentler su kaynağının bulunduğu ortama göre yani toprak özelliklerin, iklim özelliklerin, yaşanan doğal olayların (erozyon) getirisi olan organik ve inorganik maddelerin birikmesi ile oluşmaktadır. Aktif suyun hacim oranının azalması yönünde etki eden sedimentler su kullanımını etkilemektedir (Hakanson ve Jansson, 1983).

Su kalitesini önemli ölçüde etkileyen sediment tabakası, su kaynağının kirliliği ile ilgili bilgi vermektedir. Çünkü sedimentler yüzey suyu ile her daim temasta olarak farklı çevre kirleticilerinin tepkimesine neden olurlar (Förstner ve diğ., 1993).

Dünyanın en önemli sorunlarından birinin su kirliliği olduğu bilinmektedir. Türkiye'nin de Trakya Bölgesinde su kirliliği oranı hızlı kentleşmeye, nüfus artışına ve sanayileşmeye bağlı olarak giderek artış göstermektedir. Bölgemizdeki kontrolsüz tüketilen su yer üstü ve yer altı su kaynaklarının azaldığı düşünülmektedir. En önemli su kirliliğinin olduğu Ergene Nehri, denetimsiz bir şekilde sanayileşmenin ilerlediği Trakya Bölgesi için bir örnektir.

Türkiye'de kişi başına su kullanım miktarının en aza düştüğü bölgelerden biri Trakya Bölgesidir. Buna rağmen bölgenin evsel, endüstriyel su kullanım ihtiyaçları belirlenerek planlama, modernleştirme, takip ve değerlendirme çalışmaları yapılmamaktadır. Bu durum ülkemiz için önemli olan tarımda sulama için kullanılan su kaynaklarını tehdit etmektedir (İstanbuluoğlu ve diğ., 2006).

Ergene Nehrinde su kalitesinin iyileştirilmesi, Meriç-Ergene Havzasının korunması amacıyla 2006 yılından itibaren geliştirilen "Meriç-Ergene Havzası Koruma Eylem Planları" kapsamında ana hedeflerden bazıları; Ergene nehri ve kollarında uzun vadede Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde yer alan Kıtaçi Su Kaynakları Sınıflarına göre 2. sınıf kalite kriterlerine uygun suya ulaşmak, belediyelerin atık su arıtma tesislerini kurması, ortak endüstriyel arıtmaya geçilmesi, tarımsal kaynaklı kirliliğin kontrol edilmesi ve atık su arıtma tesislerinden çıkan suların tarımsal amaçlı kullanılabilmesidir.

Meriç-Ergene Havzası Koruma Eylem Planı kapsamında havza içerisinde yer alan ve 20.000 nüfusun üzerindeki 12 adet belediyeden biri olan Kırklareli ili merkez evsel atık su arıtma tesisi DSİ tarafından tamamlanarak 2017 yılında Kırklareli Belediyesine devredilmiştir.

Bu çalışmanın temel amacı, Kırklareli Deresi ve arıtma tesislerinden salınan suların, sulama suyu kalitesi ve kirlilik durumu belirlenerek tarımsal sulama için kullanım durumunu ortaya koymaktır. Söz konusu çalışmada, Kırklareli dere güzergâhında yer alan evsel/endüstriyel atık su arıtma tesislerinden çıkan ve dereye deşarj edilen suların kalitesi "Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği" kriterlerine göre sınıflaması yapılarak, suların tarımsal amaçlı kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

1.1. Suyun Genel Özellikleri

Su bütün canlıların metabolizmasında önemli rollere sahip olup, kimyasal ve biyokimyasal tepkimelerde, pH dengesinin sağlanmasında, besinlerin hücre içine giriş ve çıkışlarında, fizyolojik pek çok olayların gerçekleşmesinde görev almaktadır (Akın ve Akın, 2007).

Ayrıca su vücudumuzun en önemli dolaşımı olan kanın büyük bir kısmını oluşturmaktadır. %3'lük bir azalma bile bazı organların (böbreklerin) işlevlerinin bitmesine yol açmaktadır. Hücrelerin susuz kalması demek, organların yaşamsal faaliyetlerini yerine getirememesi anlamına gelmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1994).

Su molekülü, iki hidrojen (H) atomu ve bir oksijen (O) atomundan meydana gelir. Kimyasal formülü katı, sıvı ve gaz halinde hep aynıdır. Bir su molekülü meydana gelirken oksijen atomu ile hidrojen atomlarının yörüngeleri üst üste gelerek kovalent bağ oluşturur (Tanyolaç, 2009).

Su molekülündeki hidrojen atomları oksijen atomları ile 105°C'lik açı ile birleştiklerinden hidrojen atomlarının ağırlık merkezi oksijen atomunun dışına rastlar ve bu şekilde oksijen tarafı negatif, hidrojenlerin ağırlık merkezi de pozitif olur. Su, fiziksel ve kimyasal bakımdan çok yönlülüğünü, atomların bu şekilde düzenlenmelerine ve elektriksel yük durumuna borçludur (Tanyolaç, 2009).

Su molekülü (+) yük bir tarafta, (-) yük bir tarafta olmak üzere elektriksel olarak kutuplaşır. Böylece bir su molekülü elektriksel bir ortamda dipol olur. Bir çift eşit ve zıt elektrik yüküne sahip olduğu için moleküle dipolar denir. Zıt yük merkezleri arasındaki mesafe, kutuplaşmanın kuvvet kaynağını meydana getirir. Buna dipol moment veya hareket meydana getirme yeteneği denir. Suyun dipol momentinin çok yüksek olması iyonik bileşiklerde çok iyi bir çözücü olmasını sağlar (Tanyolaç, 2009).

Suyun özgül ısısı bir (1) olarak kabul edilir. Maksimum yoğunluğa +3.98 °C (=4 °C) de ulaşır (Tanyolaç, 2009). 4 °C 'deki saf suyun 1 cm³'ü 1 gr ağırlıktadır. 0 °C 'de 760 mm basınç altında donarak katı hale geçer ve buz oluşturur. Buzun yoğunluğu 0.916 iken, 100 °C 'deki su buharının yoğunluğu 0.625'tir (Demirer, 1995).

Suyu meydana getiren hidrojen ve oksijen atomlarının birbirleri ile olan reaksiyonları ekzotermiktir. Reaksiyon sonucunda 242 MJ/Kmol ısı açığa çıkar. Bir kg su 33,6x10²⁴ molekül içerir ve bir su molekülünün hacmi 29,7x10⁻³⁰ m³ tür (Uslu ve Türkman, 1987).

Su, asit ya da baz reaksiyon vermez. Renksiz, kokusuz ve tatsızdır. Bir suyun içindeki çözülmüş madde miktarı arttıkça donma derecesi o kadar düşer, kaynama derecesi de yükselir (Demirer, 1995).

1.2. Doğal Sular

Dünyada toplan su kütlelerinin yaklaşık olarak $1,4 \text{ km}^3$ olduğu bilinmektedir. Tuzlu su oranı %97 iken, tatlı su oranı %3' tür. Büyük bir kısmı kutuplarda buz kütlesi olarak bulunan tatlı su miktarının kalan kısmını yer üstü ve yer altı su kaynakları oluşturmaktadır. Bu bilgiler ile kullanılabilir su miktarı yaklaşık olarak %0,003'tür (Kocataş, 2008).

Yıllık kişi başı tüketilen su oranlarına bakıldığında dünyadaki ülkeler bazı sınıflandırmalara tabi tutulabilmektedir. Örneğin, 1000 m^3 'ten az olan ülkelere su fakiri, $1000-2000 \text{ m}^3$ aralığında bulunan ülkelere su azlığı çeken ve 2000 m^3 'ün üzerinde olan ülkelere su zengini diye sınıflandırılmaktadır. Türkiye'nin 80 milyon nüfusa sahip olduğunu düşünürsek, yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1555 m^3 olması ile su azlığı çeken bir ülke olduğu görülmektedir (Atalık, 2006; Burak ve diğ., 1997).

Yıllık yağış ortalaması 643 mm olan ülkemiz için ortalama 501 milyar m^3 su kazandığı düşünülebilmektedir. Bu miktarın 274 m^3 'ünün yer üstü su kaynaklarından buharlaşma ile yeniden atmosfere yolculuk yapmaktadır. 158 milyar m^3 'ü akarsular ile deniz ve göllere geçiş yapmaktadır. 69 milyar m^3 'ü ise yer altı su kaynaklarına ulaşmaktadır. Bunun 28 milyar m^3 'ü pınarlar ile yer üstü su kaynaklarına yeniden gelmektedir (Burak ve diğ., 1997; Öziş ve diğ., 1997).

95 milyar m^3 'lük yer üstü kaynaklarımızın %29 undan yani $27,5 \text{ milyar m}^3$ faydalanabilmekteyiz. Bunun %76'sını sulamada, %14'ünü içme suyunda, %10'nu ise sanayide kullanmaktayız (Burak ve diğ., 1997).

1.3. Atık Sular

Su kirliliğine dair yapılabilecek sınıflandırmalar, kirletici kaynaklarının etkisine ve yapısına göre farklılık göstermesinden dolayı oldukça zor olmaktadır. Evsel, endüstriyel, tarımsal ve nükleer atıkların sebep olduğu kirlilik, kaynakların sınıflandırılmasını etkilemektedir. Bu kirleticiler ayrıntılı olarak gruplandırılırsa: organik maddeler, besleyici

tuzlar, anorganik maddeler, askıda katı maddeler, deterjanlar, pestisitler, ağır metaller, radyoaktif maddeler ve yağ-petrol ürünleri olarak gruplandırılabilir (Kocataş, 2008).

1.3.1. Endüstriyel Kaynaklı Atık Sular

Sanayilerin oluşturduğu endüstriyel kaynaklı atık sular herhangi bir dezenfeksiyon yapılmadan kontrolsüz bir şekilde yüzey sularına deşarj edilmektedir. Arıtılmadan salınan atıklar yüzünden çevre kirliliği hem kimyasal hem de biyolojik açıdan kaçınılmaz olmaktadır. Atıklar çok farklı toksik beileşenlerden, zararlı ayrıştırıcılardan oluşabilmektedir. Bu atıkların bazıları biyolojik olarak doğa tarafından yok edilebilirken, bazıları yok edilemezler. Örnek olarak, günlük hayatta çok fazla kullandığımız PET şişe adı verilen plastik şişeler verilebilir.

Atıklarının toksik etki gösterebileceğini tahmin etmek zor olmayan sanayi kuruluşlarından bazıları, rafineriler, kağıt, otomobil fabrikaları ve enerji santralleri şeklinde sıralanabilir. Yağ ve petrol atıkları da su ekosisteminde yaşayan canlılar açısından oldukça tehlike oluşturmaktadır.

Bu kirleticiler ile gelen organik maddeleri, su içindeki yaşayan bakterilerin parçalamaya çalışması ile bolca oksijen kullanılmış olur. Bu yüzden oksijen miktarında düşüş yaşanmaktadır. Oksijen miktarının azalması ise sucul canlılar için bir tehdit oluşturmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1994).

1.3.2. Evsel Kaynaklı Atık Sular

Evlerde kullanılan organik madde artıkları, deterjanlar, insan metabolizması sonucu oluşan kirli sular ile toprağa, denize ve iç sulara verilir. Bu maddeler karıştıkları ekosistemin komuniteleri üzerinde olumsuz etkiler gösterir. İyi bir kanalizasyon sistemi bulunmayan bölgelerde evsel kirlenme kaçınılmazdır (Tanyolaç, 2009).

Organik atıklar su yatağına girdiklerinde bakterilerin hücumuna uğrarlar. Organik maddelerin ayrışmaları sırasında oksijen kullanıldığından ortamın çözülmüş oksijen konsantrasyonu azalır ve bunun sonucu olarak ekosistemin ekolojik dengesi bozulur. Ortamda oksijen kalmadığında ortam koşulları anaerob hale dönüşür ve aerobik canlıların yerini anaerobik canlılar alır. Oksijensiz ortam koşullarında organik maddelerin parçalanması anaerobik bakteriler tarafından gerçekleşir ve anaerobik parçalanma sonucunda yarı kararlı olan NH_3 ve H_2S gibi son ürünler meydana gelmektedir. Bu sularda

canlılar yaşayamazlar ve bu tip sular içme ve kullanma için uygun değildir (İzmirlioğlu, 2004).

1.3.3. Tarımsal Kaynaklı Atık Sular

Tarımsal faaliyetler sonucu, tarımda kullanılan fosfat ve nitratlar, tarım ilaçlarının sulara sızması su organizmalarını ve insanları olumsuz yönde etkilerken, gübre sızıntıları suların besin bakımından zenginleşmesini sağlayarak ötrofikasyona sebep olur. Bu durum ise su organizmalarının sayılarının artmasını ve bunun sonucu olarak kirlilik yaratmasını sağlar (İzmirlioğlu, 2004).

1.4. Su Kalite Standartları

Su kalite standartları, kullanılabilir suyun daha çok tüketilmesini etkileyen fiziko-kimyasal, organik ve inorganik maddeler, biyolojik ve estetik karakterlerin tamamına denir. Kullanılacak suyun ne için kullanılacağı belirlendikten sonra su kalite standartlarının net olarak bilinmesi gerekmektedir. Su kalitesi fiziko-kimyasal, organik ve inorganik bileşenler ve biyolojik parametreler laboratuarlarda yapılan analizler ile belirlenmektedir. Her farklı kullanım için değişik kalite özelliklerine ihtiyaç vardır (Şengün, 2013).

Suyun kalite kriterlerini belirlemek amacı ile dünyada çeşitli kurumlar vardır. Dünya Sağlık Örgütüne ait içme suyu kalite kriterleri bulunmakla beraber, Avrupa Birliğine ve Türkiye Standartlar Enstitüsüne ait de içme suyu kalite kriterleri mevcuttur. Türkiye’de resmi gazetede yayımlanan (31.12.2004) su havzalarının kalitesi ve kullanılabilirliğini de içinde barındıran su kontrol yönetmeliği mevcuttur (Güler ve Çobanoğlu, 1994).

Su kirliliği kontrol yönetmeliğinde (Resmi Gazete: 26786 sayı) yüzeysel su kaynaklarının kalitelerine göre sınıflandırmaları bulunmaktadır. Bu kalite kriterlerine göre sınıflandırma yapabilmek için önce kullanım amacına göre belirli periyotlarla alınan su örneklerinin analizleri yapılmalıdır. Daha sonra Tablo 1.1’de verilen Kıta içi su kaynaklarının sınıflandırılmasına göre kalite kriterleri değerlendirilmelidir.

Tablo 1.1: Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Resmi Gazete, Sayı:26786).

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve inorganik- kimyasalparametreler				
1) Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30
2) pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
3) Çözünmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^a	8	6	3	< 3
4) Oksijen doygunluğu (%) ^a	90	70	40	< 40
5) Klorür iyonu (mg Cl ⁻ /L)	25	200	400 ^b	> 400
6) Sülfat iyonu (mg SO ₄ ⁼ /L)	200	200	400	> 400
7) Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	0.2 ^c	1 ^c	2 ^c	> 2
8) Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	0.002	0.01	0.05	> 0.05
9) Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	5	10	20	> 20
10) Toplam fosfor (mg P/L)	0.02	0.16	0.65	> 0.65
11) Toplam çözünmüş madde (mg/L)	500	1500	5000	> 5000
12) Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	> 300
13) Sodyum (mg Na ⁺ /L)	125	125	250	> 250
B) Organik parametreler				
1) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	25	50	70	> 70
2) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L)	4	8	20	> 20
3) Toplam organik karbon (mg/L)	5	8	12	> 12
4) Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
5) Yağ ve gres (mg/L)	0.02	0.3	0.5	> 0.5
6) Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri (MBAS) (mg/L)	0.05	0.2	1	> 1.5
7) Fenolik maddeler (uçucu) (mg/L)	0.002	0.01	0.1	> 0.1
8) Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)	0.02	0.1	0.5	> 0.5
9) Toplam pestisid (mg/L)	0.001	0.01	0.1	> 0.1
C) İnorganik kirlenme parametreleri^d				
1) Civa (µg Hg/L)	0.1	0.5	2	> 2
2) Kadmiyum (µgCd/L)	3	5	10	> 10
3) Kurşun (µg Pb/L)	10	20	50	> 50
4) Arsenik (µg As/L)	20	50	100	> 100
5) Bakır (µg Cu/L)	20	50	200	> 200
6) Krom (toplam) (µg Cr/L)	20	50	200	> 200
7) Krom (µg Cr ⁺⁶ /L)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50
8) Kobalt (µgCo/L)	10	20	200	> 200
9) Nikel (µgNi/L)	20	50	200	> 200
10) Çinko (µgZn/L)	200	500	2000	> 2000
11) Siyanür (toplam) (µg CN/L)	10	50	100	> 100
12) Florür (µg F ⁻ /L)	1000	1500	2000	> 2000
13) Serbest klor (µg Cl ₂ /L)	10	10	50	> 50
14) Sülfür (µg S ⁼ /L)	2	2	10	> 10
15) Demir (µg Fe/L)	300	1000	5000	> 5000
16) Mangan (µg Mn/L)	100	500	3000	> 3000
17) Bor (µg B/L)	1000 ^e	1000 ^e	1000 ^e	> 1000
18) Selenyum (µg Se/L)	10	10	20	> 20
19) Baryum (µgBa/L)	1000	2000	2000	> 2000
20) Alüminyum (mg Al/L)	0.3	0.3	1	> 1
21) Radyoaktivite (Bq/L)				
Alfa-aktivitesi	0,5	5	5	> 5
beta-aktivitesi	1	10	10	> 10
D) Bakteriolojik parametreler				
1) Fekalkoliform(EMS/100 mL)	10	200	2000	> 2000
2) Toplam koliform (EMS/100 mL)	100	20000	100000	> 100000

(a) Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birinin sağlanması yeterlidir.(b) Klorüre karşı hassas bitkilerin sulanmasında bu konsantrasyon limitini düşürmek gerekebilir. (c) PH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu 0,02 mg NH₃-N/L değerini geçmemelidir. (d) Bu gruptaki kriterler parametreleri oluşturan kimyasal türlerin toplam konsantrasyonlarını vermektedir. (e) Bora karşı hassas bitkilerin sulanmasında kriteri 300 µg/L'ye kadar düşürmek gerekebilir.

Suyun kalite kriterlerinin belirlenmesinin amacı, kullanım alanlarının ne olması gerektiğine karar vermektir. Buna göre sular 4 sınıfa ayrılır.

Sınıf I - Yüksek kaliteli su;

- 1)İçme suyu olma potansiyeli yüksek olan yüzeysel sular.
- 2)Yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil rekreasyonel amaçlar için kullanılabilir su.
- 3)Alabalık üretimi için kullanılabilir nitelikte su.
- 4) Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kullanılabilir nitelikte su.

Sınıf II - Az kirlenmiş su;

- 1)İçme suyu olma potansiyeli olan yüzeysel sular.
- 2)Rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir nitelikte su.
- 3)Alabalık dışında balık üretimi için kullanılabilir nitelikte su.
- 4)Mer'i mevzuat ile tespit edilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu.

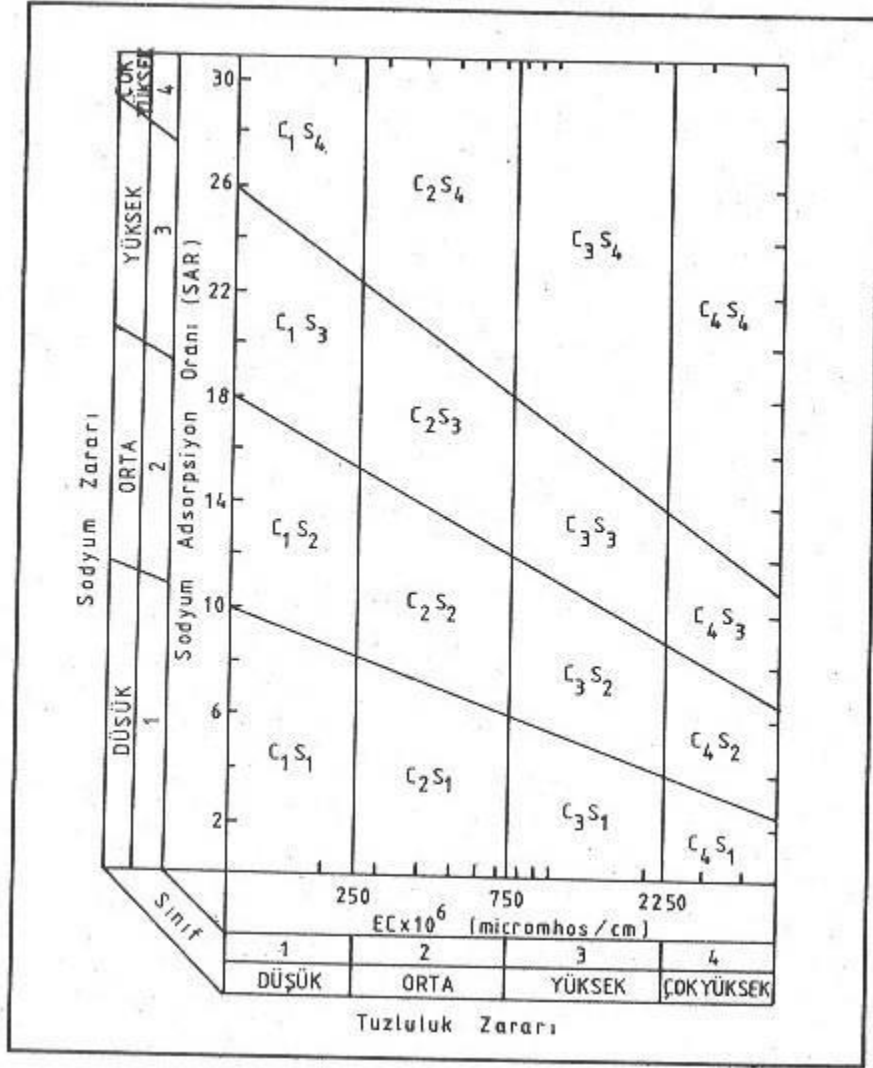
Sınıf III - Kirlenmiş su;

Gıda, tekstil gibi nitelikli su gerektiren tesisler hariç olmak üzere, uygun bir arıtmadan sonra su ürünleri yetiştiriciliği için kullanılabilir nitelikte su ve sanayi suyu.

Sınıf IV - Çok kirlenmiş su;

Sınıf III için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına ancak iyileştirilerek ulaşabilecek yüzeysel sular (Anon, 2004).

Ayrıca sulama suları tuzluluk ve sodyumluluk zararı göz önüne alınarak da bir değerlendirme yapılmaktadır. Bu değerlendirme ABD tuzluluk laboratuvarı sınıflandırma sistemine göre yapılmaktadır. SAR ve EC kriterleri 4 sınıf altında toplanmıştır. tuzluluk zararı C1-C4 arasında, sodyumluluk zararı ise S1-S4 arasında belirtilmektedir (Şekil 1.1) (Anon, 1954).



Şekil 1.1: Anonymous (1954) Sulama suyu sınıflandırma grafiği.

1.5. Su Kirliliği

Uluslararası Oşinografi Komisyonu (IOC)'na göre, suda yaşayan organizmalar için zararlı olan maddelerden veya enerjiden kaynaklanan su kirliliği, insan sağlığı ve balıkçılık da dahil olmak üzere tehlikeye giren, kaliteyi etkileyen ve içme suyunun tatlılığını azaltan tüm faktörler olarak tanımlanmaktadır.

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) su kirliliğini, canlı yaşamı için gerekli olan kaynakları tahrip eden, insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen, balıkçılık eylemlerini kısıtlayan, suyun özel karakterine zarar verebilecek bileşenlerin su kaynaklarına deşarj edilmesi, olarak bahsetmektedir.

Çevre Kanununa dayanılarak çıkarılan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) “Tanımlar” başlıklı 3. maddesi dahilinde su kirliliği, “su kaynağının fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde gözlenen ve doğrudan veya dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, balıkçılıkta, su kalitesinde ve suyun diğer amaçlarda kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde ve enerji atıklarının boşaltılması” şeklinde tanımlanmıştır (Anonymous, 2004).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından belirlenen yüzey sularını kirletici etki yapabilecek unsurlar Tablo 1.2’de verilmiştir.

Tablo 1.2: Yüzey sularında kirletici etki yapabilecek unsurların Dünya Sağlık Örgütü (WHO) yapılan sınıflandırması (WHO, 2012).

Kirlilik Etkeni	Kaynağı
Bakteriler, Virüsler ve Diğer Hastalık Yapıcı Canlılar	Hastalıklı veya hastalık taşıyan organizmalar
Organik Maddelerden Kaynaklanan Kirlenme	Ölmüş bitki ve hayvan artıkları
Endüstri Atıkları	Fenol, arsenik, siyanür, krom, kadmiyum vb.
Yağlar ve Benzeri Maddeler	Her türlü yağlar, petrol vb.
Sentetik Deterjanlar	Fosfat bazlı kimyasallar
Radyoaktivite	Radyoaktif maddeler (Plütonyum, uranyum, toryum vb.)
Pestisitler	Zararlılarla mücadelede kullanılan organik maddeler
Yapay Organik Kimyasal Maddeler	Petrol ve türevleri
Anorganik Tuzlar	Toksik değildir ancak yüksek tozda iken tehlike yaratırlar
Yapay ve Doğal Tarımsal Gübreler	Gübrelerin içerdiği azot ve fosfor elementleri
Atık Isı	Termik santraller

İlk zamanlar yapılmaya başlanılan su kalitesi parametrelerinin analizlerinde su örnekleme istasyonları şeklinde bir kıstas göz önüne alınmamaktaydı. Son zamanlarda ise DSİ tarafından su örnekleme istasyonları da eklenmiştir (Abacıoğlu, 1995). Yapılan çalışmalara

bakıldığında ülkemize ait su kirliliğine neden olan evsel ve endüstriyel atık suların dezenfeksiyonu sonucu durum aşağıdaki gibidir;

- Endüstriyel işletmelerde arıtma tesisi olan kuruluş oranı %9'dur.
- Arıtma tesisi olmayanların sayısı %91 iken, bunun %16 sı özel sektörde, %84 'ü ise kamudan kaynaklanmaktadır.

- Organize sanayiye bakıldığında ise arıtma tesisi olan bölgeler %14'tür.
- Turizm işletmeciliğinde ise arıtma tesisi kurulum oranı %19'dur.
- 3215 belediyeden 141 belediyede kanalizasyon sistemi bulunmaktadır. Kanalizasyon sistemi olan bu belediyelerin yalnızca 43'ünde arıtma tesisi vardır.

- Endüstri kuruluşlarının %98'inde arıtma tesisi bulunmamakta, olanların bir kısmı ise yetersiz veya çalışmaz durumdadır.

- Endüstrinin kuruluşlarından salınan atık suların miktarı bir yılda 930 milyon m³'tür. Bu atık suların arıtılma oranı %22'dir. Geri kalanı ise dezenfekte edilmeden doğrudan ve dolaylı olarak maalesef yüzey sularına deşarj edilmektedir (DSİ, 2007).

Su kirliliği etkenlerinden olan sanayileşme, denetimsiz bir biçimde ilerleyen çarpık kentleşme, kontrolsüz nüfus artışı, tarımda kullanılan ilaçlar ve organik olmayan gübreler Türkiye'de de baş göstermektedir. Bu kirleticiler arasında en fazla etkiye sahip olan sanayileşmedir. Sanayi kuruluşlarına ait atıkların suyu kirletmesi ile beraber toprak yapısına olumsuz etki ederek canlı yaşamını tehdit etmekte ve çevre kirliliği ile tahribata yol açmaktadır (Şengün, 2013).

1.5.1. Sularda Kirletici Etki Yapabilecek Unsurlar

1.5.1.1. Bakteriler, virüsler ve diğer hastalık yapıcı canlılar

Atık sularda ve yüzeysel sularda bulunan organizmalar genellikle bakteriler, protozoalar, mantarlar ve alglerden oluşur. Bunların bir kısmı hastalık yapıcı mikroorganizmalardır. Tabiatı meydana getiren hava, toprak ve suyun çeşitli mikroorganizmalarla kirlenmesi ve mikrobiyolojik yapının bozulmasına bakteriyel kirlenme denir (Balcı ve Dinçer, 2008).

İçme sularının mikrobiyolojik olarak kirlenmesi, salgın hastalıkların en önemli sebeplerinden biridir (Köksal ve diğ., 2007; Ekici ve diğ., 2010). İçme ve kullanma sularında bulunan patojen bakteriler, küfler, mayalar ve virüsler önemli bir sağlık sorunu riski meydana getirir. Suların mikrobiyolojik olarak kirlenmesine sebep olan

mikroorganizmalar, genellikle hastalık taşıyıcı veya hasta olan hayvan ve insan dışkılarından kaynaklanır. Bulaşıcı etki bu atıklarla doğrudan temas yoluyla ya da bu atıkların karıştığı sulardan dolaylı olarak gerçekleşir (Koloren ve diğ., 2011). Gelişmemiş ülkelerde her yıl ortalama 25 milyon insan su yetersizliğinin veya kirli suların sebep olduğu hastalıklar nedeniyle hayatlarını kaybetmektedir (Köksal ve diğ., 2007). Her yıl 5 milyon civarında bebeğin sağlıksız içme suları sebebiyle hayatını kaybettiği tahmin edilmektedir (Ekici ve diğ., 2010). Bu nedenle önemli bir sağlık riski oluşturan atıkların göl, akarsu veya diğer su ortamlarına aktarılmasından önce uygun bir dezenfeksiyon işlemine tabi tutulması gerekir (Koloren ve diğ., 2011).

Patojen bakteriler, parazit ve virüsler sularda bulunabilen ve insan sağlığı açısından zararlı mikroorganizmalardır. İçme suyu enfeksiyon zincirinin en önemli halkasıdır. Suda bulunabilen mikroorganizmaları üç başlık altında toplayabiliriz:

- a) Suda doğal olarak bulunan mikroorganizmalar: *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Spirillum*, *Achromobacter*, *Chromobacter*, *Micrococcus* ve *Sarcinia* cinslerine ait bazı türlerdir.
- b) Toprak kökenli mikroorganizmalar: Toprağın yağmurlarla yıkanması sırasında ya da suyun toprak tabakalarından geçmesi sırasında suya karışırlar. *Streptomyces* ve *Bacillus* cinslerine ait türler ve Enterobacteriaceae familyasına ait saprofit türler bu gruba dahil mikroorganizmalardır.
- c) İnsan ve hayvan kökenli mikroorganizmalar: *E.coli*, *Streptococcus faecalis*, *Clostridium perfringens* ve diğer bağırsak patojenleri başlıcalarıdır (Altun, 2011).

1.5.1.2. Deterjanlar

Deterjanlar petrol türevlerinden yapılan kimyasal maddelerdir. Bunlardan bazıları dedosilbenzen sülfonatlar (DDB), alkil benzen sülfonatlar (ABS), alkil sülfonatlarıdır (Kocataş, 2008).

Düz zincirli anyonik deterjanların biyolojik olarak çözülmesi biraz daha kolay olurken, sarmal anyonik deterjanların çözülmesi oldukça zordur. Yapılarına göre düz zincirli olanlarına yumuşak deterjanlar, sarmal olanlarına ise sert deterjanlar denmektedir. Çözünmesi kolay olan yumuşak deterjanların diğerlerine göre çevreye daha az zararı vardır. Son yıllarda sert deterjanların zararının daha fazla olabileceği düşünüldüğünde kullanımları yasaklanmıştır (Kocataş, 2008).

Fosfat ve nitrat değerlerinin deterjanlarda fazlaca bulunduğu tespit edilmiştir. Fosfat ve nitratin fazlalığı yzzey sularında alglerin sayısını arttırırken, ötrofikasyon da artmış olur. Bu durum su kaynağının biyolojik karakterini değiştirmektedir. Kısacası sudaki besinlerde bir azalmaya ve beraberinde artış gsteren alglerde dahi ölüme neden olabilmektedir (Güler ve obanoğlu, 1994).

1.5.1.3. Organik maddeler

Organik atık kirliliği sucul ortamdaki mikroorganizmalar ile parçalanmaktadır. Bu bozulmanın başlangıcı, oksijenlenme koşulları altında (aerobik) meydana gelir. Oksijen, bakterilerin yaşamsal aktivitelerine devam etmeleri için çok önemlidir. Ayrışma aerobik koşullarda sürdürülürken, çevreye karşı organik maddelerin bir zarar yoktur. Bunun nedeni, reaksiyon sonucu üretilen son ürünlerin evre kirliliğine neden olmamasıdır. Bakterilerin ihtiyaç duyduğu oksijen miktarına biyolojik oksijen ihtiyaı (BOİ) denir. Bakteriler ayrıca ortamdaki organik maddeleri oksijensiz de degrade edebilir. Bununla birlikte, bu biyokimyasal reaksiyonlardan kaynaklanan amonyak, hidrojen sülfit ve metan gibi yarı kararlı ürünler biyolojik dengeyi etkiler. Biyolojik oksijen ihtiyaı, su yüzeyinde artan miktarda organik madde ile artar. Biyolojik oksijene olan talep arttıa, znmş oksijen miktarı azalır. Azaltılmış znmş oksijen, suda önemli ölümlere neden olur. Havzalardaki biyolojik oksijen ihtiyaı, kirlilik miktarı hakkında fikir vermektedir (Kocataş, 2008).

1.5.1.4. Petrol ve türevleri

Bugün kirlilik için en önemli faktörlerden biri, petrol ve petrol kirliliğidir. Özellikle ara yakıtları için önemli olan petrol, halen gelişmekte olan pazarda kullanılmaktadır (Detchon, 2010).

Bir hidrokarbon karışımı olan ve doğada sıvı halde bulunan ham petrol; karbon ve hidrojen gibi temel elementlerin yanında azot, kükürt, oksijen ve diğer bir takım elementler içermektedir (Topbaş ve diğ., 1998).

Petrolün keşfedilmesinde ve kullanılmasında, deniz suyuna denizdeki ara kazaları nedeniyle ham petrol karışmaktadır. Bu, ekonomik ve ekolojik sorunlar yaratmaktadır. Deniz ortamlarında ve bunun sonucunda oluşan bileşiklerde yaygın olan petrol kirliliği, ekosistemdeki tüm organizmaları az ya da çok etkilemektedir. alışmalar,

hidrokarbonların, kirlilik seviyelerinin arttığı kıyı bölgelerinde yaşayan canlı organizmalarda önemli ölçüde biriktiğini, petrol ürünlerinin ise deniz aşırı organizmalarda ppm veya ppb seviyelerinde bulunduğunu göstermektedir. Deniz suyunda ppb oranında hidrokarbonların yoğunluğu birikim (biyo-akümülyasyon) sonucu deniz organizmalarında ppm seviyelerine yol açmaktadır. Bunun nedeni hidrokarbonların canlı organizmalarda besin zincirinde (biyomagnifikasyon) birikmesidir (Artuz, 1991).

Petrol, suyun yüzeyinde farklı kalınlıkta film tabakaları meydana getirmektedir. Bu film gazın su ortamında akmasını önler. Tüm petrol ürünleri su yüzeyinde durmamaktadır. Örneğin, ağır yağlar yüzey sularındibine doğru iner ve bu da organizmaların hayati fonksiyonlarını olumsuz bir şekilde etkilemektedir (Topbaş ve diğ., 1998).

Petrol ve türevlerinin ekolojik açıdan etkileri maddeler halinde verilmiştir.

1. Işığın absorbe etme: yüksek kükürt içeriğine ve zift içeriğine sahip petrol kalıntılarının emme özelliği yüksektir. Sucul yaşamdaki petrol artıkları katmanları nedeniyle ışığın fotosentezlenmesi önlenir.
2. Çözünmüş oksijen düzeyine etkisi: Petrol kalıntılarının katmanları oksijen geçişlerini önemli ölçüde inhibe etmektedir. Bu durum suyun yüzeyinden alt kısımlara doğru inildikçe oksijen düzeyini azaltmaktadır.
3. Toksik etkileri: Petrol kalıntıları maalesef çok hızlı bir şekilde canlı organizmaların hayatını olumsuz etkilemektedir.
4. Hayvan ve bitki üzerindeki diğer etkileri: Hücresel faaliyetlerinin zamanında yapılamaması, normalin dışında yavruların görülmesi, balıkların yaşamsal faaliyetleri için gerekli olan beslenme aktivitelerini yerine getirememesi, kuşların da olumsuz yönde etkilenmesi gibi birçok etki görülmektedir (Topbaş ve diğ., 1998).

1.5.1.5. Pestisitler

Pestisitler, istenmeyen çalıları ortadan kaldırmak amacı ile organik veya organik olmayan kimyasal bileşiklerdir. Özellikle tarımda mahsüllerin kalitesini arttırmak için tarım zararlılarına karşı kullanılmakta olan ilaçlar ve ilaçların üretiminde kullanılan bileşenlerin hepsi pestisit olarak nitelendirilmektedir. Bunlar, uygulandığı yerlerde özellikle düzenli kullanımlarında toksik etki yaratan maddelerden oluşmaktadır.

Pestisitlerin bugünkü tarımda kullanımını önemli bir yer kaplamaktadır. Bununla birlikte, çok iyi sonuçlar veren pestisitlerin çiftçiler tarafından sürekli olarak kullanılması ile topraklarda ve sularda tehlike arz edebilecek seviyelerde toksik maddelerin birikmesine yol açmaktadır (Şabanoğlu ve diğ.,1992).

1.5.1.6. Radyoaktivite

Radyoaktivite, aşırı nötron fazlalığı nedeniyle kararsızlık gösteren atom çekirdeklerinin kendiliğinden parçalanması sırasında çevreye radyasyon yayma olayıdır (Dilaver ve diğ., 2002).

Radyoaktivitenin ekolojik dengeye olan etkisi özelliklerine göre değişir. Örneğin, bölgesel olarak radyasyon yoğunluğuna göre, etkileşim süresinin uzunluğuna göre ve ışınların karakterine göre etkisi değişebilmektedir. Dünyada farklı bölgelerde yaşanan nükleer santral patlamaları ve malesef savaşlarda kullanılan atom bombaları çok dahabüyük alanları etkisi altına almaktadır. Bu olaylar sonrasında canlılar üzerinde azımsanamayacak farklılaşmalar görülmektedir. Özellikle radyoaktivitenin çok yoğun olduğu bölgelerde fotosentez olayının bile durma noktasına geldiği, ısının azalması sebebi ile iklimlerde yaşanan dengesiz değişimlerin olduğu görülmektedir. Bu durumların bir sonucu olarak da canlılarda kansere yakalanmada artışlar olmaktadır (Kocataş, 2008).

1.5.1.7. Atık ısı

Endüstri kuruluşlarında ve termik santrallerde ısınma sonucu gerçekleşebilecek herhangi bir arıza durumunu önlemek amacı ile kullanılan soğutma suyu akarsulardan temin edildiği için tekrar ortama bırakılan suyun sıcaklığındaki artış sucul ortamdaki canlıları olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum atık ısı olarak nitelendirilmektedir. Atık ısının su ekosistemine olumsuz etkileri şu şekildedir (Bozyiğit ve Karaaslan, 1998).

1. Suda çözünen oksijen yüzdesi düşer
2. Kimyasal reaksiyonlar hızlanır
3. Akuatik hayatın dengeleri bozulur

Su da gerçekleşen sıcaklık artışı, fizyolojik açıdan etkilenebilecek türlerde strese yol açabilmektedir. Ortamın ısı seviyesine göre bazı canlı türleri adaptasyon sağlayabilirken,

bazıları adaptasyon sürecini sağlayamadığı için ya ölür ya da daha uygun ortamlara göç etmeye başlarlar. Ekonomik öneme sahip olan deniz canlılarının bulunduğu ortamdan su sıcaklığının fazlaca artışı ile ılıman sulardan kuzey bölge denizlerine göç ettiği bilinmektedir. Aynı zamanda sıcaklık artışı tür çeşitliliğini azaltabilmektedir. Av ve avcı dengesi bozulabilir. Balıkların gelişimini kısıtlar ve ölümlere sebep olabilir (Norcross ve diğ., 2001).

1.5.1.8. Gübreler

Uygulandığı alanda kaldığı zannedilen ve çokça kullanılan gübreler yağışların olması ile birlikte su kaynaklarına karışmaktadır. Bilinçsiz ve denetimsiz kullanımların fazlaca olması gübrelerin içerdiği inorganik bileşiklerden amonyum, nitrat, nitrit ve fosfor bileşiklerinin su kaynaklarının kirliliğini arttırmaktadır. Sucul ortamlardaki canlıların ve insan sağlığının akut veya kronik zehirlenmelere varıncaya kadar tehdit etmektedir (Duman, 1998).

Uygulanan gübrenin yarısını bitkiler kullanırken, diğer yarısı toprak içinde kalmaktadır. Toprakta kalan bu gübrelerden denitrifikasyon ile çok az bir kısmı nitrat azotu azalır. Geri kalanı da yağışlarla su kaynaklarına ulaşmış olur. Yüzey sularında ise bu durum ötrofikasyona sebep olabilmektedir.

1.5.1.9. Tuzluluk

Sularda erimiş halde bulunan toplam tuz miktarına tuzluluk denir. 1 litre deniz suyundaki tüm karbonatların okside, bromür ve iyodür klorüre dönüştükten, organik maddelerde yükseltgendikten sonra kalan deniz suyu 480°C'de sabit tartıma getirildiğinde elde edilen kütle gram olarak ağırlığına tuzluluk denir. Klorür ve sodyum klorür miktarı su içindeki tuzluluk oranını önemli ölçüde etkiler (Cirik ve Gökınar, 1993).

Çözünebilir mineral tuzlar katyonlar (Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2}) ve anyonlardan (Cl^- , SO_4^{-2} , HCO_3^- , CO_3^{-2} , NO_3^{-2}) oluşup iç sularda bulunurlar. Tuzluluğun düşük seviyelerde olması canlıların dağılımlarına etki ettiği, bakterilerin ve algerin küçük bir aralıktaki tuzluluk farkına adapte olabilirken, ilkel hayvan ve bitkilerin geniş aralıklardaki tuzluluk farkına adapte olabildiği bilinmektedir.

Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi doğrudan ya da dolaylı olabilmektedir. Yeterli su alınmadığında bitki veriminde ve meyvenin kalitesinde azalma olur. Her sulama yapıldığında bitki kökü etrafında sulama suyu içindeki tuzlar da birikmektedir. Tuzların birikmesi ile bitki kökü yeterince su alımı yapamaz. Tuzluluk artışı ile birlikte bitki topraktan suyu alabilmek için daha fazla güç harcamak zorunda kalmaktadır. Bu tıpkı kuraklık etkisi gibi bir etki oluşturmaktadır. Tuzluluğun uzun süreli etkisi sonucu bitkide yaprak zararlanması ve lekeler gibi etkiler görülebilmektedir (Ayers ve diğ., 1989; Tanji, 1996; Van Horn ve diğ., 1991).

1.5.1.10. Ağır metaller ve toksisiteleri

Özgül ağırlıkları 5 gr/cm³'ten, atom numarası 20'den fazla olan elementler periyodik cetvelin geçiş elementleri olarak tanınan geniş bir gruba aittirler. Ağır metal tanımlaması hayatımıza ekolojik kirliliklerin artması ile gündeme gelmiştir. Çok sayıda element bu grubun içinde yer almaktadır. Ancak çevre kirliliği nedeni ile 20 tanesi daha önem arz etmektedir (Fe, Mn, Zn, Cu, V, Mo, Co, Ni, Cr, Pb, Be, Cd, Ti, Sb, Se, Sn, Ag, As, Hg, Al). Toksik etki yapabilecek düzeye gelmemesi ile beraber belli bir kısmı bitki ve hayvan metaolizmaları için mikrobesein (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, Ni) olarak kullanılabilir (Yıldız, 2004).

Yaşamımız boyunca eser miktarda da olsa gıdalar, içtiğimiz sular, soluduğumuz hava ile vücudumuza ağır metalleri almaktayız. Bazı iz elementler vardır ki metabolizma faaliyetlerimiz için gereklidir. Bunlara örnek olarak sodyum, potasyum, kalsiyum, demir, bakır, selenyum ve çinko ağır metalleri verilebilir. İndirgeme reaksiyonlarında, elektrostatik etkileşimlerde, enzim yapısında ve daha birçok metabolik olaylarda rol alırlar. Ancak miktarlarının fazlaşması toksik etkiye sebep olabilmektedir (Muter ve diğ., 2001).

Ağır metallere genellikle atıksuların dip çamur kısımlarında daha fazla rastlanırken, çözünerek su kaynaklarında da kalabilmektedirler. Ağır metaller yüzey sularından hareket ederek içme suları ile hayatımıza dahil olabilirler. Vücudumuza alınan ağır metaller kimyasal veya biyolojik olarak atılmadıkları gibi birikim yaparak toksik etki oluştururlar (Kahvecioğlu ve diğ., 2003).

Ağır metallerin türü değişebilir, değerlilik alabilir, ancak degrade edilemezler. Düşük değerlerde bile toksik etki gösterebilirler. Örneğin 1-10 ppm. Civa ve kadmiyum gibi güçlü ağır metaller 0,001-0,1ppm aralığında bile toksik etki gösterebilirler (Jianlong ve Can,

2006). Tablo 1.3'te ağır metallerin vücuttaki sistem ve organlar üzerindeki etkileri gösterilmiştir (Siegel, 2002).

Tablo 1.3: Ağır metallerin vücuttaki sistem ve organlar üzerindeki etkileri gösterilmiştir (Siegel, 2002).

Ağır Metaller	Sistem/Organ	Ağır Metal Etkisi
Hg Pb ⁺²	Merkezi sinir sistemi	Beyinde tahribat Nörolojik fonksiyonların azalması
Cd	Böbrek	Glomerular tahribat
Hg As	Glomerular tahribat	Çocuk düşürme
Pb Cd As	Kan Dolaşımı	Kan hücresi üretimi azalması Hafif anemi (kan eksikliği) Anemi
Cd As Hg Se Zn Cu	Solunum Sistemi	Anfizem Hücre aralarındaki lifli bağ dokunun artması Bronjit etkileri Solunum yolları iltihabı Akut zehirlenmeler
Hg Cu	Beyin	Deformasyon
As	Karaciğer	Siroz
Cd	Akciğer	Kanser
As	Cilt	Kanser
Se Zn	İskelet	Osteomoloz Dişlerde çürüme Adele, eklem ağrıları
Cd As	Kromozom	Kromozomal bozukluk

Bulunduğu bölgenin iklim ve toprak özelliklerine göre atıksu içinde ağır metal oranları farklı miktarlarda toprakta birikebilir. Bir kısmını bitkiler alırken bir kısmı da toprakta kalabilir. Ağır metaller atık sulara metal, tuz, katyon ve çok az miktarda anyon halinde bulunabilirler. Ağır metaller atıksuların doğal olarak arınmasını önlerken, atıksuların yeniden kullanılmasını ve dip çamurlarının gübre şeklinde kullanılmasını engelleyebilir. Yapılan çalışmalarda, ağır metallerin bitkilerin üremesi için gerekli olan polen oluşumunu ve gelişimlerini olumsuz etkilediği sonucuna varılmaktadır. Bitkilerin yer değiştirme

kabiliyeti olmadığından bulunduğu alandaki toprağın ve havanın içinde bulunan ağır metallere de maruz kalabilmektedir (Novotny, 2003; Gür ve diğ., 2004). Tablo 1.4'te bazı ağır metallerin bitkiler üzerindeki toksik etkileri gösterilmiştir (Tok, 1997; Kacar ve İnal, 2008).

Tablo 1.4: Bazı ağır metallerin bitkiler üzerindeki toksik etkileri (Tok, 1997; Kacar ve İnal, 2008)

Ağır Metal	Bitkideki Semptomları	Bitkiler
Al	Bodurlaşma, koyu yeşil yaprak, morlaşan sap, yaprak ucunun ölmesi ve kümeleşen, zarar gören kök	Tahıllar
Zn	Yaprak uçlarında klorosis ve nekrosis, genç yapraklarda damarlar arası sararma, bitkinin genelde geç büyümesi, dengesiz kök sistemi	Tahıllar ve ıspanak
Pb	Yaşlı koyu yeşil yapraklarda kıvrılma, bodurlaşma ve kök gelişiminde arazlar	Tahıllar
Cd	Yaprak kenarlarında kahverengileşmesi, klorosis, kırmızımsı damarlar, gelişmemiş kök sistemi	Sebzeler
Co	Üst yapraklarda damar arasında başlayan klorosis ve daha sonra Fe eksikliğine bağlı çıkan klorosis, beyaz görünümlü yaprak kenarları ve ucu ve zarar gören kök	Tüm bitkiler
Fe	Koyu yeşil yapraklar, kök ve gövdenin bodurlaşması, bazı bitkilerde koyu kahverengi ile mor arasında değişen yaprak rengi (çeltikteki bronzlaşma)	Çeltik ve tütün
Cu	Koyu yeşil yaprak, kısa ve ince kök sistemi, kötü kardeşlenme	Tahıllar, sebzeler ve narenciye
As	Yaşlı yapraklarda kırmızı- kahverengi lekeler, köklerin sararması ve kahverengileşmesi, kötü kardeşlenme	Fasulye, soğan, bezelye, tatlı mısır, çilek
Hg	Aşırı derecede bodurlaşma, çimlenme güçlüğü, yaprakta klorosis ve uçlarda kahverengileşme	Şeker pancarı, mısır ve gülgiller
Mn	Yaşlı yapraklarda klorosis ve nekrosis, yaprak uçlarında kuruma, bodur kök sistemi	Tahıllar, sebzeler, patates ve lahana
Mo	Yaprakların sararması ve sonra da kahverengileşmesi, dengesiz kök sistemi ve kardeşlenme	Tahıllar
Ni	Genç yapraklarda damarlar arası sararma, grimtrak yeşil yaprak	Tahıllar

Kadmiyum, metalinin topraklarda bulunması, kanalizasyon atıkları, sanayi kuruluşlarından kaynaklı atıklar, tarımda kullanılan fosforlu gübreler ve atmosferde gaz halinde tutunan atıkların sayesinde olmaktadır (Tablo 1.5) (Haktanır, 1987). Toprakta 3 mg/kg, bitki kuru maddesinde ise 1 mg/kg'ı aşan kadmiyum miktarları toksik etki yapmaktadır (Özbek ve diğ., 1995). Kadmiyum içeren bitkilere ve topraklara girişleri havadaki toz zerreciklerindeki kadmiyumun çökmesi ile olmaktadır. Özellikle yol kenarlarındaki tozların çökmesi ile trafik yoğunluğunun fazla olduğu topraklarda yıl içinde m² başına 0,2-1,0 mg kadmiyum artışı olduğu gözlemlenmiştir (Haktanır, 1987).

Tablo 1.5: Farklı Nitelikteki Materyallerin Kadmiyum İçerikleri (Haktanır, 1987).

Materyalin cinsi	Cd Kapsamları (ppm)
Kömür	1-2
Motor Yağları	0,5
Taşıt Lastikleri	20-90
Süper fosfat	38-48
Ham fosfatlar	31-90
Yer Kabuğu (ort.)	0,18
Kirlenmemiş topraklar	1
Kirlenmiş Topraklar	1-53

Kadmiyum ağır metali bütün canlılar için zehirleyici etkidir. Azot ve karbonhidratların metabolik olaylarını değiştirmesi nedeni ile bitkilerdeki fizyolojik farklılaşmalara sebep olmaktadır. Proteinlerin –SH gruplarındaki enzimleri inaktive etmekte, fotosentezi durdurmakta, yaprak yüzeylerindeki stomaların açılmasını önlediğinden su kaybının azalmasına ve klorofil biyosentezinin bozulmasına yol açmaktadır (Sheoran ve diğ., 1990). Kadmiyum birikimi sonucunda protoklorofilreduktaz ile aminolevulinik asit sentezi engellendiğinden klorofil biyosentezi bozulmaktadır. Serbest radikallerin oluşmasına neden olan ağır metaller, böylelikle tilakoidmembran lipidlerinin oksitlenerek yıkılması ile klorofil sentezinin bozulduğu bilinmektedir (Zengin ve Munzuroğlu, 2005). Nitrat ve nitrit redüktaz enzimlerinin aktiviteleri azalarak, kadmiyum yüzünden stresli olan ortamlarda bitkilerin nitrat asimilasyon oranı düşmektedir (Gouia ve diğ., 2000). Yapılan bir çalışmada, domates bitkisine 50 µM kadmiyum uygulanmıştır. Daha sonra yapraklarının ve köklerinin nitrat içeriği kontrol bitkieri ile kıyaslanmıştır. Buna göre nitrat oranları daha düşük bulunurken, toplam amino asit miktarlarının yükseldiğini gözlemlenmiştir (Chaffei ve diğ., 2004). Diğer bir çalışmada, buğday fidelerine uygulanan kadmiyum ile bitkilerin potasyum ve nitrat alımının normale göre daha azaldığı ve sürgün gelişimini engellediği gözlemlenmiştir (Veslov ve diğ., 2003). Kadmiyumlu ortamlarda olan bitkilerin kök büyümesi ve gelişmesi azaldığı için su ve iyon alımı da azalmaktadır (Salt ve diğ., 1995).

Demir, birçok organizmanın özellikle alglerin gelişmesinde mühim etki etmektedir. Suyun oksijenleşme derecesine bağlı olarak 1-3 mg/L aralığındaki demir miktarı alg gelişimini arttırdığı bilinmektedir (Cirik ve Cirik 1999). Demirin sulardaki oranının 5 ppm üzerinde olması kalsiyum tuzların ve organik maddelerin tampon vazifesi ile zehirli etki göstermesini engellemektedir (Tanyolaç, 2004). Klorofil sentezinde katalizör etkisine sahip

olan demir, metabolik olaylarda ve bazı canlı organizmaların solunum faaliyetlerinde de önemli rol oynamaktadır (Cirik ve Cirik 1999).

Kobalt, eksik olması halinde metabolizmalarda gerçekleşen enzimatik reaksiyonların durmasında yol açtığı için yaşamsal faaliyetler açısından oldukça önemli bir metaldir. Kofaktör ve koenzim görevinde de yer alan kobalt, vitaminler içerisinde yalnızca B12 'de vardır. Siyanokobalamine ihtiyacı olan mavi yeşil alglerin, bu bileşimi sentezleyebilmesi kobalt sayesinde olduğu bilinmektedir (Tanyolaç, 2004).

Toprakta yetiştirilen bitkilerin kuru maddesinde kobalt konsantrasyonu, normal olarak 0.02-0.5 ppm arasında değişmektedir. Bitki köklerinde kobalt absorpsiyonu metabolik olarak gerçekleştirilmektedir. Nodul sistemine sahip bitkiler, atmosferik azotu bağlayabilmek için kobalta ihtiyaç duyarlar. Yüksek konsantrasyonlarda Co, bitkilere şiddetli toksik etki yapabilir. Kobalt zehirlenmesinin bitkilerdeki etkileri, en sonunda çoğunlukla ayrışarak tümüyle ortadan kalkan klorotik ve nekrotik yaprakların oluşması şeklinde kendini göstermektedir (Brohi, 1998).

Kurşun, boya sanayisinde, pillerin yapımında ve akülerin üretiminde kullanılmaktadır. Kurşun, üretimlerden sonra çıkan katı ve sıvı atıkların, kullanıldıktan sonra genellikle geri dönüşüm yerine çöplere atılan pillerin ve akülerin, trafiğin çok yoğun olduğu bölgelerdeki egzozlardan salınan gazların emisyonunda bulunmaktadır. Toprak ve bitkilerde çok az miktarlarda bulunan kurşun, insan sağlığında oldukça etkilidir. Kurşun bulunduğu yerde birikime elverişli bir yapıdadır. Alyuvarlar sayesinde metabolizmada taşınması sağlanır. Karaciğer ve böbreklerde birikim olmasından sonra, kemik dokusuna ve beyne geçiş yapar. Kemiğin yapısında olması özellikle yaşlılarda ve bazı tedavilerde kullanılan kortizonlu ilaçlar ile etkileşimi sonucu zararlılığı önemli derecede görülür. Kolit ağrılarının olması, sinirsel bozunmaların gerçekleşmesi, anemide artışın gözlemlenmesi buna bağlı olabilir. Kurşunun hayvan metabolizmasına girişi ya solunum yolu ile ya da kurşunlu bir bitkinin tüketilmesi sonucu olur. Hayvanlarda kurşun zehirlenmesinin varlığı ilk olarak kansızlık ile anlaşılabilirken, küçük yaşlardaki insanlarda sinirsel bozunmalar ile fark edilebilmektedir (Türkman ve diğ., 2001; Siegel, 2002). Atıksularda kurşun oranının 0,1 mg/L 'den az olması sucul canlıları çok etkilemezken, duyarlı olan canlılar için 0,1-0,2 mg/L aralığı zehirlenme sınırını belirler (sert sularda sınır 1 mg/L'dir) (Mutluay, 1996; Cicik, 2003).

Mangan, toplam değeri 10-20 mg/kg'ı aşmadan bir insanda bulunabilir. Bireysel olarak metabolik farklılıklara göre ve yaşa göre mangan oranları değişmektedir. Bağırsak, karaciğer ve böbrekler gibi mitokondrisi fazla olan doku ve organlarda mangan oranı daha fazladır. Manganın toksik etki yapması ile beraber psikolojik ve sinirsel hastalıklar gibi belirtiler görülmektedir. Hayvanlarda büyüme oranında azalma, anemi, mide ve boşaltım sisteminde rahatsızlık olarak varlığını gösterirken, bitkilerin özellikle yaşlı olan yapraklarında kahverengi noktalar belirlemektedir (Topbaş ve diğ., 1998).

Bor, tıbbi bulgular neicesinde toksik özelliğinin etkinliği sebebi ile 2. seviyede yer almaktadır. Borun belli bir miktara kadarvcuda olumlu bir etkisi vardır. Borun eksik olduğu durumlarda bazı elementlerin emilimi de ez olmaktadır. Bu elementler kalsiyum, magnezyum ve fosfor olarak söylenebilir. Bor oranının artması ile kanın yapısında bozulmaya, çocukların zihin gelişimine, kalp ve damarda, sinir sistemlerinde olumsuz yönde etki etmektedir. Yetişkin bir insanın gün içerisinde 1-13 mg oranında bor elementini alması, Dünya Sağlık rgtne göre normaldir. Bitkiler içinde bir hayli önemli olan bor'un önem derecesi ancak 20. Yüzyılda fark edilebilmiştir. Olması gereken oran ile toksik etki yaptığı tespit edilen oran arasındaki fark oldukça azdır. Eksik olduğunda, hücre bölünmelerinde bozulmalar, meristem dokuların gelişmemesi, metabolik faaliyetler için gerekli olan enzimatik reaksiyonların hızının düşmesi gibi durumlarla karşılaşılmaktadır. Toksik etki yaptığı değerlere ulaştığında ise yaprakların erken dökülmesine, çeşitli lekelerin oluşmasına neden olmaktadır (Wolska ve Bryjak, 2013).

Bakır, özellikle bitkiler için önemlidir. Metabolik faaliyetlerden (karbonhisrat ve lipid metabolizması) enzimatik reaksiyonlara kadar yer almaktadır (Kacar ve Katkat, 2006).

Bakırın yarattığı kirliliğin en önemli nedenleri arasında insanların kullandığı araçların egzoz emisyonu, zirai olarak kullanılan pestisitler, lağım atıklarının gübre olarak kullanılmaya çalışılması, kömür ve maden ocakları sayılabilmektedir. Bakırın 100 mg/kg'dan fazla miktarda topraklarda bulunması toksik etki yapmaktayken, 10-15 mg/kg'dan fazla olması ise bitkilerde toksik etki yapmaktadır. Bitkilerin dallanmış köklerinde ortaya çıkan bakırın zehirliliği, bitkilerde fizyolojik reaksiyonların olumsuz etkilenmesine yol açmaktadır (Soss ve diğ., 2004). Yapılan bir çalışmada, salatalığa 0-10 µg/g bakır ilave edilmiştir. Sonuç olarak kontroller ile kıyaslandığında, salatalığın genç ve olgun yapraklarında fotosentezin %27 ve %52 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Olgun

yapraklarda daha fazla azalan fotosentez oranı, yaprak yüzeyindeki stomalardaki hareketin azalması ile CO₂ emiliminde azalma olmasındandır (Dunand ve diğ., 2002).

Çinko, tüm canlı organizmaların metabolik faaliyetlerinde önemli bir role sahiptir. Bitkilerde enzimatik reaksiyonlarda, protein sentezinde, fotosentez olayında, solunum sisteminde ve karbonhidrat sentezinde önemli etkileri bulunmaktadır. Bu da ürünün kalitesini oldukça etkilemektedir (Rout ve Das, 2003). Çinko sektörel olarak kağıt, mürekkep, kozmetik, metal kaplanması, plastik üretimi gibi birden fazla endüstriyel alanda kullanılmaktadır. Çinkonun kullanıldığı sanayilerden salınan atıksular doğrudan veya dolaylı olarak kanalizasyonlara karışır ve toprağa ulaşmış olur (Vaillant ve diğ., 2005). Çinko oranı topraklarda 10-300 ppm arasında bulunabilmektedir. Bitkilerin kullanabildiği çinko oranı 3,6-5,5 ppm arasındadır. Toksisitenin etkisi 400 ppm'i aştığında gözlemlenebilmektedir (Özbek ve diğ., 1995). Görülen toksisite bitkilerde kök gelişiminin azalması ile, genç yaprakların büzüşmesi ile, hücre bölünmesinin bozulması ile, organellerin bozulması ve parçalanması ile, klorofil sentes reaksiyonlarının azalması ile anlaşılmaktadır (Rout ve Das, 2003).

Nikel, endüstri kuruluşlarında kullanılarak pazlanmaz çelik, alaşım eldesi, taşıt üretimi, pil üretimi, elektrikli aletlerin kontakları gibi ürünler üretilmektedir. Yağ ve diğer organik maddelere hidrojen eklenmesi reaksiyonlarında katalizör özelliği kullanılmaktadır. Nikel çeşitlerinden zehirli olduğu bilinen nikel tetrakarbon insan sağlığını dermatolojik olarak etkilemektedir. Solunum yolu ile akciğerlere çekilen nikel broşları tahrip eder. Baş ağrısı, baş dönmesi ve kusma belirtilerinin görülmesi akut zehirlenmenin olduğunu göstermektedir. Zehirlenmenin ilerlediği durumlarda akciğerlerde su toplanması, ateşin artmasına, akyuvarların artmasına, deride renk değişimlerine neden olduğu görülmektedir (Adriano, 2001, Siegel, 2002). Toksisite sınır değeri balıklar açısından 1-5 mg/L'dir. Sucul ortamlarda nikel oranının 6 mg/L ve üzerinde olması mikrobiyolojik olayları engelleyebilir. Bakır ve nikelin oranlarındaki artış miktarına göre çinkonun toksisite etkisi de artmaktadır (Mutluay, 1996;Cicik, 2003).

Alüminyum, birden fazla sanayi kuruluşunda kullanılmaktadır. Bunlar gıda, kimya, elektrik, elektronik, inşaat, makine, mobilya, ev eşyaları üretimi yapan endüstriler olarak sıralanabilir (Alan, 2008).

Toprak türüne göre değişen alüminyum miktarı mineralli topraklarda yoğun olarak bulunmaktadır. Alüminyumun toksisite etkisinin bulunmasından dolayı sadece asitli ortamlarda faydalı olabilmektedir (Poschenrieder ve diğ., 2008).

1.6. Su Kalitesini Etkileyen Unsurlar

1.6.1. pH

Sucul ortamda yaşayan canlı organizmaların hayati fonksiyonlarını mühim derecede etkileyen pH, suyun asitlik özelliğinin bir göstergesidir. pH tanımına bakıldığında, hidrojen iyonu molar derişiminin eksi logaritması olarak tanımlandığı görülmektedir. pH aralığı 0-14 arasında değişmektedir. Orta değer olan 7 değerinin üstüne çıktığı durumlarda bazik denirken, altına indiği durumlarda asidik karakterde denilmektedir (Zeybek, 2006). Sularda pH'ın tespit edilmesinin asıl amacı, suda serbest dolaşan CO₂ oranını belirlemek ve bazik karaktere mi sahip yoksa asidik bir karaktere mi sahip olduğunu anlamak için yapılmaktadır. Su ortamında bulunan amonyak ve azot bileşiklerinin etki durumu pH'ın artması ile doğru orantılıdır (Taş, 2006).

Doğal ortamdaki su kaynaklarının normal şartlar altındayken pH değerleri 4-9 aralığında bulunmaktadır. pH'ın bu aralıkta olması su da bulunan bileşiklerin dengeli bir biçimde olmasını sağlar. Karbondioksit ve bikarbonat oranlarının artması durumunda pH azalırken, karbonatın artması durumunda ise pH oranı yükselmektedir. Bataklık gibi bölgelerin pH değeri asidik karakterdeyken, akarsu gibi yüzeysel sularda pH değeri bazik karakterdedir. pH değeri çevresel koşullara bağlı olarak değişim göstermektedir. Örneğin, sıcaklık değişimine, mevsimsel döngülere, günlük değişimlerle beraber gece gündüz arasında bile farklılıklar gözlemlenebilmektedir (Boyd ve Daniels,1987; Cole, 1983).

1.6.2. Sıcaklık

Su sıcaklığı, kendisi bir su kalite kriteri olduğu gibi diğer birçok kalite kriterinin de belirleyicisidir. Sıcaklık artışları veya azalışları katı çözünürlüğü, elektriksel iletkenlik, çözünmüş oksijen, pH gibi parametreleri etkiler (Çetinkaya, 2003).

Su sıcaklığının artması ile kimyasal reaksiyon hızı ve süreci artmakta, O₂, CO₂, N₂, CH₄ gibi gazların sudaki çözünürlüğü azalmaktadır. Su sıcaklığının yüksekliği biyolojik hayatın

gelişmesine yardımcı olan bir etmendir. Sıcaklığın yükselmesi, suların gazları çözülmüş halde tutma kapasitesini düşürmektedir (Eroğlu, 2012).

Su sıcaklığı, su kaynağının olduğu ortamın coğrafik yerleşimine, mevsimsel döngülere, çanağının genişliğine, akış hızına, gün içindeki güneş ışınlarının geliş açısına göre farklılıklar göstermektedir. Genelde bir yıldaki su sıcaklığı değişim aralığı 0-30⁰C'dir. Mevsimler kışı gösterdiğinde bu sıcaklık oranı minimum seviyelerdeyken, yaz geldiğinde sıcaklık oranı maksimum seviyelere ulaşabilmektedir (Yıldız, 2013)

1.6.3. İletkenlik

Çözeltilerin elektrik akımını geçirmesine iletkenlik denir. İletkenlik deniz sularında tuzların çözünerek iyon haline gelmesine bağlıdır. İletkenlik, çözülmüş iyonların varlığının bir göstergesidir. Sıcaklık derecesinin ve çözülmüş tuzun konsantrasyonunun artmasıyla doğru orantılı olarak artar. Deniz suyunun elektriksel iletkenliği (konduktivitesi) tuzluluk ve sıcaklığın bir fonksiyonudur. İletkenliğin artması çözünen tuz oranının artması ile doğru orantılıdır. Çözülmüş tuz oranı hakkında bilgi almak için sularda EC (elektriksel iletkenlik) ölçümü yapılabilir. İletkenlik birimi $\mu\text{S/cm}$ veya $\mu\text{Ohm/cm}$ olarak gösterilir (Peker, 2007). Tablo 1.6'da suların elektriksel iletkenlik değerleri ve bu değerlere karşılık gelen kalite sınıfları gösterilmektedir.

Tablo 1.6: Suların özgül elektriksel iletkenliği esas alınarak yapılan sınıflandırılması (Güler, 1997).

Elektriksel İletkenlik (25 °C de $\mu\text{Ohm/cm}$)	Sınıf
250 den az	Çok iyi
250-750	İyi
750-2000	Kullanılabilir
2000-3000	Şüpheli
3000 den fazla	Kullanılamaz

1.6.4. Toplam Sertlik

Sertlik sular için bir kalite kriteridir. Ca^{+2} ve Mg^{+2} tuzları test edilen su içindeki oranlarına göre suyun sertliği belirlenmektedir. Sularda sertlik kalıcı, geçici ve toplam sertlik olarak sınıflandırılmaktadır. Kalıcı sertlik karbonat bileşikleri ile tespit edilmektedir. Geçici

sertlik bikarbonat bileşikleri ile tespit edilmektedir. Bunların toplamları ise toplam sertliğin tespit edilmesini sağlamaktadır (Egemen ve Sunlu, 1999; Yılmaz, 2004).

Kalsiyum ve magnezyum oranlarını göstermek için ve polivalan iyonlarını belirtmek için sertlik terimi kullanılmaktadır (Uslu ve Türkman, 1987; Dirican ve Bilgel, 1993).

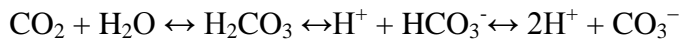
Her ülkede farklı farklı su sertliği sınıflandırması bulunmaktadır. Ülkemizde genellikle Fransız sertlik derecesi kullanılmaktadır. Fransız sertlik derecesine göre yapılan sınıflandırma Tablo 1.7’de verilmiştir (Boyd, 1995).

Tablo 1.7: Suların Sertlik Sınıflandırması (°Fr).

Toplam Sertlik (ppm)	Sertlik Sınıfı
0-75	Yumuşak Su
75-100	Orta Sert Su
150-300	Sert Su
>300	Çok Sert Su

1.6.5. Alkanite

Asidik olan suların nötr haline gelmesinin sağlanabilmesi suyun alkanitesine bağlıdır. Yani suyun alkanitesi karbonat ve bikarbonat oranlarına bağlıdır. Bir ortamda karbondioksit miktarı azalıyorsa, o ortamın asit oranının arttığını göstermektedir. Oluşan reaksiyonlar sayesinde suyun alkanitesi hesaplanabilmektedir. Alkanite farklı üç forma sahiptir. Metil oranj alkanitesi (bikarbonat), fenolftalin alkanitesi (karbonat) ve hidroksi alkanitesi şeklindedir (Tanyolaç, 2004).



2. KAYNAK ÖZETİ

Uysal (2015), yaptığı bir çalışmada, Eskişehir’de farklı altı gölete ait mevsimsel su örneklerinin su kalitesini incelemiştir. pH, bulanıklık, fekal koliform, çözünmüş oksijen, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, toplam fosfat, toplam nitrat ve toplam katı madde analizlerini yapmıştır. NSFWQI (Ulusal Sanitasyon Vakfı Su Kalitesi İndeksi) metodu ile su kalite indeksini hesaplamıştır. Buna göre genel olarak göletlerin orta ve iyi kalite sınıfında yer aldığını ve WQI değerlerinin 57,38-86,98 aralığında değiştiğini gözlemlemişlerdir.

Kıymaz ve diğ. (2016), Seyfe Gölü Havzası yeraltı suyu kalitesinin zamana göre değişimini incelemiştir. Sulama öncesi ve sulama sonrası dönemler arasındaki farklar t testi sonucu ortaya koymuşlardır. Buna göre sıcaklık, pH, nitrit (NO_2^-), bor, sertlik (CaCO_3) ve toplam tuz değerlerinde istatistiksel anlamda önemli bir fark bulamamışlardır. Ancak EC, K^+ , Ca^{+2} , Cl^- , SO_4^{2-} , NH_3 ve organik madde değerleri istatistiksel anlamda 0,05 oranında önemli fark bulmuşlardır. Na^+ , Mg^{+2} , CO_3^{2-} , HCO_3^- ve NO_3^- değerleri istatistiksel anlamda 0,01 oranında önemli fark bulmuşlardır. Yıllık farklılıkları tespit etmek F testi kullanmışlardır. Kimyasal parametrelerdeki değişimin gözlemek için trend analizi yapmıştır. Sonuç olarak tren analizinde su kalite parametrelerinde yıllık olarak farklı eğilimlerde olduğunu tespit etmiştir.

Kiracı (2014), yaptığı bir çalışmada Azap Gölüne ait su kalite parametrelerini incelemiştir. Göl üzerinde 5 farklı istasyon belirleyerek iki ayda bir örnekleme yapmıştır. Su örneklerinin yanında sediment örnekleri de toplamıştır. Sediment örneklerinde ağır metal analizi yapmıştır. Su örneklerinde ise hem ağır metal analizi hem de pH, sıcaklık, iletkenlik, toplam sertlik, alkanite parametrelerinin ölçümlerini yapmıştır. Sonuç olarak, sediment ve örneklerindeki ağır metal analizlerinde Fe, B ve Al oranları biraz daha fazla çıktığını gözlemlemiştir. Su örneklerinde genel olarak Cr, Co, Cd ve Pb; sediment örneklerinde ise Pb tayin edilememiştir.

Gürel (2011), yaptığı bir çalışmada Porsuk Çayı’nın su kalitesini incelemiştir. Örnekleme yerlerini belirlediği 12 istasyondan mevsimsel olarak yapmıştır. Sıcaklık, sülfat ve bor değerlerinin I. Sınıf kalitede olduğunu, mangan değerinin II. Sınıf kalitede olduğunu, demir değerinin III sınıf kalitede olduğunu ve diğer parametre değerlerinin ise IV. Sınıf

kalitede olduğunu tespit etmiştir. Sonuç olarak Porsuk Çayı'nın IV. Sınıf kalitede olduğu gözlemlenmiştir.

Topal ve diğ. (2014), yaptığı bir çalışmada, Kehli Deresi'nin su kalitesini incelemiştir. Elazığ Belediyesinin Atıksu Arıtma tesisinden salınan suların nteicesinde derenin su kalitesinin ne yönde etkilendiğine bakılmıştır. Sonuç olarak, arıtma tesisi Kehli Deresi'nde TÇM açısından 1,22 kat, amonyum açısından 7,52 kat, nitrit açısından, 3,35 kat, nitrat açısından 1,43 kat, orto fosfat açısından 4,17 kat, KOİ açısından, 8,34 kat ve BOİ₅ açısından 9,42 kat ek bir kirliliğe sebep olmaktadır. Bu değerlendirmeler ışığı altında Atıksu Arıtma tesisinden salınan suların Kehli Deresi'nin su kalitesini olumsuz bir şekilde etkilediği gözlenmiştir.

Sağın (2016), yaptığı bir çalışmada, Kabalar Göletine ait su kalite parametrelerini incelemiştir. İncelenmek üzere 12 ay boyunca aylık su örnekleri alınmıştır. Su sıcaklığı ve pH'ın Ocak ayında minimum (7,1°C ve 8,02), Ekim ayında maksimum (25,9°C ve 8,54); tuzluluğun Şubat ve Mart ayında minimum (0,04 mg/L), Ekim ayında maksimum (0,14 mg/L); elektriksel iletkenliğin Mart ayında minimum (140,72 µS/cm), Ekim ayında maksimum (297,1 µS/cm); çözünmüş oksijenin Eylül ayında minimum (8,72 mg/L), Mayıs ayında maksimum (11,66 mg/L); toplam sertliğin Ocak ayında minimum (260,72 mg/L), Eylül ayında maksimum (318,34 mg/L); fosfat ve nitratın Mart ayında minimum (0,097 ve 3,2 mg/L), Eylül ayında maksimum (0,824 ve 4,82 mg/L); sülfatın Aralık ayında minimum (66,1 mg/L), Temmuz ayında maksimum (205,13 mg/L) ve kimyasal oksijen ihtiyacının iki istasyonda Mart ayında minimum (2,98 mg/L), Ekim ayında maksimum (10,4 mg/L) olduğu görülmüştür.

Arslan ve diğ. (2011), yaptığı bir çalışmada Yedigöller bölgesinde su kalitesini ve sediment örneklerinin fiziko-kimyasal ve ağır metal oranlarını incelemiştir. Sediment örneklerinin ağır metal oranları su örneklerinin ağır metal oranlarına göre daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Sınıflandırmalarda göllere ait su örneklerinin fiziko-kimyasal parametreleri değerlendirildiğinde III. Sınıf kalitede olduğu tespit edilirken, selenyum ve bor ağır metalleri açısından IV. Sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir.

Alparslan (2013), Araştırma alanı olarak seçilen Güllük Lagünü, Ege Denizi'nin güneyinde bulunan Güllük Körfezi'nde yer almaktadır. Haziran 2011-Mayıs 2012 tarihleri arasında, önemli noktalardan belirlenen 8 istasyondan su örnekleri alınmıştır. Bu su örneklerinin

bazı fiziko-kimyasal parametreleri değerlendirilmiştir. Araştırma alanının üç farklı ekolojik karakter gösteren bölgeleri; kanallar bölgesi, göl bölgesi ve denize olan bağlantı bölgesi ayrı ayrı ve bir bütün olarak su kalitesi yönünden incelendiğinde özellikle yaz aylarında; turizm sezonuna, Güllük Limanı'ndan yapılan maden ihracatına, toprak havuzlarda yapılan kültür balıkçılığına bağlı olarak bazı istasyonlarda su kalitesi ve çevresel anlamda kirlenmeler olduğu tespit edilmiştir.

Kalemci (2014), Ege Denizi'nin güneydoğusunda bulunan Güllük Körfezinde Mart-Aralık 2013 tarihleri arasında yapılmıştır. Mevsimsel periyotlarla 20 noktadan su ve 4 noktadan sediment örnekleri alındı. Alınan deniz suyu örneklerinde, pH 7,42-9,05; sıcaklık 11-28,7 °C; iletkenlik 43,03-61,2 mS/cm; % oksijen doygunluğu 82,5-165,5; amonyum azotu (NH_4^+ -N) 0,013-0,044 mg/L; nitrit azotu (NO_2^- -N) 0,005-0,013 mg/L; nitrat azotu (NO_3^- -N) 0,001-0,027 mg/L; toplam fosfor 0,001-0,078 mg/L; askıda katı madde 2-53 mg/L ve klorofil-a değerlerinin 0,767-7,390 mg/L değerleri arasında değişim göstermektedir. Sonuçlar istatistiki analiz metotları ile değerlendirilmiştir. Buna göre istatistiksel analiz sonuçları, tüm parametreler ile mevsimler arasında istatistiki anlamda bir farklılık olduğunu göstermektedir ($p < 0,05$). İstasyonlar arasında ise istatistiki anlamda bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p > 0,05$). Ayrıca hesaplama yöntemi ile N/P ve TRIX indeksi hesaplanmıştır. N/P oranları 0,33- 29,4 arasında, TRIX indekslerinin ise 3,63-6,16 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre Güllük Körfezi kıyısız alanlarında ötrofikasyon riskinin yüksek olduğu ve ötrofikasyonun azot tarafından kontrol edildiği tespit edilmiştir. Sediment örneklerinde, karbonat (CaCO_3) %24,98-%11,93; organik karbon %3,99- %2,76; organik madde %3,83-%1,27 değerleri arasında değişim göstermektedir. Analizler sonucunda, sediment yapılarında yıl boyunca bir farklılığın olmadığını göstermiştir.

Yıldız (2014), yaptığı bir çalışmada, Giresun ili Espiye ilçesinde denize dökülen Gelevera Deresi'nin bazı su kalitesini incelemiştir. 12 ay boyunca örneklemeler yapmıştır. Elde edilen verilerin ortalama değerleri; çözünmüş oksijen 8,84 mg/L, pH 7,70, sıcaklık 13,19°C, tuzluluk 0,06 ppt, TDS 0,086 g/L, iletkenlik 131 mS/cm, ORP -95,1 mV, BOI_5 4,38 mg/L, toplam alkalinite 33 mg/L, toplam sertlik 62 mg/L, klorofil-a 1,55 $\mu\text{g}/\text{L}$, TAN 0,65 mg/L, amonyak 0,028 mg/L, nitrit 0,003 mg/L, nitrat 2,01 mg/L, sülfat 7,92 mg/L, sülfat 92 mg/L, sodyum 11,40 mg/L, potasyum 1,12 mg/L, klorür 0,034 mg/L, toplam fosfor 0,65 mg/L, SRP 0,031 mg/L, AKM 1,77 g/L, sediment pH'ı 7,4, sediment su

yüzdesi %21,15 ve sedimentte yüzde yanabilir organik madde miktarı ise % 4,56 olarak tespit atmiştir.

Öner ve diğ. (2011), Ege Bölgesinin ikinci büyük akarsuyu olan Gediz Nehrinin kirlilik düzeyini arttırdığı düşünülen birbirinden farklı 5 istasyon belirlenerek örnekleme yapılmıştır. Su kalitesinin fiziko-kimyasal parametre ortalama değerleri şu şekildedir; BOİ 67,7 mg/L, KOİ 88,7 mg/L, pH 7,6, bulanıklık 440 mg/L. Su örneklerinin ağır metal oranları istasyonlar bazında değerlendirmiştir. Nif Çayı istasyonuna ait örnekleme Pb 27,0±%0,8 µg/L, Muradiye Köprüsü istasyonuna ait örnekleme Cr 48,9±%0,9 µg/L, İstanbul Köprüsü istasyonuna ait örnekleme Cd 12,1±%0,6 µg/L, Muradiye Köprüsü istasyonuna ait örnekleme Cu 90,2±%0,4 µg/L olarak tespit edilmiştir. Ni, Fe ve Zn ise sırasıyla 309,8±%0,7 µg/L, 914,1±%0,3 µg/L, 208,3±%0,5 µg/L olarak Karaçay istasyonunda en yüksek değerlerinde bulunmuştur.

Başkan (2006), yaptığı bir çalışmada, Türkiye'deki atıksu arıtma tesislerinden 25 adeti üzerinde incelemeler yapmıştır. Bu 25 adet atık su arıtma tesisini, MEDA projesindeki belediyelere ait arıtma tesislerinden seçmiştir. Böylelikle Türkiye'nin atıksularını tekrardan kullanım potansiyelinin ne olduğunu araştırmayı amaçlamıştır. Çalışma sonucunda tesislerden 22 adetinin mikrobiyolojik açıdan uygun olmadığından sulama yapılmaması gerektiğini saptamıştır. Tuzluluk oranının da yüksek olduğunu tespit etmiştir. 3 adet tesisin mikrobiyolojik arıtımı yapabildiğini ancak bu tesislerinde yaptığı dezenfeksiyon işlemlerinin yeterli olmadığını öngörmüştür.

Ekmekyapar ve diğ. (2017), Ergene Nehri havzasındaki Kırklareli Barajı'nın sularında inorganik kirliliğin, özellikle de metal kontaminasyonun değerlendirilmesi için bir temel oluşturmaktadır. Kırklareli Barajı rezervuarlarından 2014-2015 yılında toplanan su örneklerinde inorganik kimyasalların incelenmesi yapıldı. Beş örnekleme sahasından alınan su örnekleri 12 farklı su kalitesi parametreleri için toplandı ve analiz edildi. Bu verileri kullanarak, bölgesel sulama suyu kalitesi ABD Tarım Bakanlığı (USDA) tarafından reçete edilen bir yöntemle değerlendirildi. Bu yöntemin uygulanmasından elde edilen sonuçlar, elektrik iletkenliği (ECw) ile temsil edilen baraj suyunun tuzluluğunun orta düzeyde (C2: 250-750 mikrometre cm⁻¹) olduğunu ve sodyum adsorpsiyon oranının (SAR) orta (S2: 10-18) ile yüksek (S3: 18-26) arasında değiştiğini belirtti. Bu nedenle, 1, 3, 4 ve 5 örnekleme bölgelerinden gelen baraj suyu ağırlıklı olarak C2-S2 sınıfından oluşuyordu. Katyon konsantrasyonlarının Ocak ayında diğer aylardan daha yüksek olduğu

bulunmuştur. Ölçülen fiziko-kimyasal parametreler açısından su kalitesi sınıflarının incelenmesinde, baraj suyunun pH, EC, TSS ve katyonlar için sınıf I olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Kırklareli baraj suyundaki (10-200 µg/L) Pb konsantrasyonlarının, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinin maksimum sınırı olan Sınıf IV kalitesinden olduğunu göstermiştir. Baraj suyundaki Fe ve Mn konsantrasyonları Sınıf II 'dir.

Erçoklu (2012), Sarıçay, Kepez Deresi ve Güzelyalı Deresi suyun seçilmiş fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri bakımından incelenmiştir. Yağışlarla su kalitesi arasındaki ilişki kurulmuş ve kirletici kaynakların su kaynaklarına yapabileceği olası etkiler incelenmiştir. Güzelyalı Deresi'nin düzenli akmaması her üç akarsuyun karşılaştırmalı analizini mümkün kılmamakla beraber birbirlerinin yanı başında olan Sarıçay ve Kepez Deresi'nin gerçekleştirilen 13 örnelemeye bağlı olarak zamansal değerlendirilmesi bu çalışma ile gerçekleştirilmiştir. Örnekleme 2010-2011 yılları arasında gerçekleştirilmiş olup çalışma kapsamında incelenen su kalite parametrelerinin mevsimsel değişimleri de ortaya konulmuştur.

Bulum (2015), araştırma boyunca Bendimahi Çayında incelenen parametrelerin ortalamaları; su sıcaklığı 10,40°C, ÇO 10,86 mg/L, saturasyon % 122,92, pH 7,93, elektriksel iletkenlik 680,47 µS/cm, tuzluluk ‰ 0,37, bulanıklık 10,68 NTU, klorür 11,68 mg/L, kalsiyum 153,15 mg/L, magnezyum 53,90 mg/L, toplam sertlik 555,88 mg/L CaCO₃, karbonat 0,0 mg/L, bikarbonat 651,60 mg/L, toplam alkalinite 490,55 mg/L CaCO₃, nitrat 2,0 mg/L, nitrat azotu 0,43 mg/L, nitrit 18 µg/L, nitrit azotu 5,5 µg/L, amonyum 0,06 mg/L, amonyak 0,06 mg/L, toplam fosfor 0,09 mg/L, sülfat 8,6 mg/L, potasyum 6,7 mg/L, bakır 8,7 µg/L, alüminyum 4 µg/L, toplam demir 0,025 mg/L, çinko 170 µg/L, krom 11 µg/L, mangan 0,3 mg/L, siyanür 1,6 µg/L, florür 1,74 mg/L olarak belirlenmiştir. Bendimahi çayının genel olarak kirlenmemiş ve içme, kullanma, balıkçılık ve sulama açısından uygun kaliteye sahip olduğu belirlenmiştir.

İleri ve diğ. (2014), yaptığı bir çalışmada Uluabat Gölü'nün su kalitesi parameterlerini incelemiştir. 12 aylık bir zaman diliminde göle ait özellikler baz alınarak 8 ayrı istasyon belirlemiştir. Belirlenen bu istasyonlardan ay ay su örnekleme yapılmıştır. 1-4-5 ve 8. İstasyonlardaki su kalite parametrelerinin değerlerini diğer istasyonlara göre, özellikle de yaz aylarında, daha fazla oranlarda olduğunu tespit etmiştir. Kalite parametrelerini istatistiksel anlamda yorumlamak için varyans analizi yapılmıştır. Buna göre askıda katı

madde ve nitrat dışında kalan diğer parametreler arasında istasyon bazında ve aylık olarak istatistiksel anlamda 0,05 önem derecesine göre farklılıklar tespit etmiştir.

Şengün (2013), yaptığı bir çalışmada, Giresun'daki Aksu Deresine ait su kalite parametrelerini incelemiştir. Örneklemeye çalışmasını 12 ay boyunca yapmıştır. Dere üzerinde kirlilik durumuna etki edebilecek 3 farklı istasyon belirlemiştir. Elde edilen verilerin ortalama değerleri; çözünmüş oksijen 9,85 mg/L, pH 7,47, sıcaklık 12,52°C, tuzluluk 0,14 ppt, TDS 0,191 g/L, iletkenlik 290 mS/cm, ORP -93,1 mV, BOİ₅ 2,7 mg/L, toplam alkalinite 115,47 mg/L, toplam sertlik 156 mg/L, klorofil-a 7,58 µg/L, TAN 0,73 mg/L, amonyak 0,002 mg/L, nitrit 0,011 mg/L, nitrat 1,354 mg/L, klorür 0,44 mg/L, toplam fosfor 0,56 mg/L, SRP 0,045 mg/L, AKM 2,954 g/L, sediment pH'ı 7,7 ve sedimentte yüzde yanabilir organik madde miktarı ise % 3,92 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre yapılan değerlendirmelerde Aksu Deresi için tarımsal sulama amaçlı kullanılabilir su kaynağı olarak nitelendirmiştir. Ancak toplam fosfor değerinin ve nitrit değerinin hafif kirli su sınıfına girdiğini de belirtmiştir.

Taş (2006), yaptığı bir çalışmada, Derbent Baraj Gölü'nün su kalite parametreleri incelenmiştir. Su kalite parametrelerinin 16'sına inceleyerek, gölün su kalitesini ve balıkçılık bakımından verimliliğini saptamayı amaçlamıştır. Gölün yüzey sularında ortalama olarak sıcaklık 15,56°C, pH 7,9, çözünmüş oksijen 10,68 mg/L olup, iletkenlik 1525 µS/cm, toplam alkalinite 163,8 mg/L ve toplam sertlik 377,3 mg/L'dir. Katyon sıralaması Na⁺ > Ca⁺⁺ > Mg⁺⁺ > K⁺ > Fe⁺⁺ > NH₄⁺ - N, anyon sıralaması ise SO₄ => Cl⁻ > NO₃⁻ N > NO₂⁻ N şeklinde bulunmuştur. Fiziko-kimyasal parametrelerine göre değerlendirmesi yapılan Derbent Baraj Gölünün özellik olarak oligotrof-mezotrof yapıda olduğunu tespit etmiştir. Yapılan incelemelere göre gölde gerçekleştirilecek su ürünleri üretimi açısından uygun olduğunu belirtmiştir.

Özbay (2013), yaptığı bir çalışmada, mersin'deki Berdan Çayı'na ait su sediment örnekleri olarak incelemelerde bulunup kirlilik düzeyini incelemiştir. Ağır metal analizi yaparak birikim oranlarını araştırmıştır. Yapılan tayinlerde ağır metal birikim oranları şu şekildedir; Fe 18521,91 µg/g, Al 12907,70 µg/g, Mn 377,40 µg/g, Ni 167,68 µg/g, Cr 57,81 µg/g, Zn 45,59 µg/g, Cu 28,38 µg/g, Pb 22,82 µg/g ve Cd 4,54 µg/g. Tespit edilen ağır metal oranları Fe>Al>Mn>Ni>Cr>Zn>Cu>Pb>Cd şeklinde bir sıralama göstermiştir. Elde edilen verilere göre Berdan Çayı'na ait ağır metal oranlarının oldukça yüksek olduğunu ve bu yüzden kirlilik tehdidinin yüksek olduğunu saptamıştır.

Duman ve diğ. (2007), yaptığı bir çalışmada Abant Gölü suyuna ait ağır metal konsantrasyonları açısından incelemeye almıştır. Göl üzerinde Mudurnu yolu kesişimi, piknik alanlarına yakın kısmı ve Büyük Abant Oteli önü olarak belirlediği 3 istasyondan örnekleme çalışmasını yapmıştır. Örnekleme çalışmalarını mevsimsel olarak yılda 4 kere yapmıştır. Ağır metal analizlerini ICP-OES Sequential cihazında gerçekleştirmiştir. Sonuçları değerlendirmeye aldığı Pb, Cr ve Ni parametrelerinin III. Sınıf kalitede olduğunu, Cu parametresinin II. Sınıf kalitede olduğunu, Mn, Zn ve Cd parametrelerinin ise I. sınıf kalitesi olduğunu saptamıştır. Pb ilkbahar, Cr yaz, sonbahar ve kış, Cu ve Zn yaz, Mn ve Ni sonbahar ve Cd ise kış mevsiminde en yüksek konsantrasyonlara ulaşmıştır.

Berberoğlu ve diğ. (2013), yaptığı bir çalışmada, Ankara ilindeki 2 adet atıksu arıtma tesisinden (A-B), 1 adet içme-kullanma suyu arıtma tesisinden (C) ve 1 adet gölden (D), toplam 9 farklı noktadan örnekleme yaparak helmint yumurta ve protozoa kist ve oo kistlerinin saptanmasını ve fekal kirlilik düzeylerini belirlemeyi amaçlanmıştır. A, B ve C tesislerinin çıkış sularında *E. coli* tespit edilmemişken, göl suyunda *E. Coli*'ye rastlanmıştır. Arıtma tesislerinin çıkış sularında fekal kirlilik düzeylerinin uygun olduğu tespit edilmiştir.

Akın ve Akın, (2007), suyun önemi, Türkiye'de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği ile ilgili bir derleme çalışması yapmıştır. Yapılan bu araştırmaya göre, Meriç-Ergene, Marmara, Sakarya, Gediz, Küçük Menderes, Büyük Menderes, Burdur ve Akarçay (Afyon) havzalarında bulunan çay, nehir ve göllerde aşırı kirlenmeler tespit edilmiştir. Kirlenmelerin genelde azot, fosfor, kalsiyum, organik maddeler, kurşun, çinko, krom parametrelerinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Bazı su havzalarında, aşırı ağır metal kirlenmelerine bile rastlanmaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. İstasyonların Tespiti ve Numunelerin Alınması

Kırklareli ili yerüstü su potansiyeli $1137 \times 10^6 \text{ m}^3$, yeraltı su potansiyeli $125 \times 10^6 \text{ m}^3$ 'tür. Kırklareli ili yerüstü su potansiyeli ülkemiz yerüstü su potansiyelinin %1,2' si, yer altı su potansiyelinin ise %0,7'sini teşkil etmektedir. Kırklareli İli ekonomik olarak sulanabilen arazi 112013 ha olup, sulanabilir arazi varlığı 310531 ha'dır (Anonim, 2018).

Kırklareli ilinde sulama amaçlı kullanılan derelerden bazıları Şeytan Dere, Karabatak Dere, Çimenli Deresi, Kırklareli Deresi, Hıdırca Deresi, İnce Kuleli Deresi, Büyük Karıştıran Deresi, Evrensekiz Deresi, Burgaz Deresi, Havsa Deresi, Turgutbey Deresi, Lüleburgaz Deresi, Uğurlu Deresi, Sazlıdere, Lişko Deresi ve Ergene nehri'dir (Anon, 2014).

Yaptığımız çalışma kapsamında Kırklareli Deresinin su kalitesinin belirlenmesinde kullanılan bazı parametreler ve su kirliliğine neden olabilecek bazı faktörler incelenmiştir. Su kirliliği yaratabilecek ağır metallerin analizi yapılmıştır. Ayrıca derenin beşeri kullanımları, üzerinde kurulu olan su arıtma tesisleri, tekstil fabrikası, mandıra, ıslah çalışmaları, yol kenarına olan yakınlığı, tarım arazilerindeki ekinler ve tarımda kullanılabilir gübreler dikkate alınarak on farklı istasyon seçilmiştir.

Bu çalışmada Kırklareli deresinde Kırklareli Merkez Atık Su Arıtma Tesisinden başlayarak Kırklareli/Kavaklı Kısmi Kanalizasyon ve Atıksu Arıtma Tesisine kadar yaklaşık 7 km boyunca tarımsal sulamaya uygunluğu araştırılmak üzere su örnekleri için 10 farklı istasyon ve sediment (dip çamur) süzüntü suyu örnekleri için 2 farklı istasyon belirlenmiştir. Belirlenen istasyonlardan örneklemeler 2018 yılı içinde mevsimsel olarak birer kez yapılmıştır. Kış mevsimi için Şubat ayındaki örneklemelerin değerleri, İlkbahar mevsimi için Mart-Nisan-Mayıs aylarındaki örneklemelerin ortalama değerleri, Yaz mevsimi için Haziran-Temmuz aylarındaki örneklemelerin ortalama değerleri, Sonbahar mevsimi için Ekim ayındaki örneklemelerin değerleri kullanılmıştır.

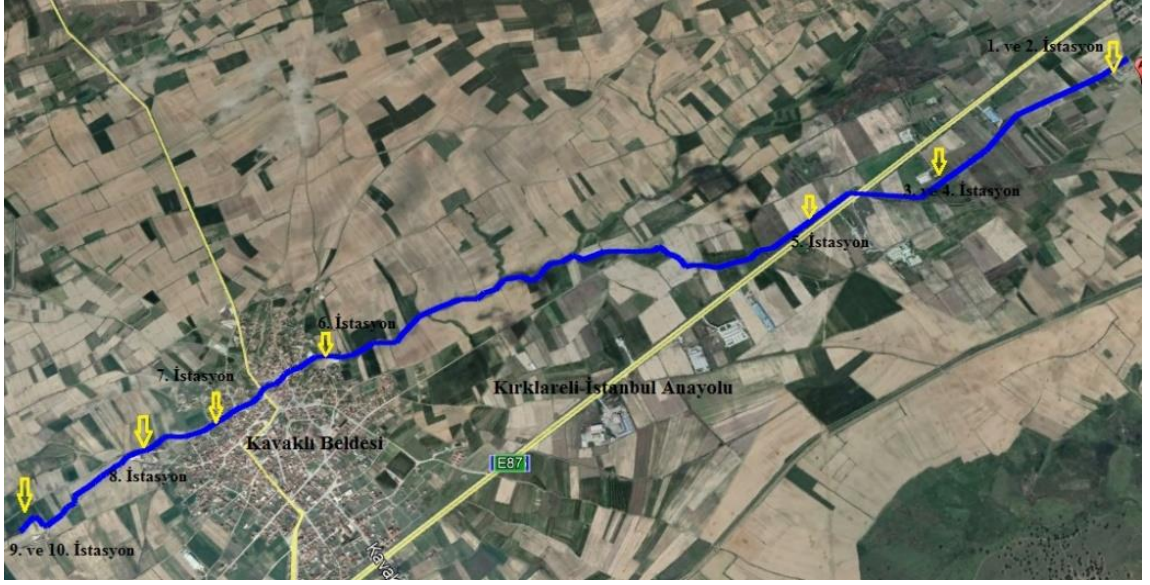
Bu istasyonların su örnekleri için belirlenen noktaları ve koordinat bilgileri aşağıdaki gibidir;

- 1. İstasyon: Kırklareli Merkez Atık Su Arıtma Tesisi öncesi (N41°41.8347'-E027°12.6233'),
- 2. İstasyon: Kırklareli Merkez Atık Su Arıtma Tesisi sonrası (N41°41.7740'-E027°12.5566'),
- 3. İstasyon: Dere kenarında bir tekstil fabrikası öncesi (N41°41.0837'-E027°12.1068'),
- 4. İstasyon: Dere kenarında bir tekstil fabrikası sonrası (N41°41.0675'-E027°12.1028'),
- 5. İstasyon: Dere üzerinden geçen Kırklareli-İstanbul anayolu yanı (N41°40.9578'-E027°11.8447'),
- 6. İstasyon: Kırklareli/ Kavaklı Beldesi yerleşim alanı öncesi (bu kısma kadar tarla arazileri mevcuttur), (N41°39.6126'-E027°10.3270'),
- 7. İstasyon: Kırklareli/Kavaklı Beldesi yerleşim alanı sonrası (N41°39.3487'-E027°10.1491'),
- 8. İstasyon: Kavaklı Beldesi birkaç mandıra tesisi sonrası (mandıralar belde yerleşim alanının hemen çıkışında yer almaktadır), (N41°39.0874'-E027°09.9495'),
- 9. İstasyon: Kırklareli/Kavaklı Kısmi Kanalizasyon ve Atıksu Arıtma Tesisi öncesi (N41°38.7703'-E027°09.8446'),
- 10. İstasyon: Kırklareli/Kavaklı Kısmi Kanalizasyon ve Atıksu Arıtma Tesisi sonrası (N41°38.7616'-E027°09.8219').

İstasyonların sediment (dip çamur) süzüntü suyu örnekleri için belirlenen noktaları aşağıdaki gibidir;

- 1. ve 2. İstasyon: Kırklareli Merkez Atık Su Arıtma Tesisi,
- 9. ve 10. İstasyon: Kırklareli/Kavaklı Kısmi Kanalizasyon ve Atıksu Arıtma Tesisi.

Belirlenen istasyonların harita üzerinde gösterimi Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1: Kırklareli deresi üzerinde belirlenen istasyonların harita üzerindeki gösterimi.

Belirlenen istasyonların yüzey suyundan ve dip çamur süzöntü suyundan incelenmek üzere örnekler alınarak laboratuvarında iki paralelli çalışmalar yapılmıştır. Su örneklerinin alınmasında kullanılan aparat ve su örneklerinin konulduğu kap Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2: Su örneklerinin alınmasında kullanılan aparat ve su örneklerinin konulduğu kap.

Sediment (dip çamur) süzöntü suyu örnekleri için kullanılan aparatve örneğin konulduğu kap ise Şekil 3.3’de gösterilmiştir. Sediment (dip çamur) süzöntü suyu örnekleri için 1 kg ‘lık plastik kaplar kullanılmıştır.



Şekil 3.3: Sediment örnekleri için kullanılan aparat ve sediment örneklerinin konulduğu kap.

Örnek alımlarının görselleri Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'te gösterilmiştir. Örnekleme yüzeyden 30-40 cm aşağıdan yapılmıştır.



Şekil 3.4: İstasyonlardan yapılan örnekleme (1., 2., 3., 4. ve 5.)



Şekil 3.5: İstasyonlardan yapılan örneklemeler (6., 7., 8., 9. ve 10.)

Örnekleme esnasında önce yerinde, çok kanallı Eijkelkamp Portable Multiparameter Sensor AP800 ile pH, sıcaklık, elektriksel iletkenlik (EC), çözülmüş oksijen (DO), toplam çözülmüş madde (TDS) ölçümleri yapılmıştır. Daha sonra alınan su örnekleri laboratuvara getirilerek ve yöntem kısmında belirtilen; anyonlar, katyonlar, organik ve inorganik kirletici parametreleri belirlenerek elde edilen sonuçlar, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde yer alan Kıta İçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite parametreleri belirlenmiştir. Ayrıca sulama suları tuzluluk ve sodyumluluk zararı göz önüne alınarak da bir değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirme ABD tuzluluk laboratuvarı sınıflandırma sistemine göre yapılmıştır.

3.1.2. Deneyde Kullanılan Cihazlar

Örneklerin alındığı yerde, çok kanallı Eijkelkamp Portable Multiparameter Sensor AP-800 ile pH, sıcaklık, elektriksel iletkenlik (EC), çözülmüş oksijen (DO), toplam çözülmüş madde (TDS) ölçümleri yapılmıştır.

Alınan su örnekleri laboratuvara getirilerek anyonlar, katyonlar, organik ve inorganik kirletici parametreleri belirlemek amacı ile çeşitli cihazlar kullanılmıştır. Kullanılan cihazlar ve kullanım amacı Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1: Deneylerde Kullanılan cihazlar ve kullanım amaçları.

	Cihazın Adı	Cihazın Markası	Kullanım Amacı
1	İCP-OES cihazı	Spectro, Arcos modeli	Ağır metal tayini
2	İyon Kromatografi	Dionex, ICS – 5000 + HPIC	Anyon ve katyon tayini
3	Analitik Terazisi	Ohaus, Adventurer® Analytical Ax224 (0,1 mg)	Kimyasal tartımı
4	Saf Su Cihazı	Elga, Purelab Options – Q7	Saf su eldesi
5	Multiparameter	Eijkelkamp, Portable Multiparameter Sensor AP800	TDS, ORP, pH, EC, DO
6	pH metre	Mettler Toledo, SevenExcellence pH Meter	pH, EC
7	Mikropipet	Isolab, Tek kanallı hacim ayarlı otoklavlanabilir	Laboratuvarında örnek çalışmalarında
8	Etüv	Nüve, KD400	Kurutma işlemleri
9	İnkübatör	WTW, TS 606 / 2-i	Bakteri üremesi
10	İnkübatör	WTW, TS 606 / 3-i	BO ₅
11	Buzdolabı	Uğur	Örneklerin saklanması
12	Yakma Cihazı (Reaktör)	WTW, CR - 2200	KOİ
13	Spektrofotometre	GeneSYS, 10S UV-VIS	KOİ

3.1.3. Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Çözeltiler

Deneylerde kullanılan kimyasal maddeler ve çözeltiler Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2: Deneylerde kullanılan kimyasal maddeler ve çözeltiler.

	Malzemenin Adı	Markası	Kullanıldığı Deney
1	İCP kalibrasyon standartları 1000 ppm	SCP Science	İCP-OES, Ağır Metal Tayini
2	Sodyum bor hidrür (NaBH ₄)	Sigma	İCP-OES, hidrür sistem
3	Hidroklorik asit (HCl)	Merck	İCP-OES, hidrür sistem
4	Gümüş Sülfat (Ag ₂ SO ₄)	Sigma	KOİ
5	Potasyum di kromat (K ₂ CrO ₇)	Sigma	KOİ
6	Civa Sülfat (HgSO ₄)	Merck	KOİ
7	Soyum hidroksit tableti (NaOH)	Merck	BOİ
8	Hexan	Merck	Yağ-Gress
9	Gümüş nitrat	Merck	Klor tayini
10	Sülfirik asit (H ₂ SO ₄)	Merck	Karbonat ve bikarbonat tayini, KOİ
11	Fenol Fitaleyn	Merck	Karbonat tayini
12	Metil orange	Merck	Bikarbonat tayini
13	Potasyum kromat	Merck	Klor tayini
14	Plate count agar (hazır besiyeri)	Merck	Toplam ve fekal koliform
15	Sodyum tiyo sülfat	Sigma	Toplam ve fekal koliform
16	Sodyum klorür (NaCl)	Sigma	Toplam ve fekal koliform seyreltme çözeltisi
17	Sodyum karbonat (NaCO ₃)	Sigma	İyon kromatografi, anyon
18	MSA (metan sülfonik asit)	Sigma	İyon kromatografi, katyon

3.2. Yöntem

3.2.1. Titrimetrik Yöntemle Yapılan Tayinler

3.2.1.1. Karbonat ve bikarbonat tayini

Prensibi asitle titrasyon yapmak sureti ile sulama sularının karbonat ve bikarbonat anyonların miktarını saptamaktır (Tüzüner, 1990).

Kullanılan çözelti ve kimyasallar:

- Fenolftaleyn indikatörü: 5 g fenolftaleyn 500 ml %95 lik etilalkolde çözülmüştür. Balonjojede saf su ile 1 litreye tamamlanmıştır. İlk pembe renk elde edilinceye kadar 0,02 N sodyum hidroksit çözeltisi damla damla ilave edilmiştir.

- Metiloranj indikatörü: 0,1 g metiloranj bir miktar suda çözülüp 100 ml'ye tamamlanmıştır.

- Sülfirik asit: Standardize edilmiş yaklaşık olarak 0,01 N (Tüzüner, 1990).

İşlem, su örneğinden pipetle 5 ml alınmıştır. Titrasyonda net görüntü sağlayabilmek için poselen kaplara konulmuştur. Örneklere 3'er damla fenolftaleyn indikatörü damlatılmıştır. Karbonat olduğu durumlarda fenolftaleyn damlatıldıktan hemen sonra su örneğinin pembe olması beklenir. Örnek pembe renk almadığında karbonat yok denilmiştir (sulama suyu pH değeri 8,2'den küçük ise karbonat miktarı ya çok azdır veya hiç yoktur). Pembe renk alan su örnekleri 5'er saniyelik aralar ile sülfirik asit damlatılarak titre edilmiştir. Var olan pembe rengin şeffaflaşması ile titrasyon işlemi bitirilmiştir. Büretten harcanan asit miktarı okunarak not edilmiştir (Y). Buraya kadar olan kısım karbonat iyonunun tayini içindir. Pembe rengi kaybolan su örneğinin üzerine 3 damla metiloranj indikatörü ilave edilmiştir. Metiloranj ile beraber su örneği sarı bir renk almıştır. Yine 5'er saniyelik aralıkla sülfirik asit damlatılarak titre edilmiştir. Sarı renk kırmızımsı hale dönünce damlatmaya son verilmiştir. Harcanan miktar Z olarak alınmıştır. İşlemin metiloranj indikatörü ile yapılan kısmı bikarbonat iyonunun tayini içindir.

Karbonat miktarının hesaplanması aşağıdaki gibi yapılmıştır (Tüzüner, 1990).

$$\text{CO}_3 \text{ me /l} = \frac{2.Y.\text{Sülfirik asit normalitesi}.1000}{\text{alınan örnek ml.}}$$

Bikarbonat miktarının hesaplanması aşağıdaki gibi yapılmıştır (Tüzüner, 1990).

$$H CO_3 \text{ me /l} = \frac{(Z-2.Y).S\text{ülfirik asit normalitesi}.1000}{\text{alınan örnek ml.}}$$

3.2.1.2. Klorür tayini

Prensibi, sulama sularında potasyum kromat indikatörü kullanarak gümüş nitrat (AgNO₃) ile titre edilmek suretiyle klorür miktarını tayin etmektir (Tüzüner, 1990).

Kullanılan çözelti ve kimyasallar:

- Potasyum kromat indikatörü (%5 lik): saf su içerisinde 5 g K₂C₂O₄ eritildi ve üzerine sabit kırmızı renkli çökelek meydana gelinceye kadar 1 N AgNO₃ damla damla ilave edilmiştir. Filtre edilip saf su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır.

- Standart gümüş nitrat çözeltisi (0,05 N): Saf su içerisine 8,4944 g gümüş nitrat (AgNO₃) eritilip saf su ile 1 litreye tamamlanmıştır.

İşlem, su örneğinden pipetle 5 ml alınarak 50 ml'lik erlene konulmuştur. Üzerine birkaç damla 0,05'lik K₂CrO₄ ilave edilmiştir. Karıştırıldıktan sonra örnek sarı renk almıştır. Üzerine 0,05 N AgNO₃ damlatılarak kırmızı-kahverengi noktaya dönmeye başladığı noktaya kadar titre edilmiştir. Şahit olarak aynı işlem saf suda da yapılmıştır.

Klorür miktarının hesaplanması aşağıdaki gibi yapılmıştır (Tüzüner, 1990).

$$Cl \text{ me/L} = \frac{S.N.1000}{\text{Alınan örnek (ml)}}$$

S = Sarf edilen gümüş miktarı (ml)

N = AgNO₃'in normalitesi

3.2.2. Gravimetrik Yöntemle Yapılan Tayinler

3.2.2.1. Yağ ve gress tayini

Prensibi, ağırlığa dayalı olan bir analizdir (Tüzüner, 1990).

Kullanılan kimyasallar;

-Hegzan

İşlemi, 100 ml numuneden ayırma hunisine alındı. Numune üzerine 30 ml hegzan ilave edilmiştir. Elde edilen karışım bir dakika boyunca şiddetlice çalkalanmıştır. Ayırma hunisi ters çevrilerek içinde kalan hava varsa alınmıştır. Aynı işlem bir iki kez daha tekrarlanmıştır. Ayırma hunisinde oluşan üst ve alt fazdan alttaki faz bir başka ayırma hunisine aktarılmıştır. Daha önce etüvde bekletilip desikatörde sabit tartıma getirilen porselen kapsülün darası alınmıştır (ilk tartım-A). Ayırma hunisinde kalan üst faz darası alınmış porselen kapsüle aktarılmıştır. İkinci ayırma hunisine aktarılan kısma 30 ml hegzan ilave edilerek aynı işlemler tekrarlanmıştır. Her bir işlemde üst faz darası alınmış porselen kaba aktarılmıştır. Numunede yağ kalmayınca kadar bu işlemlere devam edilmiştir. Porselen kapsülde toplanan yağlı hegzan 60-70 °C'deki etüvde suyu kalmayınca kadar bekletilmiştir. Etüvden alınan kapsül desikatörde soğumaya bırakılmıştır. Desikatörden alınan kapsül terazide tartılmıştır (ikinci tartım-B).

Hesaplaması aşağıdaki gibi yapılmıştır (Tüzüner, 1990).

$$\text{Yağ ve gres (mg/L)} = \frac{B-A}{V}$$

A: Porselen kapsülün boş tartımı (mg)

B: Porselen kapsülün üst fazların toplandıktan sonraki tartımı (mg)

V: Numune hacmi (L)

3.2.2.2. Askıda katı madde (AKM)

Askıda katı madde işlemi Standart Metot 2540 D'de belirtildiği gibi yapılmıştır. Filtrasyon, kurutma ve tartma işlemleri ile gravimetrik bir metottur.

İşlemi; önceden 105°C'ye ayarlanan etüve filtre kağıtları konulmuştur. 30-40 dakika kadar filtre kağıtlarının kuruması beklenmiştir. Kurutulan filtre kağıtları yarım saat kadar desikatörde soğumaya bırakılmıştır. Daha sonra hassas terazide tartımları yapılmıştır ve ilk tartımları kaydedilmiştir (A). Su örneklerini süzme düzeneğine filtre kağıtları yerleştirildikten sonra, huniye su örneklerinden 250'şer ml konulmuştur. Vakum pompası çalıştırılmıştır. Vakumlama işlemi bittikten sonra filtre kağıtları önceden 105°C'de ısıtılmış etüve alınmıştır. 60 dakika boyunca filtre kağıtlarının kuruması beklenmiştir. Sonrasında desikatöre alınan filtre kağıtlarının yarım saat boyunca soğuması beklenmiştir. Soğuyan

filtre kağıtlarının hassas terazi ile tartımları yapılmıştır. Bu tartım ikinci tartım olarak not edilmiştir (B).

Hesaplaması aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

$$AKM \text{ (mg/L)} = \frac{B-A}{V} \times 1000$$

A: Filtre kağıdının ilk tartımı (mg)

B: Filtre kağıdının süzme işleminden sonraki tartımı (mg)

V: Numune hacmi (L)

3.2.3. Elektrokimyasal Yöntemle Yapılan Tayinler

3.2.3.1. pH tayini

Sulama sularının asit, nötr veya bazik durumlarını saptamak amacıyla yapılan bir tayindir. Belirli bir CO₂ atmosferi ile denge halinde bulunan eriyiğin pH değeri cam elektrodu bulunan pH metre ile tayin edilme esasına dayanır. Çözeltilerin pH tayinleri, cam elektrodun ince yüzeyi ile çözelti arasındaki potansiyel farkının, çözeltinin pH'sı ile ilgili olarak değişmesi esasına dayanır (Tüzüner, 1990).

Cam elektrodun lastiği çıkartılmıştır. pH'sı 4-7-10 olan buffer çözeltileri ile pH metrenin kalibrasyonu yapılmıştır. Saf su ile yıkanıp kurutulmuş elektrodlar örneğin içine daldırılarak okuma yapılmıştır. Okumalardan sonra elektrodlar saf su ile yıkanmıştır. Cam elektrodun lastiği takılmıştır (Tüzüner, 1990).

3.2.3.2. Elektriksel iletkenlik tayini (EC)

Asit, baz ve tuzların sudaki çözeltileri elektrik akımını iletirler. Suyun içerisinde erimiş halde bulunan tuz miktarı fazlaştıkça suyun elektrik akımını iletmesi de artar. Elektriksel iletkenlik (kondüktivite), suyun içerisinde erimiş halde bulunan toplam tuz miktarını tayin etmede kullanılan bir yöntemdir (Tüzüner, 1990).

İlk önce cihazın kalibrasyonu yapılmıştır. Saf su ile yıkanıp kurutulan elektrodlar örneğin içine daldırılarak okuma yapılmıştır. Okumalardan sonra elektrodlar saf su ile yıkanmıştır. Elektriksel iletkenlik değeri $\mu\text{S/cm}$ olarak ölçülmüştür (Tüzüner, 1990).

3.2.4. Spektrofotometrik ve Kolorimetrik Yöntemlerle Yapılan Tayinler

3.2.4.1. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)

Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) sudaki yükseltgenbilir maddelerin kimyasal yolla oksitlenmeleri için gerekli oksijen miktarıdır. Evsel ve endüstriyel atıksuların (özellikle endüstriyel) kirlilik derecesini belirlemede kullanılan en önemli parametrelerden biri kimyasal oksijen ihtiyacıdır (Jirka ve diğ., 1975, Himebaugh ve diğ., 1979.) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) standart metot 5220 D kapalı reflux, kolorimetrik metoda göre belirlenmiştir.

Parçalama çözeltisi; 33,3 g civa sülfat ($HgSO_4$) 700 ml saf su ve 167 ml derişik sülfirik asit (H_2SO_4 - 1,84 g/ ml) içinde çözülmüştür. Soğutulmuş çözeltiliye 10,216 g potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$ - 105°C de 2 saat kurutulmuş) ilave edilmiştir. Bu çözeltili saf su ile 1 litre' ye tamamlanmıştır.

Sülfirik asit reaktifi; 10,12 g gümüş sülfat (Ag_2SO_4) 1 L derişik sülfirik asit (H_2SO_4 - 1,84 g / ml) içerisinde çözülmüştür. Çözeltili kullanmadan 1 gün önce hazırlanmış ve renkli şişede saklanmıştır.

Potasyum hidrojen ftalat (KHP) ($HOOC_6H_4COOK$) stok KOİ çözeltilisi; 120°C'de sabit tartıma getirilip 0,425 g KHP saf suda çözümlenerek 500 ml' ye tamamlanmıştır.

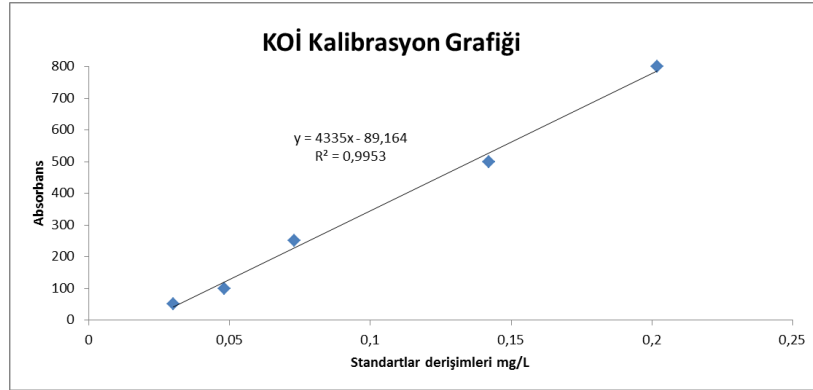
KOİ standartlarının hazırlanması; Stok KOİ çözeltilisinden, 100 ml'lik tüplere KOİ 100-1000 aralığında olacak şekilde seyreltmeler yapılarak standartlar hazırlanmıştır.

Hazırlanan standart çözeltiler aşağıdaki şekilde reaktiflerle karıştırılıp 148°C 'de 2 saat ısınmaya bırakılmıştır.



2 saat sonunda hazır olan standartlar 600 nm dalga boyunda spektrofotometrede absorbanları okunmuştur. Derişime karşılık absorban değerlerinden yararlanılarak

kalibrasyon grafiği elde edilmiştir. Kalibrasyon grafiği Şekil 3.8'de gösterilmiştir. Elde edilen eğri ile numunelerin KOİ değerleri okunmuştur.



Şekil 3.6: KOİ kalibrasyon grafiği.

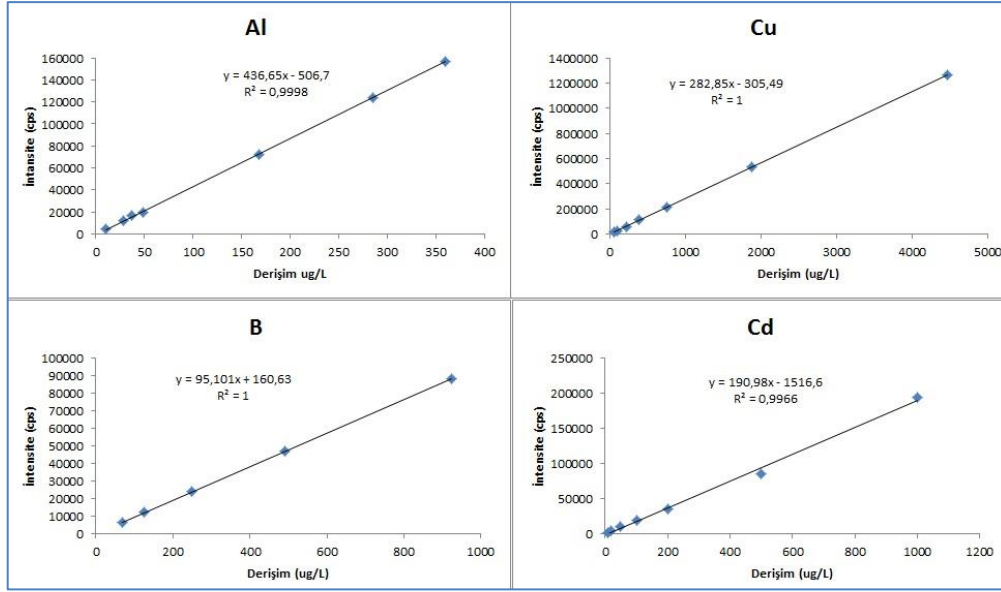
3.2.4.2. ICP –OES cihazı ile ağır metal tayini

Su rneklerinin ICP-OES cihazı ile ağır metal oranları tayin edilmiştir. ICP-OES (endüktif eşleşmiş plazma-optik emisyon spektrometresi) ile yapılan analizler için farklı oranlarda standartlar hazırlanmıştır. Hazırlanan standartlar ile yapılan kalibrasyonların eğrileri çizilmiştir. Ayrıca metallerin tayin ve gözlenebilme değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan tayin değerleri (LOD), gözlenebilen sınır değerleri (LOQ) ve relatif standart sapma (varyasyon katsayısı-%RSD) değerleri Tablo 3.3'te verilmiştir.

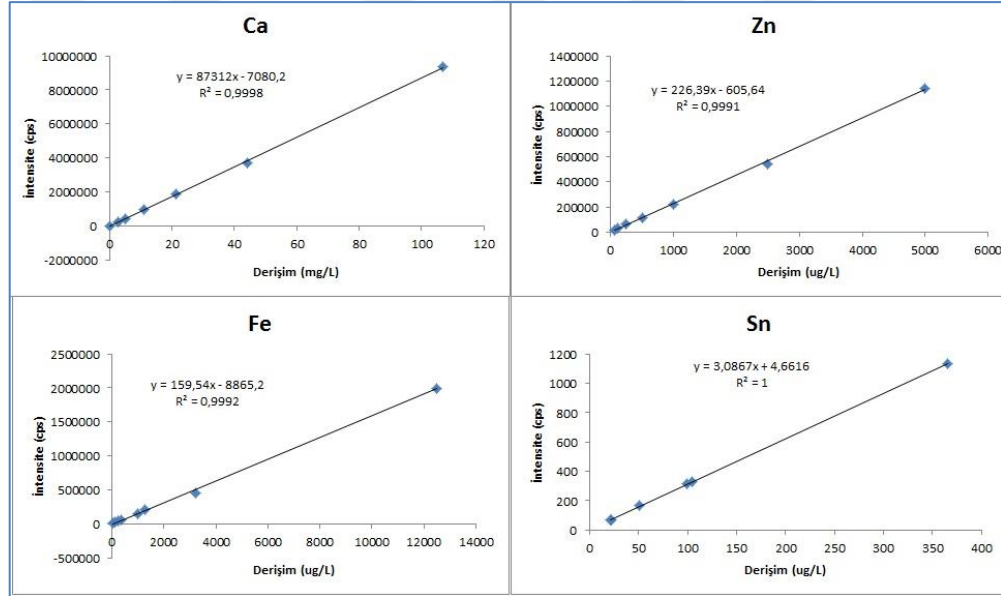
Analiz işleminden önce cihaz kalibrasyon standartlar hazırlanarak ICP-OES cihazına verilmiştir. Derişimlere karşılık ICP-OES cihazından alınan intensite değerleri kullanılarak kalibrasyon grafikleri oluşturulmuştur. Kalibrasyon grafikleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 3. 3: ICP-OES ve HGAAS cihazlarında yapılan analizlerin standart sapma, LOD, LOQ ve %RSD değerleri.

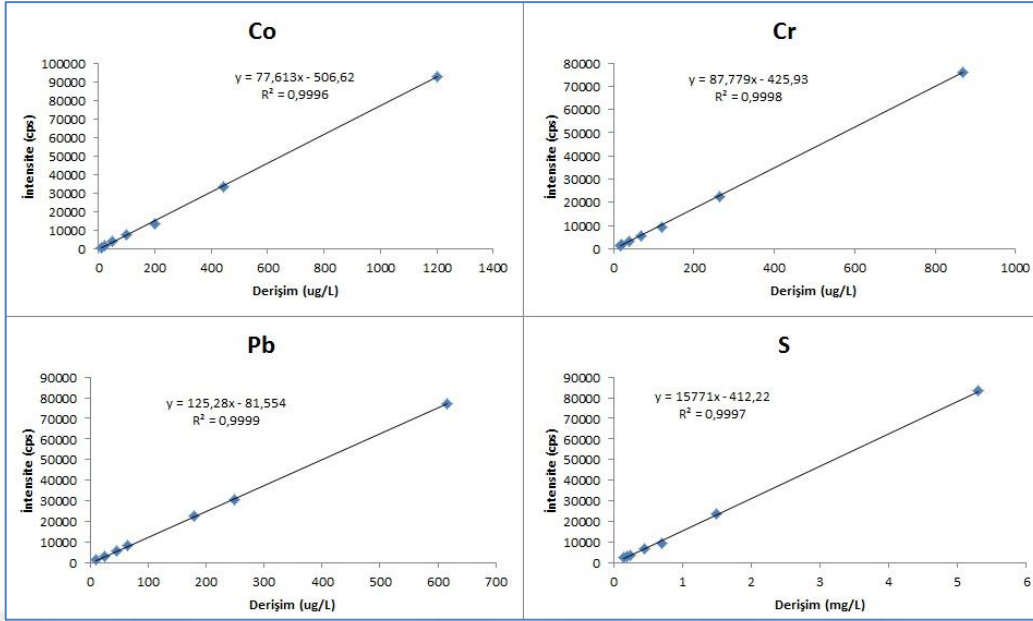
Ağır Metal Adı	Std.Sap.	LOD	LOQ	%RSD
ICP - OES				
Al (ppb)	0,034	0,103	0,345	1,608
Cu (ppb)	0,005	0,015	0,051	0,248
B (ppb)	0,007	0,021	0,070	2,162
Cd (ppb)	0,054	0,163	0,543	0,610
Ca (ppm)	0,015	0,046	0,152	1,403
Zn (ppb)	0,105	0,315	1,051	2,801
Fe (ppb)	0,043	0,128	0,425	0,075
Sn (ppb)	0,018	0,055	0,183	3,327
Co (ppb)	0,040	0,120	0,398	0,533
Cr (ppb)	0,029	0,087	0,288	0,498
Pb (ppb)	0,011	0,033	0,109	0,664
S (ppm)	0,049	0,148	0,494	5,052
Mg (ppm)	0,001	0,004	0,013	1,641
Mn (ppm)	0,049	0,147	0,491	0,065
K (ppm)	0,034	0,102	0,341	2,139
Na (ppm)	0,025	0,075	0,251	6,273
Ni (ppb)	0,064	0,193	0,642	0,956
P (ppb)	0,082	0,247	0,824	0,590
Ti (ppb)	0,011	0,034	0,112	0,670
V (ppb)	0,016	0,049	0,164	1,146
Hidrür sistem (HGAAS)				
As (ppb)	0,047	0,142	0,475	2,357
Hg (ppb)	0,023	0,069	0,230	1,777
Sb (ppb)	0,042	0,125	0,418	2,245
Se (ppb)	0,068	0,204	0,680	5,545



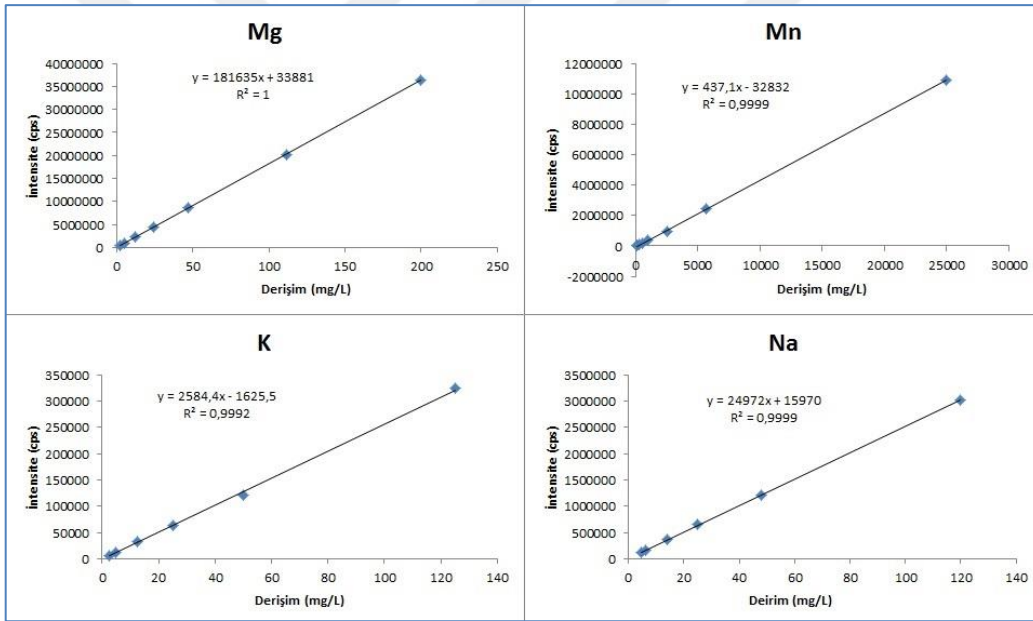
Şekil 3.7: Al, Cu, B ve Cd tayininde kullanılan lineer kalibrasyon grafikleri.



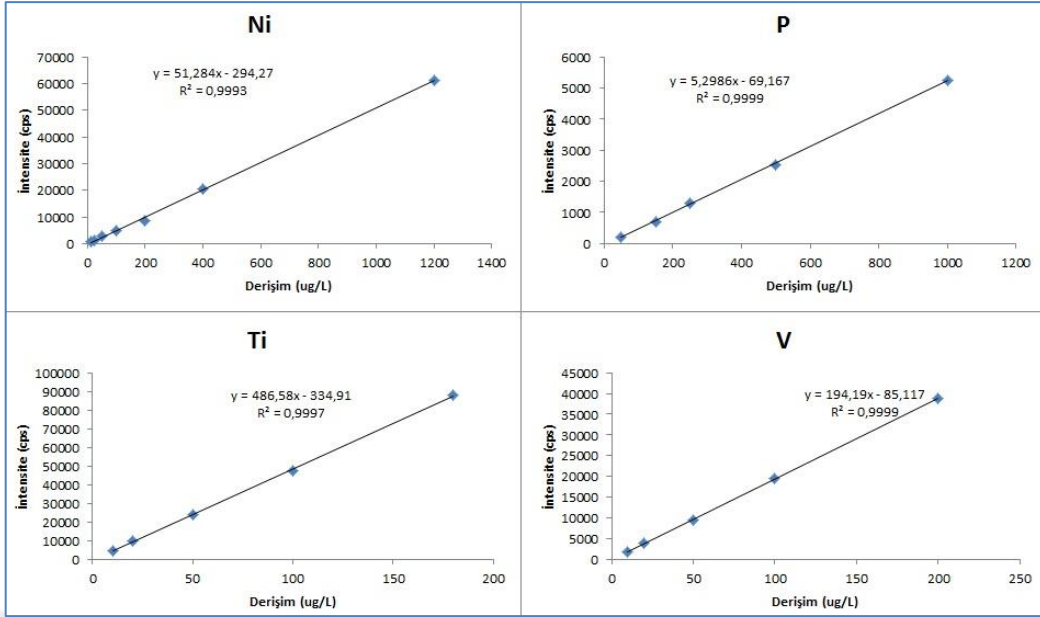
Şekil 3.8: Ca, Zn, Fe ve Sn tayininde kullanılan lineer kalibrasyon grafikleri.



Şekil 3.9: Co, Cr, Pb, S tayininde kullanılan lineer kalibrasyon grafikleri.

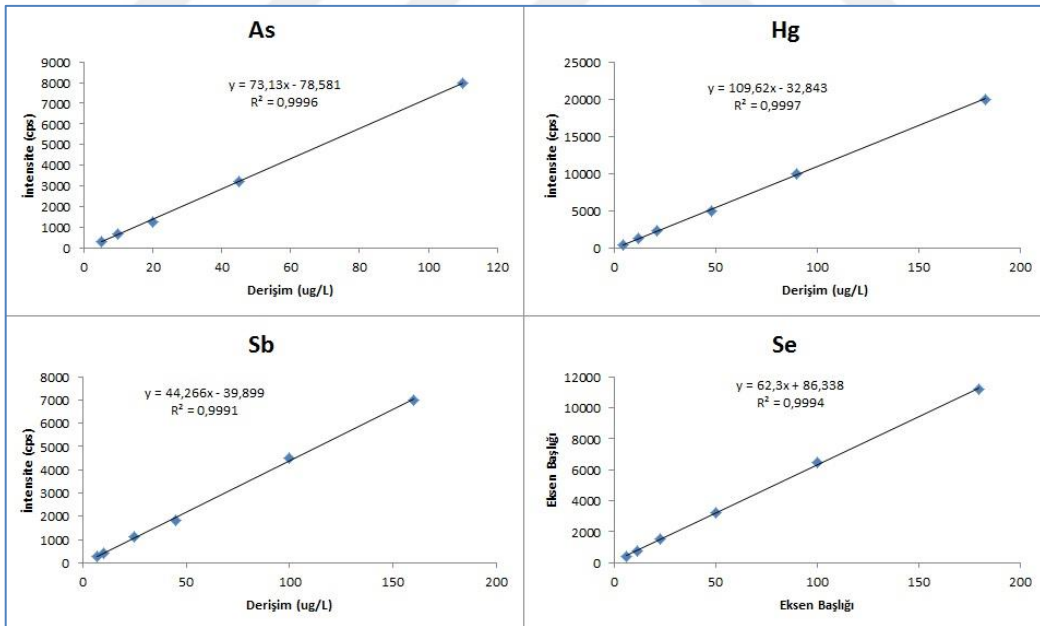


Şekil 3.10: Mg, Mn, K ve Na tayininde kullanılan lineer kalibrasyon grafikleri.



Şekil 3.11: Ni,P, Ti ve V tayininde kullanılan lineer kalibrasyon grafikleri.

Hidrür oluşturmali atomik absorpsiyon spektrometresinde yapılan Hg, As, Sb ve Se metallerinin analizleri için kalibrasyon standartları hazırlanmıştır ve HGAAS cihazından alınan absorbans verilerine karşılık oluşturulan kalibrasyon grafikleri aşağıda verilmiştir.



Şekil 3. 12: As, Hg, Sb ve Se tayininde kullanılan lineer kalibrasyon grafikleri.

3.2.5. Kromatografik Yöntemle Yapılan Tayinler

3.2.5.1. İyon kromatografisi

Klorür İyonu (Cl^-); standart metot- 4500- Cl^- -F, sülfat iyonu (SO_4^{2-}); standart metot- 4500- SO_4^{2-} -B, amonyum azotu (NH_4^+N); standart metot-4500- NH_4^+ -C, nitrat iyonu (NO_3^-); standart metot-4500- NO_3^- -C, nitrit iyonu (NO_2^-); standart metot-4500- NO_4^- -C, iyon kromatografik metota göre tayin edilmiştir.

3.2.6. Oxitop İle Biyolojik Oksijen İhtiyacı Tayini

Oxitop ile BOI_5 ölçüm sistemi basınç farkı ölçümüne bağlıdır. Ölçüm, piezoresistive elektronik basınç sensörleri ile yapılır. Beklenen BOI değeri KOI değerinin %80'ni kadardır (Young ve diğ., 1981). Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI_5), standart metot- 5210 C'ye göre yapılmıştır.

BOI_5 şişelerini numune ile çalkalanmış ve boşaltılmıştır. Tahmini BOI_5 değerlerine göre gerekli hacim seçilmiştir (çok kirli sular 164 ml, az kirli sular 250 ml, temiz sular 432 ml). Manyetik karıştırıcı şişeye konulmuştur. Lastik tıpa takılmıştır. 2-3 adet NaOH tableti lastik tıpanın içine konulmuştur. Oxitop kafaları sıkıca kapatılmıştır. S ve M tuşuna iki saniye aynı anda basılarak depolanan bilgiler sıfırlanmıştır. İnkübatörde 5 gün boyunca oxitop şişeleri bekletilmiştir. İnkübatör sıcaklığı $20^{\circ}C$ olarak ayarlanmıştır. 5 gün sonunda M tuşuna basılarak son değer okunmuştur. S tuşuna basılarak gün gün geriye gidilerek 5 gün boyunca 24 saatte bir okunan değerler kontrol edilmiştir. BOI_5 değeri Tablo 3.4'te gösterildiği gibi faktör ile çarpılarak bulunmuştur.

Tablo 3.4: BOI_5 okuma değeri faktör çarpanları.

Numune Örnek Hacmi (ml)	Ölçüm Aralığı	Faktör
432	0-40	1
365	0-80	2
250	0-200	5
164	0-400	10
97	0-800	20
43,5	0-2000	50
22,7	0,4000	100

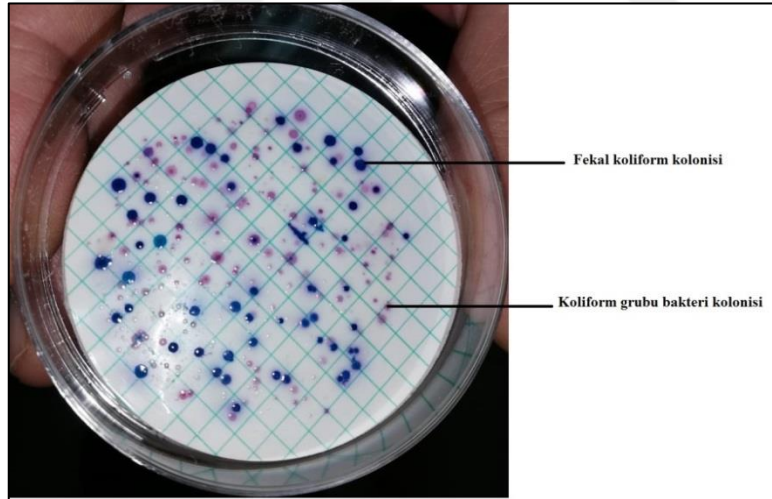
3.2.7. Mikrobiyolojik Yöntemle Yapılan Tayin

3.2.7.1. Membran filtrasyon yöntemi ile toplam ve fekal koliform tayini

Membran filtrasyon yöntemi “RSHMB Standart Uygulama Prosedürleri (Haziran 2009)”ne göre ve standart metod APHA 9222 ‘ye göre yapılmıştır.

Su numuneleri, önceden 121⁰C’de 1,1 atmosfer basınçta 15 dakika otoklavlanarak steril hale getirilmiş olan 100 ml’lik kapaklı cam şişelere konuldu. Örneklerin yaz aylarında sıcaktan etkilenmemesi için portatif buzluklar ve buz aküleri ile muhafaza edilerek laboratuvara getirilmiştir. Örnekler hiç bekletilmeden membran filtrasyon yöntemi ile ekimleri yapılmıştır.

Filtreler hazır besiyeri kromojenik koliforma yerleştirilmiştir. Örnek ekimleri 36⁰C’de 24 saat inkübe edilmiştir. 24 saat sonra koloni sayımları yapılmıştır. Su örneklerinin kirlilik düzeyine göre seyreltme işlemi yapılmıştır. Bu sayede kolonileri okumaları kolay hale getirilmiştir. Sayım sonuçları seyreltme katsayısı ile çarpılarak kaydedilmiştir. Pembe renkli koloniler şüpheli koliform grubu bakterilere aitken, mavi haleli koloniler fekal koliform grubu bakterilere aittir. Koloni görüntüleri Şekil 3.15’te gösterilmiştir.

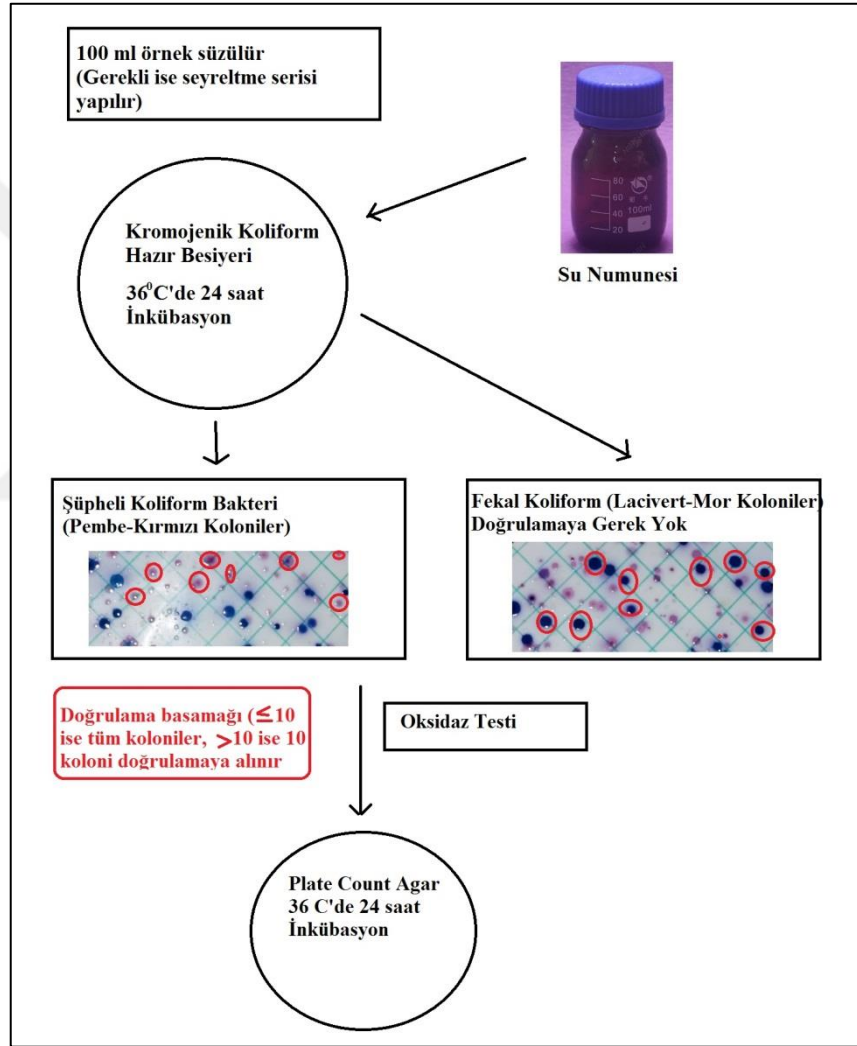


Şekil 3.13: Koliform grubu kolonilere ait görüntü (orijinal).

Şüpheli koloniler doğrulama testine tabi tutulmuştur. Doğrulama için oksidaz testi uygulanmıştır. Şüpheli olan pembe renkli kolonilerin sayısı 10’un üzerinde ise 10 adet, sayısı 10’un altında ise tümüne doğrulama uygulanmıştır. Bunun için önceden hazırlanan steril petrillerdeki Plate Count Agar 10 eşit parçaya bölünerek ekimleri yapılmıştır. Bu ekimler 36⁰C’de 24 saat inkübe edilmiştir. Oksidaz testi için Bactident ® Oxidase test

çubukları kullanılmıştır. Üreyen koloniler temiz bir öze ucu ile steril saf suda bir miktar sulandırılarak test çubuğunun üzerine sürülmüştür. Yaklaşık 30 sn sonra test çubuğunda renk değişimi gözleniyor ise pozitif (koliform değil), renk değişimi olmuyor ise negatif (koliform) olarak değerlendirilmiştir. İşlemlerin daha iyi anlaşılabilmesi için Şekil 3.10'da şematik olarak gösterilmiştir. Değerlendirmenin ardından istenilen koloni sayısı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Koloni sayısı}/100 \text{ ml} = \frac{(\text{Toplam Şüpheli Koloni Sayısı}) \times (\text{Doğrulanmış Koloni Sayısı})}{\text{Test Edilen Koloni Sayısı}}$$



Şekil 3.14: Koliform bakteriler ve fekal koliform tespit ve sayımı izolasyon-identifikasyon laboratuvar akış şeması (ISO 9308-1/2014).

Sayılmış ve doğrulanmış karakteristik koloni sayısına bakılarak, filtre edilmiş hacmin içerisindeki toplam koliform ve fekal koliform sayısı CFU olarak ifade edilir. Eğer membran üzerinde hiç üreme olmamış veya doğrulanmamış ise, sonuç filtre edilmiş

numune miktarı başına <1 CFU veya 0 CFU şeklinde ifade edilir. Eğer membran üzerindeki koloni sayısı sayılamayacak kadar yüksek ise, sonuç filtre edilmiş numune miktarı başına >100 CFU şeklinde ifade edilir.

3.2.8. İstatiksel Analizler

Tez çalışmasında, incelenen parametrelerin ölçülen değerleri bakımından ay ortalamaları arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılığın bulunup bulunmadığı tekrarlanan ölçümlü deneme düzeninde varyans analizi tekniği kullanılarak araştırılmıştır. Analizlerde küresellik varsayımının sağlanıp sağlanmadığı Mauchly testi ile analiz edilmiştir. Küresellik varsayımının sağlanmadığı durumlarda Greenhouse and Geisser and Huynh and Feldt düzeltmelerinden yararlanılmıştır. Bahsi geçen yöntemde, istatistiksel açıdan önemli bulunan farklılıkların hangi gruplardan kaynaklandığının belirlenmesinde Bonferroni çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Tez çalışması kapsamında örneklerin temin edildiği istasyonlarda ölçümlenen parametrelerin ortalamaları arasındaki farklılık tek yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Analizler için normallik varsayımı Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro Wilk testleri ile; varyansların homojenliği ise Levene testi ile incelenmiştir. Normallik varsayımının sağlanmadığı durumlarda veriler Logaritmik transformasyona tabi tutulmuştur. Tek yönlü varyans analizi kapsamında istatistiksel açıdan önemli bulunan farklılıkların hangi gruplardan kaynaklandığının belirlenmesinde Tukey çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır. Parametreler arasındaki korelasyon Pearson korelasyon katsayısı ile değerlendirilmiştir. Analizlerde tip 1 hata seviyesi 0,05 olarak belirlenmiştir. Analizler SPSS 23.0 istatistiksel paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.9. Raporda Belirtilecek Diğer Değerler

Sulama sularının analizlerini raporlamak için bazı değerler hesaplanarak belirtilir.

3.2.9.1. Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR)

Sodyum adsorbsiyon oranı, sulama sularının sodyum zararını belirtmek amacıyla hesaplanan bir parametredir. Bu parametre olası Na^+ zararının $+2$ değerlikli diğer katyonların (Ca^{+2} ve Mg^{+2}) toplamının kareköküne olan oranını belirtmektedir.

SAR değeri aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır. Eşitlikteki tüm iyon konsantrasyonları meq/L biriminde alınarak hesaplanmıştır (Yutsever ve Sönmez, 1992).

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}}$$

3.2.9.2. Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC)

Sulama sularında kalite belirlenmesinde bazı bilimsel araştırmalarda, araştırmacılar tarafından kullanılan bir parametredir. Karbonat ve bikarbonat yoğunluğu ile Ca^{+2} ve Mg^{+2} yoğunluğu farkları incelenerek olası sodyum karbonat oluşmasına bakılır. RSC değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Eşitlikteki tüm iyon konsantrasyonları meq/L biriminde alınarak hesaplanmıştır.

$$RSC = (CO_3^- + HCO_3^-) - (Ca^{+2} + Mg^{+2})$$

Eşitliğin (+) çıktığı durumlarda, ortamda sodyum ile birleşip kalıcı sodyum karbonat oluşturabilecek miktarda karbonat ve bikarbonat bulunmaktadır ve bu oluşum da sodyum zararı yaratabilecek bir risk faktörüdür sonucuna varılır. Sonucun (-) çıkması halinde ise herhangi bir Na^+ zararı olasılığı yoktur anlamına gelmektedir. $RSC > 2.5$ olan suların sulamada kullanılmaları sakıncalıdır (Yutsever ve Sönmez, 1992).

4. BULGULAR

Her bir istasyondan mevsimsel olarak (Kış-İlkbahar-Yaz-Sonbahar) birer adet su ve 1. ve 9.. İstasyonlardan birer adet sediment (dip çamur) süzüntü suyu örnekleri alınmıştır.

4.1. Su Örneklerinin İstatiksel Analizi

4.1.1. Su örneklerinin tekrarlanan ölçümlü deneme düzeninde varyans analizi

Tablo 4.1’de su örneklerinin fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreleri için tekrarlanan ölçümlü deneme düzeninde varyans analizi sonuçları yer almaktadır. Tez çalışmasında su örneklerinin fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreleri için ay ortalamaları arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılığın bulunup bulunmadığı araştırılmıştır.

Analiz sonuçları pH ölçüm değerleri bakımından mevsim ortalamaları arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılığın bulunduğunu göstermektedir ($p<0.05$). Araştırma bulguları, en düşük pH değerinin İlkbahar mevsiminde 7,28, en yüksek değer ise Sonbahar mevsiminde 7,57 olarak ölçüldüğünü göstermektedir. Çalışmamızda, evsel ve endüstriyel atıkların fazlaca etkilediği pH değerinin, yağışın az olduğu mevsimlerde azaldığı, yağışın fazlalaşmaya başladığı mevsimlerde ise yükseldiği görülmüştür. Bu durum yağışa bağlı olarak toprak yıkanmasının artması veya azalması ile ilişkilendirilmiştir.

Çözünmüş Oksijen değerleri bakımından mevsim ortalamaları arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). Araştırma bulguları, en düşük çözünmüş oksijen değerinin Sonbahar mevsiminde 1,827 mg/L, en yüksek değer ise Kış mevsiminde 4,493 mg/L olarak ölçüldüğünü göstermektedir. Sonbaharda örnekleme çalışması 2018 Ekim ayında sıcaklık değeri ortalama 21°C ve yağış yok iken tuzluluk oranı artış göstermiş olup, 2018 Şubat ayında sıcaklık ortalama $7-8^{\circ}\text{C}$ ve yağış oranı 20 mm’nin üzerinde iken tuzluluk oranı inme yönünde eğilim göstermiştir. Sıcaklık ve tuzluluk artışı oldukça çözünmüş oksijen değeri azalacağı için aradaki bu farklılık normal olarak değerlendirilmiştir. Çalışmamızdaki örnek aldığımız derenin akış hızının da çok az olduğu bilgisi ile tıpkı durgun sular gibi geç ısınıp geç soğuması, çözünmüş oksijen değerinin en düşük Sonbahar mevsiminde görülmesine sebep olduğu sonucuna varılabilmektedir.

Cl değerleri bakımından mevsim ortalamaları arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Cl parametresi ile ilgili gerçekleştirilen analiz

bulgularında yaz ve kış mevsimlerinde ortalamalar arasında bir farklılık gözlenmemiştir. Araştırma bulguları, en düşük Cl değerinin Yaz mevsiminde 2,072 me/L, en yüksek değer ise Sonbahar mevsiminde 3,667 me/L olarak ölçüldüğünü göstermektedir. Sulama mevsiminin sona ermesi ile Cl değerinde artış gözlemlenmiştir. Aynı şekilde, Arslan ve diğ. (2011)'de yaptığı bir çalışmada, Cl değerlerinin sulama mevsimi süresince 4,60 me/L ile 10,00 me/L aralığında olduğu, sulama mevsimi sonrasında ise 5,60 me/L ile 28,00 me/L aralığında olduğu belirlenmiştir. Bizim çalışmamızdaki gibi sulama mevsimi sona erdiğinde Cl değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Bunun nedeni olarak sulama ile tarım arazilerinde kullanılan Cl içeren gübrelerin yıkanması sonucu akarsuya intikal etmesi şeklinde yorumlanmaktadır.

Nitrit değerleri bakımından mevsim ortalamaları arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Araştırma bulguları, en düşük nitrit değerinin Yaz mevsiminde 0 mg/L, en yüksek değer ise İlkbahar mevsiminde 0,51 mg/L olarak ölçüldüğünü göstermektedir. Mevsimsel olarak kış aylarındaki nitrit değeri artışı ilkbahar mevsiminde de devam ettiği görülmüştür. Gedik ve diğ.(2010) yaptığı çalışmada, nitrit, nitrat ölçümleri paralel şekilde yaz ayları boyunca diğer aylara göre düşük çıkmıştır. Ortalama nitrit ve nitrat azotu miktarları $0,0012 \pm 0,0001$ mg/l, $1,36 \pm 0,08$ mg/L olarak hesaplanmış. Yaptığımız çalışmadaki nitrit değerleri literatür verileri ile paralellik göstermektedir. Tok (1998), nitrifikasyonun optimum sıcaklığının $30-35$ °C arasında olduğunu buna rağmen bu sıcaklıklarda topraktaki nitrat derişiminin yinede yüksek olmadığını söylemiştir. Bu durumu, bu koşullarda oluşan nitratın bitki ve mikroorganizmalar tarafından absorbe edilmesi ve yıkanma süreçlerinin etkileri ile derişimin düştüğü şeklinde açıklamıştır.

Tablo 4.1: Su örneklerinin fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreleri için tekrarlanan ölçümlü deneme düzeninde varyans analizi sonuçları.

Parametreler	Mevsim			
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
pH	7,499±0,0751ab	7,28±0,0793b	7,336±0,0784ab	7,572±0,0714a
EC (µS/cm)	758,7±96,448	974,167±72,931	802,75±36,134	1023,5±99,121
Çözülmüş oksijen (mg/L)	4,493±0,3857a	3,377±0,2657ab	2,242±0,3196bc	1,827±0,4260c
Kalsiyum(Ca) (mg/L)	104,511±13,972	108,427±12,286	85,2367±5,8570	105,262±16,705
Magnezyum (Mg) (mg/L)	16,209±1,7599	16,425±1,6023	14,199±0,6384	16,511±1,8468
Sodyum (Na) (mg/L)	55,721±6,0693	65,826±4,6678	70,329±7,0099	73,265±2,8111
Potasyum (K) (mg/L)	18,877±3,6295	26,695±4,4472	23,746±3,2952	25,733±3,3639
Karbonat (CO ₃ ²⁻) (me/L)	0	0	0	0
Bikarbonat (HCO ₃ ⁻) (me/L)	4,217±0,3637	4,786±0,2438	4,362±0,2191	5,875±0,7218
Klor (Cl⁻) (me/L)	2,098±0,3421b	2,778±0,2504ab	2,072±0,1545b	3,667±0,4054a
Nitrit (NO₂-N) (mg/L)	0,4417±0,1744ab	0,51±0,0699a	0±0c	0,1±0,1bc
Nitrat (NO ₃ -N) (mg/L)	12,5427±6,1273	11,232±6,1962	5,5763±3,5775	5,5185±5,2537
Amonyum (NH ₄ -N) (mg/L)	18,646±3,8949	20,151±7,7163	14,529±3,5973	13,738±3,8653
Sülfat (SO₄²⁻) (mg/l)	102,388±11,089ab	114,069±8,2827a	86,2045±9,2337ab	77,776±7,1956b
Fosfor (P) (µg/L)	328,741±277,55b	1720,725±394,87ab	2328,0514±519,82a	2517,817±701,76a
Fosfat (PO ₄ ³⁻) (mg/L)	0,397±0,2386	2,209±0,5186	2,169±0,5522	1,794±0,6828
Bromür (Br ⁻) (mg/L)	0,107±0,0441	0,187±0,0390	0,216±0,0757	1,774±1,2817
Florür (F ⁻) (mg/L)	0,26±0,0145	0,918±0,4080	0,314±0,0605	1,01±0,3954
AKM (mg/L)	0,0632±0,0144	0,044±0,0102	0,0676±0,0185	0,0452±0,0067
TDS (mg/L)	536,8±61,806	615,799±50,332	519,35±31,473	604,2±70,091
Sertlik (mg CaCO ₃ /L)	18,319±2,3458	18,932±2,0542	15,182±0,9543	19,073±2,6732
RSC (me/L)	-2,326±0,5537	-1,975±0,5617	-1,054±0,2835	-0,936±0,2730
SAR	1,347±0,1147	1,617±0,1385	1,862±0,2101	1,806±0,1082

* Aynı satırda farklı küçük harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0,05).

Sülfat değerleri bakımından mevsim ortalamaları arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık tespit edilmiştir (p<0,05). Sülfat parametresinde ortalamalar arası farklılık İlkbahar mevsiminden kaynaklanmaktadır. Araştırma bulguları, en düşük sülfat değerinin Sonbahar mevsiminde 77,776 mg/L, en yüksek değer ise İlkbahar mevsiminde 114,069 mg/L olarak ölçüldüğünü göstermektedir. Tepe (2009)'da yaptığı bir çalışmada, ortalama sülfat değerini 137 mg/L bulunmuştur. Su kalitesi parametrelerinden Sülfat değeri (SO₄²⁻) doğal sularda 5-100 mg/L arasında değişim gösterir. Doğal su kaynaklarında biyolojik verimin artması için ortamda sülfatın bulunması gerekir. Çalışmada kaydedilen değerlerin yüksek oluşu göl çevresinin ziraata ve yerleşime açık olması sonucuna bağlamıştır. Bizim çalışmamızda da sülfat değerinin yükselmesi akarsuyun etrafındaki yerleşim yerleri, tarım faaliyetleri ile açıklanabilmektedir.

Fosfor değerleri bakımından mevsim ortalamaları arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık tespit edilmiştir (p<0,05). Fosfor parametresine ilişkin bulgular incelendiğinde

Yaz ve Sonbahar mevsimlerine ilişkin ortalamaların aynı grupta yer aldığı görülmektedir. Araştırma bulguları, en düşük fosfor değerinin Kış mevsiminde 328,741 µg/L, en yüksek değer ise Sonbahar mevsiminde 2517,817 µg/L olarak ölçüldüğünü göstermektedir. Çiçek ve Ertan (2012), Antalya Köprüçay Nehrinde yaptığı çalışmada yıl içinde fosforun maksimum değerini 3,71 mg/L, minimum değerini 0,002 mg/L olarak bulmuştur. Artan fosfor, yüzey su kaynaklarında ötrifikasyona neden olmaktadır. Fosfor kirliliğini oluşturan evsel atıklar deterjanlar, kanalizasyon ve gıda ürünleri sayılabilir. Fosfor kirliliğinin çoğunluğunu tarımda kullanılan gübrelerden, volkanik patlamalar sonucu oluşan külteler, göktaşları ve toprak yapısından da kaynaklandığı bildirilmektedir (Tanyolaç 2000, Egemen 2006).

EC, Ca, Na, K, Bikarbonat, Nitrat, Amonyum, Fosfat, Bromür, Florür, AKM, TDS, Sertlik, RSC, SAR ölçüm değerleri bakımından mevsim ortalamaları arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$). Sırası ile EC en düşük değeri Kış mevsimi 758,7 µS/cm, en yüksek değeri Sonbahar mevsimi 1023,5 µS/cm, Ca en düşük değeri Yaz mevsimi 85,2367 mg/L, en yüksek değeri İlkbahar mevsimi 108,427 mg/L, Mg en düşük değeri Yaz mevsimi 14,199 mg/L, en yüksek değeri Sonbahar mevsimi 16,511 mg/L, Na en düşük değeri Kış mevsimi 55,721 mg/L, en yüksek değeri Sonbahar mevsimi 73,265 mg/L, K en düşük değeri Kış mevsimi 18,877 mg/L, en yüksek değeri İlkbahar mevsimi 26,695 mg/L, HCO₃⁻ (bikarbonat) en düşük değeri Kış mevsimi 4,217 me/L, en yüksek değeri Sonbahar mevsimi 5,875 me/L, Cl en düşük değeri Yaz mevsimi 2,078 me/L, en yüksek değeri Sonbahar mevsimi 3,677 me/L, Nitrat en düşük değeri Sonbahar mevsimi 5,5185 mg/L, en yüksek değeri Kış mevsimi 12,5427 mg/L, Amonyum en düşük değeri Sonbahar mevsimmi 13,738 mg/L, en yüksek değeri İlkbahar mevsimi 20,151 mg/L, Fosfat en düşük değeri Kış mevsimi 0,397 mg/L, en yüksek değeri İlkbahar mevsimi 2,209 mg/L, Bromür en düşük değeri Kış mevsiminde 0,107 mg/L, en yüksek değeri Sonbahar mevsiminde 1,774 mg/L, Florür en düşük değeri Kış mevsiminde 0,26 mg/L, en yüksek değeri Sonbahar mevsiminde 1,01 mg/L, AKM en düşük değeri İlkbahar mevsimi 0,044 mg/L, en yüksek değeri Yaz mevsimi 0,676 mg/L, TDS en düşük değeri Yaz mevsimi 519,35 mg/L, en yüksek değeri İlkbahar mevsimi 615,799 mg/L, Sertlik en düşük değeri Yaz mevsimi 15,182 mg CaCO₃/L, en yüksek değeri Sonbahar mevsimi 19,073 mg CaCO₃/L, RSC en düşük değeri Kış mevsimi -2,326 me/L, en yüksek değeri Sonbahar mevsimi -0,936 me/L, SAR en düşük değeri Kış mevsimi 1,347, en yüksek değeri Yaz mevsimi 1,862 olarak gözlemlenirken, CO₃⁻² (karbonat) tespit edilememiştir.

Tablo 4.2’de su örneklerinin organik ve bakteriyolojik parametreleri için tekrarlanan ölçümlü deneme düzeninde varyans analizi sonuçları yer almaktadır. Tez çalışmasında yer alan su örneklerinin organik ve bakteriyolojik parametreleri için mevsim ortalamaları arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılığın bulunup bulunmadığı araştırılmıştır.

Tablo 4.2: Su örneklerinin organik ve bakteriyolojik parametreleri için tekrarlanan ölçümlü deneme düzeninde varyans analizi sonuçları.

Parametreler	Mevsim			
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
KOI (mg/L)	49,40±17,18	142,80±27,70	214,42±69,60	144,26±50,43
BOİ (mg/L)	28±13,04	89,33±19,82	117,25±41,66	104,50±37,96
Gres ve Yağ (mg/L)	0,000254 ±3,06bc	0,00026033317 ±2,44ab	0,0003836 ±5,73a	0,000136 ±7,78c
Fekal Koliform (CFU/100 ml)	137070±20194	110399 ±16063	137590±20303	148600±20232
Toplam Koliform (CFU/100 ml)	220295±32957	9169881 ±25495	206620±31246,4	153790±19965

* Aynı satırda farklı küçük harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0,05).

Gres ve yağ ölçümleri bakımından an az iki mevsim ortalaması arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık tespit edilmiştir (p<0,05). Gres ve yağ en düşük değeri Sonbahar mevsimi 0,000136 mg/L, en yüksek değeri Yaz mevsimi 0,0003836 mg/L olarak ölçülmüştür. Yaz aylarında yağış azlığı sebebi ile evsel ve hayvansal atıklardan dolayı gres ve yağ değerlerinin arttığı düşünülmektedir.

KOI, BOİ, Fekal koliform ve toplam koliform ölçümleri için mevsim ortalamaları arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılığın bulunmadığı tespit edilmiştir (p>0,05). Sırası ile KOİ en düşük değeri Kış mevsiminde 49,4 mg/L, en yüksek değeri Yaz mevsiminde 214,4155 mg/L, BOİ en düşük değeri Kış mevsiminde 28 mg/L, en yüksek değeri 117,25 mg/L, fekal koliform değeri en düşük İlkbahar mevsiminde 110.399 CFU/100 ml, en yüksek Sonbahar mevsiminde 148.600 CFU/100 ml, toplam koliform değeri en düşük Sonbahar mevsiminde 153.790 CFU/100 ml, en yüksek İlkbahar mevsiminde 9.169.881 CFU/100 ml olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4.3’te su örneklerinin ağır metal parametreleri için tekrarlanan ölçümlü deneme düzeninde varyans analizi sonuçları yer almaktadır. Tez çalışmasında yer alan su örneklerinin ağır metal parametreleri için mevsim ortalamaları arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılığın bulunup bulunmadığı araştırılmıştır.

Kurşun, demir, mangan, nikel, kalay, alüminyum, kükürt ve arsenik parametreleri bakımından en az iki mevsim ortalaması arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık bulunmaktadır ($p < 0,05$). Kurşun, demir, kalay ve alüminyum parametreleri için farklılık Kış mevsiminden; mangan, nikel, kükürt ve arsenik parametrelerinde ortalamalar arasındaki farklılık sonbahar mevsiminden kaynaklanmaktadır.

En düşük Kurşun değerinin Yaz mevsiminde 2,493 $\mu\text{g/L}$, en yüksek değer ise Kış mevsiminde 15,517 $\mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür. Kırklareli deresinin yol ile kesiştiği bölgeler nedeni ile bir şekilde yağmur sularıyla kurşunun karıştığı ve kış aylarındaki ortalama kurşun değerinin yükseldiği düşünülmektedir. Duman ve ark (2007)'de Abant Gölünde yaptığı çalışmada, en yüksek kurşun oranını Mudurnu-Bolu karayolunun gölle kesiştiği nokta olan 1. istasyonda bulmuştur. İnsan kullanımı olan araçların eksozdan salınan gazların atmosfere ulaşarak yağmur ile su yüzeyine erişmektedir. Bu döngü yüzünden Pb oranlarının beklenenden daha fazla gözlemlendiği düşünülmüştür. Pb değerinin ortalaması 36,92 $\mu\text{g/L}$ olarak tespit edilmiştir. Mevsimsel olarak değerlendirmeye alındığında ise ilkbahar aylarında kurşun ortalama değerinin diğer aylık ortalamalara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Turgut (2003), yaptığı bir çalışmada, Küçük Menderes nehrinin su kalite parametrelerini incelemiştir. İncelemeler sonucunda Pb değerinin Kasım ayında maksimum seviyede olduğunu tespit etmiştir.

En düşük Demir değerinin Yaz mevsiminde 5,953 $\mu\text{g/L}$, en yüksek değer ise Kış mevsiminde 106,725 $\mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür. Kış mevsiminde yağışların bolluğu sebebi ile toprağın yıkanarak demir içeriğinin su kaynaklarına mobilizasyonu ile derişimin yükselmesine sebep olabileceği düşünülmektedir.

En düşük Mangan değerinin Yaz mevsiminde 19,238 $\mu\text{g/L}$, en yüksek değer ise Sonbahar mevsiminde 188,364 $\mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür. Endüstriyel atıklardan kaynaklı olarak toprağın yıkanması sonucu akarsuya ulaşması ile mangan değerinin yükseldiği sonucuna varılmaktadır. Duman ve diğ. (2007)'de Abant Gölünde yaptığı çalışmada, yıllık ortalama Mn konsantrasyonu 34,86 $\mu\text{g/L}$ olarak bulmuştur. En yüksek Mn konsantrasyonunu sonbahar mevsiminde 119,43 $\mu\text{g/L}$ olarak belirlemiştir.

Nikel değeri Yaz mevsiminde tayin limitinin altında iken, en yüksek değer ise Sonbahar mevsiminde 0,675 $\mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür. Endüstriyel atıklardan biri olan nikel elementi yağışların artması ile beraber yükselme eğilimi göstermiştir. En Yüksek tespit edilen nikel

değeri Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri açısından 1. Sınıf kalite değerinin oldukça altında bulunmuştur.

En düşük Kalay değerinin Yaz mevsiminde 1,960 µg/L, en yüksek değer ise Kış mevsiminde 5,598 µg/L olarak ölçülmüştür. Kalay endüstriyel anlamda oldukça geniş bir kullanıma sahiptir. Bu yüzden endüstriyel atıklardan kaynaklı olarak yağışların artması ile beraber akarsuya ulaşarak kirliliğe sebep olabilmektedir. Kalıpçı ve Ceylan (2017)'de Konya ana tahliye kanalında ağır metal kirliliğinin izlenmesi adlı çalışmalarında toplam 7noktanın mevsimsel ağır metal analiz sonuçları incelendiğinde; kalay parametresinin sonbahar döneminden yüksek 1,7µg/L olduğu tespit edilmiştir.

En düşük Alüminyum değerinin Yaz mevsiminde 3,584 µg/L, en yüksek değer ise Kış mevsiminde 62,554 µg/L olarak ölçülmüştür. İnsanların derelere ulaştığı noktalarda attıkları çöpler ve endüstriyel atıklar yüzünden korozyon ile artış göstermektedir. Öztürk (2014)'de Apa Baraj Gölü Algleri Üzerine Araştırmalar (Çumra/Konya) adlı doktora tezi çalışmasında, en yüksek alüminyum 2011 Ekim ayında 18,00 µg/L olarak kaydedilmiştir. Kalıpçı ve Ceylan (2017)'de Konya ana tahliye kanalında ağır metal kirliliğinin izlenmesi adlı çalışmalarında toplam 7 noktanın mevsimsel ağır metal analiz sonuçları incelendiğinde; alüminyum parametresinin sonbahar döneminde en yüksek 365 µg/L olduğu tespit edilmiştir.

En düşük toplam kükürt değerinin Yaz mevsiminde 15,798 mg/L, en yüksek değer ise Sonbahar mevsiminde 57,423 mg/L olarak ölçülmüştür. Şehir merkezinde konut ısıtmalarında kullanılan fosil kaynaklı yakıtların yanması sonucu sonbahar ayları ile birlikte kükürt emisyonunun da arttığı düşünülmektedir. Bu aylardan itibaren artan yağış ile birlikte hava kirliliğine sebep olan kükürt su kaynaklarına karışarak değer artışına neden olmaktadır. Ayrıca incelenen su kaynağının otoyola yakın olması sebebi ile egzoz emisyon gazları kükürt değerine pozitif yönde etki etmektedir.

En düşük Arsenik değerinin Yaz mevsiminde 1,85 µg/L, en yüksek değer ise İlkbahar mevsiminde 4,889 µg/L olarak ölçülmüştür. Arsenik endüstriyel bir atık olabileceği gibi bulduğu ortamın jeolojik yapısına bağlı olarak da bir kirletici olabilir. Genellikle tekstil

atıkları ile sulara karışabilmektedir¹. Çalışmamızdaki akarsuyun örnekleme güzergahında bir tekstil fabrikası bulunmaktadır. Arsenik bulaşıklığının bu fabrika nedeni ile olabileceği düşünülmektedir. Baig ve diğ. (2009), yaptığı bir çalışmada, Jamshoro bölgesi, Pakistan'daki yüzey sularının su kalite parametrelerini incelemişlerdir. Bu çalışmadaki Manchar gölünden ve kanalından yaptıkları örneklemelemlerde, WHO 'nun belirlediği üst düzey sınırı 10 µg/L arsenik değerine göre, sınır değerinin üzerinde olduğunu belirlemişlerdir. Yine Baig ve diğ. (2010)'nın yaptığı başka bir çalışmada, Pakistan'da Khairpur bölgesindeki yüzeysel sularda su kalite parametreleri incelenmiştir. Yaptıkları incelemeler sonucu arsenik ortalama değerinin 8 µg/L olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz arsenik konsantrasyonları WHO'nun belirttiği değeri aşmamaktadır. Ayrıca literatürdeki değerler ile karşılaştırıldığında da yıllık ortalama bazında oldukça düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Bakır, çinko, krom, kobalt, bor, kadmiyum, vanadyum, titanyum, civa, selenyum ve antimon parametrelerinde mevsim ortalamaları arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılığın bulunmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).

En düşük Bakır değerinin Kış ve Yaz mevsimlerinde 0,0 µg/L, en yüksek değer ise Sonbahar mevsiminde 0,251 µg/L olarak ölçüldüğünü göstermektedir. En düşük Çinko değerinin Yaz mevsiminde 0,493µg/L, en yüksek değer ise Sonbahar mevsiminde 5,508µg/L olarak ölçüldüğünü göstermektedir. En düşük Krom değerinin Yaz mevsiminde 0,0µg/L, en yüksek değer ise İlkbahar mevsiminde 0,902µg/L olarak ölçüldüğünü göstermektedir. En düşük Kobalt değerinin Yaz ve Sonbahar mevsiminde 0,0µg/L, en yüksek değer ise İlkbahar mevsiminde 0,093µg/L olarak ölçüldüğünü göstermektedir. En düşük Bor değerinin Yaz mevsiminde 79,927µg/L, en yüksek değer ise İlkbahar mevsiminde 165,802µg/L olarak ölçüldüğünü göstermektedir. Kadmiyum değeri Kış-İlkbahar ve Yaz mevsiminde tespit edilememiştir, en yüksek değer ise İlkbahar mevsiminde 0,005µg/L olarak ölçüldüğünü göstermektedir. En düşük Vanadyum değerinin Yaz mevsiminde 1,627µg/L, en yüksek değer ise Kış mevsiminde 3,554µg/L olarak ölçüldüğünü göstermektedir. En düşük Titanyum değerinin Yaz mevsiminde 0,097µg/L, en

¹ https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/26098/mod_resource/content/1/CevreKirliligi_Bolum_5.pdf [Ziyaret Tarihi:02.06.2019].

yüksek değerin ise Kış mevsiminde 9,689µg/L olarak ölçüldüğünü göstermektedir. En düşük Civa değerinin Kış ve Yaz mevsimlerinde 0,0µg/L, en yüksek değerin ise Sonbahar mevsiminde 0,972µg/L olarak ölçüldüğünü göstermektedir. En düşük Selenyum değerinin İlkbahar mevsiminde 0,268µg/L, en yüksek değerin ise Yaz mevsiminde 1,268µg/L olarak ölçüldüğünü göstermektedir. En düşük Antimon değerinin Yaz mevsiminde 0,01µg/L, en yüksek değerin ise İlkbahar mevsiminde 1,16 µg/L olarak ölçüldüğünü göstermektedir.

Tablo 4.3: Su örneklerinin ağır metal parametreleri için tekrarlanan ölçümlü deneme düzeninde varyans analizi sonuçları.

Parametreler	Mevsim			
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Kurşun (Pb) (µg/L)	15,517±3,8348a	5,238±1,0885b	2,493±0,6317b	5,678±1,2660b
Bakır (Cu) (µg/L)	0±0	0,087±0,087	0±0	0,251±0,251
Çinko (Zn) (µg/L)	0,916±0,6261	3,285±1,1277	0,493±0,493	5,508±3,2407
Krom (Cr) (µg/L)	0,031±0,031	0,902±0,902	0±0	0,013±0,0119
Demir (Fe) (µg/L)	106,725±26,143a	25,937±6,6756b	5,953±2,9547b	31,376±7,1885b
Mangan (Mn) (µg/L)	72,236±25,436b	82,544±13,920b	19,238±7,6393b	188,364±23,547a
Kobalt (Co) (µg/L)	0,016±0,016	0,093±0,093	0,014±0,0071	0,014±0,0093
Nikel (Ni) (µg/L)	0,118±0,0395b	0,215±0,2009ab	0±0b	0,675±0,1456a
Bor (B) (µg/L)	112,2±9,4695	165,802±48,723	79,927±12,179	122,662±7,4982
Kalay (Sn) (µg/L)	5,598±0,3291a	5,403±1,4926a	1,96±0,3848b	2,266±0,6462ab
Alüminyum (Al) (µg/L)	62,557±19,399a	6,412±0,9065b	3,584±0,7315b	6,81±1,2572b
Kadmium (Cd) (µg/L)	0±0	0±0	0±0	0,005±0,0034
Kükürt (S) (mg/L)	19,862±2,1221b	24,637±1,6075b	15,798±1,5578b	57,423±12,995a
Vanadyum (V) (µg/L)	3,554±0,7822	2,185±0,4071	1,627±0,7683	2,241±0,5784
Titanyum (Ti) (µg/L)	9,689±3,5487	3,46±3,46	0,097±0,0854	3,801±1,9483
Civa (Hg) (µg/L)	0±0b	0,407±0,1155ab	0±0b	0,972±0,3247a
Arsenik (As) (µg/L)	3,086±0,4835ab	4,889±0,4789a	1,85±0,2648b	4,272±0,7596a
Selenyum (Se) (µg/L)	0,431±0,0382c	0,268±0,0339d	1,268±0,0214a	0,683±0,0477b
Antimon (Sb) (µg/L)	0,927±0,0289b	1,16±0,0586a	0,01±0,0059d	0,41±0,0450c

* Aynı satırda farklı küçük harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0,05).

4.1.2. Su örneklerinin tek yönlü varyans analizi

Tablo 4.4'te su örneklerinin fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreleri için tek yönlü varyans analizi sonuçları yer almaktadır. Tez çalışmasında tek yönlü varyans analizi ile gerçekleştirilen analizlerde istasyonlarda ölçülen fiziksel ve inorganik-kimyasal parametrelerin ortalamaları arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılığın bulunup bulunmadığı araştırılmıştır.

Buna göre pH, EC, Ca, Mg, Bikarbonat, Klor, Nitrat, Amonyum, Sülfat, Fosfor, Fosfat, AKM, TDS, Sertlik, RSC, SAR parametrelerinde ölçüm yapılan 10 istasyonun en az

ikisinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli bir farkın bulunduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Tespit edilen bu farklılıkların temel sebebinin Kavaklı bölgesindeki arazilerde tarımsal sulamada çiftçilerin sulama yöntemi olarak salma sulamayı (kontROLSÜZ sulama) tercih etmelerinden dolayı olabileceği düşünülmektedir.

pH ve EC parametrelerinde farklılığa neden olan istasyonun 10 numaralı istasyon olduğu görülebilmektedir. En düşük pH değeri 2. İstasyonda 6,95, en yüksek değeri 10. İstasyonda 7,74 olarak ölçülmüştür. Sıcak yaz aylarında nispeten artan pH değerleri 10. İstasyonda kendini diğer istasyonlara nazaran daha fazla göstermiştir. İstasyon etrafında oldukça fazla bulunan su bitkileri tarafından fotosentezle CO₂'in tüketilmesi ile pH'nın artmasına neden olduğu tahmin edilmektedir. En düşük EC değeri 6. istasyonda 697,37 µS/cm, en yüksek değeri 10. İstasyonda 1327,5 µS/cm olarak ölçülmüştür. Elektriksel iletkenlik sulara çözülmüş halde bulunan anyon ve katyonların göstergesidir. 10. İstasyonda klorür (Cl⁻), sülfat (SO₄⁺) iyonlarının ve nitrat, nitrit miktarlarının artmış olması su içinde iletkenliği de arttırdığı düşünülmektedir.

Ca ve Mg parametrelerine ilişkin tek yönlü varyans analizi bulguları incelendiğinde 9 ve 10 numaralı istasyonların farklılığa neden olan istasyonlar olduğu görülebilmektedir. Burada diğer istasyonlar aynı grup içerisinde yer almıştır. En düşük Ca değeri 5. İstasyonda 79,72 mg/L, en yüksek değeri 10. İstasyonda 175 mg/L olarak ölçülmüştür. En düşük Mg değeri 5. İstasyonda 12,91 mg/L, en yüksek değeri 10. İstasyonda 25,1143 mg/L olarak ölçülmüştür. Ca ve Mg değerlerindeki bu değişimin bulunduğu bölgenin toprak yapısının farklılaşması ile olabileceği düşünülmektedir.

Bikarbonat parametresinde 9 ve 10 numaralı istasyonların farklılığa neden olan istasyonlar olduğu görülebilmektedir. En düşük bikarbonat değeri 6. İstasyonda 4,14 me/L, en yüksek değeri 9. İstasyonda 6,47 me/L olarak ölçülmüştür. Bikarbonat değerlerinin aynı günde farklı örnekleme noktalarında farklı değerler göstermesi akarsuyun beslendiği kaynaklarla ilgili olduğu düşünülmektedir.

Cl parametresi bulgularına göre 1, 2, 3, 4 ve 8 numaralı istasyonlara ilişkin mevsim ortalamaları aynı grupta yer almaktadır. En düşük klor değeri 6. İstasyonda 1,75 me/L, en yüksek değeri 10. istasyonda 4,0893 me/L olarak ölçülmüştür. Sulama sularında klor en problemlisi anyon olarak kabul edilmektedir. 5 me/l'nin altındaki klor konsantrasyonları duyarlı bitkilerin sulanmasında sakınca görülmemektedir (Maas,1990). Çalışmamızdaki en

yüksek klor değeri 5 me/L'nin altında kaldığı için istasyonlar arasındaki farklılık önem taşımamaktadır.

Nitrat, TDS ve sertlik parametrelerinde tek yönlü varyans analizi sonucunda 9 ve 10 numaralı istasyonlar aynı grupta yer almışlardır. Burada diğer istasyonlar aynı grup içerisinde yer almıştır. En düşük nitrat değeri 1. İstasyonda 0,03 mg/L, en yüksek değeri 10. İstasyonda 48,13 mg/L olarak ölçülmüştür. En düşük TDS değeri 6. İstasyonda 461 mg/, en yüksek değeri 9. İstasyonda 811,83 mg/L olarak ölçülmüştür. En düşük sertlik değeri 3. İstasyonda 14,44mg CaCO₃/L, en yüksek değeri 10. İstasyonda 30,23mg CaCO₃/L olarak ölçülmüştür.

Sülfat parametresinde istasyon ortalamaları arasındaki farklılık 10 numaralı istasyondan; fosfor, fosfat ve AKM parametrelerinde 1 numaralı istasyondan, istatistiksel açıdan önemli bir farklılık meydana getirmiştir. En düşük sülfat değeri 6. İstasyonda 76,90 mg/L, en yüksek değeri 10. İstasyonda 150,49 mg/L olarak ölçülmüştür. En düşük fosfor değeri 10. İstasyonda 831,5 mg/L, en yüksek değeri 1. İstasyonda 5432,84 mg/L olarak ölçülmüştür. En düşük fosfat değeri 2. İstasyonda 0,78 mg/L, en yüksek değeri 1. İstasyonda 5,87 mg/L olarak ölçülmüştür. En düşük AKM değeri 10. İstasyonda 0,0153 mg/L, en yüksek değeri 1. İstasyonda 0,106 mg/L olarak ölçülmüştür.

RSC parametresinde 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7 numaralı istasyonlar aynı grupta yer almışlardır. En düşük RSC değeri 10. İstasyonda -4,51 me/L, en yüksek değeri 1. istasyonda -0,38 me/Lolarak ölçülmüştür.

SAR parametresinde ise mevsim ortalamaları arasındaki istatistiksel farklılık 1, 9 ve 10 numaralı istasyondan kaynaklanmıştır. En düşük SAR değeri 9. İstasyonda 1,17, en yüksek değeri 1. İstasyonda 2,44 olarak ölçülmüştür.

Tablo 4.4: Su örneklerinin fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreleri için tek yönlü varyans analizi sonuçları.

Parametreler	İstasyonlar									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pH	7,57±0,08ab	6,95±0,05c	7,18±0,07bc	7,2814±0,07bc	7,27±0,06bc	7,45±0,10ab	7,39±0,13ab	7,39±0,12ab	7,40±0,07ab	7,74±0,03a
EC (µS/cm)	1101,57±128,27abc	817,33±23,47bcd	822,14±44,39bcd	813,71±39,57cd	746,71±44,62cd	697,37±62,49d	770,16±73,71cd	828,85±98,95bcd	1224,66±160,29ab	1327,5±103,61a
Çözünmüş oksijen (mg/L)	3,16±0,37	3,67±0,36	3,33±0,10	2,8143±0,48	2,27±0,39	2,27±0,66766	2,4467±0,87	3,36±0,86	3,02±0,82	3,6383±0,9358
Kalsiyum (Ca) (mg/L)	80,27±6,84b	82,27±8,03b	81,83±6,09b	84,93±6,35b	79,72±6,61b	84,94±7,03b	90,27±9,19b	93,3259±9,32b	173,51±21,49a	175±17,07a
Magnezyum (Mg) (mg/L)	16,68±1,62b	13,95±1,18b	13,06±0,79b	13,60±1,001b	12,91±0,93b	13,20±0,99b	13,53±1,16b	13,95±1,20b	23,70±2,34a	25,1143±1,48a
Sodyum (Na) (mg/L)	93,3486±16,98	79,32±6,37	69,23±6,33	65,06±5,10	60,64±5,65	50,16±7,27	56,32±9,03	64,46±10,80	62,93±7,75	70,32±3,71296
Potasyum (K) (mg/L)	37,92±16,47	19,11±1,96	21,1857±2,91	20,21±2,65	18,97±2,29	14,36±2,09678	16,35±2,58	26,1408±11,33	35,67±4,54	39,14±2,05
Karbonat (CO ₃ ²⁻) (me/L)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bikarbonat (HCO ₃ ⁻) (me/L)	5,28±0,27abc	4,18±0,29bc	4,18±0,24c	4,2467±0,40bc	4,23±0,25bc	4,14±0,30c	4,49±0,26048abc	4,2374±0,42bc	6,47±0,80a	6,28±0,82ab
Klor (Cl ⁻) (me/L)	2,96±0,65abc	2,40±0,16abc	2,53±0,21abc	2,4134±0,21abc	2,14±0,20bc	1,75±0,25c	2,048±0,31454bc	2,4146±0,39abc	3,8643±0,61707ab	4,0893±0,51a
Nitrit (NO ₂ -N) (mg/L)	0,004±0,004	0,17±0,16	0,35±0,28	0,4923±0,28	0,33±0,28	0,17±0,12	0,1667±0,16	0,1754±0,14	0,2465±0,16979	0,82±0,39
Nitrat (NO ₃ -N) (mg/L)	0,03±0,016b	2,62±1,60b	0,95±0,60b	1,2961±0,62b	1,17±0,73b	2,438±0,79b	1,741±0,88225b	1,9804±0,92b	33,98±12,86a	48,13±7,05a

Tablo 4.4 (devam): Su örneklerinin fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreleri için tek yönlü varyans analizi sonuçları.

Parametreler	İstasyonlar									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Amonyum (NH₄-N) (mg/L)	56,16±24,041a	9,49±3,01b	11,85±1,80b	10,9943±1,99b	12,01±2,25b	10,34±2,43b	10,71±3,17b	12,1357±3,18b	16,63±7,3424ab	21,71±9,23ab
Sülfat (SO₄²⁻) (mg/l)	97,99±14,26b	122,20±11,55ab	87,93±5,41b	95,9762±5,39b	94,07±9,40b	76,90±7,28b	77,42±11,74b	79,9942±10,30b	120,91±16,78ab	150,49±12,11a
Fosfor (P) (µg/L)	5432,84±644,41a	962,11±494,61b	1917,52±420,22b	1599,0871±344,79b	1663,07±364,91b	935,32±258,82b	1260,45±260,64b	1966,56±949,50b	1334,81±438,08b	831,5±229,8b
Fosfat (PO₄³⁻) (mg/L)	5,87±1,06a	0,78±0,30b	2,008±0,35b	1,63±0,38b	1,67±0,41b	1,1303±0,31359b	1,24±0,38b	1,1863±0,33363b	1,92±0,47b	1,3584±0,157b
Bromür (Br) (mg/L)	0,151±0,033	0,546±0,238	0,07±0,012	0,051±0,015	0,052±0,019	2,001±1,868	0,205±0,077	0,352±0,216	0,306±0,029	0,343±0,017
Florür (F) (mg/L)	0,404±0,059	0,238±0,018	0,5±0,194	2,541±1,720	0,358±0,142	0,811±0,384	0,231±0,015	0,945±0,679	0,25±0,008	0,385±0,134
AKM (mg/L)	0,106±0,029a	0,08±0,02ab	0,05±0,01ab	0,03±0,006ab	0,03±0,008ab	0,04±0,005ab	0,038±0,006ab	0,0366±0,006ab	0,07±0,03ab	0,0153±0,004b
TDS (mg/L)	762,85±120,31a	545,5±33,69ab	504,71±33,01b	475,14±41,52b	475,42±28,05b	461±24,05203b	487,66±29,23b	485,42±48,5b	811,83±52,92a	792,5±74,50a
Sertlik (mg CaCO₃/L)	15,86±1,02b	14,70±1,37b	14,44±1,01b	15±1,10b	14,11±1,12b	14,90±1,19b	15,73±1,54b	16,25±1,57b	29,67±3,52a	30,23±2,69a
RSC (me/L)	-0,38±0,13a	-1,0±0,29a	-0,97±0,31a	-1,10±0,41a	-0,84±0,26a	-1,14±0,24a	-1,12±0,31a	-1,56±0,66ab	-4,12±1,23bc	-4,51±0,98c
SAR	2,44±0,46a	2,14±0,15ab	1,89±0,16ab	1,74±0,13ab	1,67±0,14ab	1,31±0,15b	1,44±0,19ab	1,61±0,21ab	1,17±0,09b	1,31±0,06b

* Aynı satırda farklı küçük harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0,05).

Tablo 4.5'te su örneklerinin organik ve bakteriyolojik parametreleri için tek yönlü varyans analizi sonuçları yer almaktadır. Tez çalışmasında tek yönlü varyans analizi ile gerçekleştirilen analizlerde istasyonlarda ölçülen su örneklerinin organik ve bakteriyolojik parametreleri için istasyonlar arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılığın bulunup bulunmadığı araştırılmıştır. Gres ve yağ parametresi dışında yer alan parametrelerin tamamında ölçüm yapılan 10 istasyonun en az ikisinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli bir farkın bulunduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$).

KOİ ve BOİ ölçümlerinde en yüksek değerler 1. istasyonda elde edilmiştir. KOİ parametresinde istasyonlar arasında oluşan farklılık 1. istasyondan kaynaklanmaktadır. Ayrıca 2, 3, 4, 5 ve 6. İstasyonlarda ölçülen değerlerin ortalamaları arasında istatistiksel açıdan bir farklılık bulunmamaktadır, bu istasyonlar aynı grupta yer almışlardır. 1. İstasyon Kırklareli deresinin yerleşim yerinin hemen sonrası ve arıtma tesisine girmeden önceki bir nokta olduğu için KOİ ve BOİ değerleri diğer istasyonlara göre yüksek ölçülmüştür. En düşük KOİ değeri 10. İstasyonda 18,42 mg/L, en yüksek değeri 1. İstasyonda 397,031 mg/L olarak ölçülmüştür. En düşük BOİ değeri 10. İstasyonda 9,16 mg/L, en yüksek 1. İstasyonda 280,71 mg/L olarak ölçülmüştür.

Fekal koliform ve toplam koliform parametrelerinde ölçülen en yüksek değerler 5. İstasyonda yer almaktadır. En düşük toplam koliform değeri 10. İstasyonda 5150 CFU/100 ml, en yüksek 5. İstasyonda 261.285 CFU/100 ml olarak ölçülmüştür. En düşük fekal koliform değeri 10. İstasyonda 4.200 CFU/100 ml, en yüksek 5. İstasyonda 171.428 CFU/100 ml olarak ölçülmüştür. 5. İstasyonun yol kenarı ile kesiştiği nokta olması sebebi ile akarsuyun beşeri ve hayvansal atıklara daha fazla maruz kalmıştır. Bu durumun koliform grubu bakterilerin artışına sebep olabileceği düşünülmektedir.

Tablo 4.5: Su örneklerinin organik ve bakteriyolojik parametreleri için tek yönlü varyans analizi sonuçları.

Parametreler	İstasyonlar									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
KOİ (mg/L)	397,031 ±68,24a	110,2133 ±50,74ab	189,10± 60,97ab	178,24± 63,72ab	124±40, 64ab	83,35±4 6,03ab	77,5386±4 1,62b	231,73± 149,30ab	58,83±39, 26b	18,42±4, 63b
BOİ (mg/L)	280,71± 51,62a	54,16±1 6,80b	112,85± 31,14ab	98,57±3 0,68ab	82,851± 30,91b	52,85±3 0,99b	44,2857±2 8,56b	137,1429 ±83,63ab	25,83±14, 85b	9,16±0,8 3b
Gres ve Yağ (mg/L)	0,0002± 0,00007	0,0003± 0,00009	0,0003± 0,00014	0,0003± 0,00006	0,0003± 0,00009	0,0003± 0,00008	0,0003±0, 00007	0,0003± 0,00009	0,0003±0, 00006	0,0002± 0,00006
Fekal Koliform (CFU/100 ml)	119000± 7473,76b	39233,33 ±5483,1 6c	146714,2 8±8648, 46ab	162857,1 4±7554, 33a	171428,5 7±10281 ,41a	157285, 71±7766 ,57ab	157285,71 ±11608,11 ab	154000± 8482,47a b	161833,33 ±467,19a	4200±26 8,32c
Toplam Koliform (CFU/100 ml)	153857,1 429±139 92,22b	64100±4 975,071c	198000± 17479,23 9ab	222428,5 7±21626 ,54ab	261285,7 143±200 46,03a	223857, 1429±13 786,516a b	241142,85 71±19295, 23a	232857,1 429±199 61,18a	243500±1 9790,14a	5150±41 1,50c

* Aynı satırda farklı küçük harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0,05).

Tablo 4.6’da su örneklerinin ağır metal parametreleri için tek yönlü varyans analizi sonuçları yer almaktadır. Tez çalışmasında yer alan su örneklerinin ağır metal parametreleri için istasyonlar arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılığın bulunup bulunmadığı araştırılmıştır.

Analiz sonuçları sadece vanadyum parametresinin ölçülen değerleri bakımından istasyonlar arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılığın olduğunu göstermektedir (p<0.05). Gruplar arasında ortaya çıkan istatistiksel farklılığın 9 ve 10 numaralı istasyondan kaynaklandığı görülmektedir. En düşük vanadyum değeri 1. İstasyonda 1,107 µg/L, en yüksek değeri 10. İstasyonda 5,906 µg/L olarak ölçülmüştür. WHO ya göre içme suyunda bulunması gereken Vanadyum içeriği 10µg/L yi geçmemelidir (Poyraz, 2014). Bizim çalışmamızda vanadyum miktarı WHO’nun verilerine göre düşük kalmıştır.

Kurşun, bakır, çinko, krom, demir, mangan, kobalt, nikel, bor, kalay, alüminyum, kadmiyum, kükürt, titanyum, civa, arsenik, selenyum ve antimon elementlerinin ölçüm değerleri bakımından istasyonlar arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık bulunmamaktadır (p>0,05).

Kurşunun en düşük değeri 2. İstasyonda 1,561 µg/L, en yüksek değeri 8. İstasyonda 10,48 µg/L olarak ölçülmüştür.

Tablo 4.6: Su örneklerinin ağır metal parametreleri için tek yönlü varyans analizi sonuçları.

Parametreler	İstasyonlar									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kurşun (Pb) (µg/L)	10,05±2,485	1,561±0,523	4,417±0,842	4,258±0,987	6,335±2,909	8,317±4,490	8,222±4,371	10,48±2,790	3,803±1,493	3,298±1,992
Bakır (Cu) (µg/L)	0,731±0,472	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
Çinko (Zn) (µg/L)	8,865±4,824	4,265±2,968	1,882±1,882	1,948±1,948	1,648±1,016	1,265±1,265	0,211±0,211	4,881±4,443	0,401±0,401	0±0
Krom (Cr) (µg/L)	3,925±3,854	0,001±0,001	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
Demir (Fe) (µg/L)	55,61±17,06	7,353±3,667	17,31±6,761	18,63±6,960	35,93±20,29	50,05±31,84	48,93±31,38	61,40±19,24	18,44±9,147	18,03±13,92
Mangan (Mn) (µg/L)	89,12±32,83	62,34±32,83	90,58±29,80	65,30±12,65	81,59±34,79	88,73±38,91	91,82±39,92	107,0±42,05	57,61±33,68	74,79±36,39
Kobalt (Co) (µg/L)	0,397±0,397	0±0	0±0	0±0	0,017±0,011	0,014±0,010	0±0	0±0	0,011±0,011	0,03±0,026
Nikel (Ni) (µg/L)	1,15±0,850	0,206±0,146	0,075±0,075	0±0	0,111±0,080	0,048±0,037	0,098±0,076	0,158±0,158	0,133±0,093	0,141±0,104
Bor (B) (µg/L)	324,8±211,3	160,7±11,78	115,4±11,14	115,0±10,98	108,8±10,79	86,94±12,49	85,47±11,94	87,56±13,50	93,25±13,34	107,5±6,514
Kalay (Sn) (µg/L)	9,561±5,029	2,923±0,721	4,832±0,911	5,331±1,600	3,515±0,639	2,078±0,882	2,695±0,910	3,151±0,934	3,731±0,821	2,915±1,230
Alüminyum (Al) (µg/L)	10,57±2,258	4,891±0,606	6,572±1,811	6,892±1,935	18,86±14,45	26,14±22,02	25,68±21,65	18,69±12,63	7,373±2,439	14,29±9,087
Kadmiyum (Cd) (µg/L)	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0,002±0,002	0±0	0,005±0,005
Kükürt (S) (mg/L)	28,80±4,245	31,23±5,708	21,55±3,890	19,43±2,828	20,31±3,851	19,28±4,007	19,53±4,078	21,26±4,456	43,98±18,97	46,27±17,93
Vanadyum (V) (µg/L)	1,107±0,309b	1,246±0,498b	1,134±0,390b	1,271±0,406b	1,127±0,396b	1,827±0,476b	1,91±0,453b	1,748±0,445b	5,088±1,236a	5,906±1,251a
Titanyum (Ti) (µg/L)	17,95±12,46	0,151±0,151	0,307±0,290	0,052±0,039	2,941±2,358	4,097±3,824	4,021±3,782	2,917±2,252	0,308±0,308	2,036±1,586
Civa (Hg) (µg/L)	0,26±0,110	0,056±0,052	0,628±0,389	0,76±0,510	0,205±0,141	0,21±0,143	0,528±0,360	0,162±0,085	0,311±0,168	0,071±0,062
Arsenik (As) (µg/L)	3,897±1,963	2,998±0,697	3,041±0,601	3,594±0,691	3,545±0,730	2,934±0,582	3,035±0,613	2,971±0,584	5,873±0,952	6,323±1,358a
Selenyum (Se) (µg/L)	0,731±0,167	0,513±0,197	0,535±0,190	0,532±0,189	0,638±0,169	0,604±0,166	0,681±0,182	0,665±0,179	0,611±0,144	0,531±0,152
Antimon (Sb) (µg/L)	0,822±0,644	0,786±0,502	0,588±0,403	0,808±0,600	0,635±0,440	0,65±0,466	0,674±0,436	0,674±0,477	0,768±0,500	0,833±0,562

* Aynı satırda farklı küçük harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0,05).

Bakır 1. İstasyonda 0,731 µg/L olarak en yüksek değer ölçülmüşken diğer istasyonlarda bakır tespit edilememiştir.

Çinko 10. İstasyonda tespit edilememişken, en yüksek değeri 1. İstasyonda 8,865 µg/L olarak ölçülmüştür.

Krom 1. İstasyonda 3,925 µg/L olarak en yüksek değer ölçülmüşken diğer istasyonlarda krom tespit edilememiştir.

Demirin en düşük değeri 2. İstasyonda 7,353 µg/L, en yüksek değeri 8. İstasyonda 61,40 µg/L olarak ölçülmüştür.

Manganın en düşük değeri 9. İstasyonda 57,61 µg/L, en yüksek değeri 8. İstasyonda 107,0 µg/L olarak ölçülmüştür.

Kobalt 2,3,4,7 ve 8. İstasyonlarda tespit edilememişken, en yüksek değeri 1. İstasyonda 0,397 µg/L olarak ölçülmüştür.

Nikel 4. İstasyonda tespit edilememişken en yüksek değeri 1. İstasyonda 1,15 µg/L olarak ölçülmüştür.

Borun en düşük değeri 7. İstasyonda 85,47 µg/L, en yüksek değeri 1. İstasyonda 324,8 µg/L olarak ölçülmüştür.

Kalayın en düşük değeri 6. İstasyonda 2,078 µg/L, en yüksek değeri 1. İstasyonda 9,561 µg/L olarak ölçülmüştür.

Alüminyumun en düşük değeri 2. İstasyonda 4,891 µg/L, en yüksek değeri 6. İstasyonda 26,14 µg/L olarak ölçülmüştür.

Kadmiyum 10. İstasyonda 0,005 µg/L olarak en yüksek değer ölçülmüşken diğer istasyonlarda kadmiyum tespit edilememiştir.

Kükürtün en düşük değeri 6. İstasyonda 19,28 mg/L, en yüksek değeri 10. İstasyonda 46,27 mg/L olarak ölçülmüştür.

Titanyumun en düşük değeri 4. İstasyonda 0,052 µg/L, en yüksek değeri 1. İstasyonda 17,95 µg/L olarak ölçülmüştür.

Civanın en düşük değeri 10. İstasyonda 0,071 µg/L, en yüksek değeri 4. İstasyonda 0,76 µg/L olarak ölçülmüştür.

Arsenik'in en düşük değeri 6. İstasyonda 2,934 µg/L, en yüksek değeri 10. İstasyonda 6,323 µg/L olarak ölçülmüştür.

Selenyumun en düşük değeri 2.istasyonda 0,513 µg/L, en yüksek değeri 1.istasyonda 0,731 µg/L olarak ölçülmüştür.

Antimonun en düşük değeri 3. İstasyonda 0,588 µg/L, en yüksek değeri 10. istasyonda 0,833 µg/L olarak ölçülmüştür.

4.1.3. Su örneklerinin korelasyon analizi

Tablo 4.7'de su örneklerinin fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreleri için korelasyon analizi sonuçları yer almaktadır. Analiz sonuçları incelendiğinde EC parametresinin Mg, Cl ile; Ca parametresinin Mg ve sertlik ile, Mg parametresinin sertlik parametresi ile; Na parametresinin SAR ile istatistiksel açıdan anlamlı pozitif yönlü ve oldukça güçlü bir ilişkinin olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra Ca parametresinin RSC ile; Sertlik parametresinin RSC ile istatistiksel açıdan anlamlı negatif yönlü ve güçlü bir ilişkinin olduğu görülmüştür. Ayrıca EC parametresinin K, TDS ve sertlik parametreleri ile; Ca parametresinin nitrat ile, Mg parametresinin Cl, Nitrat, TDS ve RSC ile; Na parametresinin K ile; Cl parametresinin TDS ile; Nitrat parametresinin sertlik ile; Fosfor parametresinin fosfat ile istatistiksel açıdan anlamlı pozitif yönlü ve güçlü bir ilişkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Nitrat parametresinin sertlik ile istatistiksel açıdan anlamlı negatif yönlü ve güçlü bir ilişkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Aralarında pozitif yönlü güçlü ilişki bulunan değişkenler için: bir değişkende meydana gelen artışlar ile bahsi geçen parametrelerin ölçüm değerlerinin de artış eğiliminde olduğu yorumu yapılabilmektedir.

Tablo 4.7: Su örneklerinin fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreleri için korelasyon analizi sonuçları.

	pH	EC (µS/cm)	DO (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Bikarbonat (me/L)	Cl (me/L)	Nitrit (mg/L)	Nitrat (mg/L)	Amonyum (mg/L)	Sülfat (mg/L)	Fosfor (µg/L)	Fosfat (mg/L)	AKM (mg/L)	TDS (mg/L)	Sertlik (mg CaCO ₃ /L)	RSC (me/L)	SAR	Florür (mg/L)	Bromür (mg/L)	
pH	,	,247*	0,119	,310*	,387**	-0,046	0,134	,280*	0,238	0,198	,354**	0,166	0,024	-0,004	0,03	-0,2	,262*	,351**	-,271*	-0,204	-0,237	0,143	
EC (µS/cm)	,	,	-0,037	,732**	,862**	,648**	,775**	,614**	,906**	0,154	,611**	,377**	,536**	,297*	,355**	-0,145	,794**	,775**	-,605**	,342**	0,027	0,001	
DO (mg/L)	,	,	,	0,166	0,157	-0,14	-0,068	-0,136	-0,117	,387**	,260*	-0,037	,349**	-0,2	-0,11	-0,061	0,069	0,166	-,322**	-0,199	-0,074	-0,089	
Ca (mg/L)	,	,	,	,	,911**	0,166	,386**	,663**	,651**	,409**	,836**	-0,154	,677**	-0,149	-0,149	-0,194	,535**	,992**	-,863**	-,246*	-0,035	-0,01	
Mg (mg/L)	,	,	,	,	,	,448**	,647**	,681**	,767**	,321**	,760**	0,19	,652**	0,038	0,088	-0,117	,740**	,939**	-,778**	0,055	-0,031	-0,024	
Na (mg/L)	,	,	,	,	,	,	,761**	,272*	,612**	-0,123	0,013	,518**	0,222	,520**	,496**	0,149	,515**	0,219	-0,101	,907**	0,04	0,016	
K (mg/L)	,	,	,	,	,	,	,	,274*	,709**	0,021	,287*	,650**	,250*	,406**	,412**	-0,131	,723**	,435**	-,391**	,571**	0,051	-0,029	
Bikarbonat (me/L)	,	,	,	,	,	,	,	,	,640**	0,11	,375**	0,065	,348**	0,136	0,169	0,117	,577**	,690**	-0,214	-0,017	-0,08	0	
Cl (me/L)	,	,	,	,	,	,	,	,	,	0,085	,516**	,374**	,394**	0,161	,241*	-0,155	,733**	,681**	-,461**	,355**	0,098	0,084	
Nitrit (mg/L)	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,393**	-0,132	,417**	-,280*	-0,141	-,314**	0,129	,395**	-,454**	-,289*	-0,066	-0,073	
Nitrat (mg/L)	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	-0,067	,599**	-,267*	-0,129	-0,226	,463**	,831**	-,852**	-,305*	-0,096	-0,029	
Amonyum (mg/L)	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	-0,056	,337**	,623**	0,061	,579**	-0,084	0,159	,564**	-0,025	-0,021	
Sülfat (mg/L)	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	-0,168	-0,115	-0,128	,392**	,668**	-,652**	-0,045	-0,017	-0,085	
Fosfor (µg/L)	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,794**	,367**	0,214	-0,074	0,197	,538**	0,091	-0,036	
Fosfat (mg/L)	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,361**	,377**	-0,075	0,222	,552**	-0,021	-0,064	
AKM (mg/L)	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	-0,102	-0,173	,319**	0,231	-0,075	-0,05	
TDS (mg/L)	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,585**	-,376**	,286*	-0,056	-0,071	
Sertlik (mg CaCO ₃ /L)	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	-,855**	-0,198	-0,035	-0,015	
RSC (me/L)	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,254*	-0,01	0,019	
SAR	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	0,042	0,024
Florür (mg/L)	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	-0,049
Bromür (mg/L)	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,

*p<0,05, **p<0,01

Tablo 4.8’de su örneklerinin organik ve bakteriyolojik parametreleri için korelasyon analizi sonuçları yer almaktadır. Burada ölçüm yapılan parametrelerin değerleri arasında istatistiksel olarak önemli doğrusal bir ilişkinin bulunup bulunmadığı araştırılmıştır. Analiz sonuçları KOİ ve BOİ değişkenleri ile fekal koliform ve toplam koliform değişkenleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı pozitif yönlü ve çok güçlü bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

Aralarında pozitif yönlü güçlü ilişki bulunan değişkenler için: KOİ de meydana gelen artışlar ile BOİ parametresinin ve toplam koliformda meydana gelen artışlar ile birlikte fekal koliform parametresinin ölçüm değerlerinin de artış eğiliminde olduğu yorumu yapılabilmektedir.

Tablo 4.8: Su örneklerinin organik ve bakteriyolojik parametreleri için korelasyon analizi sonuçları.

	KOI (mg/L)	BOİ (mg/L)	Gres ve Yağ (mg/L)	Fekal Koliform (CFU/100 ml)	Toplam Koliform (CFU/100)
KOI (mg/L)	.	0.959**	0.072	0.09	-0.008
BOİ (mg/L)	.	.	0.016	0.088	-0.041
Gres ve Yağ (mg/L)	.	.	.	0.048	0.198
Fekal Koliform (CFU/100 ml)	0.885**
Toplam Koliform (CFU/100 ml)

*p<0,05, **p<0,01

Tablo 4.9’da su örneklerinin ağır metal parametreleri için korelasyon analizi sonuçları yer almaktadır. Analiz sonuçları incelendiğinde kurşun parametresinin demir ile; krom parametresinin kobalt, nikel, bor ve titanyum ile; demir parametresinin alüminyum parametresi ile, kobalt parametresinin nikel, bor ve titanyum ile; nikel parametresinin bor ve titanyum ile istatistiksel açıdan anlamlı pozitif yönlü ve oldukça güçlü bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra kurşun parametresinin alüminyum ile; krom parametresinin kalay parametresi ile, kobalt parametresinin kalay ile; nikel parametresinin kalay ve titanyum ile; bor parametresinin kalay ve titanyum ile istatistiksel açıdan anlamlı pozitif yönlü ve güçlü bir ilişkinin olduğu görülmektedir.

Tablo 4.9: Su örneklerinin ağır metal parametreleri için korelasyon analizi sonuçları.

	Kurşun (µg /L)	Bakır (µg /L)	Çinko (µg /L)	Krom (µg /L)	Demir (µg /L)	Mangan (µg /L)	Kobalt (µg /L)	Nikel (µg /L)	Bor (µg /L)	Kalay (µg /L)	Aliminyum (µg /L)	Kadmiyum (µg /L)	Kükürt (mg /L)	Vanadyum (µg /L)	Titanyum (µg /L)	Civa (µg /L)	Arsenik (µg /L)	Selenyum (µg /L)	Antimon (µg /L)
Kurşun (µg /L)	.	0,042	0,212	,298*	,988**	0,109	,299*	,318**	,266*	,384**	,840**	0,027	-0,186	0,018	,638**	-0,056	-0,01	-0,15	0,166
Bakır (µg /L)	.	.	0,125	-0,019	0,029	0,157	-0,025	0,136	-0,014	-0,069	-0,023	-0,03	0,102	-0,066	0,097	-0,007	-0,121	-0,013	-0,098
Çinko (µg /L)	.	.	.	,595**	0,195	0,208	,589**	,690**	,574**	,464**	-0,07	,259*	-0,072	-,274*	,539**	0,065	,378**	-0,098	,511**
Krom (µg /L)	,276*	0,083	,997**	,927**	,982**	,842**	0,008	-0,022	-0,054	-0,121	,872**	0,072	,554**	0,018	,393**
Demir (µg /L)	0,089	,277*	,300*	,251*	,368**	,876**	0,029	-0,156	0,056	,630**	-0,061	0,029	-0,18	0,203
Mangan (µg /L)	0,098	,284*	0,136	0,058	-0,121	0,191	,244*	0,055	0,084	,282*	0,148	-0,229	-0,02
Kobalt (µg /L)	,925**	,977**	,836**	0,014	-0,025	-0,059	-0,103	,873**	0,068	,550**	0,027	,388**
Nikel (µg /L)	,922**	,735**	0,013	0,134	0,136	-0,091	,866**	0,137	,530**	0,046	,333**
Bor (µg /L)	,848**	-0,015	-0,018	0,018	-0,09	,842**	0,11	,581**	-0,061	,358**
Kalay (µg /L)	0,14	-0,108	-0,097	-0,033	,780**	0,006	,530**	-0,2	,332**
Aliminyum (µg /L)	-0,043	-0,13	0,202	,441**	-0,134	-0,077	-0,098	0,039
Kadmiyum (µg /L)	,542**	0,17	-0,015	-0,026	0,21	0,057	-0,036
Kükürt (mg /L)	,413**	-0,057	0,145	,381**	-0,207
Vanadyum (µg /L)	-0,041	-0,065	0,209	-0,152	-,341**
Titanyum (µg /L)	0,032	,431**	-0,002	,339**
Civa (µg /L)	0,134	-0,196	0,035
Arsenik (µg /L)	-,344**	,527**
Selenyum (µg /L)	-,407**
Antimon (µg /L)

*p<0,05, **p<0,01

4.2. Su Örneklerinin Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Açısından ve ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırma Sistemine Göre Sınıflandırılması

Kırklareli Deresi su örneklerinin mevsimsel olarak fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreleri için Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri sınıflandırılması ve ABD Tuzluluk Laboratuvarı sınıflandırma sistemine göre sınıflandırması Tablo 4.10'da gösterilmiştir.

pH parametresi ile kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde 6,5-8,5 arasında kalarak I. sınıf kalitede olduğu ve suyun alkali özellik gösterdiği tespit edilmiştir.

EC (İletkenlik) parametresi ile kış, ilkbahar, yaz mevsimlerinde II. sınıf kalitedeyken, sonbahar mevsiminde III. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. Sonbahar mevsiminde çözülmüş tuz miktarının artması ile iletkenlikte artış göstermiştir. EC değeri tüm mevsimlerde 750-2250 mS/cm aralığında kaldığı için ABD Tuzluluk Laboratuvarı sınıflandırma sistemine göre C3 sınıfında olduğu tespit edilmiştir. C3, fazla miktarda tuz içeren yani yüksek tuzlu sular sınıfına girmektedir.

ÇO (çözülmüş oksijen) parametresi ile kış ve ilkbahar mevsimlerinde III. sınıf kalitedeyken, yaz ve sonbahar mevsimlerinden dolayı IV. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklığın artışı ile sudaki tuz konsantrasyonu da artmaktadır. Hem sıcaklık hem de tuzluluk artışı sucul organizmaların oksijen ihtiyacını arttırdığından, suda çözülmüş oksijen miktarını düşürmektedir. Çalışmamızdaki akarsuyun akış hızı çok yavaş olduğundan sıcaklığın azalmaya başlaması sonbahar mevsiminden sonrasına kalmaktadır. Bu da yaz mevsiminde olduğu gibi sonbahar mevsiminde de çözülmüş oksijen miktarının azalmasına sebep olmaktadır.

Na (sodyum) parametresi ile tüm mevsimlerde I. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir.

Sodyum katyonunun varlığı tuzluluk göstergesidir. SAR parametresi açısından değerlendirmeye alındığında, ABD Tuzluluk Laboratuvarı sınıflandırma sistemine göre Na^+ zararlılık seviyesi S1'dir. S1, düşük sodyumlu sular sınıfına girmektedir. Akarsuyun S1 sınıfında olması Na^+ yönünden tarımsal sulama amaçlı kullanımında bir sakınca olmadığını göstermektedir.

Nitrit azotu parametresi ile yaz mevsiminde I. sınıf kalitede ve sonbahar mevsiminde III. sınıf kalitedeyken, kış, ilkbahar mevsimlerinden dolayı IV. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. Suni gübreler içinde yer alan nitrit azotu yağışların artması ile toprağın yıkanması sonucu akarsuya ulaştığı düşünülmektedir. Bu yüzden sulama mevsiminden sonra akarsuda nitrit azotunda artış görülmeye başlanmıştır.

Nitrat azotu parametresi ile yaz ve sonbahar mevsimlerinde II. sınıf kalitedeyken, kış ve ilkbahar mevsimlerinden dolayı III. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. Nitrat azotu parametresi de tıpkı nitrit azotu parametresi gibi suni gübrelerde yer almaktadır. Bu yüzden sonbahar mevsiminden sonra yavaşça arttığı görülmektedir. Çiftçinin kullandığı gübre miktarına göre de oranların değiştiği düşünülmektedir.

Amonyum azotu parametresi ile tüm mevsimlerde IV. Sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. Birçok organik madde ve bitkisel proteinlerin ayrışması sonucu amonyum meydana gelebilmektedir. Kanalizasyon atıklarının çalılışan dereye deşarj edildiğini ve tarım faaliyetleri neticesinde kullanılan gübrelerden gelebilecek amonyum azotlarının olduğunu düşünürsek bu parametrenin yüksek çıkmasının normal olduğu sonucuna varılabilir.

Sülfat iyonu parametresi ile tüm mevsimlerde I. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. Sularda sülfatın görülmesi beşeri bir kirlilik olduğunu göstermektedir. Ancak tarımsal sulama açısından I. sınıf kalitede olması riskli bir durumun olmadığını göstermektedir.

Fosfor parametresi ile kış mevsiminde II. sınıf kalitedeyken, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinden dolayı IV. Sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. Fosforlu gübrelerden toprağın yıkanması sonucu akarsuya ulaşan bir parameteredir.

Florür iyonu parametresi ile kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde I. sınıf kalitedeyken, sonbahar mevsiminden dolayı II. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. Florür akarsuyun bulunduğu ortamın jeolojik yapısından ya da sanayileşme ile gelen endüstriyel atıklardan kaynaklanabilmektedir. Sonbahar mevsiminde toprağın yıkanması ile florür miktarında az da olsa bir artış gözlemlenmiştir.

Su örneklerinin fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreleri için KYSKK'ya göre mevsimsel olarak kalite sınıfının IV. sınıf olduğu, ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırma sistemine göre ise C3S1 sınıfında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.10: Su örneklerinin mevsimsel olarak fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreleri için KYSKK'ya göre sınıflandırılması.

Parametreler	Mevsim				KYSKK
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	
pH	7,50	7,28	7,34	7,57	I
EC (µS/cm)	758,70	974,17	802,75	1023,50	III
Çözünmüş oksijen (mg/L)	4,49	3,38	2,24	1,83	IV
Kalsiyum(Ca) (mg/L)	104,51	108,43	85,24	105,26	
Magnezyum (Mg) (mg/L)	16,21	16,43	14,20	16,51	
Sodyum (Na) (mg/L)	55,72	65,83	70,33	73,27	
Potasyum (K) (mg/L)	18,88	26,70	23,75	25,73	
Karbonat (CO ₃ ⁻²)(me/L)	0,00	0,00	0,00	0,00	
Bikarbonat (HCO ₃ ⁻)(me/L)	4,22	4,79	4,36	5,88	
Klor (Cl ⁻) (me/L)	2,10	2,78	2,07	3,67	
Nitrit (NO ₂ -N) (mg/L)	0,44	0,51	0,00	0,10	IV
Nitrat (NO ₃ -N) (mg/L)	12,54	11,23	5,58	5,52	III
Amonyum (NH ₄ -N) (mg/L)	18,65	20,15	14,53	13,74	IV
Sülfat (SO ₄ ⁻²) (mg/l)	102,39	114,07	86,20	77,78	I
Fosfor (P) (µg/L)	328,74	1720,73	2328,05	2517,82	IV
Fosfat (PO ₄ ⁻³)(mg/L)	0,40	2,21	2,17	1,79	
Bromür (Br ⁻)(mg/L)	0,11	0,19	0,22	1,77	
Florür (F ⁻)(mg/L)	0,26	0,92	0,31	1,01	II
AKM (mg/L)	0,06	0,04	0,07	0,05	
TDS (mg/L)	536,80	615,80	519,35	604,20	
Sertlik(mg CaCO ₃ /L)	18,32	18,93	15,18	19,07	
RSC(me/L)	-2,33	-1,98	-1,05	-0,94	
SAR	1,35	1,62	1,86	1,81	
Tuzluluk ve Na ⁺ Zararlılığı Sınıfı	C3S1	C3S1	C3S1	C3S1	
KYSKK	IV	IV	IV	IV	
	I. Sınıf	II. Sınıf	III. Sınıf	IV. Sınıf	

Kırklareli Deresi su örneklerinin mevsimsel olarak organik ve bakteriyolojik parametreleri için Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri sınıflandırılması Tablo 4.11'de gösterilmiştir.

Tablo 4.11: Su örneklerinin mevsimsel olarak organik ve bakteriyolojik parametreleri için KYSKK'ya göre sınıflandırılması.

Parametreler	Mevsim				KYSKK
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	
KOİ (mg/L)	49,40	142,80	214,42	144,26	IV
BOİ (mg/L)	28,00	89,33	117,25	104,50	IV
Gres ve Yağ (mg/L)	0,000254	0,000260	0,000384	0,000136	I
Fekal Koliform (CFU/100 ml)	137070	110399	137590	148600	IV
Toplam Koliform (CFU/100 ml)	220295	9169881	206620	153790	IV
KYSKK	IV	IV	IV	IV	
	I. Sınıf	II. Sınıf	III. Sınıf	IV. Sınıf	

KOİ (kimyasal oksijen ihtiyacı) parametresi ile kış mevsiminde II. sınıf kalitedeyken, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinden dolayı IV. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. IV. sınıf kaliteye yükseldiği mevsimlerde kanalizasyon sularının etkisinin, hava sıcaklığının artması ve yağışın azalması ile beraber arttığı düşünülmektedir. Sonbahar mevsimindeki KOİ değeri yaz mevsimine göre nispeten daha az olmasına rağmen IV. sınıf kalitede kalmıştır.

BOİ (biyolojik oksijen ihtiyacı) parametresi ile tüm mevsimlerde IV. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. BOİ de tıpkı KOİ gibi paralel bir yükselme ve azalma göstermiştir. Bu değişimler KOİ değişim sebepleri ile aynıdır.

Gress ve yağ parametresi ile tüm mevsimlerde I. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. Evsel ve endüstriyel atıkların olmasına rağmen gress ve yağ parametresindeki artış Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri açısından I. sınıf kalite kriterinin üzerine çıkmamıştır.

Fekal koliform ve toplam koliform parametreleri ile de IV. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. Kanalizasyon atıklarından kaynaklanan koliform bakterilerin, her mevsimde yüksek oranlarda olduğu görülmüştür.

Kırklareli Deresi su örneklerinin mevsimsel olarak ağır metal parametreleri için Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri sınıflandırılması Tablo 4.12'de gösterilmiştir.

Tablo 4.12: Su örneklerinin mevsimsel olarak ağır metal parametreleri için KYSKK'ya göre sınıflandırılması.

Parametreler	Mevsim				KYSKK
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	
Kurşun (Pb)(µg/L)	15,52	5,24	2,49	5,68	II
Bakır (Cu)(µg/L)	0,00	0,09	0,00	0,25	I
Çinko (Zn)(µg/L)	0,92	3,29	0,49	5,51	I
Krom (Cr)(µg/L)	0,03	0,90	0,00	0,01	I
Demir (Fe)(µg/L)	106,73	25,94	5,95	31,38	I
Mangan (Mn)(µg/L)	72,24	82,54	19,24	188,36	II
Kobalt (Co)(µg/L)	0,02	0,09	0,01	0,01	I
Nikel (Ni)(µg/L)	0,12	0,22	0,00	0,68	I
Bor (B)(µg/L)	112,20	165,80	79,93	122,66	I
Kalay (Sn)(µg/L)	5,60	5,40	1,96	2,27	
Alüminyum (Al)(µg/L)	62,56	6,41	3,58	6,81	I
Kadmium (Cd)(µg/L)	0,00	0,00	0,00	0,01	I
Kükürt (S)(mg/L)	19,86	24,64	15,80	57,42	
Vanadyum (V)(µg/L)	3,55	2,19	1,63	2,24	
Titanyum (Ti)(µg/L)	9,69	3,46	0,10	3,80	
Civa (Hg)(µg/L)	0,00	0,41	0,00	0,97	III
Arsenik (As)(µg/L)	3,09	4,89	1,85	4,27	I
Selenyum (Se)(µg/L)	0,43	0,27	1,27	0,68	I
Antimon (Sb)(µg/L)	0,93	1,16	0,01	0,41	
KYSKK	II	II	I	III	
	I. Sınıf	II. Sınıf	III. Sınıf	IV. Sınıf	

Kurşun parametresi ile ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde I. sınıf kalitedeyken, kış mevsiminden dolayı II. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. Araba egzozundan çıkan gazların atmosfere ulaşması ve kış aylarında yağışlarla beraber akarsuya karışması neticesinde II. sınıf kaliteye yükselmiş olabileceği düşünülmektedir.

Mangan parametresi ile kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde I. sınıf kalitedeyken, sonbahar mevsiminden dolayı II. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. Mangan endüstriyel kaynaklı bir atık olduğundan sonbahar mevsimindeki sanayi çalışmalarına bağlı olarak yükselme eğiliminde olduğu düşünülmektedir.

Civa parametresi ile kış ve yaz mevsimlerinde I. sınıf kalitede, ilkbahar mevsiminde II. sınıf kalitedeyken, sonbahar mevsiminden dolayı III. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. Civa, endüstriyel bir atık olmasının yanı sıra evlerimizde de sıkça kullandığımız özellikle elektronik eşyalarda bulunabilmektedir. Bilinçsiz bir şekilde doğaya atılan elektronik

aletlerden oluşan çöplerden dolayı toprağa ve suya cıva parametresinin karışması kaçınılmaz olmaktadır.

Bakır, çinko, krom, demir, kobalt, nikel, bor, alüminyum, kadmiyum, arsenik ve selenyum parametreleri ile tüm mevsimlerde I. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir.

Kırklareli Deresi su örneklerinin istasyonlar bazında fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreleri için Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri ve ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılması Tablo 4.13'te gösterilmiştir.

pH parametresi ile tüm istasyonlarda I. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. Bütün istasyonlar alkali karakterdedir.

EC parametresi ile 2-3-4-5-6-7-8. istasyonlarda II. sınıf kalitedeyken, 1- 9- 10. istasyonlarda III. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. 1. istasyon Kırklareli yerleşim alanından gelen arıtma tesisine henüz girmemiş ilk nokta olmasından dolayı tuz konsantrasyonlarının yüksek oluşu ile EC parametresi de yüksektir. 9. ve 10. istasyonlar Kavaklı beldesine ait noktalardır. Bu noktalarda EC parametresinin, çifçinin salma sulama yöntemini kullanarak toprağın yıkanması sonucu tuz konsantrasyonların artması ile yükseldiği düşünülmektedir. Mevsimsel bazda bakıldığı gibi istasyonlar açısından da EC parametre değerleri 750-2250 mS/cm aralığında kaldığı için ABD Tuzluluk Laboratuvarı sınıflandırma sistemine göre C3 sınıfında olduğu tespit edilmiştir.

ÇO parametresi ile 1-2-3-8-9-10. istasyonlarda III. sınıf kalitedeyken, 4-5-6-7. istasyonlarda IV. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. 4. istasyon tekstil fabrikasından sonra su örneği alımı yapılan noktadır. Bu noktadan itibaren 8. istasyona kadar çözülmüş oksijen miktarının az olması tekstil fabrikasından salınan atıkların veya 4-5-6-7. istasyonların etrafındaki tarım arazilerinde kullanılan gübrelerin tuz konsantrasyonlarını arttırdığı düşünülmektedir.

Sodyum parametresi ile tüm istasyonlarda I. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir.

SAR parametresi açısından değerlendirmeye alındığında, ABD Tuzluluk Laboratuvarı sınıflandırma sistemine göre Na⁺ zararlılık seviyesi tüm istasyonlarda S1 sınıfındadır. İstasyonların S1 sınıfında olması Na⁺ yönünden tarımsal sulama amaçlı kullanımında bir sakınca olmadığını göstermektedir.

Nitrit azotu parametresi ile 1. istasyonda I. sınıf kalitede, 2-6-7-8-9. istasyonlarda II. sınıf kalitedeyken, 3-4-5-10. istasyonlarda IV. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. 1. istasyon yerleşim alanından çıkan ilk nokta olduğu için henüz suni gübreler ile bulaşma olmamıştır. 2. istasyon arıtma tesisinin çıkış noktasıdır. Bu noktada nitrit parametresinin II. sınıf kaliteye yükselmesi arıtma tesisinde uygulanan biyolojik arıtma sırasında organik azotun birçoğu amonyum ve diğer inorganik formlara dönüşür (Bernardes ve Klapwijk, 1996). Bu yüzden az da olsa nitrit parametresi 2. istasyonda yükselmiştir. 3, 4 ve 5. istasyonlarına yakın olan tarım arazilerindeki nitrit içerikli suni gübrelerin kullanım durmumunun arttığı ve bu yüzden toprağın yıkanması sonucu nitrit parametresinin IV. sınıf kaliteye yükseldiği düşünülmektedir. 6. istasyon Kavaklı belde yerleşim yerine girmeden önceki bir noktadır. 5. istayondan 6. istasyona kadar yaklaşık 5 km mesafe bulunmaktadır. Bu mesafe üzerindeki tarım arazilerindeki gübre kullanım durumu diğer istasyonlara göre farklılık gösterdiği ve bu yüzden nitrit parametresinde düşüş olduğu düşünülmektedir. Düşen nitrit konsantrasyonu 10. istasyonda tekrar artış göstererek IV. sınıf kaliteye yükselmiştir. 10. istasyon Kavaklı beldesindeki atıksu arıtma tesisinden çıkış noktasıdır. Bu noktadaki yükselme eğiliminin 2. istasyondaki yükselme eğilimi ile aynı nedenden olabileceği düşünülmektedir.

Nitrat azotu parametresi ile 1-2-3-4-5-6-7-8. istasyonlarda I. sınıf kalitedeyken, 9-10. istasyonlarda IV. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. 9. ve 10. istasyonlar Kavaklı beldesindeki çiftçilerin salma sulama yöntemini kullanmaları, azotlu gübreleri yoğunlukta kullanmaları ile fazlaca yıkanmaya maruz kalan topraktan gelen nitrat parametresi ile ani yükselişe sebep olduğu düşünülmektedir.

Amonyum azotu parametresi ile tüm istasyonlarda IV. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. Amonyum azotunun nitrit ve nitrat konsantrasyonlarından daha fazla çıkması nitrifikasyon olayının yeterli miktarda gerçekleşmediğini göstermektedir. Nitrifikasyon toprağın sıcaklığına, nem oranına, nitrifikasyon bakterilerinin yoğunluğuna, oksijen miktarına ve amonyum miktarına bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Stark and Firestone, 1995).

Sülfat iyonu parametresi ile tüm istasyonlarda I. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. Bütün istasyonlardaki sularda sülfat iyonunun varlığı evsel atıkların varlığını, beşeri bir kirlilik olduğunu gösterir. Ancak kalite açısından I. sınıfta olması tarımsal sulamaya uygun olduğunu göstermektedir.

Fosfor parametresi ile tüm istasyonlarda IV. Sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. Fosfor kirliliği daha çok evsel atıklardan, tarımda kullanılan fosforlu gübrelere kaynaklanmaktadır. Seçilen istasyonların yerleşim merkezlerinden ve tarım arazilerinden geliyor olması fosfor kirliliğinin oluşmasına en büyük etken olduğu düşünülmektedir.

Florür iyonu parametresi ile tüm istasyonlarda I. sınıf kalitedeyken, sadece 4. istasyondan dolayı IV. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. 4. istasyon tekstil fabrikasından sonraki bir nokta olup, buradaki florür parametresinin yükselmesi endüstriyel bir atık olarak akarsuya karıştığı düşünülmektedir.

Su örneklerinin fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreleri için KYSKK'ya göre her bir istasyondaki kalite sınıfının ayrı ayrı IV. sınıf olduğu, ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırma sistemine göre ise her bir istasyondaki kalite sınıfının C3S1 olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.13: Su örneklerinin istasyonlar bazında fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreleri için KYSKK'ya ve ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılması.

Parametreler	İstasyonlar										KYSKK
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
pH	7,57	6,95	7,18	7,28	7,27	7,45	7,39	7,39	7,40	7,74	I
EC (µS/cm)	1101,57	817,33	822,14	813,71	746,71	697,37	770,16	828,85	1224,66	1327,50	III
Çözünmüş oksijen (mg/L)	3,16	3,67	3,33	2,81	2,27	2,27	2,45	3,36	3,02	3,64	IV
Kalsiyum (Ca) (mg/L)	80,27	82,27	81,83	84,93	79,72	84,94	90,27	93,33	173,51	175,00	
Magnezyum (Mg) (mg/L)	16,68	13,95	13,06	13,60	12,91	13,20	13,53	13,95	23,70	25,11	
Sodyum (Na) (mg/L)	93,35	79,32	69,23	65,06	60,64	50,16	56,32	64,46	62,93	70,32	I
Potasyum (K) (mg/L)	37,92	19,11	21,19	20,21	18,97	14,36	16,35	26,14	35,67	39,14	
Karbonat (CO ₃ ²⁻) (me/L)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Bikarbonat (HCO ₃ ⁻) (me/L)	5,28	4,18	4,18	4,25	4,23	4,14	4,49	4,24	6,47	6,28	
Klor (Cl ⁻) (me/L)	2,96	2,40	2,53	2,41	2,14	1,75	2,05	2,41	3,86	4,09	
Nitrit (NO ₂ -N) (mg/L)	0,00	0,17	0,35	0,49	0,33	0,17	0,17	0,18	0,25	0,82	IV
Nitrat (NO ₃ -N) (mg/L)	0,03	2,62	0,95	1,30	1,17	2,44	1,74	1,98	33,98	48,13	IV
Amonyum (NH ₄ -N) (mg/L)	56,16	9,49	11,85	10,99	12,01	10,34	10,71	12,14	16,63	21,71	IV
Sülfat (SO ₄ ²⁻) (mg/l)	97,99	122,20	87,93	95,98	94,07	76,90	77,42	79,99	120,91	150,49	I
Fosfor (P) (µg/L)	5432,84	962,11	1917,52	1599,09	1663,07	935,32	1260,45	1966,56	1334,81	831,50	IV
Fosfat (PO ₄ ³⁻) (mg/L)	5,87	0,78	2,01	1,63	1,67	1,13	1,24	1,19	1,92	1,36	
Bromür (Br ⁻) (mg/L)	0,15	0,55	0,07	0,05	0,05	2,00	0,21	0,35	0,31	0,34	
Florür (F ⁻) (mg/L)	0,40	0,24	0,50	2,54	0,36	0,81	0,23	0,95	0,25	0,39	IV
AKM (mg/L)	0,11	0,08	0,05	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,07	0,02	
TDS (mg/L)	762,85	545,50	504,71	475,14	475,42	461,00	487,66	485,42	811,83	792,50	
Sertlik (mg CaCO ₃ /L)	15,86	14,70	14,44	15,00	14,11	14,90	15,73	16,25	29,67	30,23	
RSC (me/L)	-0,38	-1,00	-0,97	-1,10	-0,84	-1,14	-1,12	-1,56	-4,12	-4,51	
SAR	2,44	2,14	1,89	1,74	1,67	1,31	1,44	1,61	1,17	1,31	
Tuzluluk ve Na ⁺ Zararlılığı Sınıfı	C3S1	C3S1	C3S1	C3S1	C3S1	C3S1	C3S1	C3S1	C3S1	C3S1	
KYSKK	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	
	I. Sınıf		II. Sınıf		III. Sınıf		IV. Sınıf				

Kırklareli Deresi su örneklerinin istasyonlar bazında organik ve bakteriyolojik parametreleri için Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri sınıflandırılması Tablo 4.14'te gösterilmiştir.

KOİ (kimyasal oksijen ihtiyacı) parametresi ile 10. istasyonda I. sınıf kalitede, 9. istasyonda III. sınıf kalitedeyken diğer istasyonlardan dolayı IV. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. 10. sınıf istasyon Kavaklı beldesindeki arıtma tesisinin çıkış noktasıdır. Bu noktadaki su öreğinde KOİ parametresinin I. sınıf kaliteye kadar inmesi arıtma tesisinin

bu anlamda iyi çalıştığını göstermektedir. Diğer istasyonlardaki yüksek KOİ değerleri Kırklareli merkezden başlayan evsel ve endüstriyel atıkların kanalizasyona deşarjı ile baş ggöstermiş olup 9. istasyona kadar KOİ değerini IV. sınıf kalitede tutmuştur. 9. istasyonda KOİ değerinde nispeten bir düşüş yaşansada III. sınıf kalitede kalmıştır.

BOİ (biyolojik oksijen ihtiyacı) parametresi ile 10. istasyonda III. sınıf kalitedeyken, diğer istasyonlardan dolayı IV. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. BOİ değerinin neredeyse tüm istasyonlarda IV. sınıf kalitede olması atıkların temizlenemeden hatta üzerine yeni kirlilikler eklenerek 10. istasyona kadar gelmesidir. Özellikle 3, 4 ve 8. istasyonlarda artışlar daha fazla gözlemlenmiştir. 3 ve 4. istasyonların etrafındaki hem tarım arazilerinde kullanılan gübre çeşidinden kaynaklı hem de tekstil fabrikasının etrafı olması, 8. istasyonun da mandıradan (süt ve süt ürünleri işletmesi) hemen sonraki bir nokta olmasından dolayı BOİ değerinde artışların olduğu düşünülmektedir.

Gress ve yağ parametresi ile tüm istasyonlarda I. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. Tüm istasyonlardaki gress ve yağ oranları birbirine oldukça yakındır.

Fekal koliform parametresi ile tüm istasyonlarda IV. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. 10. istasyondaki fekal koliform miktarında ciddi bir düşüş gözlemlense de IV. sınıf kalite kriterinin altına inememiştir. Bu anlamda 10. istasyondaki Kavaklı beldesinde bulunan atıksu arıtma tesisinin diğer arıtma tesisine oranla çok daha fazla mikrobiyolojik arıtım sağladığı gözlenmiştir. Ancak yeterli değildir.

Toplam koliform parametresi ile 10. istasyonda II. sınıf kalitede, 2. istasyonda III. sınıf kalitedeyken, diğer istasyonlardan dolayı IV. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. 2. istasyon Kırklareli merkezdeki atıksu arıtma tesisine ait çıkış noktasıdır. Bu noktada toplam koliform bakteri sayısında düşüş yaşanmış ve III. sınıf kaliteye çekilmiştir. Ancak bu arıtma tesisindeki mikrobiyolojik arıtım yeterli değildir. 10. istasyondaki düşüş daha fazladır. Kavaklı beldesindeki atıksu arıtma tesisi mikrobiyolojik arıtımda Kırklareli merkez atık su arıtma tesisine oranla daha iyi düzeyde olmakla beraber yeterli değildir.

Su örneklerini organik ve bakteriyolojik parametreleri için KYSKK'ya göre değerlendirildiğinde istasyonlar bazında her biri IV. sınıf kalitede yer almaktadır.

Tablo 4.14: Su örneklerinin istasyonlar bazında organik ve bakteriyolojik parametreleri için KYSKK'ya göre sınıflandırılması.

Parametreler	İstasyon										KYSKK
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
KOİ (mg/L)	397,03	110,21	189,10	178,24	124,00	83,35	77,54	231,73	58,83	18,42	III
BOİ (mg/L)	280,71	54,16	112,85	98,57	82,85	52,85	44,29	137,14	25,83	9,16	III
Gres ve Yağ (mg/L)	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	I
Fekal Koliform (CFU/100 ml)	119000	39233	146714	162857	171429	157286	157286	154000	161833	4200	IV
Toplam Koliform (CFU/100 ml)	153857	64100	198000	222429	261286	223857	241143	232857	243500	5150	IV
KYSKK	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	
	I. Sınıf		II. Sınıf		III. Sınıf		IV. Sınıf				

Kırklareli Deresi su örneklerinin istasyonlar bazında ağır metal parametreleri için Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri sınıflandırılması Tablo 4.15'te gösterilmiştir.

Kurşun parametresi ile 1. ve 8. istasyonlarda II. sınıf kalitedeyken, diğer istasyonlarda I. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. 1. istasyon yerleşim alanı çıkışı ve arıtma öncesi bir nokta olduğundan egzoz emisyon gazlarının akarsuya karışarak kontaminasyon oluşturabileceği düşünülmektedir. 8. istasyon ise Kavaklı beldesinde yer alan mandıra sonrası bir noktadır. Teknolojik işlemlerde veya süt ve süt ürünlerinin korunması için kullanılan metal kaplardan kaynaklanan metalik bulaşıklılığın başlıca elementlerden biri de kurşundur (Metin, 2001).

Mangan parametresi ile 8. istasyonda II. sınıf kalitedeyken, diğer istasyonlarda I. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. Süt ürünlerinde az miktarda mangan bulunduğu bilinmektedir. Mangan parametresi mandıranın olduğu bir nokta olan 8. istasyonda diğer istasyonlara nazaran az bir miktar artış göstererek II. sınıf kaliteye yükselmiştir.

Cıva parametresi ile 2-10. istasyonlarda I. sınıf kalitede, 1-5-6-8-9. istasyonlarda II. sınıf kalitedeyken, 3-4-7. istasyonlarda III. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. 2. ve 10. istasyonlar farklı iki arıtma tesisinin çıkış noktalarıdır. Bu noktadaki cıva düzeyinin I. sınıf kalitede olması arıtma tesislerinin cıva parametresini arıtabildiğini göstermektedir. 3. ve 4. istasyonlar etrafındaki tarım arazilerinde kullanıldığı düşünülen zirai ilaçların etkisi ile, 7. istasyonun kavaklı beldesi yerleşim alanı çıkış noktası olması sebebi ile evsel atıkların özellikle elektronik eşyaların akarsuya çöp olarak atılması ile cıva parametresinin

III. sınıf kalite düzeyine çıktığı düşünülmektedir. Diğer istasyonlarda II. sınıf kalite düzeyinde olan cıva parametresi evsel, endüstriyel ve tarım arazilerinde uygulanan zirai ilaçlardan etkilendiği düşünülmektedir.

Bakır, çinko, krom, demir, kobalt, nikel, bor, alüminyum, kadmiyum, arsenik ve selenyum parametreleri ile tüm istasyonlarda I. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir.

Su örneklerini ağır metal parametreleri için KYSKK'ya göre sınıflandırıldığında, 2. ve 10. istasyonlar I. sınıf kalitede; 1, 5, 6, 8 ve 9. istasyonlar II. sınıf kalitede; 3, 4 ve 7. istasyonların III. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.15: Su örneklerinin istasyonlar bazında ağır metal parametreleri için KYSKK'ya göre sınıflandırılması.

Parametreler	İstasyon										KYSKK
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Kurşun (Pb)(µg/L)	10,05	1,56	4,42	4,26	6,34	8,32	8,22	10,48	3,80	3,30	II
Bakır (Cu)(µg/L)	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	I
Çinko (Zn)(µg/L)	8,87	4,27	1,88	1,95	1,65	1,27	0,21	4,88	0,40	0,00	I
Krom (Cr)(µg/L)	3,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	I
Demir (Fe)(µg/L)	55,61	7,35	17,31	18,63	35,93	50,05	48,93	61,40	18,44	18,03	I
Mangan (Mn)(µg/L)	89,12	62,34	90,58	65,30	81,59	88,73	91,82	107,00	57,61	74,79	II
Kobalt (Co)(µg/L)	0,40	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,03	I
Nikel (Ni)(µg/L)	1,15	0,21	0,08	0,00	0,11	0,05	0,10	0,16	0,13	0,14	I
Bor (B)(µg/L)	324,80	160,70	115,40	115,00	108,80	86,94	85,47	87,56	93,25	107,50	I
Kalay (Sn)(µg/L)	9,56	2,92	4,83	5,33	3,52	2,08	2,70	3,15	3,73	2,92	
Alüminyum (Al)(µg/L)	10,57	4,89	6,57	6,89	18,86	26,14	25,68	18,69	7,37	14,29	I
Kadmiyum (Cd)(µg/L)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	I
Kükürt (S)(mg/L)	28,80	31,23	21,55	19,43	20,31	19,28	19,53	21,26	43,98	46,27	
Vanadyum (V)(µg/L)	1,11	1,25	1,13	1,27	1,13	1,83	1,91	1,75	5,09	5,91	
Titanyum (Ti)(µg/L)	17,95	0,15	0,31	0,05	2,94	4,10	4,02	2,92	0,31	2,04	
Cıva (Hg)(µg/L)	0,26	0,06	0,63	0,76	0,21	0,21	0,53	0,16	0,31	0,07	III
Arsenik (As)(µg/L)	3,90	3,00	3,04	3,59	3,55	2,93	3,04	2,97	5,87	6,32	I
Selenyum (Se)(µg/L)	0,73	0,51	0,54	0,53	0,64	0,60	0,68	0,67	0,61	0,53	I
Antimon (Sb)(µg/L)	0,82	0,79	0,59	0,81	0,64	0,65	0,67	0,67	0,77	0,83	
KYSKK	II	I	III	III	II	II	III	II	II	I	
	I. Sınıf		II. Sınıf		III. Sınıf		IV. Sınıf				

4.3. Sediment (Dip Çamur) Süzüntü Suyu Örneklerinin Analizleri

Atıksu arıtma tesislerinde genellikle kaba ve ince ızgaralar sayesinde atıksu içindeki kum, çakıl, yağ ve gres ayrılacaktır. Arıtım sisteminden geçen atıksu son çöktürme işlemi ile içindeki çamur geri devir ve terfi istasyonuna alınır. Daha sonra çamurdan çıkan süzöntü suyu tekrar arıtma sistemine gönderilir. Çalışmamızda süzöntü suyunun atık suyunun arıtımından sonraki hali ile karşılaştırılarak tekrar arıtma sistemine gönderilmesine gerek olup olmadığını anlamak için örneklemeler yapılmıştır.

Sediment (dip çamur) süzöntü suyu örnekleri 2 noktadan alınması hedeflenmiştir. Ancak Kavaklı Kısmi Kanalizasyon ve Atıksu Arıtma Tesisinin örnekleme yaptığımız tarihlerde son işlem olan çamur süzme işlemini yapmadığı öğrenilmiştir. Bu yüzden örnekleme sadece 1. ve 2. İstasyon olan Kırklareli Merkez Atıksu Arıtma Tesisinden yapılmıştır. Çalışmamızda sediment (dip çamur) süzöntü suyu örneklerinin fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreleri ile ağır metal düzeylerinin mevsimsel olarak belirlenmesi sağlanmıştır.

Kırklareli Deresi üzerinde Kırklareli Merkez Atıksu Arıtma Tesisi sediment (dip çamur) süzöntü suyu örneklerinde yapılan fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler Tablo 4.16 da gösterilmiştir. pH parametresi 7,45-6,87 arasında değişmiştir. En yüksek Kış mevsiminde, en düşük Sonbahar ve Yaz mevsimde gözlemlenmiştir. EC parametresi 1037,67-780 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmiştir. En yüksek İlkbahar mevsiminde, en düşük Sonbahar mevsimde gözlemlenmiştir. Ca parametresi 108-25,15mg/L arasında değişmiştir. En yüksek İlkbahar mevsiminde, en düşük Yaz mevsimde gözlemlenmiştir. Mg parametresi 25,59-13,35 mg/L arasında değişmiştir. En yüksek Yaz mevsiminde, en düşük Sonbahar mevsimde gözlemlenmiştir. Na parametresi 106,06-65,73 mg/L arasında değişmiştir. En yüksek İlkbahar mevsiminde, en düşük Yaz mevsimde gözlemlenmiştir. K parametresi 63,88-21,17 mg/L arasında değişmiştir. En yüksek Yaz mevsiminde, en düşük Kış mevsimde gözlemlenmiştir. HCO_3^- parametresi 4,19-2,87 me/L arasında değişmiştir. En yüksek Kış mevsiminde, en düşük İlkbahar mevsimde gözlemlenmiştir. Cl^- parametresi 3,84-2,45 me/L arasında değişmiştir. En yüksek Yaz mevsiminde, en düşük Sonbahar mevsimde gözlemlenmiştir. $\text{NO}_2\text{-N}$ (nitrit) parametresi 0,20-0 mg/L arasında değişmiştir. En yüksek İlkbahar mevsiminde gözlemlenirken, Yaz ve Sonbahar mevsimde tespit edilememiştir. $\text{NO}_3\text{-N}$ (nitrat) parametresi 52,38-3,30 mg/L arasında değişmiştir. En yüksek İlkbahar mevsiminde, en düşük Kış mevsimde gözlemlenmiştir. $\text{NH}_4\text{-N}$

(amonyum) parametresi 28,03-4,24 mg/L arasında değişmiştir. En yüksek Sonbahar mevsiminde, en düşük Yaz mevsimde gözlemlenmiştir. SO₄⁻ (sülfat) parametresi 147,51-56,66 mg/L arasında değişmiştir. En yüksek İlkbahar mevsiminde, en düşük Sonbahar mevsimde gözlemlenmiştir. P (fosfor) parametresi 29.149,60-2.812,87 µg/L arasında değişmiştir. En yüksek Yaz mevsiminde, en düşük Kış mevsimde gözlemlenmiştir. PO₄³⁻ (fosfat) parametresi 61,12-0,88 mg/L arasında değişmiştir. En yüksek Sonbahar mevsiminde, en düşük Kış mevsimde gözlemlenmiştir. Br⁻(bromür) parametresi sadece Sonbahar mevsiminde 0,45 mg/L olarak tespit edilmiştir. Diğer mevsimlerde bromür parametresine rastlanmamıştır. F⁻ (florür) parametresi 1,86-0,20 mg/L arasında değişmiştir. En yüksek Sonbahar mevsiminde, en düşük Yaz mevsimde gözlemlenmiştir. Sertlik parametresi 19,09-8,71 mg CaCO₃/Larasında değişmiştir. En yüksek İlkbahar mevsiminde, en düşük Sonbahar mevsiminde gözlemlenmiştir. RSC parametresi (-3,95)-(-0,01) me/Larasında değişmiştir. En yüksek İlkbahar mevsiminde, en düşük Sonbahar mevsiminde gözlemlenmiştir. SAR parametresi 3,56-1,55 arasında değişmiştir. En yüksek Yaz mevsiminde, en düşük İlkbahar mevsiminde gözlemlenmiştir.

Tablo 4.16: Kırklareli Merkez Atıksu Arıtma Tesisialınan sediment (dip çamuru) süzöntü suyu örneğinin fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreleri.

Parametreler	Kırklareli Merkez Atıksu Arıtma TesisiSüzöntü Suyu Örneğinin Mevsimsel Değerleri			
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
pH	7,45	6,87	6,89	6,87
EC (µS/cm)	812,00	1037,67	898,00	780,00
Kalsiyum (Ca) (mg/L)	93,79	108,00	25,15	40,31
Magnezyum (Mg) (mg/L)	16,13	17,37	25,59	13,35
Sodyum (Na) (mg/L)	83,03	65,73	106,06	78,86
Potasyum (K) (mg/L)	21,17	29,77	63,88	45,26
Karbonat (CO ₃ ⁻) (me/L)	0,00	0,00	0,00	0,00
Bikarbonat (HCO ₃ ⁻) (me/L)	4,19	2,87	3,19	3,10
Klor (Cl ⁻) (me/L)	2,64	2,78	2,45	3,84
Nitrit (NO ₂ -N) (mg/L)	0,11	0,20	0,00	0,00
Nitrat (NO ₃ -N) (mg/L)	3,30	52,38	15,32	17,90
Amonyum (NH ₄ -N) (mg/L)	20,45	13,21	4,24	28,03
Sülfat (SO ₄ ⁻²) (mg/l)	143,33	147,51	121,21	56,66
Fosfor (P) (µg/L)	2812,87	13450,93	29149,60	27926,05
Fosfat (PO ₄ ⁻³) (mg/L)	0,88	17,67	18,98	61,12
Bromür (Br ⁻) (mg/L)	0,00	0,00	0,00	0,45
Florür (F ⁻) (mg/L)	0,34	0,24	0,20	1,86
Sertlik (mg CaCO ₃ /L)	16,82	19,09	9,41	8,71
RSC (me/L)	-1,82	-3,95	-0,17	-0,01
SAR	2,08	1,55	3,56	2,75

Kırklareli Deresi üzerinde Kırklareli Merkez Atıksu Arıtma Tesisi alınan sediment (dip çamur) süzöntü suyuörneklerinde (Tablo 4.17) yapılan ağır metal analizinde B, Sn, Al, S, As, Se, Sb her mevsimde belirlenirken, Cu, Cd ve Ti hiçbir mevsimde tespit edilememiştir.

Pb parametresinin en yüksek değeri Sonbahar mevsiminde 11,52 µg/Lolarak gözlemlenirken, Yaz mevsiminde tespit edilememiştir. Zn parametresinin en yüksek değeri 10,84 µg/Lolarak gözlemlenirken, Yaz ve Sonbahar mevsimlerinde tespit edilememiştir. Cr parametresi sadece ilkbahar mevsiminde 0,26 µg/Lolarak gözlemlenirken diğer mevsimlerde tespit edilememiştir. Fe parametresinin en yüksek değeri Sonbahar mevsiminde 67,17 µg/L olarak gözlemlenirken, Yaz mevsiminde tespit edilememiştir. Mn parametresinin en yüksek değeri Sonbahar mevsiminde 116,68 µg/L olarak gözlemlenirken, Yaz mevsiminde tespit edilememiştir. Co parametresinin en yüksek değeri Yaz mevsiminde 0,06 µg/L olarak gözlemlenirken Sonbahar ve Kış mevsimlerinde tespit edilememiştir. Ni parametresinin en yüksek değeri Kış mevsiminde 0,42 µg/L olarak gözlemlenirken, yaz mevsiminde tespit edilememiştir. B parametresinin en yüksek değeri Kış mevsiminde 161,50 µg/L, en düşük değeri Sonbahar mevsiminde 68,46 µg/L olarak gözlemlenmiştir. Sn parametresinin en yüksek değeri Kış mevsiminde 5,66 µg/L, en düşük değeri Sonbahar mevsiminde 3,42 µg/L olarak gözlemlenmiştir. Al parametresinin en yüksek değeri Kış mevsiminde 5,89 µg/L, en düşük değeri Sonbahar mevsiminde 1,28 µg/L olarak gözlemlenmiştir. S parametresinin en yüksek değeri İlkbahar mevsiminde 32,79 mg/L, en düşük değeri Yaz mevsiminde 20,71 mg/L olarak gözlemlenmiştir. V parametresinin en yüksek değeri Kış mevsiminde 2,56 µg/Lolarak gözlemlenirken, yaz mevsiminde tespit edilememiştir. Hg parametresinin en yüksek değeri İlkbahar mevsiminde 0,85 µg/L olarak gözlemlenirken, Yaz mevsiminde tespit edilememiştir. As parametresinin en yüksek değeri İlkbahar mevsiminde 6,49 µg/L, en düşük değeri Sonbahar mevsiminde 1,66µg/L olarak gözlemlenmiştir. Se parametresinin en yüksek değeri Yaz mevsiminde 1,16 µg/L, en düşük değeri İlkbahar mevsiminde 0,14µg/L olarak gözlemlenmiştir. Sb parametresinin en yüksek değeri Kış mevsiminde 1,22 µg/L, en düşük değeri Yaz mevsiminde 0,04µg/L olarak gözlemlenmiştir.

Tablo 4.17: Kırklareli Merkez Atıksu Arıtma Tesisi alınan sediment (dip çamuru) süzüntü suyu örneğinin ağır metal parametreleri.

Parametreler	Kırklareli Merkez Atıksu Arıtma Tesisi Süzüntü Suyu Örneğinin Mevsimsel Değerleri			
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Kurşun (Pb) (µg/L)	1,25	1,21	0,00	11,52
Bakır (Cu) (µg/L)	0,00	0,00	0,00	0,00
Çinko (Zn) (µg/L)	10,84	3,76	0,00	0,00
Krom (Cr) (µg/L)	0,00	0,26	0,00	0,00
Demir (Fe) (µg/L)	12,43	3,45	0,00	67,17
Mangan (Mn) (µg/L)	25,95	40,39	0,00	116,68
Kobalt (Co) (µg/L)	0,00	0,04	0,06	0,00
Nikel (Ni) (µg/L)	0,42	0,22	0,00	1,08
Bor (B) (µg/L)	161,50	143,23	103,54	68,46
Kalay (Sn) (µg/L)	5,66	4,46	3,98	3,42
Alüminyum (Al) (µg/L)	5,89	3,22	2,04	1,28
Kadmiyum (Cd) (µg/L)	0,00	0,00	0,00	0,00
Kükürt (S) (mg/L)	27,56	32,79	20,71	21,81
Vanadyum (V) (µg/L)	2,56	1,29	0,00	0,27
Titanyum (Ti) (µg/L)	0,00	0,00	0,00	0,00
Civa (Hg) (µg/L)	0,80	0,85	0,00	0,39
Arsenik (As) (µg/L)	1,91	6,49	2,34	1,66
Selenyum (Se) (µg/L)	0,65	0,14	1,16	0,62
Antimon (Sb) (µg/L)	0,76	1,22	0,04	1,21

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmanın temel amacı, Kırklareli Deresi ve arıtma tesislerinden salınan suların, sulama suyu kalitesi ve kirlilik durumu belirlenerek tarımsal sulama için kullanım durumunu ortaya koymaktır.

Kırklareli Deresinin çalışmamızın bulgular kısmında yer alan fiziko-kimyasal özelliklerinin Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri incelendiğinde pH ve sülfat iyonu parametreleri açısından I. sınıf kalitede, EC parametresi açısından III. sınıf kalitede olduğu gözlenirken, çözünmüş oksijen, nitrit, nitrat, amonyum azotu, fosfor ve florür iyonu açısından IV. Sınıf kalitede olduğu belirlenmiştir.

Nitrat parametresi özellikle 9. ve 10. İstasyonlarda ciddi artış göstermiştir. Diğer istasyonlarda nitrat değeri Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine bakıldığında 1. Sınıf kalite sınıfının yani 5 mg/L'nin altında kalmıştır. 9. ve 10. İstasyonlarda bu değer 10 katına çıkarak önemli bir artış göstermiştir. Bu artışın sebebinin Kavaklı tarım arazilerinde çiftçilerin sulama yöntemi olarak salma sulamayı tercih etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Kontrolsüz şekilde yapılan salma sulama yönteminden dolayı arazilerde kullanılan azotlu gübrelerin dereye taşınması sebebi ile nitrat değerinin artmış olabileceği düşünülmektedir.

Aşırı nitrat sularda, toprakta ve bitkilerde fazla miktarlarda birikebilmektedir. Nitratın, nitroz bileşiklere dönüşerek kanserojen etki yapabildiği belirlenmiştir. Sindirim sisteminde de kanser riskini artırdığı ve idrar yollarında rahatsızlıklara yol açtığı belirlenmiştir (Pontius, 1993; Wasik ve diğ., 2001) Bu nedenle Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği dikkate alınarak profesyonel düzeyde acil önlem alınması gerekmektedir.

Azot yıkanmasını azaltarak sudaki nitrat, nitrit ve amonyum azotu parametrelerini düşürmek için uygulanan gübre ve sulama zamanlamalarını, aralıklarını ve dozlarını bitki gelişim dönemlerine ve toprağın hidrolik özelliklerine göre planlayarak hareket edilmesi gerekmektedir (Ünlü ve diğ., 1999).

9. ve 10. İstasyonlarda nitratın yanı sıra EC parametresinde de bir artış gözlemlenmiştir. Bu artış diğer istasyonlarda II. sınıf kalitede yer alan EC parametresinin III. sınıf kaliteye yükselmesine sebep olmuştur. Sulama suyundaki EC'nin artışı toprak tuzluluğunu

etkileyebilmektedir. Topraktaki tuz miktarı bitki gelişimini doğrudan ya da dolaylı etkilemektedir. Tuz konsantrasyonunun artması osmotik basıncı arttıracığı için bitkinin topraktan su alımını zorlaştırmaktadır. Artan tuzluluk miktarı bitki gelişimini olumsuz yönlerinden biri de özel iyon etkisidir. Özel iyon etkisi temel bitki besin elementlerini bitkilerin düzgün bir şekilde almasını olumsuz yönde etkilemektedir. Topraktaki tuzluluk oranını düşürmek için yıkama yapılmalıdır. Yıkama için sulama suyuna istenilen tuz konsantrasyonuna göre su hacmi eklenerek sulama yapılan zamanların ortasında ya da sonunda sulama yapılmalıdır. Tuzluluğu önleyebilmenin en önemli şartı topraktaki su hareketinin aşağıdan yukarıya olmasını önlemektir (Ekmekçi ve diğ., 2005).

Fosfor tüm istasyonlarda IV. sınıf kalitededir. Fosfor, hücre bölünmesi, çiçek ve meyve oluşumunda önemli rol oynar. Fosforun fazla olması ötrifikasyona sebep olabilmektedir. Gübrelerden kaynaklı olarak yağış sularıyla akarsuya önemli miktarda fosfor taşınmaktadır. Fosforun sucul bitkilerin yaşamını en fazla etkileyen bir faktör olduğu bilinmektedir. Fosfor kirliliği ile yüzey sularında alg gelişimi oldukça hızlanır ve suda yaşayan diğer bitki ve hayvanlarda büyümeyi önleyecek bir seviyeye ulaşabilmektedir. Bu durum sudaki çözünmüş oksijen miktarını da azaltmaktadır (Walker, 2004; Roland ve diğ., 1993). Atıksu arıtma tesislerindeki biyolojik ve kimyasal fosfor giderimlerinin artırılması ve gübre uygulamalarının, sulama zamanlarının doğru yönetilmesi ile çalışılan akarsuyun fosfor miktarının azaltılabileceği düşünülmektedir.

Kırklareli Deresinin çalışmamızın bulgular kısmında yer alan organik ve bakteriyolojik özelliklerinin Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri incelendiğinde gres ve yağ parametresi açısından I. sınıf kalitede, KOİ ve BOİ parametreleri açısından III. sınıf kalitede, fekal koliform ve toplam koliform parametreleri açısından IV. sınıf kalitede olduğu gözlemlenmiştir.

Bu sonuçlar Atıksu arıtma tesislerinin mikrobiyolojik temizleme açısından yetersiz olduğunu göstermiştir. Fekal ve toplam koliform bakterilerin suda olması istenilen miktar I. sınıf kalitede fekal koliform için <10 CFU/100 ml, toplam koliform için <100 CFU/100 ml iken çalışmamızda bulduğumuz ortalama değer neredeyse 100 katıdır.

Fekal ve toplam koliform bakteri sayıları sulama amaçlı kullanım için uygun değildir. Tarımsal sulama amaçlı kullanılmak istenilen atık suların, öncesinde dezenfeksiyon amaçlı klorlanarak kullanılması gerektiği düşünülmektedir.

Kırlareli Deresinde fiziko-kimyasal, organik ve bakteriyolojik özelliklerinin yanı sıra ağır metal kirliliğinin olup olmadığı incelenmiş ve sonuçlarına göre kurşun ve mangan açısından II. sınıf kalitede, civa açısından III. sınıf kalitede olduğu gözlenirken, diğer ağır metaller açısından I. sınıf kalitede olduğu belirlenmiştir.

Ağır metallerden çinko, mangan, kobalt, bakır, nikel ve molibden bitki gelişimi için gereklidir. Alüminyum, vanadyum, arsenik, civa, kurşun, kadmiyum ve selenyum toksik etki göstermektedir. Bitki gelişiminde önemli besin elementi olsalarda olmasalarda ağır metallerin doku ve organlardaki fazlalığı bitkilerin vejetatif ve generatif organlarının gelişimini negatif olarak etkilemektedir (Gür ve diğ., 2004).

Söz konusu çalışmada yer alan Kırlareli Deresi sulama suyu kaynağında kurşun, mangan ve civa açısından ağır metal kirliliği bulunmaktadır. Çalışma ile sulama suyu kaynağı olarak kullanılabilmesi için; evsel ve endüstriyel atık kirliliklerinden korunması, kimyasal gübre ve zirai ilaçların kullanımının en alt seviyeye düşürülmesi ve sulama suyu kaynaklarının düzenli bir şekilde analizlerinin yapılarak sulama için uygunluğunun kontrol edilmesi gerekmektedir.

Sulama sularının sınıflandırılmasında ABD Tuzluluk Laboratuvar Sınıflandırma Sistemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Sisteme göre EC ve SAR değerleri dikkate alınmıştır. Sular EC değerlerine göre dört sınıfa ayrılmıştır. Bunlar 0-250 $\mu\text{mhos/cm}$ (C1), 250-750 $\mu\text{mhos/cm}$ (C2), 750-2250 $\mu\text{mhos/cm}$ (C3) ve 2250 $\mu\text{mhos/cm}$ ' den fazla (C4) olan sulardır. SAR değerlerine göre ise sulama suları; 1. sınıf (S1) az sodyumlu sular, 2. sınıf (S2) orta sodyumlu sular, 3. sınıf (S3) yüksek sodyumlu sular, 4. sınıf (S4) çok yüksek sodyumlu sular olmak üzere yine dört gruba ayrılmaktadır (Sağlam ve Adiloğlu 1997).

İncelenen su örneklerinin EC değerlerinin 750-2250 mS/cm arasında değişmektedir. Alınan su örnekleri ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırma Sistemi'ne göre hem mevsimsel olarak hem de istasyolar olarak C3S1 sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Bu sınıflandırmayı Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği'ndeki değerlerle karşılaştırdığımızda; C3S1 sınıfına giren örneklerin III. sınıf su (kullanılabilir) kalitesinde olduğu görülmektedir.

C3 sınıfındaki sular yüksek tuz konsantrasyonu içermektedir. Sürekli kullanılmaları halinde tuzluluk problemi yaratabilirler. Bunu önlemek için sürekli yıkama uygulanması gerekmektedir. Yetiştirilecek bitkilerin tuza dayanıklı olması da önemlidir.

Sonuç olarak çalışmamızda elde ettiğimiz veriler KYSKK'ya göre yüksektir. Genel değerlendirmeye göre Kırklareli Deresi KYSKK'ya göre IV. sınıf kalitede yer alırken, ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırma sistemine göre C3S1 sınıfında yer almaktadır.

Sediment (dip çamur) süzüntü suyu örneklerinin fiziksel ve inorganik-kimyasal ve ağır metal değerlerinin Kırklareli Merkez Atıksu Arıtma Tesisinden alınan çıkış suyu değerleri arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Süzüntü suyu örnekleri, arıtma tesisi çıkış suyu örneklerine göre karşılaştırıldığında fiziksel ve inorganik-kimyasal değerler açısından yaklaşık olarak potasyum değerinin 2 katı, nitrat değerinin 8 katı, fosfat değerinin 30 katı ve fosfor değerinin 20 katı olduğu tespit edilmiştir. Ağır metal değerleri açısından yaklaşık olarak kurşun, demir, nikel değerinin 2 katı ve civa değerinin 8 katı olduğu tespit edilmiştir.

Sediment (dip çamur) süzüntü suyu örneklerinin fiziksel ve inorganik-kimyasal ve ağır metal değerlerinin Kırklareli Merkez Atıksu Arıtma Tesisinden alınan çıkış suyu değerleri arasındaki bu farklılıklar, son çöktürmeden sonraki süzüntü suyunun tekrar arıtma sistemine gönderilmesine gerek olduğu anlaşılmıştır.

Ayrıca yapılan istatistiksel değerlendirmeler gerek istasyonlar arasında gerek mevsimsel değişimler arasında bazı parametrelerin belirgin farklarını ortaya koymamıza oldukça yardımcı olmuştur.

Günümüzde ülkelerin de kalkınmasında temel bir ihtiyaç olan su kaynaklarımızın etkin bir şekilde kullanımı ve korunması oldukça büyük önem taşımaktadır. Dünya'daki ve ülkemizdeki su kaynaklarının hem azlığı hem de su kalitesinin bozulması nedeniyle artan su baskısı, geri kazanılmış suların yeni bir su kaynağı olarak değerlendirilmesine fırsat sunmaktadır. Bu nedenle atık suların arıtılıp çeşitli alanlarda (tarımsal, yeşil alan v.b) kullanılabilirliğinin araştırılması gelecekte yapılacak benzer çalışmalara yol göstericeği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abacıoğlu, M., 1995, Açıklamalı içtihatlı çevre kanunu ve çevre sağlığı mevzuatı. *Ankara: Seçkin Yayınevi.*
- Adriano, D. C., 2001, Trace elements in terrestrial environments biogeochemistry, bioavailability and risks of metals, Verlag Berlin Heidelberg, New York.
- Akın, M., Akın, G., 2007, Suyun önemi, türkiye’de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği, *Ankara Üni. Dil ve Tarih-Coğrafya Fak. Der.*, 47(2): 105-118.
- Alan, S., 2008, Alüminyum raporu, Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği.
- Altun, Z. 2011, Büyükçekmece Gölü’nün mikrobiyolojik ve kimyasal kirlilik düzeyinin belirlenmesi.
- Alparıslan, E., 2013, *Güllük Lagünü’nün su kalitesi yönünden incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, 89s.
- Anonymous, 1954, Diagnosis and improvement of salina and alkali soils. US. Salinity Lab. Staff. USDA. Agric. Handbook, 60.
- Anonim, 2004, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, *TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Karar, 8289.*
- Anonymous, 2006, WHO guidelines for the safe use of wastewater, Excreta and Greywater, In, Wastewater Use in Agriculture, Vol: 2, Geneva: WHO Press.
- Anonim, 2010, Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği, T. C. Çevre Bakanlığı, Ankara, Türkiye.
- Anonim, 2014. Kırklareli İli 2014 Yılı Çevre Durum Raporu, Kırklareli Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Kırklareli, 29s.
- Anonim, 2017, Trakya bölgesinde iklim değişikliği ile mücadele ve adaptasyon için kapasite artırımı,10-11-13, Erişim: <http://iklimdegisikligi.tekirdag.bel.tr/file/eBulten04.pdf> (GT:08.05.2019)
- Arıslan, N., Tokatlı, C., Çiçek, A., Köse, E., 2011, Determination of some metal concentrations in water and sediment samples in Yedigöller region (Kütahya), *Review of Hydrobiology*, 2011, 4(1), 17-28.

- Artuz, M. L., 1991, Petrol kirlenmesi açısından denizlerimizde durum, M.B.B. Natural Resources,12/1.
- ASCE Task Committee on Modeling Oil Spills, 1996, State-of-the-art review of modeling transport and fate of oil spills, Water Resources Engineering Division, ASCE, *Journal of Hydraulic Engineering*, 122(11),594- 609.
- Atalık, A., 2006, Küresel ısınmanın su kaynakları ve tarım üzerine etkileri, *Bilim ve Ütopya*, 139, 18-21.
- Ayers, R.S. ve Westcot, D.W., 1989, Water quality for agriculture, FAO Irrig. And Drain, Paper No.29, Rome.
- Baig, J.A., Kazi, T.G., Arain, M.B., Afridi, H.I., Kandhro, G.A., Sarfraz, R.A., Jamal, M.K., Shah, A. Q, 2009,. Evaluation of arsenic and other physico-chemical parameters of surface and ground water of jamshoro Pakistan, *Journal of Hazardous Materials*, 166 (2-3), 662-669.
- Baig, J.A., Kazi, T.G., Shah, A.Q., Kandhro, G.A., Afridi, H.I., Arain, M.B., Jamali, M.K., Jalbani, N., 2010, Speciation and evaluation of Arsenic in surface water and groundwater samples: A multivariate case study, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 73 (5), 914-923.
- Balcı, R.S., Dinçer, S., 2008, Seyhan Baraj Gölünün bakteriyolojik kirlilik düzeyinin belirlenmesi ve Enterobacteriaceae üyelerinde antibiyotik dirençliliği, *Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü*, 17(2), 122-131.
- Başkan, T., 2006, Arıtılmış evsel atıksuların tarımda sulama amaçlı yeniden kullanılması ,Doktora Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Berberoğlu, U., Güngör, Ç., 2013, Yüzey suyu ve sulama amaçlı atık sularda fekal kirlilik düzeyleri ile helmint yumurta ve protozoa kistlerinin araştırılması, *Turkish Bulletin of Hygiene & Experimental Biology/Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji*, 70(4).
- Bernardes, R.S. ve Klapwijk, A., 1996, “Biological Nutrient Removal in a Sequencing Batch Reactor Treating Domestic Wastewater”, *Water Science and Technology*, 33(3): 29-38.
- Boyd, C.E., Daniels, H.V., 1987, Performance of Surface Aerators in Saline Pond Water, *Prog. Fish-Cult*,49, 306-308.

- Boyd, C.E., 1995, Bottom Soils, Sediment, and Pond Aquaculture, Chapman and Hall, New York, 348s.
- Bozyiğit, R., Karaaslan, T., 1998, Su kirliliği, Çevre Bilgisi, Nobel Yayınları, Ankara, 57-92s.
- Brohi, R., Topbas, T., Karaman, R. 1998, "Çevre Kirliliği", T.C. Çevre Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- Bulum, B. Ö., 2015, Bendimahı Çayı'nın (Van) Su Kalite Kriterleri Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, YYÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Burak, S., Duranyıldız, İ., Yetiş, Ü., 1997, Ulusal Çevre Eylem Planı: Su Kaynaklarının Yönetimi, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Chaffei, C., Pageau, K., Suzuki, A., Gouia, H., Ghorbel, M.H., Masclaux-Daubresse, C., 2004, Cadmium Toxicity Induced Changes in Nitrogen Management in *Lycopersicon esculentum* Leading to a Metabolic Safeguard Through an Amino Acid Storage Strategy, *Plant Cell Physiol*, 45(11),1681-1693.
- Cicik, B., 2003, Bakır Çinko Etkileşiminin sazanın karaciğer, solungaç ve kas dokularındaki metal birikimi üzerine etkileri, *Ekoloji Çevre Dergisi*, 48, 32-36.
- Cirik, S., Gökpınar, Ş., 1993, Plankton Bilgisi ve Kültürü, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları*, İzmir, No: 47.
- Cirik, S., Cirik, Ş., 1999, Limnoloji, III. Baskı, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları*, İzmir, No: 21.
- Cole, G.A., 1983, Textbook of Limnology, The C.V. Mosby Company, St.
- Çiçek, N. L., Ertan, Ö. O., 2012, Köprüçay Nehri (Antalya)'nın fiziko-kimyasal özelliklerine göre su kalitesinin belirlenmesi, *Ekoloji*, 21(84), 54-65.
- Çetinkaya, O., 2003, Su Kalitesi Ders Notları, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü, Van, 76 s.
- Demirer A., 1995, Su hijyeni. Teksir, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi.
- Detchon, R., 2010, Say no to oil, TED Oil Spill Conference, Washington, DC.

- Dilaver, A. T., Çifter, C., Altay, T., 2002, Türkiye'deki İçme Ve Kullanma Sularının Radyoaktivite Yönünden Kalitesinin Belirlenmesi, *Hidrolojide İzotop Tekniklerinin Kullanılması Sempozyumu*, T.C Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Teknik Araştırma Ve Kalite Kontrol Dairesi Başkanlığı, 21-25 Ekim Adana, 301- 318s.
- Dirican, R., Bilgel N., 1993, Halk sağlığı (Toplum Hekimliği) II. Baskı Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, No: 70, 121-122s.
- Duman, S., 1998, *Adapazarı Grup İçme Suyu Sisteminin Geleceğe Dönük Kalite ve Yeterlilik Yönünden İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü, 37s.
- Duman, F., Sezen, G., Tug, G.N., 2007, Seasonal Changes Of Some Heavy Metal Concentrations İn Sapanca Lake Water, *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 1(3), 25-28s.
- DSİ, 2018, <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari>. (Ziyaret Tarihi: 8 Mart 2018)
- Egemen, Ö., Sunlu, U., 1999, Su kalitesi, *Ege Üniv. Su Ürünleri Fakültesi Yayınları*, İzmir, 150 s.
- Egemen, Ö., 2006, Su Kalitesi. *Ege Üniversitesi Yayınları*, İzmir.
- Ekmekçi, E., Apan, M., Kara, T., 2005, Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(3), 118-125.
- 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(2), 21-25.
- Ekmekyapar, F., Çebi, U. K., 2017, An Investigation Of İnorganic Chemicals And Heavy Metals İn Kırklareli Dam Water, Thrace region.
- Erçoklu, Ş. B., 2012, *Çanakkale Doğal Su Kaynaklarından Güzelyalı Deresi, Kepez Çayı Ve Sarıçay Su Kalitelerinin Belirlenmesi Ve Karşılaştırılmalı Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, ÇOMÜ-Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Eroğlu, M., 2012, *Aksaray İli Merkez İlçesinin Yüzey ve Yeraltı Su Potansiyelinin ve Su Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.

- Förstner, U., Ahlf, W., Calmano, W., 1993, Sediment quality objectives and criteria development in Germany, *Water Science and Technology*, 28(8-9), 307-316.
- Gedik, K., Verep, B., Terzi, E., Fevzioglu, S., 2010, Determination of Water Quality of Firtina Stream (Rize) in Terms of Physico-Chemical Structure, *Ekoloji*, 19 (76), 25-35s.
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., 1994, Sağlıklı içme sularının nitelikleri, Su Kirliliği, *Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi*, Ankara, 12-30s.
- Güler, Ç., 1997, Su Kalitesi, *Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi*, 43, 1-93s.
- Gür, N., Topdemir, A., Munzuroğlu, Ö., Çobanoğlu, D., 2004, Metal iyonlarının (Cu(II), Pb(II), Hg(II), Cd(II)) Cliviacp. Bitkisi polenlerinin çimlenmesi ve tüp büyümesi üzerine etkileri, *F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(2), 177-182s.
- Gürel, E., 2011, *Porsuk Çayı Su Kalitesinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 70s.
- Gouia, H., Gorbil, M.H., Meyer, C., 2000, Effects Of Cadmium On Activity Of Nitrate Reductase And On Other Enzymes Of The Nitrate Assimilation Pathway In Bean, *Plant Physiology and Biochemistry*, 38, 629-638s.
- Hakanson, L., Jansson, M., 1983, Principles of lakes sedimentology, Cladwell.
- Haktanır, K., 1987, Çevre Kirliliği, A.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notu, Teksir, No:140.
- Himebaugh, R. R., Smith, M. J., 1979, Semi-micro tube method for chemical oxygen deman, *Analytical Chemistry*, 51(7), 1085-1087s.
- İleri, S., Karaer, F., Kâtip, A., Sonay, O., 2014, Sığ göllerde su kalitesi değerlendirmesi, Uluabat Gölü Örneği, *Uludağ University Journal of the Faculty of Engineering*, 19(1), 47-57s.
- İstanbulluoğlu, A., Konukçu, F., Kocaman, İ., 2006, Trakya Bölgesi Su Kaynaklarının Geliştirilmesi ve Sulu Tarım Uygulamaları: Mevcut Verilerin Sorunların Çözümü İçin Analizi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(2), 139-152s.
- İzmirlioğlu, P., 2004, *Ömerli Baraj Gölü'nde Mikrobiyolojik (E.coli) ve Kimyasal (Alüminyum, Demir, Kurşun ve Kadmiyum) Kirlilik Parametrelerinin Saptanması*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 39-40s.

- Jianlong, W., Can, C., 2006, Biosorption of heavy metals by *Saccharomyces cerevisiae*, A review, *Biotechnology Advances*, 24, 427–451s.
- Jirka, A.M., Carter M.J., 1975, Micro Semi-Automated Analysis Of Surface And Wastewaters For Chemical Oxygen Demand, *Analytical Chemistry*, 47, 1397s.
- Kacar, B., Katkat, V., 2006, Bitki Besleme, *Nobel Yayın*, No:849.
- Kacar, B., İnal, A., 2008, Bitki Analizleri, *Nobel Yayınları*, No: 1241.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., 2003, Metallerin çevresel etkileri-I, *Metallurji Dergisi*, 136, 47-53s.
- Kalemci, V., 2014, *Güllük Körfezi Kıyusal Alanlarında Su Ve Sediment Kalitesinin Mevsimsel İzlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, .
- Kalıpçı, E., Ceylan, Z., 2017, Konya Ana Tahliye Kanalında Ağır Metal Kirliliğinin İzlenmesi, *DÜMF Mühendislik Dergisi*, 8(3), 649-658s.
- Kocataş, A., 2008, Çevre kirlenmesi, Çevre Biyolojisi, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları*, İzmir, 456-471s.
- Koloren, Z., Taş, B., Kaya, D., 2011, Gaga Gölü (Ordu, Türkiye)'nün Mikrobiyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 1(3), 74-85s.
- Köksal, F., Oğuzkurt, N., Samastı, M., 2007, İstanbul İçme Sularının Bakteriyolojik Yönden İncelenmesi: *Aeromonas* Sorunu, *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 37(3), 164-168s.
- Kiracı, A., 2014, *Azap Gölü'nün sedimentlerindeki ve sularındaki ağır metal miktarlarının belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Metin, M. 2001. Süt Teknolojisi, Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. Ege Üniversitesi Basımevi, Yayın No:33, İzmir
- Muter, O., Lubinya, I., Miller, D., Grigorjeva, L., Ventiya, E., Rapoport, A., 2001, Cr (VI) sorption by in actanddehydrated *Candidautulis* cells in the presence of the other metals, *Process Biochemistry*, 38, 123-131s.
- Mutluay, H., 1996, Su Kimyası, *Beta Basım, Yayın, Dağıtım A.Ş.*, İstanbul.

- Maas, E.V., 1990, Crop Salt Tolerance. Agricultural Salinity Assessment and Management ASCE, New York,262-304s.
- Norcross, B. L., Brown, E. D., Foy, R. J., Frandsen, M., Gay, S. M., Kline Jr, T. C., Stokesbury, K. D., 2001, A synthesis of the life history and ecology of juvenile Pacific herring in Prince William Sound, Alaska, *Fisheries Oceanography*, 10, 42-57.
- Novotny, V., 2003, Water Quality, Diffuse Pollution and Watershed Management, *John Wiley&Sons, Inc.*
- Oymak, O.F., 2010, *Aydın İlinde Tüketilen Şişelenmiş Suların Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Bir Çalışma*, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi-Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın, Türkiye, 3-14s.
- Özbay, İ., Kavaklı, M., 2008, Türkiye’de ve diğer ülkelerde arıtılmış atıksuların geri kazanım uygulamalarının incelenmesi, *Çevre Sorunları Sempozyumu*, 14-17 Mayıs, Kocaeli.
- Özbay, Ö., Göksu, M., Alp, M. T., Sungur, M. A., 2013, Berdan Çayı (Tarsus-Mersin) Sedimentinde Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması, *Ekoloji Dergisi*, 22(86), 68-74s.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H., 1995, Toprak Bilimi, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, *Genel Yayın*, No: 73 Ders Kitapları, No:16, Adana.
- Öner, Ö., Çelik, A., 2011, Gediz Nehri Aşağı Gediz Havzası'ndan alınan su ve sediment örneklerinde bazı kirlilik parametrelerinin incelenmesi, *Ekoloji*, 20(78), 48-52s.
- Öziş, Ü., Baran T., Durnabaşı, İ., Özdemir, Y., 1997, Türkiye'nin su kaynakları potansiyeli, Meteoroloji Mühendisliği, *TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası Yayın Organı*, 2, 40-45s.
- Öztürk, B. Y., 2014, *Apa baraj gölü algleri üzerine araştırmalar (Çumra/Konya)*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Peker, F., 2007, *İstanbul boğazı deniz kirliliğine sebep olan kirletici kaynaklar ve su kalitesinin değişimleri*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 233s.

- Poschenrieder, C., Gunse, B., Carrales, İ., Barcelo, J., 2008, A glance into aluminum toxicity and resistance in plants, *Science of The Total Environment*, 356-368s.
- Poyraz, B., 2014, Farklı Lokasyonlardan Alınan İçme Sularında Ağır Metal Analizi, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(1), 16-27s.
- Pontius, F. W., 1993, Nitrate and cancer: is there a link?. *Journal- American Water Works Association*, 85(4), 12-14s.
- Roland, D.A., Gordon and S.K. Rao, 1993. Phosphorus solubilization and its affects on the enviroment with examples of common misformulation problems associated with calcium and phosphorus. Muti-State Poult. Feeding and Nutr. Conf., Indianorpolis, Indiana. May 25-27, USA.
- Rout, G.R., Das, P., 2003, Effect of metal toxicity on plant growth and metabolism: I. Zinc. *Agronomie*, 23, 3-11s.
- Siegel, F. R. *EnironmentalGeochemistry of PotentiallToxicMetals*, Verlag Berlin Heidelberg, New York, 2002.
- Sheoran, I.S., Singal, H.R., Singh, R., 1990, Effect of cadmium and nickel on photosynthesis and enzymes of the photosynthetic carbon reduction cycle in pigeon pea (*Cajanus cajan L.*), *Photosynthesis Research*, 23, 345-351s.
- Sağın, M. B., Şen, D., 2018, Kabalar Göleti (Kastamonu)'nin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, *Fen Bilimleri Dergisi*, 30(2).
- Sağlam M.T., Adiloğlu, A., 1997, Su Kalitesi (Genişletilmiş 2. baskı). Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fak., Yayın No: 230, Ders kitabı No: 27, Tekirdağ.
- Salt, D., Price, R., Pickering, I., Raskin, I., 1995, Mechanisms of cadmium mobility and accumulation in Indian mustard, *Plant Physiol.*, 109, 1427-1433s.
- Sossé, B.A., Genet, P., Dunand-Vinit, F., Toussaint, L.M., Epron, D., Badot, P.M., 2004, Effect of copper on growth in cucumber plants (*Cucumis sativus*) and its relationships with carbohydrate accumulation and changes in ion contents, *Plant Science*, 166,1213-1218s.
- Stark, J.M., ve Firestone, M.K 1995., Mechanisms for soil moisture effects on activity of nitrifying bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 61: 218-221.

- Şabanoğlu, M., Kovancı, I., Saatçi, N., 1992, Toprakların Pestisitlerle Kirlenmesi ve Onların Etkinliklerinin Mikroorganizmalarla Giderilmesi, Çevre Kirliliği ve Kontrolü, İzmir, cilt:2, 608-613s.
- Şengün, E., 2013, *Aksu Deresi Su Kalitesi Ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Güre, 81s.
- Tanyolaç, J., 2000, Limnoloji, *Hatiboğlu Yayıncılık*, Ankara.
- Tanyolaç, J., 2004, Suyun kimyasal özellikleri, Limnoloji, *Hatiboğlu Yayınları*, Ankara, 63-73s.
- Tanyolaç, J., 2009, Limnoloji, 5. Baskı, *Hatiboğlu Yayınları*, Ankara.
- Tanji, K.K., 1996, Agricultural salinity assessment and management. ACSE Manuals and Reports on Engineering Practice No.71, New York.
- Taş, B., 2006, Derbent Baraj Gölü (Samsun) Su Kalitesinin İncelenmesi, *Ekoloji Çevre Dergisi*, sayı:61.
- Tepe, Y., 2009, Reyhanlı Yenişehir Gölü (Hatay) Su Kalitesinin Belirlenmesi, Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, *Ekoloji*, 18(70), 38-46s.
- Tok, H. H., 1997, Çevre Kirliliği. Anadolu Matbaacılık, İstanbul.
- Tok H., 1998, Toprak Biyolojisi, Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Tekirdağ, yy. no:185, 156s.
- Topal, M., Topal, E. I. A., 2014, Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi Çıkış Sularının Kehli Deresi Su Kalitesi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi, *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(1), 53-64s.
- Topbaş, M., Brohi A., 1998, Karaman, M. Çevre kirliliğine sebep olan faktörle, Çevre Kirliliği, *Çevre Bakanlığı Yayınları*, Ankara, 12-61s.
- Turgut, C., 2003, The contamination with organochlorine pesticides and heavy metals in surface water in Küçük Menderes River in Turkey, 29-32s.
- Türkman, A., Aslan, Ş., Ege, İ., 2001, Lead Removal From Wastewaterby Natural Zeolites, *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2, 13-19s.
- Tüzüner, A., 1990, Toprak ve Su Analiz Laboratuvar El Kitabı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.

- Uslu, O., Türkman, A., 1987, Su Kirliliği ve Kontrolü, *T.C Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları*, Eğitim Dizisi 1, Ankara, 364s.
- Uysal, E., 2015, *Eskişehir'deki Sulama Göletlerinin Su Kalite İndekslerinin Belirlenmesi Ve Ekolojik Açıdan Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Ünlü, K., Özenirler, G., Yurteri, C., 1999, "Nitrogen fertilizer leaching from cropped and irrigated sandy soil in central Turkey", *European Journal of Soil Science*, 50: 609-620.
- Van Horn, J.W. and Alphen, J.G., 1991, Salinity Control, Salt Balance and Leaching of Irrigated Soils. Int. Center for Advanced Mediterranean Agronomic Studies of Bari, Italy.
- Veselov, D., Kudoyarova, G., Symonyan, M., 2003, Effect of Cadmium on Ion Uptake, Transpiration and Cytokinin Content in Wheat Seedlings, *Bulg. J. Plant Physiol.*, Special Issue, 353-359s.
- Vaillant, N., Monnet, F., Hitmi, A., Sallanon, H., Coudret, A., 2005, Comparative study of responses in four *Datura* species to a zinc stress. *Chemosphere*, 59, 1005-1013s.
- Yurtsever, E. ve Sönmez, B., 1992, Sulama Sularının Değerlendirilmesi. Toprak ve Gübre Araşt. Enst. Md. Yay. 181/T-63, Ankara.
- Yıldız, N., 2004, Toprak ve Bitki Ekosistemindeki Ağır Metaller. ZT-531. Yüksek Lisans Ders Notları. Erzurum.
- Yılmaz, F., 2004, Mumcular Barajı'nın fiziko-kimyasal özellikleri, Muğla Üniv. Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, *Ekoloji*, 13(50), 10-17.
- Young, J. C., McDermott, G. N., Jenkins, D., 1981, Alterations in the BOD Procedure for the 15th Edition of "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", *Journal (Water Pollution Control Federation)*, 1253-1259s.
- Zengin, K.F, Munzuroğlu, Ö., 2005, Fasulye Fidelerinin (*Phaseolus vulgaris L.Strike*) Klorofil ve Karotenoid Miktarı Üzerine Bazı Ağır Metallerin (Ni^{+2} , Co^{+2} , Cr^{+3} , Zn^{+2}) Etkileri, *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(1), 164-172s.

- Zeybek, Z., 2006, *Akgöl'deki (Karaman-Konya) Bazı Su Kalitesi Parametrelerinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Walker, F., 2004, Best management practices for phosphorus in the environment. <https://utextension.tennessee.edu/publications/Documents/PB1645.pdf> Ziyaret Tarihi: 10 Mayıs 2012.
- Wolska, J., Bryjak, M., 2013, Methods for boron removal from aqueous solutions. *Desalination*, 3(10), 18-24s.
- Wasik, E., Bahdziewicz, J., Błaszczyk, M., 2001, Removal of nitrates from groundwater by hybrid process of biological denitrification and microfiltration membrane, *Process Biochem*, 37,57–64s.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Hacer GÜLOCAK
Doğum Yeri	OF
Doğum Tarihi	03.03.1988
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	0553 609 18 55
E-Posta Adresi	hcdemirci@gmail.com
Web Adresi	



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Fakülte	Fen Edebiyat Fakültesi
Bölümü	Makine Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	2010

Tezli Yüksek Lisans	
Üniversite	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Biyoloji Ana Bilim Dalı
Programı	Biyoloji
Mezuniyet Tarihi	2019

Tezsiz Yüksek Lisans (Pedagojik Formasyon)	
Üniversite	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Birim Adı	Pedagojik Formasyon Birimi
Programı	Biyoloji Öğretmenliği
Mezuniyet Tarihi	2011

Ulusal Hakemli Dergilerde Yayınlanan Makaleler

E. Kariptaş, H. Demirci, B. Erdem. "Bakteriyel sistematikte hücre duvarı kimyasal kompozisyonun önemi". 20. Ulusal Biyoloji Kongresi, 21-25 Haziran 2010, Denizli, Türkiye. (Poster Bildiri Olarak Kabul Edildi)

