

**T.C.  
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KOCAELİ İLİNDEKİ İÇME SUYU KAYNAK SULARININ  
İNCELENMESİ**

**Tezi Hazırlayan  
Selçuk VAROL**

**Tez Danışmanı  
Doç. Dr. Erkan KALIPCI**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi**

**Şubat 2019  
NEVŞEHİR**



**T.C.  
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KOCAELİ İLİNDEKİ İÇME SUYU KAYNAK SULARININ  
İNCELENMESİ**

**Tezi Hazırlayan  
Selçuk VAROL**

**Tez Danışmanı  
Doç. Dr. Erkan KALIPCI**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi**

**Şubat 2019  
NEVŞEHİR**

## KABÜL VE ONAY SAYFASI

Doç. Dr. Erkan KALIPCI danışmanlığında **Selçuk VAROL** tarafından hazırlanan “**Kocaeli İlindeki İçme Suyu Kaynak Sularının İncelenmesi**” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

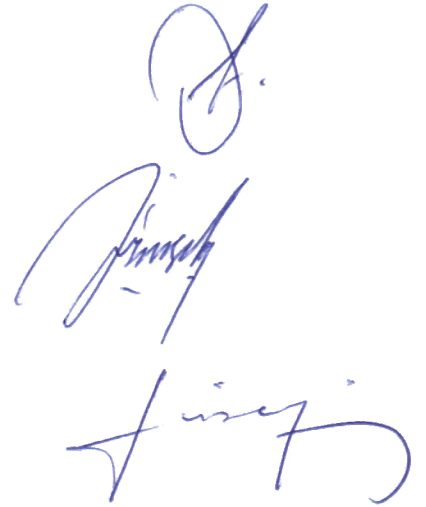
03/01/2019

### JÜRİ

**Başkan** : Doç. Dr. Erkan KALIPCI

**Üye** : Dr. Öğr. Üyesi İsmail ŞİMŞEK

**Üye** : Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin CÜCE



### ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun **10/01/2019**...tarih ve **03-08**... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Şahin ÖZTÜRK  
Enstitü Müdürü



## TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ve bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Selçuk VAROL

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmamın her aşamasında desteğini esirgemeyen ve deneyimleri ve bilgisi ile bana yol gösteren, aynı zamanda kişilik olarak da bana çok katkıda bulunan değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Erkan KALIPCI' ya,

Hem mesleki hem iş tecrübesi açısından bana her türlü desteği veren başta İSU Genel Müdürü Sayın Ali SAĞLIK'a, çalışma arkadaşlarım Alper ALVER, Gülcan KÖSE, Taner ALKAY, Yeter TURSUN, Azize KOÇ ve tüm İSU ailesi'ne,

Teknik ve idari desteklerinden dolayı Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Rektörlüğü'ne ve Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'na, teşekkür ederim.

Ayrıca bu tezi; ilkokul hayatımdan lisansüstü çalışmama kadar; hep doğru yolda ve doğru adımlarla gitmem için beni destekleyen, eğiten, kıymetli babam Mümin VAROL, kıymetli annem Birsen VAROL, kıymetli kardeşim Ecenur VAROL'a ve kıymetli eşim Aysun VAROL'a ithaf ediyorum.

Bu araştırmada YLTPF13 numaralı projemize verdiği desteklerden dolayı Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü'ne teşekkürlerimi sunarım.

# KOCAELİ İLİNDEKİ İÇME SUYU KAYNAK SULARININ İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Selçuk VAROL

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2019

## ÖZET

Bu çalışmada; Kocaeli ilindeki içme suyu kaynaklarının karakteristik özellikleri belirlenmiş ve bu suların kalite kategorilerinin tespiti yapılmıştır. Kocaeli ilinin su ihtiyacının yaklaşık % 90'ını karşılayan Yuvacık baraj gölü ve bu gölü besleyen dereler ile kaynak sularını temsilen belirlenen noktalardan iki dönem ham su numuneleri alınmıştır. İçme suyu kaynaklarına ait analiz sonuçları değerlendirilerek ham su karakterizasyonu ve kalite kategorisi yapılmış bununla birlikte baraj rezervuarının trofik seviyesi belirlenmiştir. İçme suyu kaynakları, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği' ne göre değerlendirildiğinde; pH, elektriksel iletkenlik, kimyasal oksijen ihtiyacı, çözünmüş oksijen, biyolojik oksijen ihtiyacı, amonyum azotu, nitrat azotu, ortofosfat fosforu, florür, toplam kjeldahl-azotu, toplam fosfor, mangan ve selenyum parametreleri açısından I.Sınıf (çok iyi) su kalitesi özelliği göstermektedir. Baraj rezervuarının uzun dönem ortalama toplam fosfor, toplam azot, klorofil-a ve Seki-disk derinliği sonuçları değerlendirilerek baraj gölünün trofik düzeyi belirlenmiştir. Ölçülen parametreler değerlendirildiğinde toplam N ve toplam P konsantrasyonu açısından baraj gölü mezotrofik, klorofil-a açısından oligotrofik trofik düzeyi, ışık geçirgenliği açısından ise dönemsel olarak mezotrofik trofik düzeyi olduğu belirlenmiştir. Trofik seviyelerden en az iki parametrenin trofik seviyesinin aynı çıkması durumunda, bu trofik seviye geçerlidir. Bu açıdan değerlendirildiğinde baraj gölünün trofik düzeyinin mezotrofik olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** İçme Suyu, Su Kalitesi, Havza Yönetimi, Yuvacık Barajı

**Tez Danışman:** Doç. Dr. Erkan KALIPCI

**Sayfa Adeti:** 75

# INVESTIGATION OF DRINKING WATER RESOURCES IN KOCAELI PROVINCE

(M. Sc. Thesis)

Selçuk VAROL

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

January 2019

## ABSTRACT

The purpose of this study was to characterize the drinking water resources of Kocaeli Province and classify them according to water quality. For this purpose, the raw water samples were collected and analyzed during the two seasons from Yuvacık Dam Lake, which meets about 90% of the drinking water requirement of Kocaeli Province, and other surface and ground sources of drinking water. Characterization of raw water and quality category have been done by evaluating by analysis result of potable water supply. However, trophic level of barrage reservoir has been determined. When potable water supplies evaluated according to the Water Pollution Control Laws and Raising up Water Quality Laws, quality of water has been the first class in the point of ph, electrical conductivity, chemical oxygen demand, dissolved oxygen, biological oxygen demand, ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, orthophosphatic phosphate, flouride, total kjeldahl nitrogen, total phosphor, manganese and selenium. The trophic level of the dam lake was determined by evaluating the mean total P, total N, chlorophyll-a and Seki-disk depth results. It has been determined that the dam reservoir is mesotrophic in terms of total N and total P concentration, oligotrophic in terms of chlorophyll-a and periodically mesotrophic in terms of light transmittance. If trophic levels of at least two parameters from trophic levels are the same, this trophic level is valid. In this respect, the trophic level of the dam reservoir is mesotrophic.

**Keywords:** *Drinking Water, Water Quality, Trophic Level, Watershed Management, Yuvacık Dam.*

**Supervisor:** Assoc. Prof. Dr. Erkan KALIPCI

**Page Number:** 75



## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI .....	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	viii
RESİMLER LİSTESİ .....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xi
SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ .....	1
BÖLÜM 2	
HAVZANIN TANIMI .....	3
2.1. Genel Özellikleri .....	3
2.2. Havzanın Fiziksel Karakterizasyonu.....	11
2.2.2. Jeoloji.....	16
2.3. Havzanın Biyolojik Yapısı.....	29
2.4. Kirletici Kaynaklar.....	30

## BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM .....	33
--------------------------	----

3.1. Rezervuarı Besleyen Su Kaynakları.....	33
---	----

3.2. Numune Alma ve Analiz Yöntemleri .....	35
---	----

3.3. Kullanılan Cihazlar ve Ekipmanlar .....	36
--	----

## BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA SONUÇLARI .....	38
---------------------------	----

4.1. Ham Su Karakteristiği.....	38
---------------------------------	----

## BÖLÜM 5

TARTIŞMA VE ÖNERİLER .....	53
----------------------------	----

KAYNAKLAR .....	56
-----------------	----

ÖZGEÇMİŞ .....	59
----------------	----

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Kocaeli (17066) ölçüm istasyonu, 1961-2013 yılları ortalama sıcaklık değerleri.....	13
Şekil 2.2. Kocaeli (17066) ölçüm istasyonu 1961-2013 yılları aylık ortalama nem....	14
Şekil 2.3. Kocaeli İstasyonu 1975-2012 yılları aylık buharlaşma normalleri.....	15
Şekil 2.4. Kocaeli (17066) İstasyonu 1961-2013 yılları aylık ortalama yağış.....	16
Şekil 2.5. Yuvacık baraj rezervuarına giren ortalama akımların oransal dağılımı.....	28
Şekil 2.6. Baraj rezervuarındaki çözülmüş oksijen seviyesinin değişimi.....	48

## RESİMLER LİSTESİ

Resim 2.1.	Yuvacık havza yeri.....	3
Resim 2.2.	Yuvacık havzasında kalan yerleşim yerleri.....	4
Resim 2.3.	Yuvacık baraj havzasında nüfusun ilçelere göre dağılımı.....	8
Resim 2.4.	Yuvacık havzası alt yapı tesis durumu.....	9
Resim 2.5.	Yuvacık baraj havzası meteoroloji istasyonları.....	12
Resim 2.6.	Doğu Marmara Bölgesi'nin sadeleştirilmiş jeoloji haritası.....	17
Resim 2.7.	Yuvacık baraj havzasındaki karstik kaynakların ve yapılarının dağılımı gösteren Google Earth görüntüsü.....	18
Resim 2.8.	Karpuz çatlatan kaptajına ait görüntü.....	19
Resim 2.9.	Yaygınca kaptajına ait görüntü.....	20
Resim 2.10.	Sarıçökek kaptajına ait görüntü.....	20
Resim 2.11.	Gürlek kaptajına ait görüntü.....	20
Resim 2.12.	Karapınar kaptajına ait görüntü.....	21
Resim 2.13.	Karakaya kaptajına ait görüntü.....	21
Resim 2.14.	Karadağ (Tepecik) kaptajına ait görüntü.....	21
Resim 2.15.	Serindere kaptajına ait görüntü.....	22
Resim 2.16.	Soğukpınar kaptajına ait görüntü.....	22
Resim 2.17.	Yuvacık barajı alt havza sınırlarını gösteren harita.....	26
Resim 2.18.	Yuvacık havzası altyapı tesis durumu.....	30
Resim 3.1.	Yuvacık havzası yeraltı suyu numune noktaları haritası.....	33

Resim 3.2. Yuvacık baraj havzasında yüzey suyu örnekleme noktalarının  
lokasyonları..... 35



## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Yuvacık havzası yerleşim alanları.....	5
Tablo 2.2. Yuvacık Baraj havzasının nüfus değerleri.....	8
Tablo 2.3. Havzadaki atıksu altyapı durumu.....	10
Tablo 2.4. Kocaeli (17066) meteoroloji istasyonu 1961-2013 yılları ortalama sıcaklık değerleri.....	12
Tablo 2.5. Kocaeli (17066) Ölçüm İstasyonu 1961-2013 yılları aylık ortalama nem.....	13
Tablo 2.6. Kocaeli aylık buharlaşma normalleri (1975-2012).....	14
Tablo 2.7. Kocaeli (17066) İstasyonu 1961-2013 yılları aylık ortalama yağış.....	15
Tablo 2.8. Yuvacık baraj havzasında yer alan kaynakların koordinat bilgileri.....	19
Tablo 2.9. Serindere havzasında yer alan nispeten düzenli debi ölçümü yapılmış kaynak sularının debilerinin mevsimsel değişimi.....	23
Tablo 2.10. Kirazdere alt havzasında yer alan karstik kaynak sularının debilerinin değişimi.....	23
Tablo 2.11. Yuvacık baraj rezervuarı hakkında bazı genel bilgiler.....	25
Tablo 2.12. Yuvacık baraj rezervuarına farklı havza ya da kaynaklardan giren toplam yıllık akımlar .....	27
Tablo 2.13. Yuvacık havzasının güncel arazi kullanma şekilleri.....	31
Tablo 2.14. Tarım, orman ve meralardan kaynaklanan besi maddesi taşıma katsayıları.....	32
Tablo 2.15. Tarım, orman ve meralardan kaynaklanan azot ve fosfor yükleri.....	32
Tablo 3.1. Yeraltı suyu örnekleme noktalarına ait lokasyon bilgisi.....	34
Tablo 3.2. Dere örnekleme lokasyonlarının koordinat bilgileri.....	34

Tablo 3.3. Analizlerde kullanılan metotlar.....	36
Tablo 3.4. Analizlerde kullanılan cihazlar ve ekipmanlar.....	37
Tablo 4.1. Yuvacık barajı havzasında Eylül 2016 döneminde örneklenen derelerinin su analiz sonuçları.....	39
Tablo 4.2. Yuvacık barajı havzasında Mayıs 2017 döneminde örneklenen derelerinin su analiz sonuçları.....	40
Tablo 4.3. Havza içerisindeki kaynaklara ait Eylül 2016 döneminde alınan su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları.....	43
Tablo 4.4. Havza içerisindeki kaynaklara ait Mayıs 2017 döneminde alınan su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları.....	43
Tablo 4.5. Kıtaiçi yerüstü su kaynaklarının genel kimyasal ve fizikokimyasal parametreler açısından sınıflarına göre kalite kriterleri.....	45
Tablo 4.6. Göl, gölet ve baraj gölleri ötrofikasyon kriterleri.....	45
Tablo 4.7. Baraj rezervuarında farklı nokta ve derinliklerden Eylül 2016 döneminde alınan su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları.....	46
Tablo 4.8. Baraj rezervuarında farklı nokta ve derinliklerden Mayıs 2017 döneminde alınan su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları.....	47
Tablo 4.9. 2016 - 2017 yılları arasında baraj rezervuarı ham suyunda ölçülen parametrelerin su sütunundaki ortalama değerinin zamana bağlı değişimi.....	51

## SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ

<b>BOİ</b>	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
<b>BOİ<sub>5</sub></b>	Beş Günlük Biyolojik Oksijen İhtiyacı
<b>CO<sub>2</sub></b>	Karbondioksit
<b>Ç.O</b>	Çözünmüş Oksijen
<b>DMİ</b>	Devlet Meteoroloji İstasyonu
<b>dsg</b>	Dolu Savak Kodu
<b>EC</b>	Elektriksel İletkenlik
<b>İSU</b>	İzmit Su Kanalizasyon İdaresi
<b>İZAYDAŞ</b>	İzmit Atık ve Artıkların Yakma Değerlendirme Anonim Şirketi
<b>KAFS</b>	Kuzey Anadolu Fayı
<b>km</b>	Kilometre
<b>km<sup>2</sup></b>	Kilometrekare
<b>KOİ</b>	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
<b>L/s</b>	Litre/saniye
<b>m</b>	Metre
<b>m<sup>3</sup></b>	Metreküp
<b>mg/L</b>	miligram/litre
<b>mm</b>	Milimetre
<b>µg</b>	Mikrogram
<b>µg/L</b>	Mikrogram/litre
<b>NO<sub>3</sub></b>	Nitrat
<b>PAH</b>	Poliaromatik Hidrokarbon
<b>SKKY</b>	Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği
<b>SO<sub>2</sub></b>	Kükürtdioksit
<b>TKN</b>	Toplam Kjeldahl Azotu
<b>TN</b>	Toplam Azot
<b>TP</b>	Toplam Fosfor
<b>YSKY</b>	Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği



# BÖLÜM 1

## GİRİŞ

Yeryüzündeki su kütesinin %97'sini okyanus ve denizler, %2'sini göller, akarsular ve yeraltı suları, %1'ini ise buzullar ve karlar oluşturmaktadır. Su, uygarlığın gelişimi boyunca kişisel hijyen, tarımsal sulama, endüstriyel üretim ve elektrik enerjisi üretimi gibi pek çok farklı amaçla kullanılmıştır [1]. Birleşmiş Milletler (BM) 2012 yılı “Su İstatistikleri Raporu” unda veriler yeryüzündeki toplam su hacminin 1,4 milyar km<sup>3</sup> olduğunu, bu miktarın yaklaşık 35 milyon km<sup>3</sup>'ünün tatlı su kaynaklarında olduğunu ve toplam tatlı su hacminin ise 350 bin km<sup>3</sup>'ünün (%1) kullanılabilir niteliklerde bulunduğunu bildirilmektedir [2].

Hızlı nüfus artışına, sanayi ve teknolojinin hızlı gelişmesine rağmen, çevre bilinci maalesef aynı hızda gelişmemiştir. Netice olarak; kaynakların sorumsuzca kullanımı sebebiyle insanlar açısından içilebilir ve kullanılabilir su miktarı giderek azalmakta ve geri dönüşü mümkün olmayacak sorunlar yaşanmasına uygun ortam hazırlanmaktadır. Tahminler, artan su ihtiyacı ve azalan kullanılabilir su kaynaklarının olumsuz anlamda geri dönülemez olarak 2030 yılında kesişeceğini ve küresel krizlere sebebiyet vereceğini göstermektedir [3].

Su kaynaklarının kalitelerinin belirlenmesi, sınıflandırılması, su kalitesinin ve miktarının izlenmesi, bu suların kullanım maksatlarının sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde koruma kullanma dengesi de gözetilerek ortaya konulması, korunması ve iyi su durumuna ulaşılması için alınacak tedbirlere yönelik usul ve esaslar belirlenmelidir.

Bu tez çalışmasının amacı:

- Kocaeli ilinin su ihtiyacının yaklaşık %90'ını karşılayan Yuvacık Baraj Gölü [4] ve bu gölü besleyen dereler ile yeraltı ve yerüstü kaynak sularını temsil eden noktaların belirlenmesi,
- Belirlenen noktalardan numunelerin alınması ve kaynak sularının baraj gölü yüzey suyu kalitesine yönelik analizlerinin yapılması,

- İçme suyu kaynaklarına ait analiz sonuçları değerlendirilerek ham su karakterizasyonu, kalite sınıfının belirlenmesi ve ayrıca rezervuar trofik durumunun ortaya koyulması
- Havzada mevcut ve olası kirletici unsurların önlenmesine yönelik önerilerde bulunulmuştur.



## BÖLÜM 2

### HAVZANIN TANIMI

#### 2.1. Genel Özellikleri

##### 2.1.1. Havzanın konumu ve sınırları

Yuvacık havzası, Marmara bölgesinin doğusunda ve Kocaeli ili İzmit ilçesinin yaklaşık 16 km güney doğusundadır. Havzanın yerleşim birimleri; Kocaeli ili İzmit ilçesi ile havzanın güney doğusundaki Sakarya ili Pamukova ilçesi ve güneybatısındaki Bursa ili İznik ilçesinin bazı mahalleleridir.  $40^{\circ} 32' - 40^{\circ} 41'$  kuzey enlemleri ve  $29^{\circ} 49' - 30^{\circ} 08'$  doğu boylamları arasında bulunan Yuvacık havzası, 25.759 hektardır [5]. Yuvacık havzasının yeri Resim 2.1.'de verilmiştir.

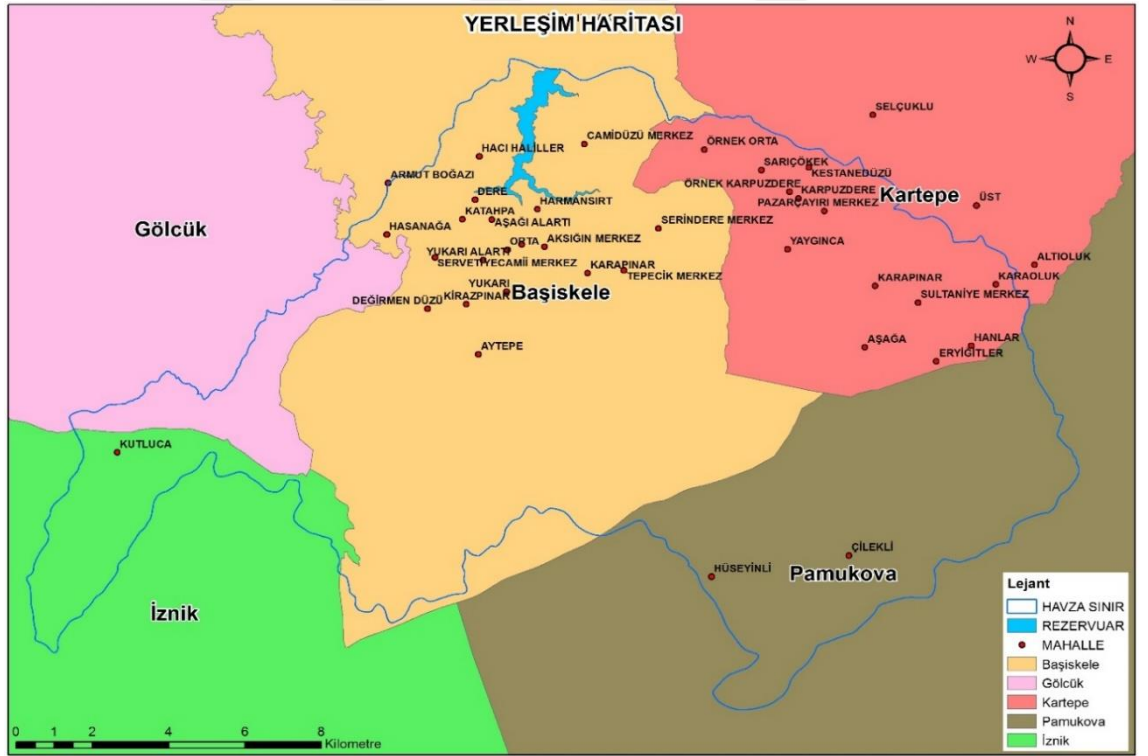


Resim 2.1. Yuvacık Havza Yeri

### 2.1.2. Yerleşimler ve nüfus

Yuvacık Baraj Gölü havzının içinde bulunduğu Kocaeli İli, Marmara Bölgesi'nin doğusunda, 40° 31' - 42° 42' paralelleriyle 29° 22' - 31° 22' meridyenleri arasında bulunur. Kuzeyinde Karadeniz ve İstanbul (Şile ilçesi), doğusunda Sakarya İli, güneyinde Bursa İli ve batısında İstanbul ile Yalova illeri bulunur. Küçük bir il olan Kocaeli 3.505 km<sup>2</sup> genişliğindedir [6].

Yuvacık Baraj Havzası, Marmara Bölgesinde kalmakta olup Kocaeli, Sakarya ve Bursa İli sınırları içerisinde kalmaktadır. Havzanın kuzeyinde Kocaeli iline bağlı Başiskele ve Gölcük İlçeleri, güney ve güney doğusunda Sakarya İline bağlı Pamukova ilçesi ile güneyinde Bursa iline bağlı İznik ilçesi yer almaktadır. Havza içerisinde 202 mahalle bulunmaktadır. Yuvacık havzasında kalan yerleşim yerleri Resim 2.2.'de ve Yuvacık havzası yerleşim alanları Tablo 2.1.'de verilmiştir [6].



Resim 2.2. Yuvacık havzasında kalan yerleşim yerleri

Tablo 2.1. Yuvacık havzası yerleşim alanları [6]

İl	İlçe	Mahalle
Kocaeli	Başiskele	37
	Gölcük	50
	Kartepe	33
Bursa	İzmit	46
Sakarya	Pamukova	33

Kocaeli ili Başiskele ilçesi sınırlarında 37 mahalle, Kartepe ilçesi sınırlarında kalan 33 mahalle ve Gölcük ilçesi sınırlarında kalan alanda 50 mahalle yerleşimi bulunmaktadır. Sakarya ili Pamukova ilçesi sınırlarında 33 mahalle bulunmaktadır. Bursa ili İzmit ilçesi sınırlarında 46 mahalle bulunmaktadır.

### **Başiskele İlçesi**

Yuvacık Baraj havzasında bulunan Kocaeli ili Başiskele ilçe sınırları içinde Merkez belediye olmak üzere 1 belediye ve 37 mahalle bulunmaktadır [7].

Başiskele Kocaeli ilinin ilçesidir. Başiskele bölgesi Kocaeli İli'nin en eski yerleşim alanlarından biri olma özelliğini taşımaktadır. Marmara Bölgesi'nin Çatalca-Kocaeli Bölümü'nde yer almaktadır. İlçe, batıda Gölcük, doğuda Kartepe, güneyde Bursa'nın İzmit ve Sakarya'nın Pamukova ilçeleriyle komşudur. İlçenin sınırları, Karşıyaka Beldesi merkez olmak üzere Yenimahalle, Bahçecik, Yuvacık ve Kullar beldelerinin birleşmesi, Servetiye Karşı, Servetiye Cami, Kazandere, Aksığın, Tepecik, Serindere, Camidüzü ve Doğantepe mahallelerinin bağlanması ile belirlenmiştir. Başiskele İlçesi, İzmit Körfezi kıyılarında yer alan serbest bölge, depolama alanları, sanayi tesisleri ve iç kesimlerde yer alan az yoğunluklu iskan alanları ile Kocaeli İli'nin kentsel ve kırsal nitelikleri bir arada barındıran bir ilçesidir.

Başiskele İlçesi, makro tipi Akdeniz İklim kuşağında kalmaktadır. Samanlı Dağları'nın körfeze bakan yamaçlarında iklim Karadeniz kıyılarına benzer. Yağış miktarı da bu kesimde farklıdır. Rüzgârlar kışın kuzey ve kuzeydoğudan, yazları ise kuzeydoğudan eser [8]. Bölgede iklime uygun olarak, alçak kesimlerde zeytinlikler, kısa çalı bitkileri, yüksek kesimlerde ise kısa boylu bitkilerle beraber ormanlık alanlar görülmektedir.

Başiskele İlçesinde toplam arazi varlığı 21.431 hektar olup bunun %59'u (12.624 hektar) ormanlık, %28'i (6.093 hektar) tarım arazisi,%0,7'si (153 hektar) mera ve yaylak, %12,3'ü de diğer alanlardır [6].

### **Gölcük İlçesi**

Gölcük İlçesi, Marmara Bölgesi'nde, İzmit Körfezi'nin en fazla darlaştığı bir kesimde, yer almaktadır. İlçenin Doğu'sunda İzmit, Batı'sında Karamürsel, Güney'inde İznik İlçeleri, Kuzey'inde İzmit Körfezi bulunur. Yüzölçümü 199 km<sup>2</sup>'dir. Gölcük'ün dar bir sahil şeridinden sonraki arazi yapısı engebelidir. İlçenin güneyi Samanlı Dağları ile çevrilidir. En yüksek tepesi 1119 metre ile Ayvasa Tepesi'dir. Gölcük İlçesi, Kocaeli ilinde; Marmara Denizi'nin güneydoğusunda; Kocaeli'nin güneyi ile güneybatısı arasında yer almaktadır. Batısında Karamürsel İlçesine bağlı Ereğli beldesi, kuzeyde Marmara Denizi, güneyde Bursa ili, doğusunda merkez ilçeye bağlı Yenimahalle Beldesi bulunmaktadır.

Gölcük ilçesi temel geçim kaynağını tarım, tarımsal yapıyı destekleyen hizmetler, bölge içinde yer seçmiş askeri alanlar, bölge çevresindeki ve yakın çevresindeki sanayi alanları bölgesel gelişme eğilimlerini belirlemektedir. İlçede büyük bir yüzde hizmetler sektöründe istihdam ettirilmektedir. İlçenin yakın alanlarındaki sanayi çalışma alanları ve askeri alanlar ile Kocaeli merkeze yakın bölgelerdeki ulaşılabilir çalışma alanları bölgede oturanların çalışma alanlarını oluşturmaktadır. Gölcük ilçesi il genelinde tarımsal karakteri azalmaktadır. Bu değer çalışanların istihdamında tarım sektörü ancak %35 pay almaktadır [6].

### **Kartepe İlçesi**

Kartepe İlçesi, Marmara Bölgesi'nde yer alan Kocaeli İli'ne bağlı bir ilçedir. Kuzeyde İzmit İlçesi, batıda Başiskele İlçesi, güney ve doğuda ise Adapazarı İl sınırları ile çevrilidir.

Kartepe İlçesi, Kocaeli il genelinde olduğu gibi sanayi tesislerinin yer aldığı bir ilçe olmakla birlikte, Sapanca Gölü kıyılarında yer alan Maşukiye ve Eşme yerleşmeleri ve kış sporları turizmi potansiyeli sunan Kartepe Turizm Merkezi ile Kocaeli'nin turizm potansiyeli yüksek ilçelerinden biridir. Kartepe İlçesi, ana yol güzergâhlarındaki sanayi

tesisleri, iç kesimlerde yer alan turizm potansiyelleri ve az yoğunluklu iskan alanları ile Kocaeli İli'nin kentsel ve kırsal nitelikleri bir arada barındıran bir ilçesidir.

İlçe, makro tipi Akdeniz İklim kuşağında kalmaktadır. Bölgede iklime uygun olarak, alçak kesimlerde zeytinlikler, kısa çalı bitkileri, yüksek kesimlerde ise kısa boylu bitkilerle beraber ormanlık alanlar görülmektedir [6].

### **Pamukova İlçesi**

Pamukova, Sakarya iline bağlı ilçedir. Marmara Bölgesi'nin doğusunda, Sakarya ilinin güneyinde yer alır. Doğusunda Geyve, batısında Kocaeli, kuzeyinde Sapanca ve Merkez ilçe Adapazarı, güneyinde ise Bilecik iline bağlı Osmaneli ve Gölpazarı ilçeleri vardır. İl merkezi olan Adapazarı'na 40 km uzaklıkta, E-25 karayolu ile İstanbul–Eskişehir–Ankara Devlet Demir Yolu üzerinde, Samanlı dağlarının güney eteklerinde kurulmuştur. Pamukova ilçesinin yüzölçümü 432 km<sup>2</sup>'dir.

Pamukova ilçesi, ova üzerine kuruludur. Arkaya doğru yüksek tepeler ve muhtelif küçük mahalleler vardır [6].

### **İznik İlçesi**

İznik İlçesi, Bursa İli'nin bir ilçesidir. Bursa'nın kuzeydoğusunda yer alır. İlçenin yüzölçümü 753 km<sup>2</sup>, rakımı 85 metredir. Konum olarak Bursa ilinin kuzeydoğusunda, İznik Gölü'nün doğusundadır. Bursa şehir merkezine 76 km uzaklıktadır. Marmara Bölgesi'nin Güney Marmara bölümünde yer alır. Bölgede ılıman Marmara iklimi görülür.

Ağır sanayi yatırımlarının bulunmadığı İznik ovası, toprağının olduğu kadar ikliminin de elverişli olmasından dolayı birçok sebze ve meyve yetişmektedir. Akdeniz iklimine benzer bir iklimi vardır.

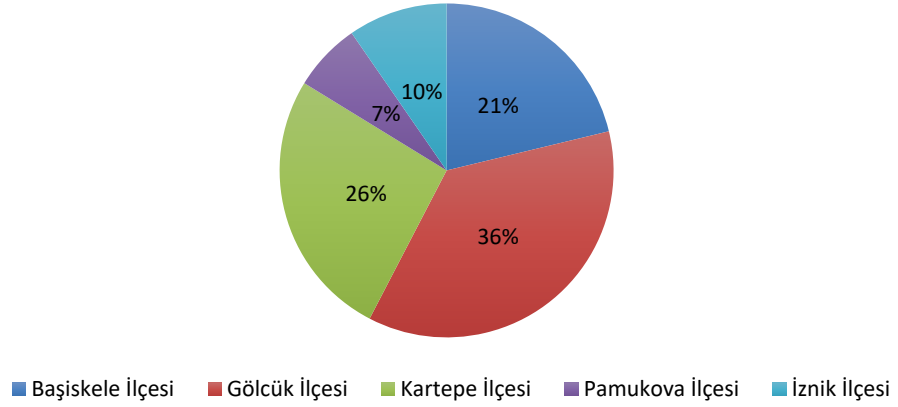
İlçe nüfusunun %90'ının tarımla uğraştığı ve geçimini sağladığı görülür. Diğer bir ifadeyle, halkın temel geçim kaynağı tarımdır [6].

## Nüfus Değerlendirmesi

Yuvacık Baraj Havzası içerisinde yer alan ilçelere ait 2017 nüfus sayım bilgileri Tablo 2.2.'de [7] ve Yuvacık baraj havzasında nüfusun ilçelere göre dağılımı Resim 2.3.'te verilmiştir. Havzada nüfus yoğunluğunu Başiskele ilçesi oluşturmaktadır.

Tablo 2.2. Yuvacık baraj havzasının nüfus değerleri [7]

Yuvacık Baraj Havzası	Nüfus
Başiskele İlçesi	93988
Gölcük İlçesi	161117
Kartepe İlçesi	115680
Pamukova İlçesi	29293
İznik İlçesi	42616



Resim 2.3. Yuvacık baraj havzasında nüfusun ilçelere göre dağılımı [7]

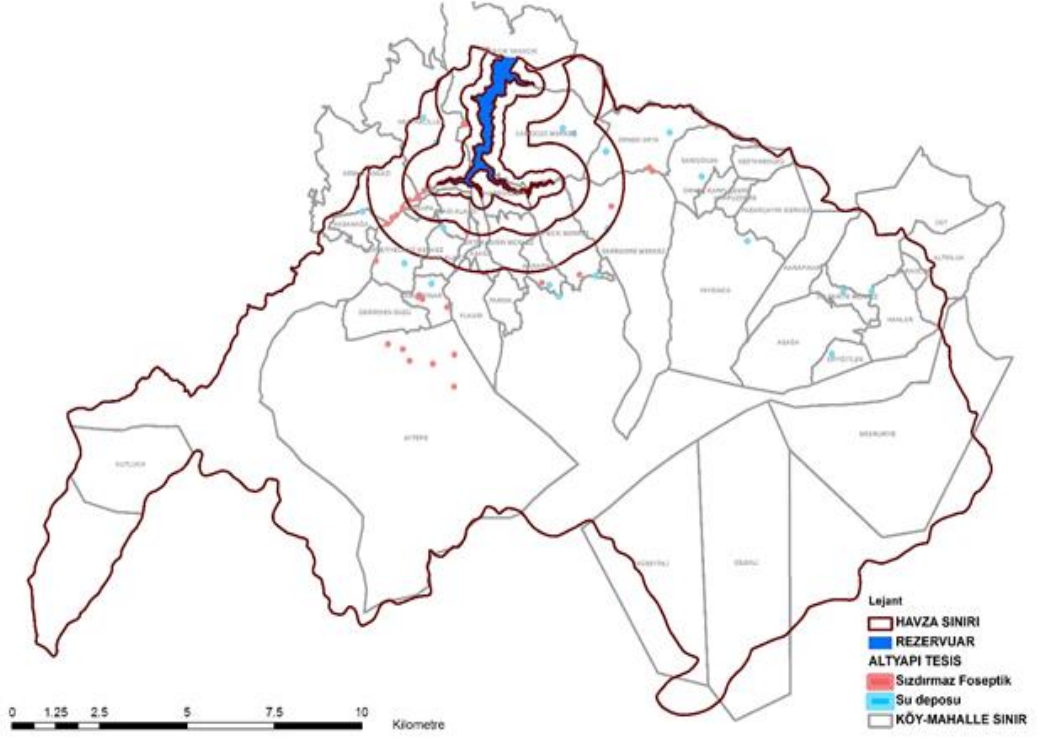
### 2.1.3. Altyapı

Havzanın topoğrafik yapısı engebeli ve yüksek eğime sahip olması nedeniyle, mahallelere ait toplu kanalizasyon hatları bulunmamaktadır. Meskun bölgelerde atıksu deşarjı sızdırır ve/veya sızdırmaz tip foseptik yardımıyla bertaraf edilmektedir. Havzadaki (mutlak, kısa, orta ve uzun mesafedeki) mahallelere ait atıksuların arıtma tesisi ile arıtılarak bertarafının yapılması için mevcut veya planlanan atıksu hatları bulunmamaktadır.

Havza içerisinde bulunan tesislerin atıksuları ise sızdırmaz foseptiklerde toplanıp, vidanjör yardımı ile havza dışında bulunan arıtma tesisine deşarjı sağlanmaktadır. Yuvacık havza sınırları içerisinde atıksu arıtma tesisi bulunmamaktadır. Havza içerisinde



ileriye dönük atıksu hattı veya atıksu tesisi yapımı düşünülmemektedir. Yuvacık havzası alt yapı tesis durumu Resim 2.4.'te ve havzadaki atıksu altyapı durumu Tablo 2.3.'te verilmiştir [9].



Resim 2.4. Yuvacık havzası alt yapı tesis durumu [9]

Tablo 2.3. Havzadaki atıksu altyapı durumu [9]

İLÇE ADI	MAHALLE ADI		ALTYAPI DURUMU
Başiskele	Aksığın	Parsık	Münferit Foseptikler
		Karapınar	Münferit Foseptikler
		Harmansirt	Münferit Foseptikler
		Aksığın Merkez	Münferit Foseptikler
	Başiskele Merkez	Yuvacık Yakacık	Münferit Foseptikler
	Camidüzü	Camidüzü Merkez	Münferit Foseptikler
	Kazandere	Orta	Münferit Foseptikler
		Aşağı	Münferit Foseptikler
		Yukarı	Münferit Foseptikler
	Serindere	Serindere Merkez	Münferit Foseptikler
	Servetiye Cami	Yukarı Alartı	Münferit Foseptikler
		Kırapınar	Münferit Foseptikler
		Aşağı Alartı	Münferit Foseptikler
		Değirmen Düzü	Münferit Foseptikler
		Dere	Münferit Foseptikler
		Aytepe	Münferit Foseptikler
		Katahpa	Münferit Foseptikler
		Servetiyecamii Merkez	Münferit Foseptikler
	Servetiye Karşı	Armut Boğazı	Münferit Foseptikler
		Hacı Haliller	Münferit Foseptikler
Hasanağa		Münferit Foseptikler	
Tepecik	Tepecik Merkez	Münferit Foseptikler	
Kartepe	Örnekmahalle	Örnek Orta	Münferit Foseptikler
		Örnek Karpuzdere	Münferit Foseptikler
		Sarıçökek	Münferit Foseptikler
	Pazarçayırı	Karpuzdere	Münferit Foseptikler
		Yaygınca	Münferit Foseptikler
		Kestanedüzü	Münferit Foseptikler
		Pazarçayırı Merkez	Münferit Foseptikler
	Sultaniye	Hanlar	Münferit Foseptikler
		Aşağa	Münferit Foseptikler
		Eryiğitler	Münferit Foseptikler
		Karapınar	Münferit Foseptikler
		Karaoluk	Münferit Foseptikler
		Altioluk	Münferit Foseptikler
		Üst	Münferit Foseptikler
Sultaniye Merkez	Münferit Foseptikler		
Pamukova	Çilekli	Çilekli	Münferit Foseptikler
	Mesruriye	Mesruriye	Münferit Foseptikler
	Hüseyinli	Hüseyinli	Münferit Foseptikler
İznik	Kutluca	Kutluca	Münferit Foseptikler

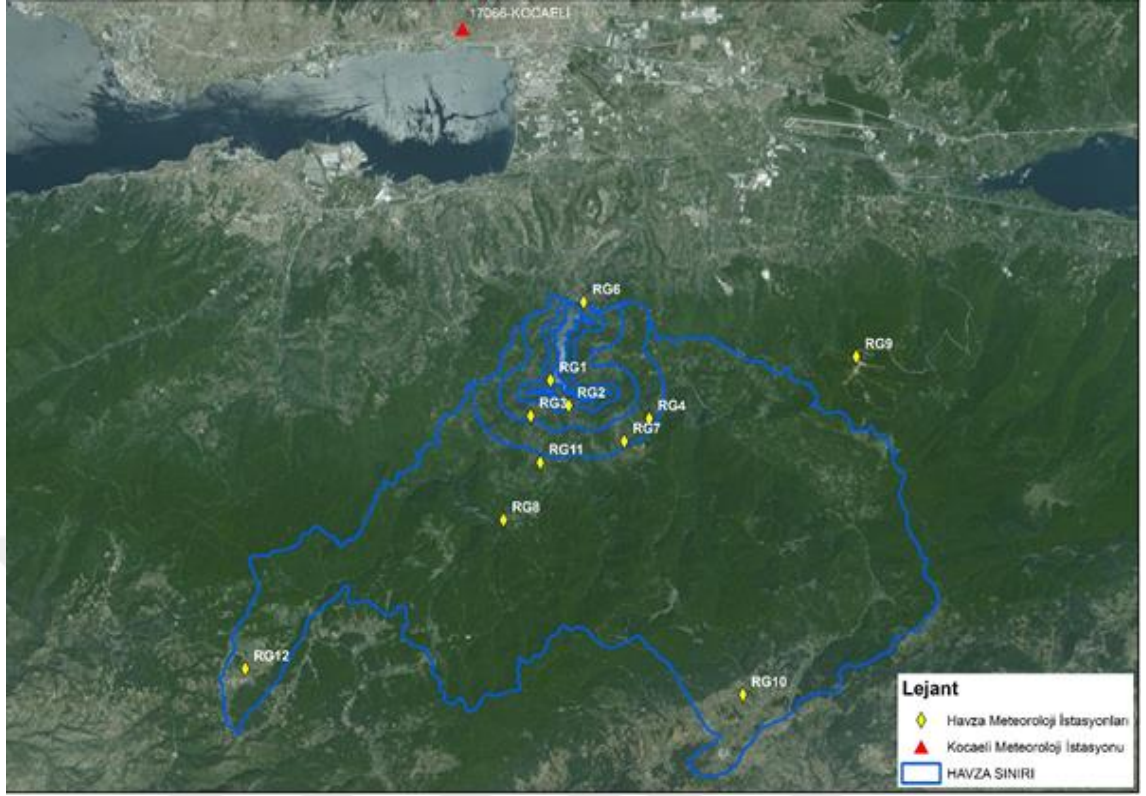
## **2.2. Havzanın Fiziksel Karakterizasyonu**

### **2.2.1. İklim**

Yuvacık Barajı Batı Karadeniz Bölgesi'nde; Başiskele İlçesi'nin güneyinde bulunmaktadır. Bu bölgede makro tipi Akdeniz İklimi hüküm sürmektedir. Samanlı Dağları'nın körfeze bakan yamaçlarında iklim Karadeniz kıyılarına benzer. Yağış miktarı da bu kesimde farklıdır. Rüzgârlar kışın kuzey ve kuzeydoğudan, yazları ise kuzeydoğudan eser [6].

Yuvacık Baraj Havzasının meteorolojik verileri için, bu havzaya en yakın olan Kocaeli İstasyonunun uzun süreli rasat kayıtlarından yararlanılmıştır. Bununla birlikte havzanın sıcaklık ve yağış verileri ayrı olarak da hesaplanmıştır.

Yuvacık Baraj Havzasında öncelikli olarak incelenmekte olan meteorolojik parametreler, su bütçesindeki değişimlerin yorumlanabilmesi açısından yararlı olacak şekilde seçilmiştir. İncelenen parametreler sıcaklık, nem, güneşlenme, yağış ve buharlaşmadır. Veriler, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün (DMI) Kocaeli istasyonuna ait uzun dönem çalışmalarından elde edilmiştir. Ayrıca, Yuvacık barajında su yönetiminin sağlanabilmesi için havzadaki birçok noktada meteorolojik ölçüm istasyonları bulunmakta olup, gerekli veriler elde edilmektedir [5]. Yuvacık baraj havzası meteoroloji istasyonları Resim 2.5.'te verilmiştir.



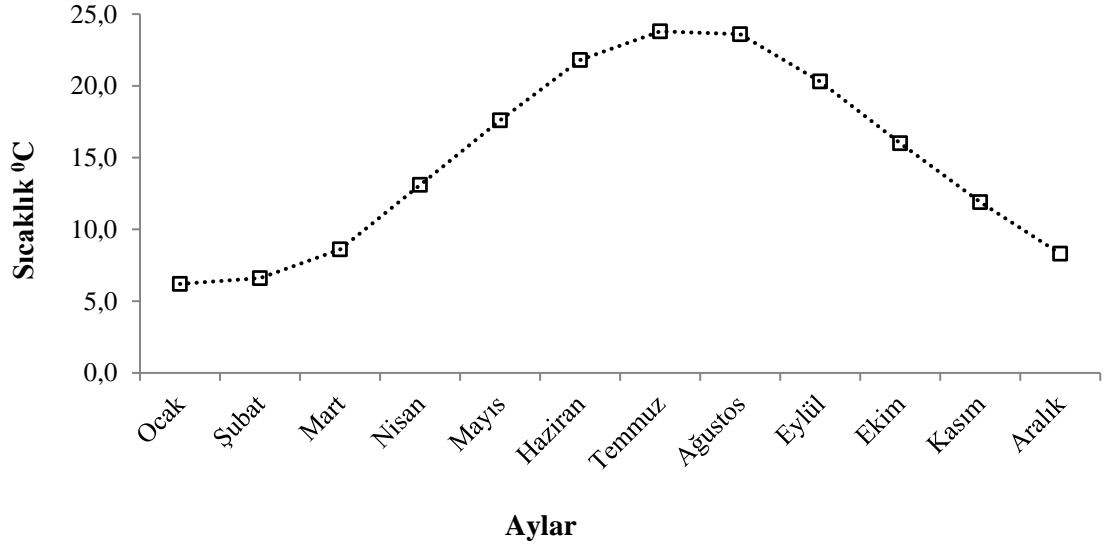
Resim 2.5. Yuvacık baraj havzası meteoroloji istasyonları

### Ortalama Sıcaklık

Sapanca Gölü civarında bulunan Kocaeli (17066) meteoroloji istasyonuna ait 52 yıllık ortalama sıcaklık verileri Tablo 2.4.' te ve Şekil 2.1.'de verilmiştir [5]. Bölgedeki bu istasyon için sonbahar ve kış aylarında ortalama sıcaklık standart sapma değerlerinin yaz aylarına nazaran yüksek olduğu görülmektedir. Veri setinin % 75 ile % 90' ı arasına düşen uç değerler incelendiğinde ise en düşük ortalama sıcaklıkların Şubat ayı, en yüksek ortalama sıcaklık değerlerinin ise Temmuz ayı içerisinde gerçekleştiği görülmektedir.

Tablo 2.4. Kocaeli (17066) meteoroloji istasyonu 1961-2013 yılları ortalama sıcaklık değerleri [5]

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Sıcaklık (°C)	6,2	6,6	8,6	13,1	17,6	21,8	23,8	23,6	20,3	16	11,9	8,3



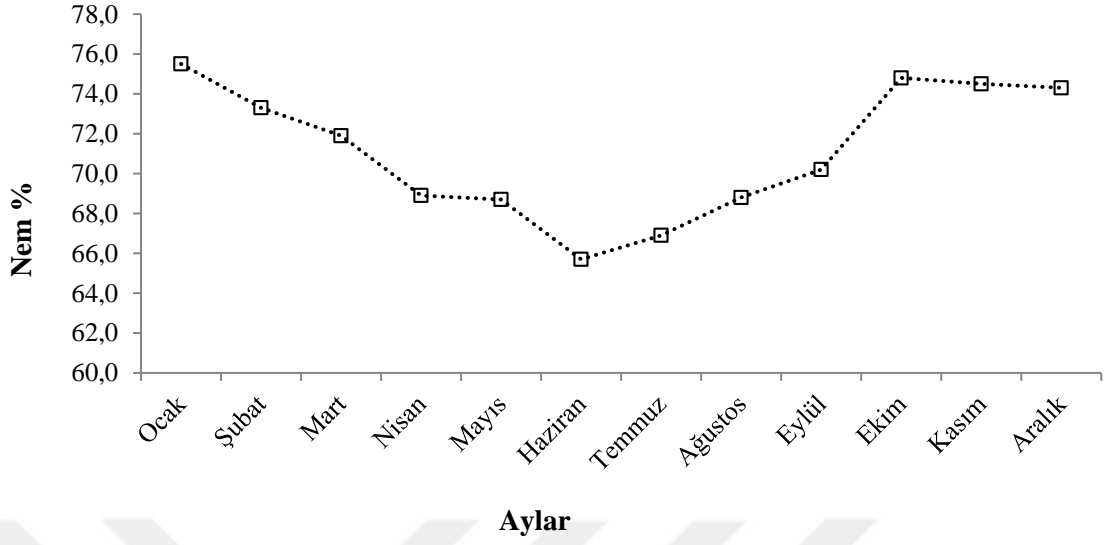
Şekil 2.1. Kocaeli (17066) ölçüm istasyonu, 1961-2013 yılları ortalama sıcaklık değerleri [5]

### Ortalama Nem

Sapanca (1690), Kocaeli (17066) istasyonunun aylık ortalama nem değerleri, ölçüm yapılan 1961-2013 yıllarında benzerlikler göstermektedir. Ortalama nem değerleri bölgede yaz aylarında %60-65, kış aylarında ise %70-75 değerleri arasında bulunmaktadır. Kocaeli (17066) Ölçüm İstasyonu 1961-2013 yılları aylık ortalama nem değerleri Tablo 2.5.'te ve Şekil 2.2.'de verilmiştir [5].

Tablo 2.5. Kocaeli (17066) Ölçüm İstasyonu 1961-2013 yılları aylık ortalama nem [5]

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Nem (%)	75,5	73,3	71,9	68,9	68,7	65,7	66,9	68,8	70,2	74,8	74,5	74,3



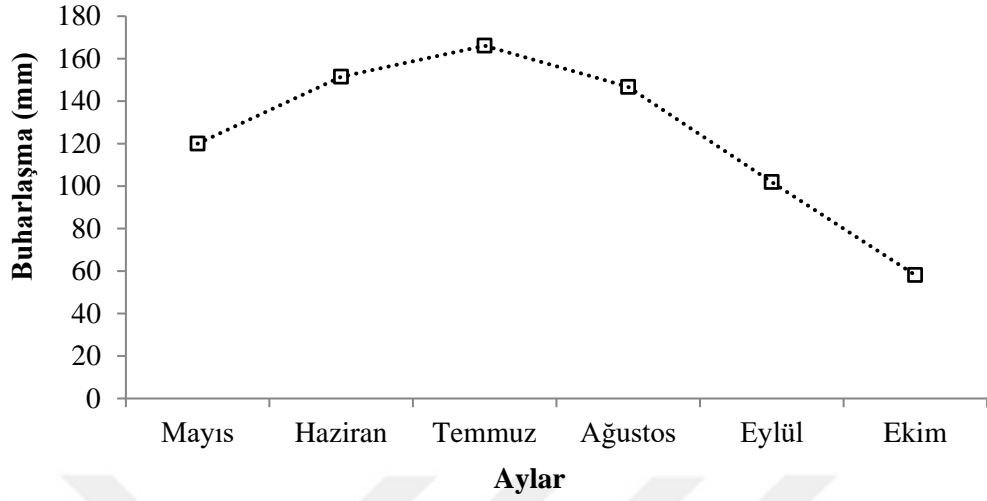
Şekil 2.2. Kocaeli (17066) ölçüm istasyonu 1961-2013 yılları aylık ortalama nem [5]

### Buharlaşma

1975-2012 yılları arasında ölçülen yıllık ortalama buharlaşma miktarı 124,05 mm'dir. Ortalama buharlaşma, en fazla 166,1 mm ile temmuz ayında kaydedilirken, en az 58,1 mm ile ekim ayında ölçülmüştür. Kocaeli ili aylık buharlaşma normalleri Tablo 2.6.'da ve Şekil 2.3.'te verilmiştir [5].

Tablo 2.6. Kocaeli aylık buharlaşma normalleri (1975-2012) [5]

Aylar	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam	Ortalama
Buharlaşma (mm)	120	151.5	166.1	146.7	101.9	58.1	744.3	124.05



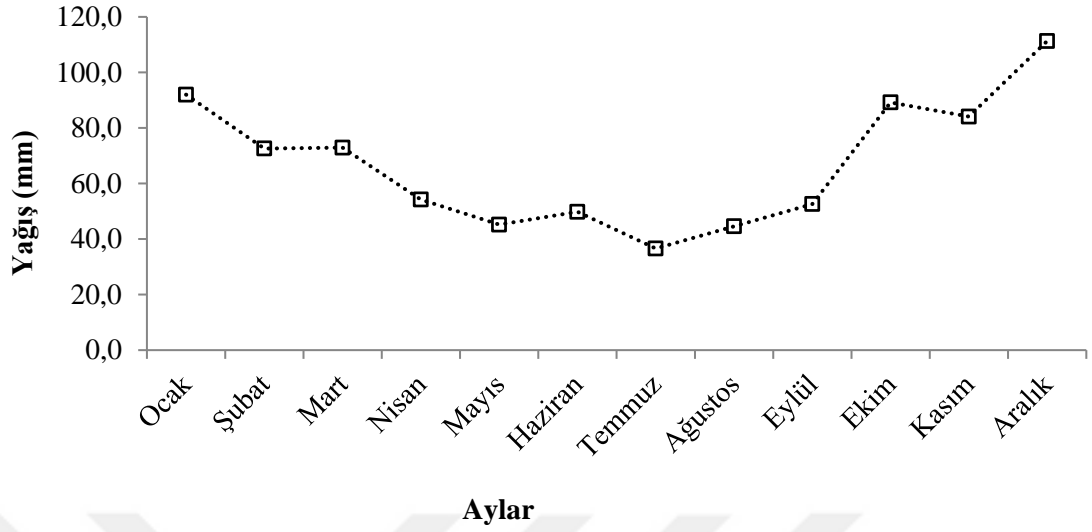
Şekil 2.3. Kocaeli İstasyonu 1975-2012 yılları aylık buharlaşma normalleri [5]

### Yağış

Bölgede bulunan DMİ Ölçüm istasyonundan toplam günlük yağış ve ortalama yağışlı gün sayısı verilerinden faydalanılmıştır. Kocaeli İstasyonu verilerine göre, bölgenin en fazla günlük yağış aldığı aylar Ekim, Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat aylarıdır. En fazla yağışın düştüğü aylar 108 mm ile Aralık ayıdır. Kocaeli (17066) İstasyonu 1961-2013 yılları aylık ortalama yağış Tablo 2.7.'de ve Şekil 2.4.'te verilmiştir [5].

Tablo 2.7. Kocaeli (17066) İstasyonu 1961-2013 yılları aylık ortalama yağış [5]

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Yağış (mm)	92	72,6	72,9	54,2	45,2	49,8	36,6	44,6	52,6	89,2	84,1	111,3



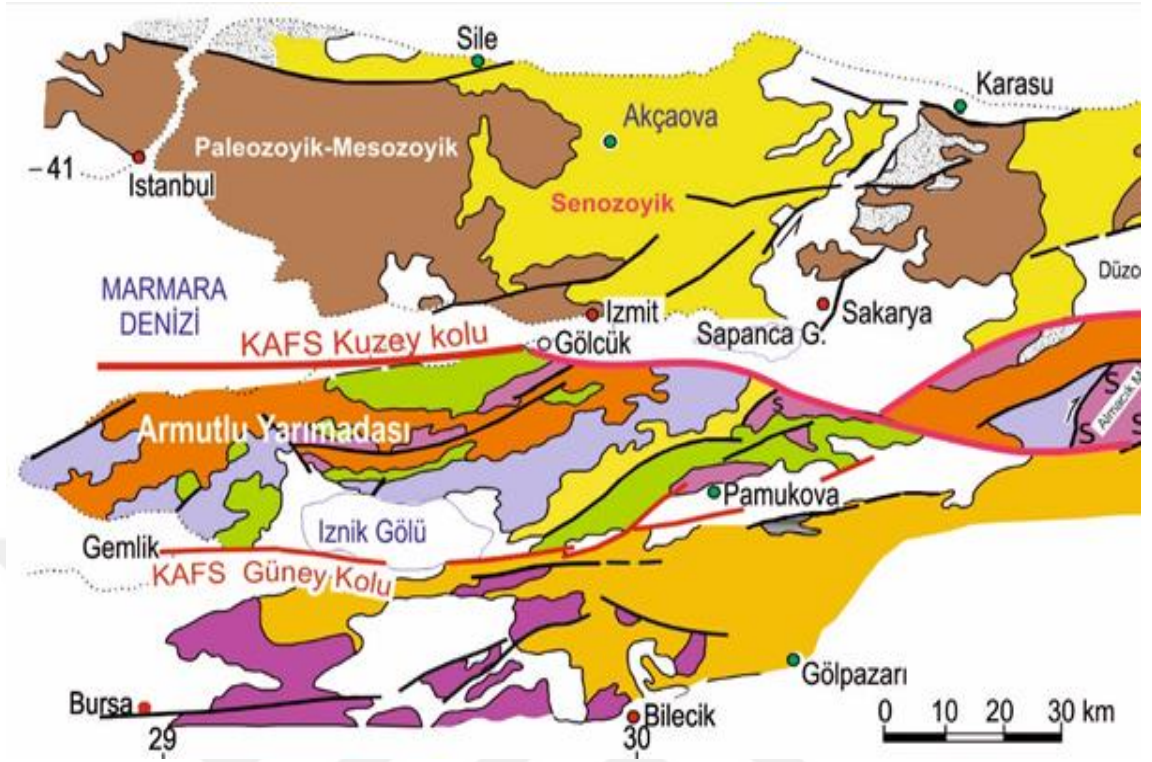
Şekil 2.4. Kocaeli (17066) İstasyonu 1961-2013 yılları aylık ortalama yağış [5]

Havzada Kocaeli (17066) istasyonunda 1961-2013 yılları arasında ölçüm yapılan yağış verileri incelendiğinde, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında yağışın az olduğu gözlenmektedir. Aynı yıllara arasında sıcaklık ve buharlaşma değerlerinin de yüksek olması yaz aylarının kurak geçtiğinin göstergesidir [5].

### 2.2.2. Jeoloji

Doğu Marmara Bölgesi'nde yer alan inceleme alanı, Armutlu Yarımadası kuzeyinde, İzmit Körfezi güneyinde yer alır. Doğu Marmara Bölgesi bugün aktif veya inaktif yapısal elemanlarla birbirinden ayrılmış bağımsız morfotektonik ünitelerin oluşturduğu bir mozayik görünümündedir. Litoloji bakımından; yüksek alanlarda volkanik ve metamorfik kayalar, alçak kesimlerde ise marn, kireçtaşı, kumtaşı ve çakıltası gibi dayanımsız kayalar görülmektedir. Yükselti ve litoloji farkına rağmen kuzey ve güneyde yer alan iki farklı morfolojik bölgede de çok düşük eğimli ve az engebeli bir topografya izlenmektedir. Doğu Marmara Bölgesi'nin sadeleştirilmiş jeoloji haritası Resim 2.6.'da verilmiştir [10].





Resim 2.6. Doğu Marmara Bölgesi'nin sadeleştirilmiş jeoloji haritası

Armutlu Yarımadası, doğu Marmara'nın ana coğrafik- morfolojik elemanları arasında yer alır. Yarımada, kuzeyde İzmit Körfezi, güneyde Gemlik körfezi, doğuda Sakarya Nehri ve batıda Marmara denizi ile sınırlanan, ortalama 130 km uzunluğa, 20-25 km genişliğe ve yaklaşık 3000 km<sup>2</sup> yüzölçümüne sahip bir bölgedir. İzmit Körfezi ise KAFS'nin kuzey kolu üzerinde yer almaktadır.

Yuvacık havzasının topoğrafyası ise; paralel akan derelerin oluşturduğu genellikle V şeklindeki vadilerle ayrılmış sivri ve küt zirveli tepeler ile sırtlardan meydana gelmiştir. Bu tepe ve sırtlar genellikle sarp karmaşık yamaçlara sahiptir [10].

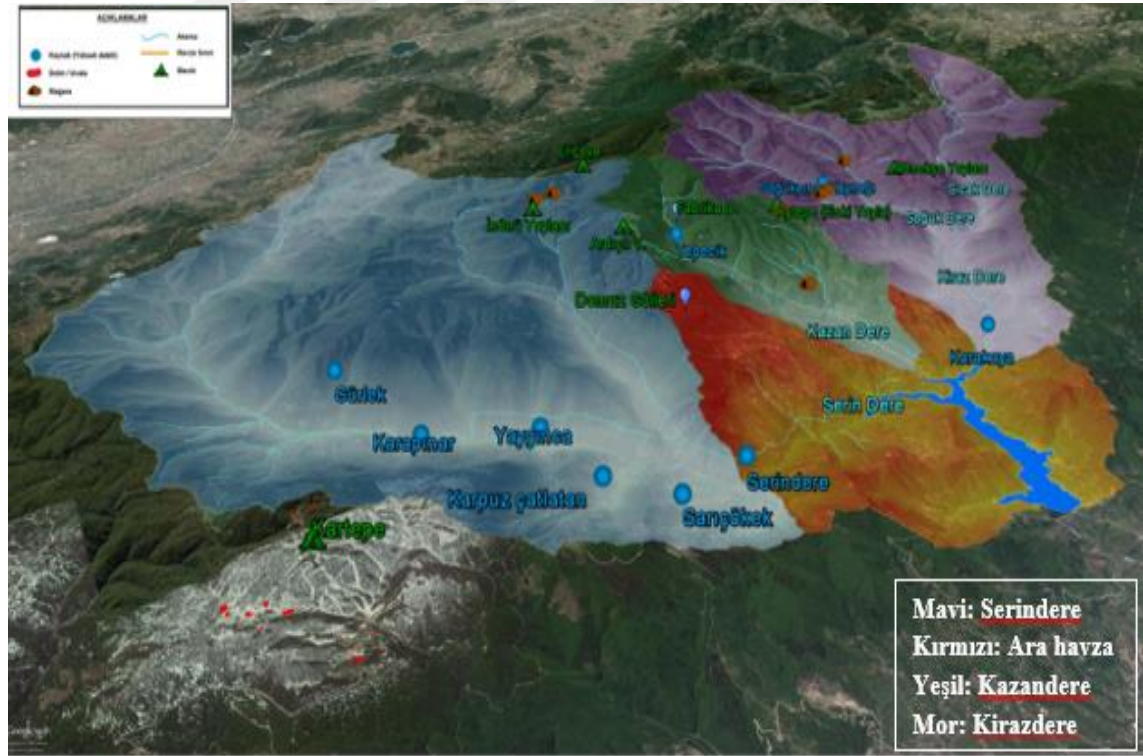
Havzanın ortalama yüksekliği 843 m'dir. Havzada, en küçük ve en büyük yükselti gruplarının çok az miktarlar olması dikkat çekici bir olgudur. Diğer taraftan Yuvacık havzasının 800 m'den yüksek olan kısmı havzanın %62,9'unu içermektedir.

25759 ha'lık Yuvacık baraj havzasının 16299 ha (%63,3)'ı sarp, 4526 ha (%17,6)'ı ise çok dik eğimlidir. Bu bulgular havzanın 20825 ha (%80,9)'ının çok dik+sarp eğimli olduğunu göstermektedir. Dik eğim grubunun havzanın 2551 ha (%9,9)'lık bir

bölümünün kapsamına karşılık, orta ve hafif eğim grupları sırasıyla 983 ha (%3,8) ve 345 ha (%1,3)'ünü kapsamaktadır. Bununla birlikte havzanın 1055 ha (4,1)'i düzdür [6].

### 2.2.3. Hidrojeoloji

Yuvacık baraj havzasında Kocaeli ilinin bir bölümüne doğrudan içme suyu sağlayan yüksek debili birçok kaynak suyu bulunmaktadır. Bu kaynaklar sırasıyla Soğukpınar, Karakaya, Yaygınca, Karpuz çatlatan, Karapınar, Gürlek, Sarıçökek, Serindere ve Karadağ (Tepecik) kaynaklarıdır. Soğukpınar ve Karakaya kaynakları Kirazdere drenaj havzası içerisinde, Yaygınca, Serindere, Karpuz çatlatan, Sarıçökek, Gürlek ve Karapınar kaynakları Serindere drenaj havzası içerisinde, Karadağ (Tepecik) kaynağı ise Kazandere drenaj havzası içerisinde yer almaktadır [11]. Yuvacık baraj havzasındaki kaynakların dağılımını gösteren Google Earth görüntüsü Resim 2.7.'de, kaynakların koordinat bilgileri ise Tablo 2.8.'de verilmiştir.



Resim 2.7. Yuvacık baraj havzasındaki karstik kaynakların ve yapılarının dağılımını gösteren Google Earth görüntüsü.

Tablo 2.8. Yuvacık baraj havzasında yer alan kaynakların koordinat bilgileri

Kaynak Adı	X	Y	KOT (m)
Soğukpınar Kaynağı	29° 55' 55.1316" E	40° 35' 33.3761" N	714
Karadağ (Tepecik) Kaynağı	29° 59' 05.8431" E	40° 35' 39.7783" N	798
Gürlek Kaynağı	30° 04' 43.6062" E	40° 36' 07.1146" N	830
Karapınar Kaynağı	30° 04' 13.3572" E	40° 37' 16.1676" N	704
Yaygınca Kaynağı	30° 03' 02.5072" E	40° 37' 49.5070" N	608
Karakaya Kaynağı	29° 56' 26.1775" E	40° 38' 29.3188" N	204
Serindere Kaynağı	30° 01' 10.4508" E	40° 38' 55.7333" N	287
Sarıçökek Kaynağı	30° 02' 13.7966" E	40° 39' 05.5947" N	599
Karpuz çatlatan Kaynağı	30° 02' 50.6424" E	40° 38' 37.1286" N	603

Karpuz Çatlatan kaptajına ait görüntü Resim 2.8.'de, Yaygınca kaptajına ait görüntü Resim 2.9.' da, Sarıçökek kaptajına ait görüntü Resim 2.10.'da, Gürlek kaptajına ait görüntü Resim 2.11.'de, Karapınar kaptajına ait görüntü Resim 2.12.'de, Karakaya kaptajına ait görüntü Resim 2.13.'de, Karadağ (Tepecik) kaptajına ait görüntü Resim 2.14.'de, Serindere kaptajına ait görüntü Resim 2.15.'de ve Soğukpınar kaptajına ait görüntü Resim 2.16.'da verilmiştir.



Resim 2.8. Karpuz çatlatan kaptajına ait görüntü



Resim 2.9. Yaygınca kaptajına ait görüntü



Resim 2.10. Sarıçökek kaptajına ait görüntü



Resim 2.11. Gürlek kaptajına ait görüntü



Resim 2.12. Karapınar kaptajına ait görüntü



Resim 2.13. Karakaya kaptajına ait görüntü



Resim 2.14. Karadağ (Tepecik) kaptajına ait görüntü



Resim 2.15. Serindere kaptajına ait görüntü



Resim 2.16. Soğukpınar kaptajına ait görüntü

Kaynakların debileri mevsimsel olarak ya da yağışlar sonrası farklılık göstermektedir. Serindere havzasında yer alan nispeten düzenli debi ölçümü yapılmıştır. Kaynak sularının debilerinin mevsimsel değişimi Tablo 2.9.'de, Kirazdere alt havzasında yer alan kaynak sularının debilerinin değişimi ise Tablo 2.10.'de verilmiştir [11].

Tablo 2.9. Serindere havzasında yer alan nispeten düzenli debi ölçümü yapılmış kaynak sularının debilerinin mevsimsel değişimi

Karpuz çatlatan		Yaygınca		Gürlek	
Tarih	Q (L/s)	Tarih	Q (L/s)	Tarih	Q (L/s)
13-11-2016	1095	18-11-2016	295	18-11-2016	75
24-12-2016	1241	10-08-2017	277	12-08-2017	123
04-02-2017	959	15-10-2017	396	15-10-2017	68,5
30-06-2017	873	-	-	-	-
24-07-2017	434	-	-	-	-
13-08-2017	261	-	-	-	-
15-10-2017	1248	-	-	-	-
Ortalama	873	Ortalama	323	Ortalama	89
Standart Sapma	387	Standart Sapma	64	Standart Sapma	30
Minimum	261	Minimum	277	Minimum	68,5
Maksimum	1248	Maksimum	396	Maksimum	123

Tablo 2.10. Kirazdere alt havzasında yer alan karstik kaynak sularının debilerinin değişimi

Karakaya		Soğukpınar	
Tarih	Q (L/s)	Tarih	Q
10-10-2016	351	10-10-2016	431
17-10-2016	402	17-10-2016	340
24-10-2016	263	24-10-2016	378
07-11-2016	497	07-11-2016	584
20-12-2016	495	20-12-2016	704
30-01-2017	475	30-01-2017	742
24-02-2017	423	-	-
04-05-2017	440	04-05-2017	636
30-06-2017	403	30-06-2017	686
24-07-2017	368	24-07-2017	436
29-07-2017	371	29-07-2017	436
13-08-2017	416	-	-
18-08-2017	372	15-08-2017	416
15-10-2017	522	15-10-2017	589
Ortalama	414	Ortalama	531
Standart Sapma	69	Standart Sapma	140
Minimum	263	Minimum	340
Maksimum	522	Maksimum	742

Havzanın en yüksek debili kaynağı Serindere alt havzası içerisinde yer alan Karpuz çatlatan kaynağıdır. Aralık ayında kaynak suyunun debisi 1241 L/s, Ağustos ayında ise 261 L/s ölçülmüştür. Ekim ayında bir haftalık aşırı yağışlı dönem sonrasında kaynak debisi 1248 L/s' e ulaşmıştır. Kaynağın ortalama debisi ise  $873 \pm 387$  L/s' dir. Karpuz

çatlatan kaynağın debisinde gözlenen mevsimsel ve yağışlar sonrası değişimler, kaynağın güncel yağışlardan beslendiğini ve beslenimin oldukça hızlı olduğunu işaret etmektedir. Aynı alt havza (Serindere) içerisinde yer alan Yaygınca ve Gürlek kaynaklarının ortalama debileri ise sırasıyla  $323 \pm 64$  L/s ve  $89 \pm 30$  L/s' dir. Ekim ayı içerisinde Yaygınca kaynağının yağış sonrası debisinde Ağustos dönemine göre % 42'lik bir artış gözlemiştir. Benzer dönemde ise Gürlek kaynağının debisinde % 44 oranında azalma meydana gelmiştir. Serindere havzasında yer alan diğer kaynakların (Sarıçökek, Serindere, Karapınar) kaptajlarında debi ölçümü için müsait bir kesit olmadığından veri bulunmamaktadır. Bu kaynaklar Serindere'deki diğer kaynaklara göre nispeten düşük debili kaynak suları olarak değerlendirilmektedir. Serindere alt havzasındaki tüm kaynaklardan 2015 yılı içinde meydana gelen ortalama yıllık boşalım yaklaşık 41,5 milyon m<sup>3</sup>'tür .

Kirazdere havzasında yer alan Soğukpınar ve Karakaya kaynaklarının yıllık ortalama debileri ise sırasıyla  $531 \pm 140$  L/s ve  $414 \pm 69$  L/s'dir. 2016 Ekim ayı içerisinde gerçekleşen yağışlar sonrası, Soğukpınar ve Karakaya kaynaklarının debilerinde Ağustos ortasına göre %21-22 seviyelerinde bir artış gözlenmiştir. Karakaya kaptajına iki noktadan su girişi gözlenmektedir. Kirazdere alt havzasındaki kaynaklardan meydana gelen ortalama yıllık boşalım 29,8 milyon m<sup>3</sup>'dür.

Serindere ve Kirazdere alt havzalarındaki 8 ana kaynaktan 2016 yılı içinde meydana gelen toplam boşalım hacmi ise yaklaşık 71,3 milyon m<sup>3</sup>'tür. Bu miktara, Kazandere alt havzası içerisinde yer alan Karadağ (Tepecik) kaynağın katkısı kaynağın kaptajında debi ölçümü yapmak mümkün olmadığından dahil edilememiştir [11].

#### **2.2.4. Hidroloji**

Yuvacık barajı 108,5 m temelden yüksekliğe sahip, 399 m kret uzunluğu ve 12 m kret genişliği olan kil çekirdekli kaya dolgu tipi bir barajdır. Barajın kret kotu 172,5 m, talveg kotu ise 70 m dsg'dir. Kocaeli ili ve çevresine içme suyu sağlamak amacıyla inşa edilen barajın toplam beslenme alanı Kocaeli, Sakarya ve Bursa illerinin bir kısmını kapsayacak şekilde 257.86 km<sup>2</sup> 'lik bir alanı kapsamaktadır. Yuvacık baraj rezervuarı hakkında bazı genel bilgiler Tablo 2.11.'de verilmiştir [12].



Tablo 2.11. Yuvacık baraj rezervuarı hakkında bazı genel bilgiler [12]

Baraj Rezervuar Bilgileri	Değer
Kret Kotu (m)	172,5
Talveg Kotu (m)	70
Talvegden Yüksekliği (m)	102,5
Temelden Yüksekliği (m)	108,5
Kret Uzunluğu (m)	399
Kret Genişliği (m)	12
Yuvacık Barajı Toplam Drenaj Alanı (km <sup>2</sup> )	257,86
Kirazdere Drenaj Alanı (km <sup>2</sup> )	79,54
Kazandere Drenaj Alanı (km <sup>2</sup> )	23,10
Serindere Drenaj Alanı (km <sup>2</sup> )	120,53
Ara Havza (km <sup>2</sup> )	34,69
Minimum su kotu (m)	112,50
Normal su kotu (m)	169,30
Maksimum su kotu (m)	169,68
Minimum Su Kotunda Baraj Gölü Yüzey Alanı (m <sup>2</sup> )	346,656
Normal Su Kotunda Baraj Gölü Yüzey Alanı (m <sup>2</sup> )	1.723.886
Maksimum Su Kotunda Baraj Gölü Yüzey Alanı (m <sup>2</sup> )	1.736.685
Minimum Su Kotunda Baraj Gölü Faydalı Hacmi (m <sup>3</sup> )	0
Normal Su Kotunda Baraj Gölü Faydalı Hacim (m <sup>3</sup> )	51.126.056
Maksimum Su Kotunda Baraj Gölü Faydalı Hacim (m <sup>3</sup> )	51.795.142
Ölü Hacim (m <sup>3</sup> )	4.900.000
Yıllık Regüle Edilen Su ( Milyon m <sup>3</sup> /yıl)	142
Yıllık Debi ( Milyon m <sup>3</sup> /yıl)	220,8
Regülasyon Oranı (%)	64,3
Katastrofal Feyazan Piki (m <sup>3</sup> /s)	1.593

Baraj su yönetimi açısından dört alt havzaya ayrılmıştır. Bu havzalardan üçü baraj gölünün besleniminde önemli payı olan Kirazdere, Serindere ve Kazandere alt havzalarıdır. Yuvacık barajı alt havza sınırlarını gösteren harita Resim 2.17.'de verilmiştir. Bu alt havzaların dışında baraj yönetimi açısından Ara Havza olarak tanımlanan baraj gölünü çevreleyen bir havzada yer almaktadır. Serindere 120,33 km<sup>2</sup>'lik beslenme alanı ile en büyük alt havzayı oluşturmakta, onu sırasıyla 79,54 km<sup>2</sup> ile Kirazdere, 23,10 km<sup>2</sup> ile Kazandere ve 34,69 km<sup>2</sup> ile ise Ara Havza takip etmektedir [5].



Resim 2.17. Yuvacık barajı alt havza sınırlarını gösteren harita [5]

Barajın minimum su kotu 112,50 m, maksimum su kotu ise 169,68 m'dir. Minimum su kotundaki baraj gölü yüzey alanı 346,656 m<sup>2</sup>, maksimum su kotundaki yüzey alanı ise 1.736.685 m<sup>2</sup>'dir. Baraj gölünün faydalı hacmi yaklaşık 51 milyon m<sup>3</sup>, ölü hacmi ise 4,9 milyon m<sup>3</sup> 'dür. Barajın yıllık debisi 220,8 milyon m<sup>3</sup>/yıl' dır. Yuvacık barajının yıllık 142 milyon m<sup>3</sup>'lük artırılmış su kapasitesi bulunmakta olup bu da %64,3'lük bir regülasyon oranına tekabül etmektedir [12]. Baraj gölü, ham su depolama, sel ve taşkın önlemenin yanısıra kuraklık dönemlerinde su yönetimi sağlamak üzere kullanılmaktadır. 2006 yılında yaşanan kuraklık sonrası Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İzmit Su Kanalizasyon İdaresi (İSU) Genel Müdürlüğü tarafından Sapanca Gölü'nden Yuvacık Barajı'na hamsu desteği vermek üzere Sapanca Gölü terfi sistemi hayata geçirilmiştir. Ayrıca 2014 yılında İzmit'in su ihtiyacını kuraklık döneminde sağlamak amacıyla yaklaşık 80 adet kuyu açılmış ve alüvyon akiferinden alınan yeraltı suyu arıtma tesisine iletilmiştir [13].

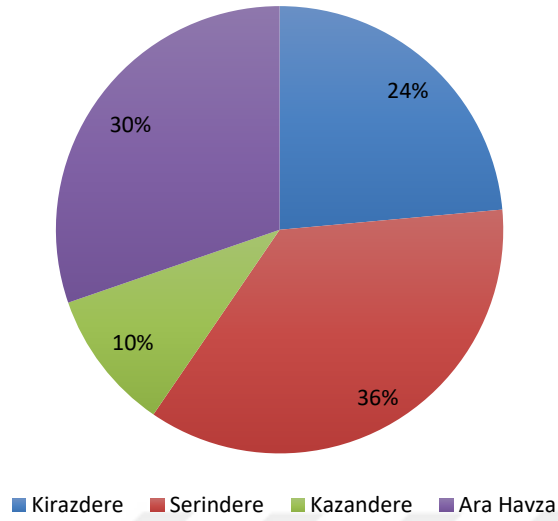
Yuvacık baraj havzasında irili ufaklı çok sayıda dere bulunmaktadır. En büyük dereler baraj gölünün besleniminde önemli payı olan, Kirazdere, Serindere ve Kazan dereleridir. Serindere Yuvacık havzasındaki debisi en yüksek dere olup, bunu sırasıyla Kirazdere ve Kazandere takip etmektedir. 2008-2017 yılları günlük dere akım verileri istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde Serindere 2,09±2.51 m<sup>3</sup>/s, Kirazdere 1,35±1,79 m<sup>3</sup>/s ve Kazandere 0,58±0.76 m<sup>3</sup>/s'lik ortalama bir debi değeri sergilemektedir [11].

Yuvacık barajı su yönetimi açısından 4 alt havzaya ayrılmıştır. Bunlar Serindere, Kirazdere, Kazandere ve Ara Havza alt havzalarıdır. Ara Havza diye tanımlanan havza dışında kalan alt havzalarda düzenli olarak günlük akım verileri ölçülmektedir. Mevcut uzun dönem akım verileri incelendiğinde (2008-2017), baraj rezervuarına giren toplam akımla, Serindere, Kirazdere ve Kazandere'den kaynaklanan toplam akım arasında ortalama % 30'lik bir fark olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum havzadaki akımların yaklaşık % 30'inin ölçülemediğini göstermektedir. Ölçülemeyen akımlar ise Ara Havza olarak tanımlanan alt havzaya aittir.

Yuvacık havzasına giren akımların ortalama % 36'sı Serindere'den (60.448.048 m<sup>3</sup>), %30'u Ara Havza'dan (50.882.289 m<sup>3</sup>), % 24'ü Kirazdere'den (39.588.794 m<sup>3</sup>) ve %10'u Kazandere' den (17.097.785) m<sup>3</sup> kaynaklanmaktadır. Yuvacık baraj rezervuarına farklı havza ya da kaynaklardan giren toplam yıllık akımlar Tablo 2.12'de ve Yuvacık baraj rezervuarına giren ortalama akımların oransal dağılımı Şekil 2.5.'de verilmiştir [11].

Tablo 2.12. Yuvacık baraj rezervuarına farklı havza ya da kaynaklardan giren toplam yıllık akımlar [11]

Yıl	Kirazdere (m <sup>3</sup> )	Serindere (m <sup>3</sup> )	Kazandere (m <sup>3</sup> )	Ara Havza (m <sup>3</sup> )	Baraj toplam giriş akımları (m <sup>3</sup> )
2008	63,061,261	47,571,805	15,645,445	36.342.543	162,621,054
2009	29,270,625	51,782,602	15,752,274	46.201.559	143,007,060
2010	35,300,701	46,528,119	17,394,220	53.926.038	153,149,077
2011	39,457,228	65,991,843	23,118,942	62.798.404	191,366,416
2012	50,979,931	76,519,607	22,029,743	65.072.758	214,602,038
2013	43,300,026	59,663,871	14,722,696	67.865.849	185,552,443
2014	37,900,876	87,423,056	18,608,590	58.508.460	202,440,981
2015	24,148,045	43,162,347	10,124,709	34.079.905	111,515,006
2016	32,880,455	65,389,179	16,483,444	33.145.082	147,898,160
Ortalama	39.588.794	60.448.048	17.097.785	50.882.289	168.016.915



Şekil 2.5. Yuvacık baraj rezervuarına giren ortalama akımların oransal dağılımı [11]

### 2.2.5. Toprak özellikleri

Yuvacık havzasının egemen toprak tipi, bu havzanın yaklaşık %85'inde dağılım gösteren esmer orman topraklarıdır. İkinci sırada ise %7 civarında bir dağılıma ulaşan ranker toprakları gelmektedir. Kalan %8'ini ise rendzina, koluviyal ve alüviyal topraklar oluşturmuştur. Dolayısıyla, esmer orman topraklarının özelliklerinin su üretimi açısından tartışılması önemlidir. Bu topraklar genellikle orta derin veya derindirler. Esmer orman topraklarının erozyona duyarlılık açısından incelenen üst toprakları, dispersiyon oranlarına göre erozyona yatkındırlar. Bu olgu, bu toprakların orman ve mera kullanım şekilleri haricinde özellikle tarımsal amaçlı kullanımlarda erozyona karşı önlem alınmadığı zaman su üretimi açısından bir sorun yaratabilir [14].

Yuvacık havzası sınırları içerisinde VII. sınıf yani toprak sağlığı, taş, kaya, meyil, erozyon gibi çok şiddetli tehdit faktörlerine sahip, tarımsal yönden ekonomik olmayan ancak, zayıf mera veya orman ağaçları dikimi için müsait arazi bulunmaktadır. Havzada eğim %5-6 arası olup, büyük toprak gurubu kodu N tipi sınıftır. Havzada %3 şiddetinde erozyon görülmektedir [15].

### 2.3. Havzanın Biyolojik Yapısı

Havzada yapılan arazi çalışmaları sırasında saptanan bitkiler odunsu (ağaç ve çalı) ve otsu özellikte *Fagus orientalis* L. egemen ağaç türüdür. Bu tür gerek saf ve gerek diğer ağaç türleriyle karışık ormanlar oluşturmuştur. Bu türü, meşe türleri izlemektedir. Meşe türleri de az da olsa özellikle mermer arazide saf ve karışık orman kuruluşları meydana getirmiştir. Gökmar türleri çok az bir alanda yayılış göstermektedir. Çam türleri ise, genellikle havzaya ağaçlandırma yoluyla getirilmiş olup, küçük bir alanda yayılış göstermektedir. Diğer ağaç türleri ise, bazı çalılarla birlikte akarsular boyunca uzanmaktadır. Havzadaki başlıca habitat tipleri olarak ibreli, yapraklı ve ibreli-yapraklı karışık orman, orman içi açıklık, mera, yayla, tarım alanı, fındıklık, çalılık alan, kayalık, dere, dere kenarı, yerleşim yeri şeklinde belirlenmiştir. Çalışma alanının bulunduğu İzmit yöresi ülkemizden geçen en önemli kuş göç rotasında bulunmaktadır. Alan ayrıca farklı mikro iklim özellikleri sergilemektedir. Yukarıda belirtilen demografik, habitat, topoğrafik, coğrafik ve iklim özelliklerinden dolayı havza hayvan türleri bakımından oldukça zengin olarak kabul edilebilir [16].

Böcek familyalarından 31 adedinin zararlı olma potansiyeli bulunurken 39 adet familya parazit veya yırtıcı olup zararlı böceklerin popülasyon artışlarını engellemektedir. Ayrıca *Odanata* ve *Ephemeroptera* takımlarına ait böceklerin varlığı alanda bulunan suların temiz olduklarının bir göstergesidir. Bu türlerin varlığının devam edebilmesi, suların temiz şekilde korunmasıyla mümkün olacaktır. Kelebekler çevresel değişikliklerden en hızlı etkilenen karasal canlı gruplarından birisidir. Alanda kelebek tür çeşitliliği zengin olarak kabul edilebilir. Gelecekte benzer çalışmalar yapılarak olabilecek değişiklikler ortaya konulabilecektir [14].

Alanda yerleşim yerlerinin dağınıklığı dikkati çekmektedir. Bu yöre halkının yaşam kültürüyle ilişkilidir. Halkın geçim kaynağı çoğunlukla tarım ve hayvancılıktır. Bu durumun doğada tahribata yol açtığı görülebilmektedir. Ancak son yıllarda ekili alanların azalması her ne kadar ekonomik kayıp olarak kabul edilse de doğal yaşam için olumlu gelişmelere neden olabilmektedir. Özellikle bu alanlarda gübre ve ilaçların kullanılmaması, diğer yandan tarım alanlarına gelen yoğun otsu bitki örtüsü çoğu hayvan türlerinin yaşamasına olanak vermektedir. En çok böcek türü bu tip alanlarda tespit edilmiştir. Yine birçok kuş türü bu alanlarda barınıp üremekte ve beslenebilmektedir.

Diğer taraftan toprak işleminin yapılmaması erozyonun azalmasına neden olmuştur. Bu da su üretimi yapılan Yuvacık Barajı havzasında su kalitesi için olumlu olarak algılanabilir [14].

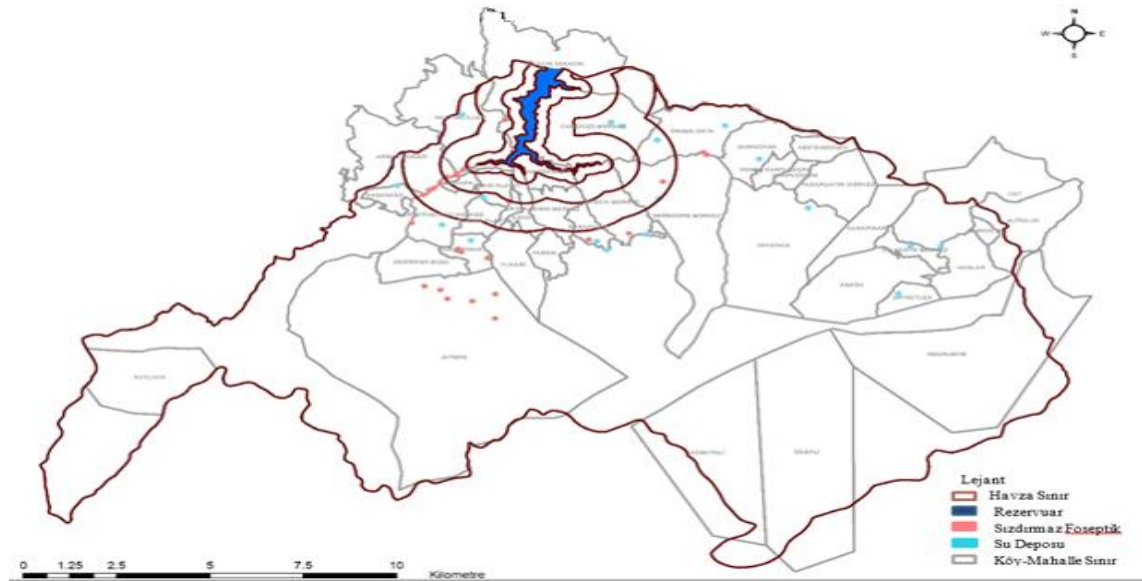
## 2.4. Kirletici Kaynaklar

Kirletici kaynaklar kentsel atıksu, kentsel katı atık, endüstriyel kirleticiler, tarımsal kirleticiler ve hava kirleticiler olmak üzere incelenmiştir.

### 2.4.1. Kentsel Atıksu

Havzanın topoğrafik yapısı engebeli ve yüksek eğime sahip olması nedeniyle, mahallelere ait toplu kanalizasyon hatları bulunmamaktadır. Meskun bölgelerde atıksu deşarjı sızdırır ve/veya sızdırmaz tip fosseptik yardımıyla bertaraf edilmektedir. Havzadaki (mutlak, kısa, orta ve uzun mesafedeki) mahallelere ait atık suların arıtma tesisi ile arıtılarak bertarafının yapılması için mevcut veya planlanan atıksu hatları bulunmamaktadır.

Havza içerisinde bulunan tesislerin atıksuları ise sızdırmaz fosseptiklerde toplanıp, vidanjör yardımı ile havza dışında bulunan arıtma tesisine deşarjı sağlanmaktadır. Tesislere ait fosseptiklerin konumu Yuvacık Havzası Alt yapı tesis durumu Resim 2.18’ de, gösterilmektedir.



Resim 2.18. Yuvacık havzası altyapı tesis durumu

Yuvacık havza sınırları içerisinde atıksu arıtma tesisi bulunmamaktadır. Havza içerisinde ileriye dönük atıksu hattı veya atıksu tesisi yapımı planlanmamaktadır [9].

#### **2.4.2. Kentsel Katı Atık**

Havza sınırları içerisinde mevcut katı atık depolama sahası bulunmamakta olup, katı atıklar konteynırlarda toplanıp Kocaeli Büyükşehir Belediyesi tarafından, havza dışındaki İzmit Atık ve Artıkları Arıtma Yakma Değerlendirme Anonim Şirketi (İZAYDAŞ) katı atık bertaraf tesisine götürülmektedir. Havza içerisinde depolama alanı bulunmamaktadır. Havza içerisinde herhangi bir katı atık depolama alanı planlanmamaktadır [17].

#### **2.4.3. Endüstriyel kirleticiler**

Havza sınırları içerisinde fabrika ve maden ocağı bulunmadığından kirletici yüklerden bahsetmek mümkün değildir [17]. Ancak Kirazdere üzerinde rezervuar koruma alanları içinde bulunan alabalık tesislerinin (restoran) azda olsa su kalitesini olumsuz yönde etkileyeceği düşünülmektedir.

#### **2.4.4. Tarımsal kirleticiler**

Havzada tarımsal faaliyetlerden ve meralardan sulara taşınan azot ve fosfor miktarları, arazi sınıflarına göre uygun besi maddesi taşıma katsayılarının verildiği Tablo 2.13.' de [5] ve Yuvacık havzasının güncel arazi kullanma şekilleri Tablo 2.14' de [18] görülen literatür verileri kullanılarak hesaplanmıştır. Buna göre elde edilen sonuçlar ve tabii gübreden kaynaklanan azot ve fosfor yükleri de Tablo 2.15.'te verilmiştir.

Tablo 2.13.Yuvacık havzasının güncel arazi kullanma şekilleri [5]

Kullanım şekilleri	Ha	%
Tarım	4460,0	17,31
Mera	919,64	3,57
Orman	20208,96	7,46

Tablo 2.14. Tarım, orman ve meralardan kaynaklanan besi maddesi taşıma katsayıları

Arazi Kullanım	Toplam Azot (kg/ha/yıl)	Toplam Fosfor (kg/ha/yıl)
Tarım	5,2	0,80
Orman	2	0,11
Çayır-Otlak	4,2	0,13

Tablo 2.15. Tarım, orman ve meralardan kaynaklanan azot ve fosfor yükleri [18]

Arazi Kullanım	Alan (ha)	Toplam Azot (kg/ha/yıl)	Toplam Fosfor (kg/ha/yıl)	Toplam Azot Miktarı (kg/yıl)	Toplam Fosfor Miktarı (kg/yıl)
Tarım	4.450	5,2	0,80	23.140	3.560
Orman	919,64	2	0,11	1.839,28	100,06
Çayır-Otlak	20.208,95	4,2	0,13	84.877,59	2.627,16

#### 2.4.5. Hava kirleticileri

Karayolları, trafik yoğunluğu, iklim ve yağış özellikleri, yol yüzey yapısı gibi etkenlere bağlı olarak özellikle besi yükleri, ağır metal ve PAH türü kirleticilerin önemli oranda biriktiği alanlar olarak kabul edilmektedir [19]. Bu kirleticilerin ana kaynakları, yağışlı ve kuru dönemlerde meydana gelen atmosfer girdileri, motorlu taşıtlar, yol bakım çalışmalarında kullanılan kimyasallar ve herbisitlerdir [20]. Kirleticiler, yağış miktarının az olduğu bölgelerde rüzgar ve trafik nedeniyle oluşan hava türbülansı ile; yağışlı bölgelerde ise yüzey akışları ile taşınmaktadır. Karayollarında oluşan yüzeysel akışın kalitesi, yağış öncesi kuru gün sayısı, yağışın şiddeti ve yüzeysel akışının hacmi gibi faktörlerle ilişkilidir [19]. Karayolları yüzey akış sularının biyolojik parçalanabilirliği düşük; yağ ve gres, askıda katı madde ve ağır metal içeriği ise zengindir [20].

İzmit-Yuvacık yolundan kaynaklanan kirlilikten dolayı, yağışlı havalarda havzaya ağır metal, katı madde ve yağ-gres taşınımı olabileceği, meskun bölgelerde ise ısınma amaçlı katı yakıt kullanımına bağlı emisyonların oluşturduğu (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, vb.) kirliliğin havzaya taşınabileceği düşünülmektedir. Havza sınırlarında endüstriyel faaliyet olmadığından, hava kirletici etken bulunmamaktadır.



## BÖLÜM 3

### MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Rezervuarı Besleyen Su Kaynakları

Rezervuarı besleyen su kaynaklarını, yeraltı su kaynakları ve yüzeysel su kaynakları oluşturmaktadır.

##### 3.1.1. Yeraltı su kaynakları

Yuvacık baraj havzasında bulunan yeraltı su kaynaklarının su kalitesini belirlemek üzere Eylül 2016 ve Mayıs 2017 dönemlerinde belirlenen noktalardaki kaynaklardan su örnekleri alınmıştır. Çalışma kapsamında Soğukpınar, Tepecik, Gürlek, Karapınar, Yaygınca, Karakaya, Serindere, Karpuz ve Sarıçökek kaynaklarından birer noktada örnekleme çalışması gerçekleştirilmiştir. Yeraltı suyu örnekleme noktalarına ait lokasyon bilgisi Tablo 3.1.'de ve Yuvacık havzası yeraltı suyu numune noktaları haritası Resim 3.1.'de verilmiştir. Söz konusu noktalar ITRF 96 koordinat sistemi kullanılarak belirlenmiştir.



Resim 3.1. Yuvacık havzası yeraltı suyu numune noktaları haritası

Tablo 3.1. Yeraltı suyu örnekleme noktalarına ait lokasyon bilgisi

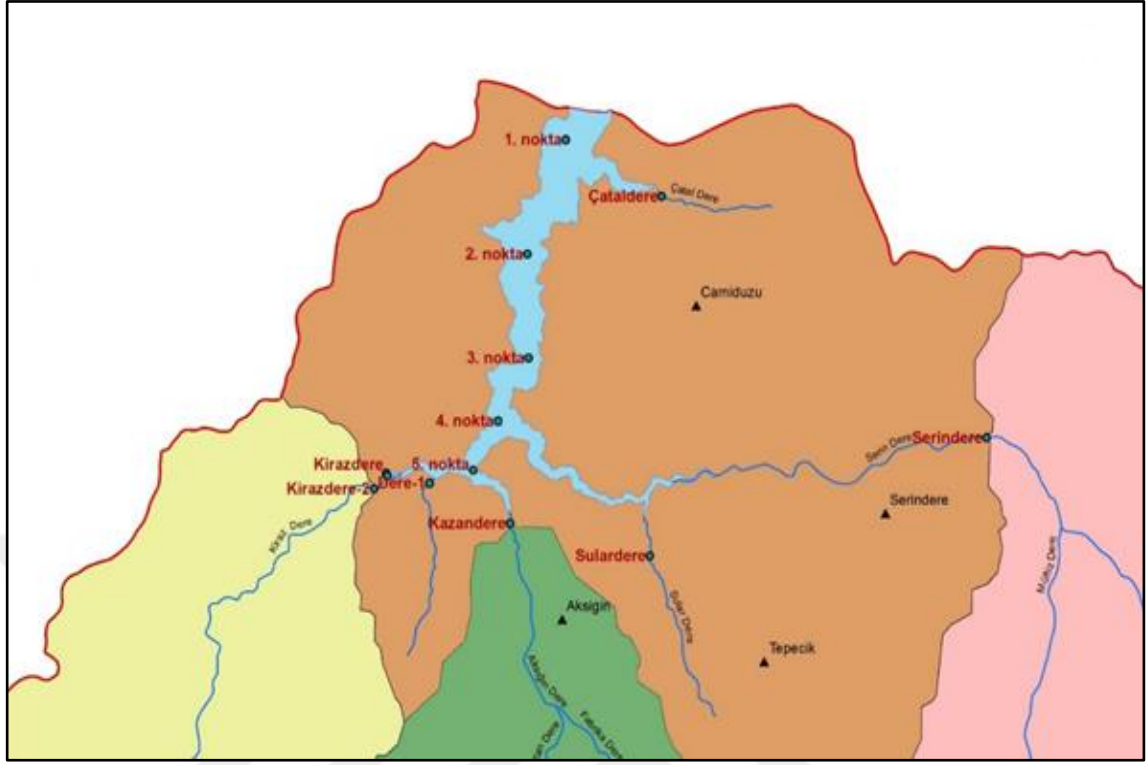
Kaynak adı	X	Y
Soğukpınar kaynağı	4495334,2531	494242,1203
Tepecik kaynağı	4495529,6219	498726,5814
Gürlek kaynağı	4496375,7147	506667,8431
Karapınar kaynağı	4498505,1374	505954,9575
Yaygınca kaynağı	4499532,389	504289,0933
Karakaya kaynak	4500760,8999	494975,8028
Serindere kaynak	4501574,1799	501655,2095
Sarıçökek kaynağı	4501878,8495	503143,3579
Karpuz kaynağı	450100,11871	504009,4688

### 3.1.2. Yüzeysel su kaynakları

Yuvacık baraj havzasındaki derelerin su kalitesini belirlemek üzere Eylül 2016 ve Mayıs 2017 dönemlerinde belirlenen noktalarda derelerden su örnekleri alınmıştır. Çalışma kapsamında Kirazdere'den üç noktada diğer derelerden (Serindere ve Kazandere) ise birer noktada örnekleme çalışması gerçekleştirilmiştir. Dere, örnekleme lokasyonlarının koordinat bilgileri Tablo 3.2.'de ve Yuvacık baraj havzasında yüzey suyu örnekleme noktalarının lokasyonları Resim 3.2.'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Dere örnekleme lokasyonlarının koordinat bilgileri

Örnekleme Türü	Örnekleme Lokasyonları	Boylam	Enlem
Dere	Kirazdere-2	29° 56' 38.5826" E	40° 38' 32.7250" N
	Kirazdere-1	29° 56' 43.6708" E	40° 38' 37.6624" N
	Kirazdere	29° 56' 44.2248" E	40° 38' 36.7549" N
	Kazandere	29° 57' 36.7879" E	40° 38' 22.3381" N
	Serindere	30° 01' 00.8934" E	40° 38' 48.2061" N



Resim 3.2. Yuvacık baraj havzasında yüzey suyu örnekleme noktalarının lokasyonları

### 3.2. Numune Alma ve Analiz Yöntemleri

Su kaynaklarından numuneler anlık olarak Eylül 2016 ve Mayıs 2017 dönemlerinde alınmıştır. Numuneler Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği hükümlerine uygun olarak ağzı kapalı plastik şişelere alınmış ve soğuk zincir taşıma koşulları ile analizleri yapılmak üzere laboratuvara bırakılmıştır. Havzayı besleyen derelerde; Amonyum azotu, Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı, Çözünmüş Oksijen, İletkenlik, Kimyasal Oksijen İhtiyacı, Nitrat Azotu, pH, Sıcaklık, Toplam Fosfor, Toplam Kjeldahl Azotu, Ortofosfat fosforu, Selenyum, Florür ve Mangan parametreleri ölçülmüştür. Rezervuarda kalite sınıfına ait; Amonyum Azotu, Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı, Çözünmüş Oksijen, Florür, İletkenlik, Kimyasal Oksijen İhtiyacı, Mangan, Nitrat Azotu, Orto Fosfat, pH, Selenyum, Sıcaklık ve Toplam Kjeldahl Azotu; trofik düzeye yönelik; Toplam Fosfor, Toplam Azot, Klorofil-a, Secchi Disk Derinliği, Çözünmüş Oksijen parametreleri ölçülmüştür.

Analizler akreditasyon sertifikasına sahip İSU Genel Müdürlüğü Laboratuvar Şube Müdürlüğü laboratuvarında yapılmıştır. Analizlerde kullanılan metotlar Tablo 3.3.'te belirtilmiştir [21-22].

Tablo 3.3. Analizlerde kullanılan metotlar

Deney Adı	Birim	Deney Metodu
Sıcaklık	(°C)	SM 2550 :B
Ph (Elektrometrik Yöntemi)		SM 4500 H+ :B
İletkenlik	µs/Cm	SM 2510 :B
Çözünmüş oksijen	mg O <sub>2</sub> /L	SM 4500 O :G
Kimyasal oksijen ihtiyacı	mg/L	SM 5220 :B
Biyolojik oksijen ihtiyacı	mg/L	SM 5210 :D
Amonyum azotu	mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N /L	TS EN ISO 14911
Toplam kjeldahl azotu	mg N/L	SM 4500 NORG :B
Nitrat azotu	mg /L	TS EN ISO 14911
Toplam fosfor	µg/L /L	TS EN ISO 17294-2
Ortofosfat fosforu	mg o-PO <sub>4</sub> -P/L	SM 4500 P ve E
Selenyum	µg/L	TS EN ISO 17294-2
Florür	µg F/L	TS EN ISO 10304-1
Toplam azot	µg/L	ASTM D 5176
Mangan	mg /L	TS EN ISO 17294-2
Klorofil-a	µg/L	TS 9092 ISO 10260
Secchi diski	m	EPA 341-B-97-003

### 3.3. Kullanılan Cihazlar ve Ekipmanlar

Analizlerin yapıldığı laboratuvarlarda, kullanılan cihaz ve ekipmanların gerektirdiği özel koşulları sağlamak üzere uygun aydınlatma, ısıtma ve havalandırma sistemleri bulunmaktadır. Analiz cihazlarının çalışmalarının olumsuz etkilenmemesi için ortamda toz, nem, buhar, titreşim gibi etkenler için gerekli önlemler alınmaktadır. Bununla birlikte cihazların ve ekipmanların doğrulama ve kalibrasyonları düzenli olarak yapılmaktadır. Analizlerde kullanılan cihazlar ve ekipmanlar Tablo 3.4.'te verilmiştir.

Tablo 3.4. Analizlerde kullanılan cihazlar ve ekipmanlar

Deney Adı	Cihazlar ve Ekipmanlar
Sıcaklık	Hq40 Hach Lange Multi Ölçer
Ph (Elektrometrik Yöntemi)	
İletkenlik	
Çözünmüş Oksijen	
Renk	Spektrofotometre
Kimyasal Oksijen İhtiyacı	Phoro 300 Merc Uv Spektrofotometre
Biyolojik Oksijen İhtiyacı	BOİ Şişeleri, İnkübatör
Amonyum Azotu	Sürekli Akış Analizörü
Toplam kjeldahl azotu	Otomatik Azot Protein Yakma Cihazı
Nitrat Azotu	İyon Kromatografi (IC)
Toplam Fosfor	Agilent 7800 ICP MS İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP MS)
Ortofosfat fosforu	Sürekli Akış Analizörü
Selenyum	Agilent 7800 Icp Ms İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP MS)
Florür	Sürekli Akış Analizörü
Toplam azot	Toplam Organik Karbon Cihazı
Mangan	Pelkinelmer Optical Emission Spectrometer Optima 2100 Dv İndüktif Eşleşmiş Plazma Atomik Emisyon (ICP OES) Spektrofotometre
Klorofil-a	Spektrofotometre
Secchi diski	Secchi diski

## BÖLÜM 4

### ARAŞTIRMA SONUÇLARI

#### 4.1. Ham Su Karakteristiği

Ham suyun genel karakteristiğinin belirlenmesi için analizler İSU Genel Müdürlüğü Arıtma Tesisleri Daire Başkanlığının Laboratuvarında yapılmıştır. 2016 ve 2017 yılları arasında gerçekleştirilen bu çalışmada Yuvacık Baraj Gölünü besleyen yer altı su kaynaklarında Oksijen içeriği, pH, İletkenlik, Nitrat, Amonyum ile Sıcaklık parametrelerine ve bu kaynaklardan beslenen derelerde amonyum azotu, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, çözülmüş oksijen, iletkenlik, kimyasal oksijen ihtiyacı, nitrat azotu, ph, sıcaklık, toplam fosfor, toplam kjeldahl azotu, ortofosfat fosforu, selenyum, florür ve mangan parametreleri Eylül 2016 ve Mayıs 2017 dönemlerinde ölçülmüştür. Bunun yanı sıra baraj rezervuarı ham suyunda toplam fosfor, toplam azot, klorofil-a, secchi disk derinliği ve çözülmüş oksijen parametreleri aylık olarak ölçülmüş olup ortalama değerinin zamana bağlı değişimi incelenmiştir.

#### 4.1.1. Yüzeysel Su kaynaklarına Ait Analiz Sonuçları

Yuvacık baraj havzasındaki derelerin su kalitesini belirlemek üzere Eylül 2016 ve Mayıs 2017 dönemlerinde belirlenen noktalarda derelerden su örnekleri alınmıştır. Çalışma kapsamında Kirazdere'den üç noktada diğer derelerden (Serindere ve Kazandere) ise birer noktada örnekleme çalışması gerçekleştirilmiştir. Derelerin Eylül 2016 ve Mayıs 2017 de alınan numunelerin analiz sonuçları Tablo 4.1. ve Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Yuvacık barajı havzasında Eylül 2016 döneminde örneklenen derelerinin su analiz sonuçları

Parametreler	Birim	Ölçüm Metodu	Numune Alma Noktaları				
			Kirazdere-1	Kirazdere-2	Serindere	Kazandere	Kirazdere
Amonyum azotu	mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N/L	TS EN ISO 14911	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı	mg/L	SM 5210 :D	3,85	2,62	3,93	2,41	2,35
Çözünmüş Oksijen	mg/L	SM 4500 O : G	9,37	9,52	8,06	9,6	9,22
İletkenlik	µS/cm	SM 2510 :B	284	283	275	274	275
Kimyasal Oksijen İhtiyacı	mg/L	SM 5220 : B	25,2	16,4	26	< 15	< 15
Nitrat Azotu	mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/L	TS EN ISO 17294-2	0,42	< 0,4	< 0,4	< 0,4	0,64
pH	-	SM 4500 H+ : B	7,7	7,74	7,32	7,84	7,84
Sıcaklık	°C	SM 2550 : B	14,2	14	15,4	14,5	16,4
Toplam Fosfor	mg P/L	TS EN ISO 17294-2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Toplam Kjeldahl Azotu	mg N/L	SM 4500 Norg : B	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Ortofosfat fosforu	(mg o-PO <sub>4</sub> -P/L)	SM 4500 P ve E	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Selenyum	µg/L	TS EN ISO 17294-2	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Florür	µg F/L	SM 4110 B:2005	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
Mangan	µg/L	TS EN ISO 17294-2	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100

Tablo 4.2. Yuvacık barajı havzasında Mayıs 2017 döneminde örneklenen derelerinin su analiz sonuçları

Parametreler	Birim	Ölçüm Metodu	Numune Alma Noktaları				
			Kirazdere-1	Kirazdere-2	Serindere	Kazandere	Kirazdere
Amonyum Azotu	mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N/L	TS EN ISO 14911	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı	mg/L	SM 5210 :D	3,68	2,45	2,16	1,95	3,41
Çözünmüş Oksijen	mg /L	SM 4500 O : G	8,94	9,81	10,05	10,08	9,76
İletkenlik	µS/cm	SM 2510 :B	254	246	280	205,8	244
Kimyasal Oksijen İhtiyacı	mg/L	SM 5220 : B	23	15,3	< 15	< 15	21,3
Nitrat Azotu	mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/L	TS EN ISO 17294-2	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
pH	-	SM 4500 H+ : B	8,17	8,37	8,48	8,39	8,47
Sıcaklık	°C	SM 2550 : B	15,7	14,5	12,1	13,7	15,8
Toplam Fosfor	mg P/L	TS EN ISO 17294-2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Toplam Kjeldahl Azotu	mg N/L	SM 4500 Norg : B	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Ortofosfat fosforu	(mg o-PO <sub>4</sub> -P/L)	SM 4500 P ve E	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Selenyum	µg/L	TS EN ISO 17294-2	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Florür	µg F/L	SM 4110 B:2005	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
Mangan	µg/L	TS EN ISO 17294-2	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100



Tablo 4.1. ve Tablo 4.2.’deki analiz sonuçları, 30/11/2012 tarih ve 28483 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği” (YSKY) Ek 5 Tablo 2 Kıta içi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine göre yorumlanmıştır. Tüm çalışma boyunca TP (LOQ= 0.1 mg/L) ve TKN (LOQ= 5 mg/L) parametrelerinin analiz sonuçları bu parametrelerin tayin limit değerlerinin altında kalmasından dolayı parametreler ile ilgili yorum yapılamamıştır. Yuvacık baraj havzasındaki dereler alkali pH değerleri sergilemektedir. Derelerin pH değerleri genellikle birbirine benzerlik göstermektedir. Mayıs döneminde (ortalama pH: 8,39±0,13 derelerin pH değerinde Eylül dönemine (ortalama pH: 7,65±0,19 göre yaklaşık 0,8 birimlik bir artış gözlenmiştir. Bu durumda yağışlı dönemde havzanın jeolojik yapısına bağlı olarak meydana gelen yüzeysel akışın ve süzülmenin etkisi olduğu düşünülmektedir. Derelerin besleniminin nispeten daha yüksek olduğu Mayıs ayında (249±26 µS/cm) derelerin EC değerlerinde seyrelmenin etkisiyle Eylül dönemine (278±28 µS/cm) göre ortalama %10’luk bir düşüş gözlenmiştir. Buna karşın derelerin çözünmüş oksijen içeriğinde (9,67 mg/L) ise Eylül ayına (8,99 mg/L) göre fazla su girişine bağlı olarak bir artış meydana gelmiştir.

Derelerin su kalitesi YSKY’ye göre değerlendirildiğinde; amonyum azotu <0,2 mg/L olup I. sınıf, çözünmüş oksijen parametresi >8 mg/L olup I. sınıf, elektriksel iletkenlik (EC) parametresi <400 µs/cm olup I. sınıf, nitrat azotu parametresi <3 mg/L olup I. sınıf, pH parametresi 6-9 aralığında olup I. sınıf, orta fosfat fosforu parametresi her dereye <0,05 mg/L olup I. sınıf, florür parametresi ≤1000 µg/L olup I. sınıf, selenyum parametresi ≤10 µg/L olup I. sınıf ve mangan parametresi ≤100 µg/L olup dereler I.Sınıf (çok iyi) su kalitesi özelliği göstermiştir. Eylül ayında kirazdere-2, Kirazdere ve Kazandereden alınan numuneler için yapılan analizlerde, KOİ parametresi <25 mg/L olup I. sınıf su kalitesi özelliği göstermiştir. Ancak Kirazdere-1 ve Serindere adlı derelerden alınan numuneler için yapılan analizlerde, KOİ parametresi sırasıyla 25,2 mg/L ve 26 mg/L olarak ölçülmüş olup II. sınıf (iyi) su kalitesi özelliği göstermiştir.**4.1.2. Yeraltı su kaynaklarına ait analiz sonuçları**

07/04/2012 tarih ve 28257 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik” hükümleri uyarınca genel maksatlı izleme için yeraltı su kaynaklarından numuneler alınmıştır. Genel

maksatlı izleme, hem doğal şartlardaki değişikliklerin sonucu olarak, hem de insan faaliyetleri sonucu oluşan kirletici konsantrasyonlarında uzun dönem artan eğilimlerin değerlendirilmesinde kullanılmak üzere bilgi sağlamak için gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında Karakaya, Soğukpınar, Karpuz, Gürlek, Sarıçökek, Yaygınca, Karapınar, Serindere ve Tepecik kaynaklarından örnekleme çalışması gerçekleştirilmiştir. Kaynaklardan Eylül 2016 ve Mayıs 2017’de alınan numunelerin analiz sonuçları Tablo 4.3. ve Tablo 4.4.’te verilmiştir. Yeraltı su kaynaklarından alınan örneklerde su yüzeye çıkarılıp dinlendirildikten sonra örnekleme yapıldığı için Ç.O değerlerinin fazla olduğu görölmektedir.



Tablo 4.3. Havza içerisindeki kaynaklara ait Eylül 2016 döneminde alınan su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları

Parametreler	Birim	Ölçüm Metodu	Numune Alma Noktaları												
			Tepecik	Soğukpınar	Karakaya	Çeşme-3	Çeşme-4	Çeşme-6	Serindere	Sarıçökek	Karpuz	Yaygınca	Karapınar	Gürlek	Çeşme-7
Amonyum Azotu	mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N/L	TS EN ISO 14911	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Çözünmüş Oksijen	mg/L	SM 4500 O:G	9,11	9,26	8,58	9,51	8,23	9,58	9,65	9,93	10,12	9,41	9,65	8,96	9,42
İletkenlik	µs/cm	SM 2510:B	213,9	303	294	296	379	279	274	239	263	271	271	266	161,9
Nitrat Azotu	mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/L	TS EN ISO 17294-2	< 0,4	< 0,4	< 0,4	2,3	2,1	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
pH	-	SM 4500 H <sup>+</sup> :B	7,95	8,03	7,97	7,44	6,96	7,55	7,55	7,64	7,69	7,94	7,94	7,57	7,12
Sıcaklık	°C	SM 2550:B	13,6	12,9	12,9	12,4	14,1	12,2	12,3	11,7	10,9	10,6	11,5	12,7	11,1

Tablo 4.4. Havza içerisindeki kaynaklara ait Mayıs 2017 döneminde alınan su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları

Parametreler	Birim	Ölçüm Metodu	Numune Alma Noktaları												
			Tepecik	Soğukpınar	Karakaya	Çeşme-3	Çeşme-4	Çeşme-6	Serindere	Sarıçökek	Karpuz	Yaygınca	Karapınar	Gürlek	Çeşme-7
Amonyum Azotu	mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N/L	TS EN ISO 14911	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Çözünmüş Oksijen	mg/L	SM 4500 O:G	9,64	9,97	8,93	9,77	8,96	9,7	10,04	9,76	10,26	10,14	9,47	10,11	10,48
İletkenlik	µs/cm	SM 2510:B	194,6	267	277	249	293	252	247	225	253	262	248	249	148
Nitrat Azotu	mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/L	TS EN ISO 17294-2	< 0,4	< 0,4	< 0,4	1,8	1,01	< 0,4	< 0,4	0,44	0,5	0,5	< 0,4	0,44	< 0,4
pH	-	SM 4500 H <sup>+</sup> :B	7,91	7,69	7,77	7,17	8,96	7,72	7,78	7,74	7,78	7,83	7,87	7,83	7,83
Sıcaklık	°C	SM 2550:B	9,5	9,6	11,5	10,9	11,1	11,3	10	10,5	9,8	9,6	10,2	9,5	10

Yeraltı sularının kirlenmeye ve bozulmaya karşı korunması hakkında yönetmelik ve eklerinde belirtilen izleme parametreleri için herhangi bir limit değeri belirtilmediği için, 30/11/2012 tarih ve 28483 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren YSKY Ek 5 Tablo 2 Kıta içi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri kapsamında yorumlanmıştır. Eylül 2016 ve Mayıs 2017 numunelerine ait analiz sonuçları yönetmelik değerlerine göre; amonyum azotu <0,2 mg/L olup I. sınıf, çözünmüş oksijen parametresi >8 mg/L olup I. sınıf, EC parametresi <400 µs/cm olup I. sınıf, nitrat azotu parametresi <3 mg/L olup I. sınıf ve pH parametresi 6-9 aralığında olup I. sınıf su kalitesi özelliği göstermektedir.

#### **4.1.3. Rezervuara ait analiz sonuçları**

Baraj rezervuar su kalitesini belirlemek amacıyla Eylül 2016 ve Mayıs 2017 dönemlerinde 5 noktada farklı derinliklerde su örnekleri alınmıştır. 1 nolu örnekleme noktası, arıtma tesisi su alma yapısına yakın yerde yer almaktadır. Dönemsel olarak ölçüm derinliğinde değişkenlik görülse de bu noktada sırasıyla 5 m, 10 m, 25 m ve 50 m derinliklerinden su örnekleri alınmıştır. 1 nolu istasyon örnekleme derinliği en derin olan istasyondur. Diğer örnekleme noktalarından 2 nolu istasyon baraj rezervuarının ortasına yakın bir noktada, 3 nolu istasyon baraj rezervuarın güney ucuna doğru, 4 nolu istasyon Serindere baraj rezervuarı kavuşum noktasında, 5 nolu istasyon ise Kirazdere-Kazandere kavuşum noktası yakınında bulunmaktadır. 30/11/2012 tarih ve 28483 sayılı Resmi Gazetede (Değişik:RG-10/8/2016-29797) yayınlanarak yürürlüğe giren YSKY Ek 5 Tablo 2 Kıta içi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri ve Ek 6 Tablo 9: Göl, Gölet ve Baraj Gölleri Ötrofikasyon Kriterleri Trofik sınıflandırma sistemi sınır değerleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Kıta içi yerüstü su kaynaklarının genel kimyasal ve fizikokimyasal parametreler açısından sınıflarına göre kalite kriterleri Tablo 4.5.'te, Marmara kıyı suları ötrofikasyon kriterleri Tablo 4.6.'te, Baraj rezervuarında farklı nokta ve derinliklerden Eylül 2016 döneminde alınan su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları Tablo 4.7.'de ve baraj rezervuarında farklı nokta ve derinliklerden Mayıs 2017 döneminde alınan su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları ise Tablo 4.8.'de verilmiştir [23].

Tablo 4.5. Kıta içi yerüstü su kaynaklarının genel kimyasal ve fizikokimyasal parametreler açısından sınıflarına göre kalite kriterleri [23]

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları <sup>(a)</sup>			
	I (çok iyi)	II (iyi)	III (orta)	IV (zayıf)
Renk (m <sup>-1</sup> )	RES 436 nm: ≤ 1,5 RES 525 nm: ≤ 1,2 RES 620 nm: ≤ 0,8	RES 436 nm: 3 RES 525 nm: 2,4 RES 620 nm: 1,7	RES 436 nm: 4,3 RES 525 nm: 3,7 RES 620 nm: 2,5	RES 436 nm: > 4,3 RES 525 nm: > 3,7 RES 620 nm: > 2,5
pH	6-9	6-9	6-9	6-9
İletkenlik (µS/cm)	< 400	1000	3000	> 3000
Yağ ve Gres (mg/L)	< 0,2	0,3	0,5	> 0,5
Çözünmüş oksijen (mg/L)	> 8	6	3	< 3
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	< 25	50	70	> 70
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ <sub>5</sub> ) (mg/L)	< 4	8	20	> 20
Amonyum azotu (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N/l)	< 0,2	1	2	> 2
Nitrat azotu (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/l)	< 3	10	20	> 20
Toplam kjeldahl-azotu (mg N/l) <sup>(b)</sup>	< 0,5	1,5	5	> 5
Toplam azot (mg N/L) <sup>(c)</sup>	< 3,5	11,5	25	> 25
Ortofosfat fosforu (mg o-PO <sub>4</sub> -P/L)	< 0,05	0,16	0,65	> 0,65
Toplam fosfor (mg P/L)	< 0,08	0,2	0,8	> 0,8
Florür (µg/L)	≤ 1000	1500	2000	> 2000
Mangan (µg/L)	≤ 100	500	3000	> 3000
Selenyum (µg/L)	≤ 10	15	20	> 20
Sülfür (µg/L)	≤ 2	5	10	> 10

(a) Kalite sınıflarına göre suların kullanım maksatları, (b) TKN: NH<sub>3</sub>-N + Organik Azot, (c) TN: TKN + NO<sub>3</sub>-N + NO<sub>2</sub>-N

**I. Sınıf** - Yüksek kaliteli su (I. sınıf su kalitesinde olması "Çok İyi" su durumunu ifade etmektedir.);

- 1) İçme suyu olma potansiyeli yüksek olan yerüstü suları,
- 2) Yüzme gibi vücut teması gerektirenler dâhil rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir su,
- 3) Alabalık üretimi için kullanılabilir nitelikte su,
- 4) Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kullanılabilir nitelikte su,

**II. Sınıf** - Az kirlenmiş su (II. sınıf su kalitesinde olması "İyi" su durumunu ifade etmektedir.);

- 1) İçme suyu olma potansiyeli olan yerüstü suları,
- 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,

**III. Sınıf** - Kirlenmiş su (III. sınıf su kalitesinde olması "Orta" su durumunu ifade etmektedir.);

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

**IV. Sınıf** - Çok kirlenmiş su (IV. sınıf su kalitesinde olması "Zayıf" su durumunu ifade etmektedir.);

III. sınıf için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına ancak iyileştirilerek ulaşabilecek yerüstü suları.

Tablo 4.6. Göl, gölet ve baraj gölleri ötrofikasyon kriterleri [23]

Su Kalitesi Sınıfı	TP (µg/L)	TN(µg/L)	Klorofil-a (µg/L)	Secchi Disk Derinliği (m)	Ç.O.(mg/L)
Oligotrofik	< 10	< 350	< 3,5	> 4	> 7
Mezotrofik	30	650	9	2	6
	50*	1000*	15*	1,5*	4*
Ötrofik	100	1500	25	1	3
Hipertrofik	> 100	> 1500	> 25	< 1	< 3

\* Gölet veya baraj göllerinde geçerlidir.

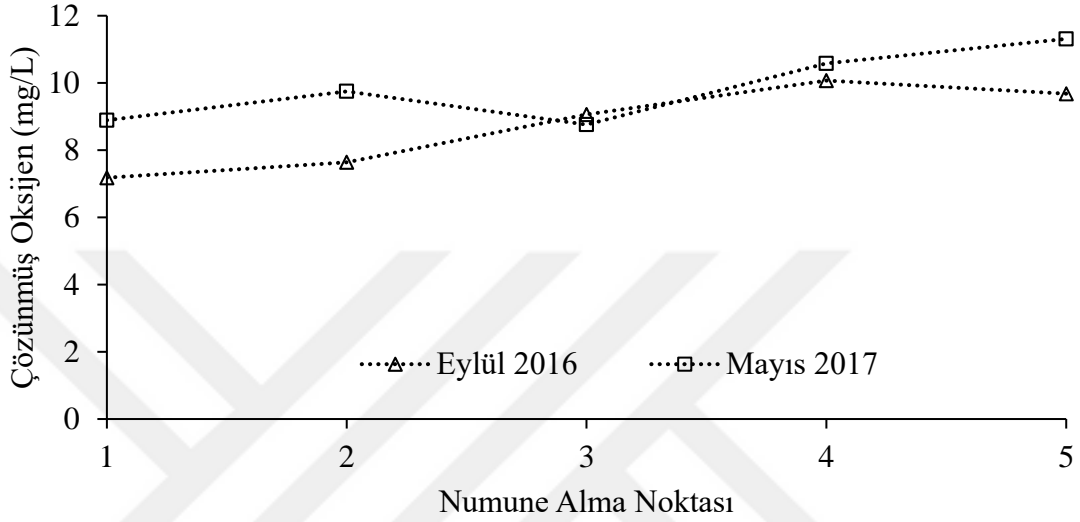
Tablo 4.7. Baraj rezervuarında farklı nokta ve derinliklerden Eylül 2016 döneminde alınan su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları

Parametreler	Birim	Numune Alma Noktaları															
		1.Nokta 10 Metre	1.Nokta 25 Metre	1.Nokta 50 Metre	1. Nokta Ortalama	2.Nokta 5 Metre	2.Nokta 15 Metre	2.Nokta 30 metre	2. Nokta Ortalama	3.Nokta 5 Metre	3.Nokta 15 Metre	3.Nokta 25 Metre	3. Nokta Ortalama	4.Nokta 2 Metre	4.Nokta 9 Metre	4. Nokta Ortalama	5.Nokta 5 Metre
Amonyum Azotu	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
BOI	mg/L	1,5	1,65	2,5	1,88	1,58	1,51	3,55	2,21	1,35	1,5	1,75	1,53	1,15	1,45	1,3	1,63
ÇO	mg/L	9,65	7,19	4,69	7,18	9,42	9,24	4,27	7,64	10,1	9,64	7,44	9,06	10,18	9,96	10,07	9,68
Florür	mg F/L	0,78	0,42	0,75	0,65	0,43	0,91	0,75	0,70	0,7	0,2	0,2	0,37	0,2	0,6	0,4	0,17
İletkenlik	µS/cm	226	228	236	230,00	243	238	247	242,67	231	230	251	237,33	232	231	231,5	234
KOI	mg/L	23,6	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	20,4	< 15	24,8
Mangan	mg/L	0,003	0,003	0,005	0,00	0,003	0,005	0,005	0,00	0,004	0,005	0,03	0,01	0,005	0,003	0,004	0,003
Nitrat Azotu	mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/ L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Orto Fosfat	mg/L	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
pH	-	7,82	7,16	7,06	7,35	7,88	7,81	7,17	7,62	8,09	7,85	7,56	7,83	8,03	8,02	8,025	8,07
Selenyum	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Sıcaklık	°C	20,4	10,1	9,1	13,20	20,9	20,1	11,4	17,47	21,6	16,7	14,2	17,5	21,5	16,9	19,2	18,3
TKN	mg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Tablo 4.8. Baraj rezervuarında farklı nokta ve derinliklerden Mayıs 2017 döneminde alınan su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları

Parametreler	Birim	Numune Alma Noktaları															
		1.Nokta 10 Metre	1.Nokta 25 Metre	1.Nokta 50 Metre	1. Nokta Ortalama	2.Nokta 5 Metre	2.Nokta 15 Metre	2.Nokta 30 metre	2. Nokta Ortalama	3.Nokta 5 Metre	3.Nokta 15 Metre	3.Nokta 25 Metre	3. Nokta Ortalama	4.Nokta 2 Metre	4.Nokta 9 Metre	4. Nokta Ortalama	5.Nokta 5 Metre
Amonyum Azotu	mg/L	< 0,02	< 0,02	< 0,02	<0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	<0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	<0,02	< 0,02	< 0,02	<0,02	< 0,02
BOI	mg/L	1,58	1,95	2,50	2,01	2,58	1,51	2,55	2,21	1,35	1,95	1,73	1,68	1,25	1,49	1,37	1,43
ÇO	mg/L	7,96	8,52	10,20	8,89	8,78	9,64	10,83	9,75	7,34	8,39	10,56	8,76	10,75	10,40	10,58	11,31
Florür	mg F/L	1,10	1,30	0,90	1,10	0,90	0,92	0,78	0,87	0,75	0,68	0,84	0,76	0,52	0,40	0,46	0,42
İletkenlik	µS/cm	235,00	235,00	236,00	235,33	238,00	244,00	238,00	240,00	235,00	241,00	229,00	235,00	223,00	239,00	231,00	216,00
KOI	mg/L	20,50	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15
Mangan	mg/L	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Nitrat Azotu	mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/ L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Orto Fosfat	mg/L	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
pH	-	7,95	7,84	8,51	8,10	8,01	8,28	7,76	8,02	7,48	7,94	8,44	7,95	8,50	7,80	8,15	8,50
Selenyum	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Sıcaklık	°C	12,00	9,10	14,20	11,77	11,90	13,40	15,80	13,70	10,50	12,50	17,90	13,63	17,70	15,80	16,75	17,80
TKN	mg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Baraj rezervuarında su kalite parametreleri açısından değerlendirildiği zaman Tablo 4.7 ve 4.8’de görüldüğü gibi çözünmüş oksijen parametresi yer üstü su kaynağının su kalite sınıfını düşürmektedir. İlgili parametrenin numune alma noktalarını ekseninde Eylül 2016 ve Mayıs 2017 aylarındaki değişimi Şekil 2.6.’da verilmiştir.



Şekil 2.6. Baraj rezervuarındaki çözünmüş oksijen seviyesinin değişimi

Baraj rezervuar suyunda ölçülen bazı parametre değerlerinde dönemsel olarak değişkenlik gözlemlense de bu durum suyun kalitesini önemli düzeyde etkilememektedir. Rezervuar suyu genel itibariyle alkali bir pH değer sergilemektedir. pH, gerek biyolojik yaşamı, gerekse kimyasal dengeyi sağlamak üzere çok iyi bilinmeli ve kontrol edilebilmelidir. pH, suyun korozif veya çökelme eğiliminin önemli bir kriteridir [24]. Mayıs ayında (pH:  $8,1\pm 0,3$ ), Eylül (pH:  $7,7\pm 0,4$ ) dönemine göre suyun ortalama pH değerinde yaklaşık yarım birimlik bir artış meydana gelmiştir. Eylül ve Mayıs dönemlerinde yüzeye yakın derinliklerde rezervuar suyu hafif alkali bir pH değeri sergilemektedir. Suyun alkali pH değerinde yüzeysel su boşalmalarının etkili olduğu düşünülmektedir.

Bir suyun elektriksel iletkenliği suda bulunan tuzların veya çözünebilir maddelerin miktarlarının toplamıdır. Suyun elektriksel iletkenliği hem jeolojik etkenlere hem de dışardan gelen etkilere bağlıdır. İletkenlik, sıcaklık ve tuzluluk artışına paralel olarak artar [25]. Rezervuar suyunun EC değeri de orta düzeyde olup dönemsel önemli bir değişkenlik



sergilememektedir (Ortalama EC, Mayıs:  $234\pm 7,9$   $\mu\text{S/cm}$ , Eylül:  $236\pm 7,8$   $\mu\text{S/cm}$ ). Rezervuar suyunun EC değeri kaynak sularının EC değerlerine benzerlik gösterdiği görülmektedir. EC değerlerinin farklılık göstermesinin nedeni, dışardan su katılımları, yağış ve buharlaşma gibi etkenlere bağlıdır [26].

Rezervuar ham suyunun Eylül döneminde ( $16,76\pm 4,55$   $^{\circ}\text{C}$ ) ölçülen ortalama sıcaklık, Mayıs dönemine ( $9,8 \pm 2,97$   $^{\circ}\text{C}$ ) göre yüksek çıkmıştır. Sıcaklık göllerde tabakalaşmanın belirlenmesinde ölçülmesi gereken en önemli parametredir. Sıcaklık su kaynağındaki biyolojik ve kimyasal işlemleri etkilediğinden pek çok parametrenin konsantrasyonu sıcaklıkla değişmektedir [26]. Eylül ayında derinliğin artmasıyla birlikte sıcaklığın arttığı görülmüş olup, Mayıs ayında derinliğe bağlı olarak sıcaklıklarda önemli değişim görülmemektedir.

Rezervuar ham suyunun Eylül döneminde ölçülen ortalama çözünmüş oksijen miktarı Mayıs dönemine göre düşük çıkmıştır. Sudaki çözünmüş oksijen miktarı suyun sıcaklığına, hava basıncına, tuz miktarına ve suyun kirlilik derecesine bağlıdır [27]. Yüksek sıcaklık oksijenin çözünürlüğünü azaltarak, sudaki oksijen seviyesini düşürmektedir [28]. Mayıs döneminde su sıcaklıklarının Eylül ayına göre düşük olmasından dolayı çözünmüş oksijen konsantrasyonunun Mayıs döneminde daha yüksek olduğu görülmektedir. En düşük çözünmüş oksijen miktarı baraj rezervuarının orta noktasında (2. Nolu istasyon) 30 m derinlikte ( $4,27$  mg/L) ve su alma yapısı (1. Nolu istasyon) yakınında 50 m derinlikte ( $4,69$  mg/L) ölçülmüştür. Eylül döneminde temel su parametrelerinde derinliğe bağlı gözlenen farklılaşma Mayıs döneminde izlenmemektedir. Mayıs döneminde rezervuarın en derin noktalarında ölçülen ÇO miktarı 1. istasyonda (50 m)  $10,2$  mg/L; 2. istasyonda (30 m)  $10,83$  mg/L; 3. istasyonda ise (25 m)  $10,56$  mg/L olarak ölçülmüştür. Tüm bu veriler Mayıs döneminde rezervuardaki su sütununun iyi karıştığını göstermektedir. Bir su kütlelerinde sıcaklık değişimlerine bağlı olarak bölge bölge farklı yoğunluklarda su kütleleri oluşmaktadır. Daha sıcak olan suyun yoğunluğunun daha düşük olması nedeniyle, yoğunluğu daha yüksek olan suyun üzerinde yer alarak sıcaklığına bağlı olarak sıralanmaktadır. Bu durum göllerde su kalitesini etkileyen önemli parametrelerden biri olan termal katmanlaşmaya sebep olmaktadır [28]. Bu duruma göre Eylül ayında rezervuarda sıcaklık farkından dolayı oluşan tabakalaşma su parametrelerinde farklılığa sebep olduğu düşünülmektedir.

Yuvacık Barajı ham suyu 30/11/2012 tarih ve 28483 sayılı Resmi Gazetede (Değişik:RG-10/8/2016-29797) yayınlanarak yürürlüğe giren YSKY Ek 5 Tablo 2 Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına göre Kalite Kriterlerine göre pH, EC, kimyasal oksijen ihtiyacı, biyolojik oksijen ihtiyacı, amonyum azotu, nitrat azotu, ortofosfat fosforu, mangan ve selenyum parametreleri açısından I.Sınıf (çok iyi) su kalitesi özelliği göstermektedir. 2016 Eylül ayı içerisinde çözünmüş oksijen parametresi bir çok noktada I.sınıf (çok iyi) su kalitesi özelliği göstermiş ancak 1. nokta 25 m'de (7,19 mg/L), 1. Nokta 50'm de (4,69 mg/L) ve 2. Nokta 30 m de (4,27 mg/L) II.sınıf (iyi) su kalitesi özelliği göstermiştir. 2017 Mayıs ayı içerisinde çözünmüş oksijen parametresi bir çok noktada I. sınıf (çok iyi) su kalitesi özelliği göstermiş ancak 1. nokta 10 m'de (7,96 mg/L) ve 3. nokta 5 m'de (7,34 mg/L) II.sınıf (iyi) su kalitesi özelliği göstermiştir. 2017 Mayıs ayı içerisinde florür parametresi birçok noktada I.sınıf (çok iyi) su kalitesi özelliği göstermiş ancak 1. nokta 10 m de (1,1 mg/L) ve 1. nokta 25 m de (1,3 mg/L) II. sınıf (iyi) su kalitesi özelliği göstermiştir. 2016 Eylül ayı içerisinde ise florür parametresi tüm noktalarda I. sınıf su kalitesi özelliği göstermiştir. TKN parametresinin tayin limit değerinin analiz sonuçlarından yüksek olması sebebiyle bu parametre açısından baraj gölünün su kalite sınıfı değerlendirilememiştir. 2016-2017 yılları arasında ham suda farklı dönemlerde ve derinliklerde ölçülen parametrelerin ortalama değerleri Tablo 4.9.'da verilmiştir.

Tablo 4.9. 2016-2017 yılları arasında baraj rezervuarı ham suyunda ölçülen parametrelerin su sütunundaki ortalama değerinin zamana bağlı değişimi

Tarih	Toplam P (µg/L)	Toplam N (µg/L)	Klorofil-a (µg/L)	Secchi Disk Derinliği (m)	Çözünmüş Oksijen (mg/L)
Ocak 16	30	1300	1,3	3,1	4,7
Şubat 16	40	500	2,1	6	7,5
Mart 16	50	300	2,5	2,7	8,7
Nisan 16	-	600	1,6	9,8	6,9
Mayıs 16	40	500	2,4	9,3	5,1
Haziran 16	30	1100	2,1	9,0	3,0
Temmuz 16	30	900	4,3	-	4,4
Ağustos 16	30	1000	1,8	8,7	5,5
Eylül 16	30	1000	1,8	6,0	8,5
Ekim 16	80	800	0,5	5,4	4,9
Kasım 16	60	800	0,5	-	4,2
Aralık 16	40	300	0,7	4,8	7,6
Ocak 17	50	700	-	1,2	8,6
Şubat 17	80	1500	-	1,1	7,4
Mart 17	50	1000	-	1,7	7,6
Nisan 17	40	700	1,0	1,2	3,5
Mayıs 17	40	1200	1,8	2,9	9,6
Haziran 17	40	700	1,7	2,3	9,4
Temmuz 17	-	-	1,3	5,1	8,5
Ağustos 17	-	500	1,9	4,4	7,2
Ortalama	44,71	795,00	1,68	4,71	6,64
Standart Sapma	15,86	329,81	0,90	2,95	2,04
Minimum	30	300	0,50	1,10	3,00
Maksimum	80	1500	4,30	9,80	9,55

Ham suyun uzun dönem ortalama TP, TN, klorofil-a ve Seki-disk derinliği sonuçları değerlendirilerek baraj gölünün trofik düzeyi belirlenmiştir. Ölçülen parametreler açısından dönemsel olarak farklılık gözlemlense de toplam P (ortalama: 44,71±15,86 µg/L) ve toplam N (ortalama: 795±330 µg/L) konsantrasyonu açısından baraj gölü mezotrofik, klorofil-a (1,68±0,90 µg/L) açısından oligotrofik, ışık geçirgenliği (4,71±2,95 m) açısından ise çoğunlukla oligotrofik bazı dönemlerde de mezotrofik trofik düzeyi, çözünmüş oksijen konsantrasyonu açısından ise (6,64±2,04 mg/L) mezotrofik trofik düzeyi sergilemiştir.

Klorofil-a miktarlarının aylara bağlı değişimleri incelendiğinde, nütrient düzeylerinde olduğu gibi fitoplankton aktivitesinin bir göstergesi olan klorofil-a düzeyinde de

periyodik değişimlerin olduğu görölmektedir. Tablo 4.9'a bakıldığında farklı aylar ve yıllarda, birbirinden farklı sonuçlar gözlemlenmektedir. Bununla birlikte klorofil-a düzeylerine bakılarak ortamdaki fitoplankton yoğunluğunun düzeyi hakkında sadece kalitatif bir yaklaşım getirilebilir. Mevcut fitoplankton yoğunluğu ile ilgili kantitatif bir yaklaşım getirilebilmesi için mutlaka hücre sayımları ve biyohacimlerinin de belirlenmesi gerekir. Daha sonra, aynı paralellikte yapılmış ve bu araştırmanın bir parçası olan fitoplankton yoğunluğunun periyodik değişimlerinin de belirlenerek bu araştırmada elde edilen sonuçlarla karşılaştırılması ve bunun sonucunda daha detaylı yorumların geliştirilmesi mümkün olacaktır. Bazı çalışmalarda nütrient düzeyi ve klorofil-a ile ilgili korelasyon olduğu varsayılırken, bazılarında ise aralarında bir korelasyon olmadığı belirtilmiştir [29]. Çalışmamıza bakıldığında, Nütrientler ve klorofil-a açısından bakıldığında, birbiri ile kuvvetli bir ilişkisinin olmadığı, değerlerin birbiriyle korelasyon sağlamadığı gözlemlenmiştir.

YSKY'de, trofik seviyelerden en az iki parametrenin trofik seviyesinin aynı çıkması durumunda, bu trofik seviye geçerlidir. Ancak; klorofil-a parametresinin seviyesinin, neticesi aynı olan parametrelerden daha yüksek çıkması durumunda, klorofil-a belirleyicidir ibaresi bulunmaktadır [23]. Bu açıdan değerlendirildiğinde baraj gölünün trofik düzeyinin mezotrofik olduğu belirlenmiştir.

## BÖLÜM 5

### TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Kocaeli İlindeki Yuvacık havzasının fiziksel karakterizasyonu, jeolojisi, biyolojik yapısı ve kirletici kaynakları belirlenerek havza içerisinde yer alan yer altı ve yer üstü içme suyu kaynakları tespit edilmiştir. Kocaeli İlinin su ihtiyacının yaklaşık %90'ını karşılayan Yuvacık Baraj gölü ve bu gölü besleyen dereler ile kaynak sularını temsilen belirlenen noktalardan iki dönem ham su numuneleri alınarak kaynakların karakteristik özellikleri araştırılmış ve su kalite sınıfları tespit edilmiştir. Ayrıca baraj rezervuarının trofik seviyesi belirlenmiştir.

Baraj rezervuarına giren toplam akımla, Serindere, Kirazdere ve Kazandere'den kaynaklanan toplam akım arasında ortalama % 30'luk bir fark olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum havzadaki akımların yaklaşık % 30'u ölçülemediğini göstermektedir. Havzanın en yüksek debili kaynağı Serindere alt havzası içerisinde yer alan Karpuz çatlatan kaynağıdır. Kaynağın ortalama debisi ise  $873 \pm 387$  L/s olarak ölçülmüştür. Karpuz çatlatan kaynağın debisinde gözlenen mevsimsel ve yağışlar sonrası değişimler, kaynağın güncel yağışlardan beslendiğini ve beslenimin oldukça hızlı olduğunu işaret etmektedir. Havzanın fiziki şartları nedeniyle, toplu kanalizasyon hatları bulunmamaktadır. Atık su deşarjları sızdırmaz tip fosseptik ile bertaraf edilmektedir. Meskûn bölgelerdeki atık suyun fosseptiklerde toplanması için gerekli bildirimler yapılmalı ve yaptırımlar uygulanmalıdır. İzmit-Yuvacık yolundan kaynaklanan kirlilikten dolayı, yağışlı havalarda havzaya ağır metal, katı madde ve yağ-gres taşınımı olabileceği, meskun bölgelerde ise ısınma amaçlı katı yakıt kullanımına bağlı emisyonların oluşturduğu (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, vb.) kirliliğin havzaya taşınabileceği düşünülmektedir. Yuvacık baraj havzasındaki dereler alkali pH değerleri sergilemektedir. Mayıs ve eylül dönemlerinde ölçülen pH değerlerinin havzanın jeolojik yapısından dolayı yüzeysel akış ve süzülmesinde etkisiyle farklılık gösterdiği düşünülmektedir. Derelerin debisinin nispeten daha yüksek olduğu Mayıs ayında, EC değerlerinde seyrelmenin etkisiyle Eylül dönemine göre azaldığı gözlenmiştir. Buna karşın derelerin çözünmüş oksijen içeriğinde ise Eylül ayına göre fazla su girişine bağlı olarak bir artış meydana gelmiştir. Derelerin su kalitesi YSKY'ye göre değerlendirildiğinde; amonyum azotu, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik (EC),

nitrat azotu, Ph, orta fosfat fosforu, florür, selenyum ve mangan parametreleri açısından I.Sınıf (çok iyi) su kalitesi özelliği göstermiştir.

Yeraltı kaynak suları yönetmelik değerlerine göre; amonyum azotu, çözünmüş oksijen, EC, nitrat azotu ve pH parametreleri I. sınıf su kalitesi özelliği göstermektedir.

Baraj rezervuar suyunda ölçülen bazı parametre değerlerinde dönemsel olarak değişkenlik gözlene de bu durum suyun kalitesini önemli düzeyde etkilememektedir. Rezervuar suyu genel itibariyle alkali bir pH değer sergilemektedir. Mayıs ayında (pH:8,1±0,3), Eylül (pH: 7,7± 0,4) dönemine göre suyun ortalama pH değerinde yaklaşık yarım birimlik bir artış meydana gelmiştir. Suyun alkali pH değerinde yüzeysel su boşalmalarının etkili olduğu düşünülmektedir. Rezervuar ham suyunun Eylül döneminde (16,76±4,55 °C) ölçülen ortalama sıcaklık, Mayıs dönemine (9,8±2,97 °C) göre yüksek çıkmıştır. Eylül ayında derinliğin artmasıyla birlikte sıcaklığın arttığı görülmüş olup, Mayıs ayında derinliğe bağlı olarak sıcaklıklarda önemli değişim görülmemektedir. Rezervuar ham suyunun Eylül döneminde ölçülen ortalama çözünmüş oksijen miktarı Mayıs dönemine göre düşük çıkmıştır. Mayıs döneminde su sıcaklıklarının Eylül ayına göre düşük olmasından dolayı çözünmüş oksijen konsantrasyonunun Mayıs döneminde daha yüksek olduğu görülmektedir. Eylül ayında rezervuarda sıcaklık farkından dolayı oluşan tabakalaşma su parametrelerinde farklılığa sebep olduğu düşünülmektedir. Baraj gölünün trofik düzeyi aylık olarak yapılan analiz sonuçlarının ortalaması alınarak belirlenmiş ve mezotrofik olduğu görülmüştür. Baraj gölü birçok noktada I.Sınıf (çok iyi) su kalitesi özelliği göstermiş ancak bazı derinliklerde II. Sınıf (iyi) su kalitesi özelliği göstermiştir. YSKY’ de, su kalite parametrelerinden sınıfı yüksek olan geçerli olduğundan, baraj gölü II. Sınıf (iyi) su kalitesi özelliği göstermektedir.

Bu çalışmadan çıkan sonuçlara ve edinilen gözlemlere göre ortaya çıkan öneriler ise aşağıda sıralanmıştır.

- Yuvacık Havzasında bulunan yerleşim birimlerinin izlenmesi, daha sık denetlenmesi, sorunların ve çözümlerin daha hızlı belirlenmesi gerekmektedir.
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği 16-20 inci maddeleri yerine uygulanacak olan “Yuvacık Baraj Gölü Havzası Özel Hükümleri ve Koruma Alanları” yayımlanarak yürürlüğe girmesi gerekmektedir.

- Tarımsal uğraşlarda kullanılan gübre ve ilaçlarının miktarlarının uygun seviyelerde ve zamanlarda kullanılması amacıyla yöre çiftçilerinin eğitilmesi konusuna özen gösterilmesi gerekmektedir.
- Kirazdere üzerinde rezervuar koruma alanları içinde bulunan alabalık tesislerinin (restoran) su kalitesine olumsuz etkilerini en aza indirgeyecek şekilde tedbir alınmalıdır.
- Isınma kaynaklı kirliliği en aza indirmek için düşük kükürt içeriğine sahip yakıt türleri kullanılmalıdır. Yakma sistemi ve teknikleri hakkında kullanıcılar bilgilendirilmelidir.
- Karayolundan kaynaklanan yüzeysel suların taşıdığı kirliliği azaltmak için alternatif doğal arıtma yöntemleri uygulanabilir.

## KAYNAKLAR

1. Zeybek, Z., “Akgöl’deki (Karaman-Konya) bazı su kalitesi parametrelerinin araştırılması”, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s. 1, Konya, 2006.
2. Rıfaat, E. A., “Halk sağlığı açısından içme ve kullanma sularının koliform ve fekal koliform kontaminasyonunun klasik ve mass spektrometre yöntemleriyle incelenmesi”, *İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s. 4, İstanbul, 2014.
3. Akın M. ve Akın G., Şubat 10, *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi* 47 (2), s. 105-118, 2007.
4. Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İzmit Su kanalizasyon İdaresi, Faaliyet raporu, *İSU, 13, Kocaeli*, s. 60, 2016.
5. Zengin, M., Hızal, A., Karakaş, A., Serengil, Y., Tuğrul, D., Ercan, M., “İzmit yuvacık barajı su toplama havzasının yenilenebilir doğal kaynaklarının su üretimi (kalite, miktar ve rejim) amacıyla planlanması, 197”, *Çevre ve Orman Bakanlığı Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü*, s. 2-40, Kocaeli, 2005.
6. Kocaeli Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Kocaeli ili 2008 yılı çevre durum raporu, *CSB, Kocaeli*, s. 1, 2013.
7. İnternet: Türkiye İstatistik Kurumu “2017 Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları” <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr> .
8. İnternet: Kocaeli Büyükşehir Belediyesi “Kocaeli’nin Sosyo Ekonomik Yapısı” <http://kocaeli.bel.tr/icerik/kocaelisharp8217nin-sosyo-ekonomik-yapisi/320/9813.aspx>.
9. Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İzmit Su kanalizasyon İdaresi, Faaliyet raporu, *İSU, 14, Kocaeli*, s. 125, 2017.
10. Elmas, A. and A. Gurer, “A comparison of the geological and geoelectrical structures in the Eastern Marmara Region (NW Turkey)”, *J. Asian Earth Sci.*, 23, 153–162, 2004.



11. Cemre Mühendislik Lab. İnş. San. ve Tic. Ltd. Şti., “Yuvacık Barajı Havzası’nın Özel Hüküm Belirlemesine Esas Jeolojik ve Hidrojeolojik Etütü”, *Cemre Mühendislik 01, Kocaeli*, s. 24-42, 2015.
12. Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İzmit Su A.Ş., “İzmit su temin projesi”, *İSAŞ 01, Kocaeli*, s. 9-10, 1999.
13. Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İzmit Su kanalizasyon İdaresi, *İSU, 12, Kocaeli*, s. 28, 2015.
14. Kocaeli Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, “Kocaeli ili 2011 yılı çevre durum raporu”, *CSB, Kocaeli*, s. 78-79, 2011.
15. Cemre Mühendislik Lab. İnş. San. ve Tic. Ltd. Şti., “Yuvacık Baraj Gölü Havzasında Yönetim Pratiklerinin Geliştirilmesi İçin Modelleme Çalışması”, *Cemre Mühendislik 01, Kocaeli*, s. 17, 2016.
16. Zengin, M., “Kocaeli yöresinde orman ekosistemlerinin hidrolojik ağaçlandırmalar yönünden karşılaştırılması, 182”, *Çevre ve Orman Bakanlığı Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü*, s. 21, Kocaeli, 1997.
17. Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, Faaliyet Raporu, *KBB, 10, Kocaeli*, s. 72, 2017.
18. Özgür, S., “Marmara denizi havzası kirlilik yükleri araştırması, *Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü*”, Yüksek Lisans Tezi, s. 41, Kocaeli, 2006.
19. Uzun, A., Keleş, R., Bal, İ., “Sapanca gölü içme suyu havzasında otoyol ve demiryolundan kaynaklanan kirliliğin yağmur suyu sulak alan metoduyla giderilmesi”, *Akademik Platform*, 9, s. 11, 2014.
20. Cantürk, F., “Sapanca gölü havzası ekosistem coğrafyası, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*”, Yüksek Lisans Tezi, s. 131, İstanbul, 2015.
21. American Public Health Association (APHA), “Standard methods for the examination of water and wastewater 21nd ed.”, s. 1325, Washington D.C., 2005.
22. Türk Standardları Enstitüsü, “TS EN ISO 11885 Su kalitesi-indüktif olarak eşleşmiş plazma atomik emisyon spektrometresi (ICP OES) ile seçilen elementlerin tayini”, TSE, Ankara, s. 1-25, 2013.

23. ÇOB, “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği”, Resmi Gazete, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Tarihi: 30.11.2012 Sayısı: 28483, 2012.
24. Şengül, F., Müezzinoğlu, A., “Çevre Kimyası, 4”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Basım Ünitesi*, s.33, İzmir, 2008.
25. Özdemir, N., Yılmaz, F. ve Yorulmaz, B., “Dalaman çayı üzerindeki bereket hidro elektrik santrali baraj gölü suyunun bazı fiziko-kimyasal parametrelerinin ve balık faunasının araştırılması”, *Ekoloji*, 16 (62), 30-36, 2007.
26. Ünlü A., Çoban F. ve Tunç M. S., “Hazar gölü su kalitesinin zamanla değişimi”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23 (1), 119-127, 2008.
27. Hasanoğlu, E., “Borabey göletinin termal katmanlaşma yapısının ve çözünmüş oksijen profilinin incelenmesi ve ce-qual-w2 ile modellenmesi, *Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*”, *Yüksek Lisans Tezi*, s. 8, Eskişehir, 2015.
28. Göncü1, S., Hasanoğlu, E., Avdan, U., Avdan, Z., Albek, A., “Borabey göleti'nin termal katmanlaşma yapısının incelenmesi”, *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi A-Uygulamalı Bilimler ve Mühendislik Anadolu*, 16 (3), 351 – 366, 2015.
29. Türkoğlu, M., Yenici, E., İşmen, A., Kaya, S., “Çanakkale Boğazı'nda Nütrient ve Klorofil-a Düzeylerinde Meydana Gelen Aylık Değişimler”, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 21 (1-2), 93 – 98, 2004

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Selçuk VAROL  
**Uyruğu** : Türkiye Cumhuriyeti  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : 02/07/1986 İzmit  
**Telefon** : 0530 419 61 57  
**Fax** : -  
**e-mail** : svarol@isu.gov.tr

### EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: 24 Kasım Anadolu Lisesi, Kocaeli	2004
Lisans	: Aksaray Üniversitesi, Aksaray	2010
Yüksek Lisans	: Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Nevşehir	Devam Ediyor

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2012-2019	İSU Genel Müdürlüğü	Arıtma Tesisleri Şefi

### UZMANLIK ALANI

İçme Suyu - Atıksu Arıtma Tesisi İşletmesi

Arıtma Tesisleri Otomasyon ve Scada Sistemleri Senaryo Tasarım