



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI

**KIZILCAHAMAM YÜZEYSEL SU KAYNAKLARININ AĞIR
METAL KİRLİLİĞİ YÖNÜNDEN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Esra YAVUZ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Hatim ELHATİP

AKSARAY,2018



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI

**KIZILCAHAMAM YÜZEYSEL SU KAYNAKLARININ AĞIR METAL
KİRLİLİĞİ YÖNÜNDEN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Esra YAVUZ

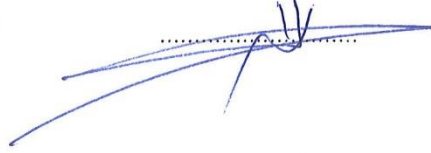
**DANIŞMAN
Prof. Dr. Hatim ELHATİP**

AKSARAY, 2018

AKSARAY ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ONAY BELGESİ

Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 142301412 numaralı Tezli Yüksek Lisans öğrencisi, "Esra YAVUZ", ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "**KIZILCAHAMAM YÜZEYSEL SU KAYNAKLARININ AĞIR METAL KİRLİLİĞİ YÖNÜNDEN İNCELENMESİ**" başlıklı tezini, aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

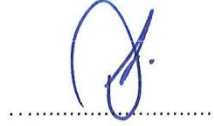
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hatim ELHATİP
Aksaray Üniversitesi



Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Melayib BİLGİN
Aksaray Üniversitesi



Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Erkan KALIPCI
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi



Teslim Tarihi : 09.02.2018

Savunma Tarihi : 28.02.2018

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu ve bu eserleri her kullanışmada alıntı yaparak yararlandığımı belirtir; bunu şerefimle doğrularım.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Esra YAVUZ



ÖNSÖZ

Ülkemiz nüfusunun hızla artması ve son yıllarda gelişen tarım, sanayi, madencilik faaliyetleri, artan nüfusun ihtiyaçlarının karşılanması zorunluluğu suya olan talepleri hızla arttırmaktadır. Suya olan ihtiyaçtaki artış, kısıtlı olan yüzeysel temiz su kaynaklarının izleme ve kontrol altında tutulmasını, öncelikli su politikalarının belirlenmesini gerektirmektedir. Nüfus artarken insanların akarsulardan, göllerden ve yeraltı sularından alacağı su miktarını da artırmaktadır. Bu durum mevcut kaynakları ve gelecekteki su kaynaklarını olumsuz etkilemektedir.

Nüfusun hızla artması, buna karşılık su kaynaklarının sabit kalması sebebiyle su ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Su tüm canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli olan maddelerin başında gelmektedir. Bu sebeple su kaynaklarının miktarı yanı sıra su kalitesi de önem arz etmektedir. Son yıllarda özellikle yapılaşma koşulları, doğanın tahrip edilmesi, endüstriyel alanlar ve hızlı nüfus artışı su kalitesini de olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenlerden dolayı su kaynaklarının güncel su kalite durumlarının belirlenmesi, olumsuz parametrelerin değerlendirilmesi gerekmektedir.

Kızılcahamam su kaynakları bakımında zengin bir ilçedir. Suyun istenilen kullanım amacına uygunluğunun belirlenebilmesi için öncelikli olarak su kalitesinin belirlenmesi gerekir. Ankara'nın önemli bir bölgesinde yer alan Kızılcahamam ilçesinde bulunan yüzeysel su kaynaklarında, su kalitesi açısından herhangi bir kirlilik karışımının var olup olmadığı, kullanılan içme, kullanma ve sulama sularının hem ilçede hem de Ankara'nın su ihtiyacını karşılamak için kullanılan su kaynaklarının insan sağlığı açısından tehlike arz edebilecek ağır metallerin olup olmadığı tespit edilmek istenmiştir.

TEŞEKKÜR

Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisans tezi hazırlamamda başta, değerli önerilerini ve yardımlarını esirgemeyen kıymetli tez danışmanım Prof. Dr. Hatim ELHATİP'e, laboratuvar çalışmalarında gerekli imkanı sağlayan, bilgi ve desteklerini paylaşan Aksaray Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümü Uzman Samet ÖZCAN’a, çalışmalarında her türlü yardımı sağlayan değerli hayat arkadaşım Jeoloji Mühendisi Mehmet ÖZDÖŞEMECİ’ye ve öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini hiç esirgemeyen ve beni bugünlere getiren aileme sonsuz şükran ve saygılarımı sunarım.

Esra YAVUZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	i
TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iii
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
SİMGELER DİZİNİ.....	ix
KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
1 GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı ve Önemi	1
1.2 Çalışma Alanının Tanıtılması	1
1.2.1 Çalışma Alanının Coğrafi Özellikleri	2
1.2.2 Çalışma Alanı ve Çevresinin İklimi	3
1.2.3 Çalışma Alanının Hidrolojisi	5
1.2.4 Çalışma Alanının Jeolojisi.....	6
1.3 Önceki Çalışmalar	7
1.4 Ağır Metal Tanımı ve Sağlığa Etkileri	8
1.4.1 Alüminyum (Al).....	9
1.4.2 Arsenik (As).....	9
1.4.3 Bakır (Cu).....	10
1.4.4 Berilyum (Be)	10
1.4.5 Çinko (Zn)	10
1.4.6 Kobalt (Co).....	11
1.4.7 Nikel (Ni).....	11
1.4.8 Selenyum (Se).....	11
1.4.9 Demir (Fe)	11
1.4.10 Kadmiyum (Cd)	12
1.4.11 Krom (Cr)	12
1.4.12 Mangan (Mn)	12
1.4.13 Kurşun (Pb).....	12
2. MATERYAL ve METOT	14
2.1 Arazi Çalışmaları.....	14
2.2 Laboratuvar Çalışmaları	15

2.3 Büro Çalışmaları.....	16
3. BULGULAR.....	17
3.1 Kızılcahamam Yüzey Suyu Potansiyeli.....	17
3.1.1 Kurt boğazı Barajı.....	17
3.1.2 Eğrekkaya Barajı.....	19
3.1.3 Akyar Barajı.....	21
4. SU KİMYASI DEĞERLENDİRİLMESİ.....	27
4.1 Suların Hidrojeokimyasal Değerlendirmesi.....	29
4.2 Suların İyon Dağılımları	35
4.3 Ağır Metal İçeriklerinin Değerlendirilmesi	35
4.3.1 Alüminyum (Al).....	39
4.3.2 Arsenik (As).....	40
4.3.3 Bakır (Cu).....	40
4.3.4 Berilyum (Be)	41
4.3.5 Çinko (Zn)	41
4.3.6 Kobalt (Co).....	41
4.3.7 Nikel (Ni).....	42
4.3.8 Selenyum (Se).....	42
4.3.9 Demir (Fe).....	41
4.3.10 Kadmiyum (Cd)	43
4.3.11 Krom (Cr)	43
4.3.12 Mangan (Mn)	44
4.3.13 Kurşun (Pb).....	44
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	45
KAYNAKLAR.....	50
ÖZGEÇMİŞ	54

ÖZET

KIZILCAHAMAM YÜZEYSEL SU KAYNAKLARININ AĞIR METAL KİRLİLİĞİ YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

Bu çalışma kapsamında, Kızılcahamam ilçesi yüzeysel su kaynakları ağır metal kirliliği açısından değerlendirilmiştir. Ankara ilinin su ihtiyacının önemli bir kısmı ilçe sınırları içerisinde bulunan Kurtboğazı Barajı, Eğrekkaya Barajı ve Akyar Barajı ile sağlanmaktadır. İlçe sınırları içerisinde yer alan bu barajları besleyen ana akarsular çalışma kapsamında ilçenin yüzey sularını temsil etmektedir.

Yapılacak numune analizleri için 10 adet örnekleme noktası belirlenmiş ve bu noktalardan alınan numunelerin analizleri yağışlı dönem ve kurak dönemi kapsayacak şekilde Mayıs 2016 ve Ekim 2016 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. Bölgede bulunan Mera Çayı, Pazar Çayı, Sey (Hamam) Çayı, Bulak Çayı ve Kırmır Çayı'ndan kurak ve yağışlı dönemlerde su numunesi alınıp fiziksel-kimyasal su kalite analizleri, Toplam karbon(TC), toplam organik karbon(TOC),toplam azot(TN), sertlik, pH, elektrik iletkenliği (EC), tuzluluk analizleri yapılmıştır. Su kalite parametrelerinin belirlenmesi için sularda ana iyonların dışında eser miktarda bulunan bazı ağır metaller (Al, As, B, Ba, Be, Cu, Mn, Fe, Li, Sr, Zn) TS 266, 2005 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standartı'nda yer alan suların sınıflandırılmasındaki azami değerlerle karşılaştırılmıştır. Analiz değerlerine göre iyonların sıralaması Ca Na K Mg B şeklinde olup, iyon değişimleri belirgin özelliklerde olmamıştır. Yağışlı dönemde As değeri ham su arsenik sınır değerlerinin üzerinde olup, 10 ppm'in üzerinde ölçülmüştür. Analizler sonucu su kaynaklarında gözlenen yüksek Al, As, Cr, Cu, Fe, Hg, Se değerleri doğal yollarla su kaynaklarına geçtiği düşünülmekte olup Kızılcahamam'ın volkanik kayalardan oluşan dağ yapısı ve jeotermal kaynakların bölgede yer alması, yağışlı dönemde fazla olan su kütlelerinin bölgedeki kayalarla daha fazla teması sonucunda ağır metal değerleri yağışlı dönemde yükselmiş, kurak dönem de azalış göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Kızılcahamam, Su Kalitesi, Ağır Metal, Kirliliği, Yüzeysel Su

ABSTRACT

INSPECTION OF KIZILCAHAMAM SURFACE WATER RESOURCES FROM HEAVY METAL POLLUTION

This study, Kızılcahamam surface water resources are evaluated from heavy metal pollution. Kurtboğazı Barrage, Eğrekkaya Barrage and Akyar Barrage, which are located within the boundaries of the province, are a significant part of Ankara's water needs. The main rivers feeding these barrages within the district borders represent the surface waters of the village within the scope of the study.

10 pieces sampling points are identified for sample analysis and analyses of these samples taken from these points were carried out in May 2016 and October 2016, covering the rainy and dry season. Water samples were taken from Mera River, Pazar River, Sev (Hamam) River, Bulak River and Kirmir River locates in the area at dry and rainy period and physical – chemical water quality analyses, Total Carbon (TC), Total Organic Carbon (TOC), Total Nitrogen (TN), hardness, pH, electric conductivity (EC), salinity analyses were carried out from these samples. For determining water quality parameters at these samples, some heavy metals (Al, As, B, Ba, Be, Cu, Mn, Fe, Li, Sr, Zn) are found except for the main ions in the water were compared with the maximum values in the classification values defined at TS 266 Water - Intended for Human Consumption (2005) standard. According to the analytical values, the order of the ions is Ca, Na, K, Mg, and B and the ion changes are not obvious. In the rainy season, the As value was above the arsenic limit values of raw water and was measured above 10 ppm. It is believed that the high values of Al, As, Cr, Cu, Fe, Hg and Se in the ending water resources are transferred to the water resources by natural means; the mountainous structure and geothermal resources of Kızılcahamam volcanic rocks are in the region and because of more contact between water masses and rocks at the region, heavy metal values increased at rainy season and decreased at dry season.

Keywords: Kızılcahamam, Water Quality, Heavy Metal Pollution, Surface Water

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1: İnceleme Alanının Yer Bulduru Haritası.	2
Şekil 1.2: Kızılcahamam ve çevresinin ortalama aylık toplam yağış grafiği.	4
Şekil 1.3: Meteorolojik gözlem istasyonlarına ait aylık ortalama sıcaklık değerleri.	5
Şekil 2.1: Çalışma alanından alınan örnekleme numuneleri.	14
Şekil 2.2: Örnekleme yapılan numunelerin ph ve tuzluluk oranı ölçümü.	15
Şekil 2.3: Perkinelmer Optima 2100 DV ICP-OES- USA (eş zamanlı indüktif eşleşmiş plazma-optik emisyon spektrometresi).	16
Şekil 3.1: Kurt (Mera) çayının aylık ortalama akım değerleri (DSİ, 2015-2016).....	18
Şekil 3.2: Pazar çayının aylık ortalama akım değerleri (DSİ, 2015-2016).....	18
Şekil 3.3: Kurt (Mera) çayından genel görünüm (Kurtboğazı Barajı Girişi).....	19
Şekil 3.4: İncegez tüneli çıkış noktası (Kurtboğazı Barajı)	19
Şekil 3.5: Sey (Hamam) çayından genel görünüm (Eğrekkaya Baraj Girişi).....	20
Şekil 3.6: Sey (Hamam) çayının aylık ortalama akım değerleri (DSİ, 2015-2016).....	21
Şekil 3.7: Bulak çayının aylık ortalama akım değerleri (DSİ, 2015-2016).....	22
Şekil 3.8: Bulak çayından genel görünüm (Akyar Baraj Çıkışı)	22
Şekil 3.9: Akyar barajı aksı.....	23
Şekil 3.10: DSİ gözlem istasyonlarına ait yağışlı dönem verileri. (DSİ 5. Bölge Müd.) ..	24
Şekil 3.11: DSİ gözlem istasyonlarına ait kurak dönem verileri.(DSİ 5. Bölge Müd.) ...	25
Şekil 4.1: İnceleme alanındaki numune alım noktaları.	28
Şekil 4.2: Örnekleme noktalarından alınan numunelerin ICP cihazı ile ağır metal tayini	36
Şekil 4.3: Bazı Ağır Metallerin Yağışlı Dönem Analiz Sonuçlarının SKKY 1. Sınıf Su Kalite Standartlarına Göre Karşılaştırma Grafiği	38
Şekil 4.4: Bazı Ağır Metallerin Kurak Dönem Analiz Sonuçlarının SKKY 1. Sınıf Su Kalite Standartlarına Göre Karşılaştırma Grafiği	39

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1: İnceleme alanına ait sıcaklık ve yağış verileri	3
Çizelge 4.1: Numune noktaları, kısaltmaları ve konumları.	27
Çizelge 4.2: Numune alım dönemleri, fiziksel ve kimyasal analiz çalışmaları.	29
Çizelge 4.3: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri.....	30
Çizelge 4.4: İnceleme alanındaki suların yağışlı döneme ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	31
Çizelge 4.5: İnceleme alanındaki suların yağışlı döneme ait ağır metal analiz sonuçları.	32
Çizelge 4.6: İnceleme alanındaki suların kurak döneme ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.	33
Çizelge 4.7: İnceleme alanındaki suların kurak döneme ait ağır metal analiz sonuçları.	34
Çizelge 4.8: TS 266, 2005 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standartı.	36

SİMGELER DİZİNİ

$^{\circ}\text{C}$	: Santigrad derece
%	: Yüzde (Percent Sign)
ΣP_{ort}	: Ortalama yıllık toplam yağış
ΣP_{max}	: Yıllık en fazla toplam yağış
ΣP_{min}	: Yıllık en az toplam yağış

KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
AGİ	: Akım Gözlem İstasyonu
Al	: Alüminyum
As	: Arsenik
B	: Bor
Ba	: Baryum
Be	: Berilyum
Bi	: Bizmut
Ca	: Kalsiyum
Cd	: Kadmiyum
Co	: Kobalt
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EC	: Elektriksel İletkenlik
EC	: Elektriksel İletkenlik
EPA	: Çevre Koruma Ajansı
EU	: Avrupa Birliği
Fe	: Demir
Hg	: Civa
ICP	: Inductively Coupled Plasma
K	: Potasyum
Li	: Lityum
Mg	: Magnezyum
MGİ	: Meteoroloji Gözlem İstasyonu
Mn	: Mangan
Müd	: Müdürlüğü
Na	: Sodyum
Ni	: Nikel
°C	: Santigrad Derece
P	: Yağış
Pb	: Kurşun
Sb	: Antimon
Se	: Selenyum
SKKY	: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
Sr	: Stronsiyum
T	: Sıcaklık
T	: Zaman
TC	: Toplam Karbon
TN	: Toplam Azot

TOC	: Toplam Organik Karbon
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
Zn	: Çinko



1 GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Amacı ve Önemi

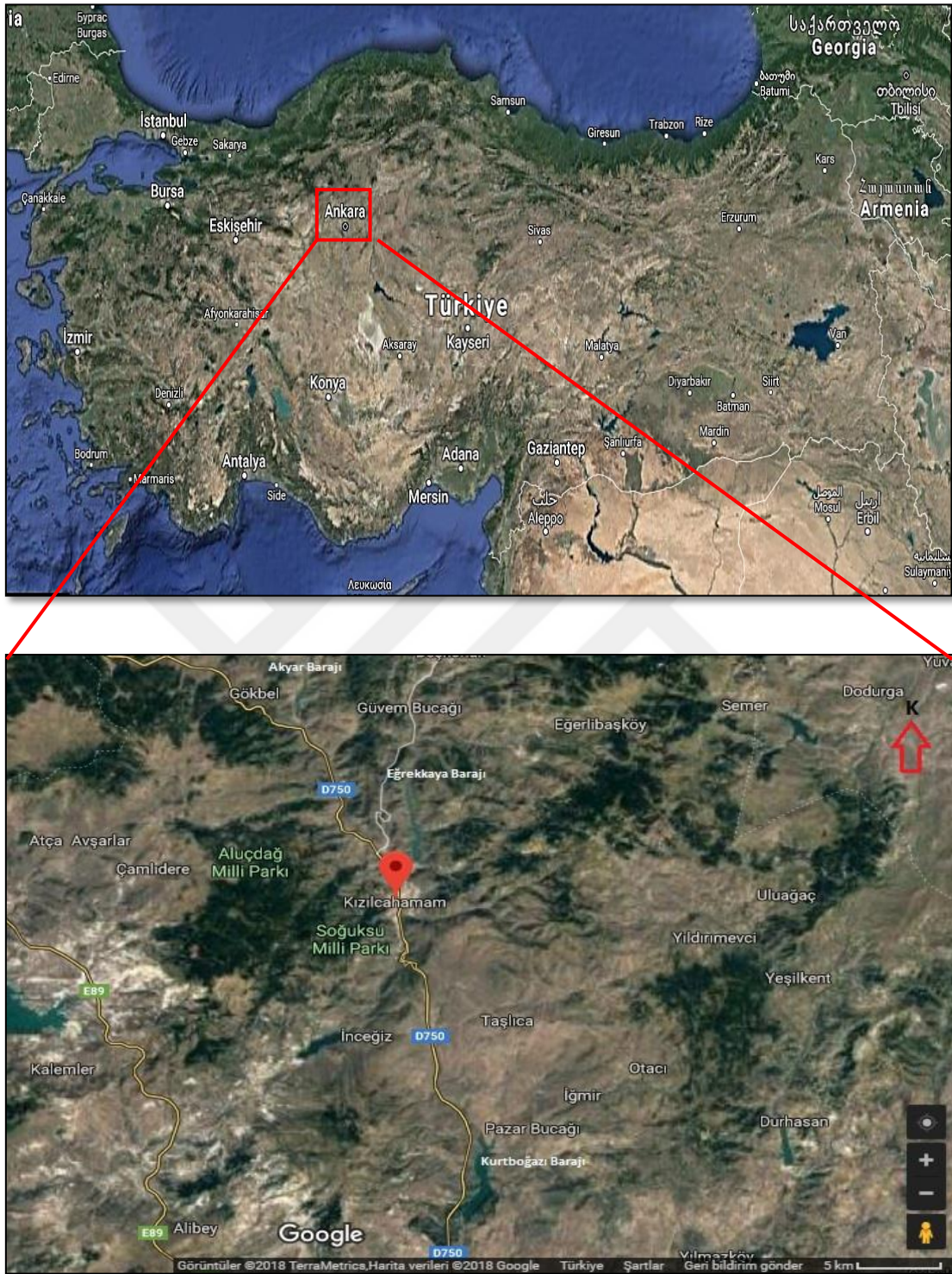
Tüm canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli olan maddelerin başında gelen su; son yıllarda küresel ısınmaya bağlı iklim değişiklikleri, yağışlarda azalmalar, hızlı nüfus artışı, plansız yerleşme, endüstriyel faaliyetler sonucu bilinçsiz kullanıma bağlı olarak kaynaklarında azalmalar meydana gelerek kirlenmektedir. Bu nedenlerden dolayıdır ki su kaynakları sürekli olarak denetleme ve gözetlemelerle kontrol altında tutulmalıdır.

Bu çalışma kapsamında Ankara'nın önemli bir bölgesinde olan Kızılcahamam ilçesinde bulunan yüzeysel su kaynaklarında, su kalitesi açısından herhangi bir kirlilik karışımının var olup olmadığı tespit edilecektir. Kızılcahamam su kaynakları bakımında zengin bir ilçedir. Bu yüzden bölgede kullanılan içme, kullanma ve sulama sularının hem ilçede hem de Ankara'nın su ihtiyacını karşılamak için kullanılan bu su kaynaklarının insan sağlığı açısından tehlike arz edebilecek ağır metallerin olup olmadığı, varsa ne değerlerde olduğu, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Kriterlerine uygun olup olmadığı yönünden incelemeler yapılması amaçlanmıştır.

1.2 Çalışma Alanının Tanıtılması

Kızılcahamam ilçesi idari bakımdan Ankara ilinin sınırları içerisinde yer almaktadır. İlçe toprakları coğrafi olarak kuzey kesimleri Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümü'nde güney kesimleri ise İç Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Sakarya Bölümü'nde 40° 45' 46" - 40° 12' 30" kuzey paralelleri ve 32° 16' 1" – 32° 54' 18" doğu meridyenleri arasında konumlanmaktadır (Şekil 1.1). İlçeyi; Kuzeyinde Gerede ve Çerkeş, güneyinde Kazan ve Ayaş, doğusunda Çubuk ve batısında Çamlıdere ve Güdül ilçeleri sınırlamaktadır.

Kızılcahamam İlçe nüfusu TÜİK 2016 yılı verilerine göre 25021'dir (TÜİK, 2016).



Şekil 1.1: İnceleme Alanının Yer Bulduru Haritası.

1.2.1 Çalışma Alanının Coğrafi Özellikleri

Kızılcahamam'ın denizden yüksekliği 975 m, yüzölçümü de 1711,87 km²'dir. Bölgede arazinin denizden yüksekliği güneyden kuzeye doğru artar. Kuzeydeki dağların çoğu

volkanik yapıdadır. Morfolojik olarak yüksek rakımlı dağlarla çevrili olup, Ankara ilinin en yüksek yerleri olan Harami tepe (2053 m.) ve Işık Dağı (2030 m.) ilçe sınırları içindedir. Kızılcahamam Köroğlu Dağları güney sınırında yer alır. İlçe 1500-2000 m yükseltili yer yer dar vadilerle çevrili engebeli bir morfolojiye sahiptir (Kızılcahamam Belediyesi, 2015).

1.2.2 Çalışma Alanı ve Çevresinin İklimi

Kızılcahamam İlçesinde karasal iklim hüküm sürmesine karşın yapılan barajlar ve Karadeniz'e yakınlığından dolayı Batı Karadeniz iklimi özellikleri de görülmektedir. Yağmurlar ilkbaharda yoğun olmakla beraber, ormanlık alanın fazla olmasından dolayı yıl itibari ile yağışlı günler daha fazladır (Kazancı v.d., 2007).

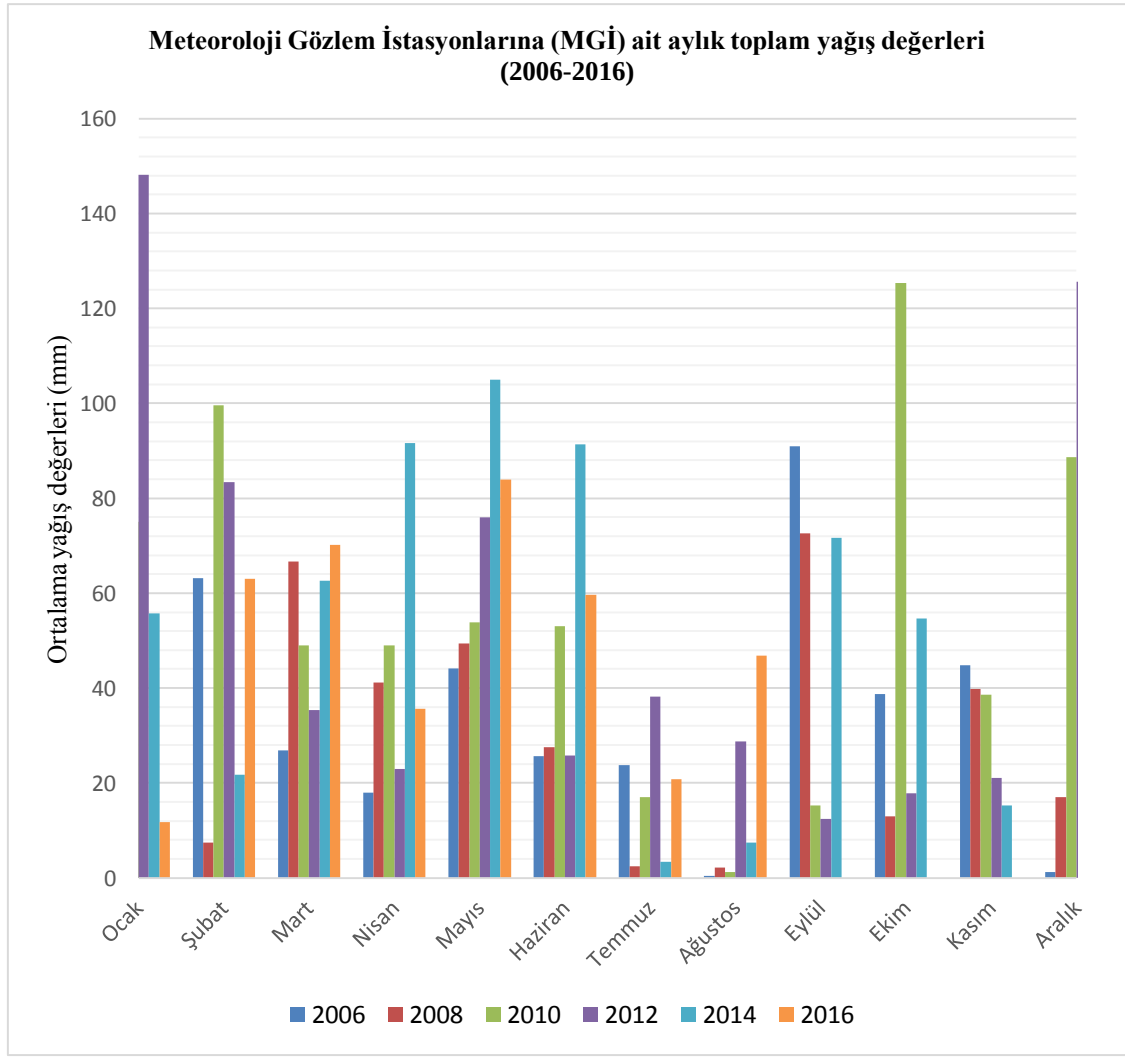
Çalışma kapsamında Kızılcahamam ilçesi ve çevresinde yer alan Meteoroloji Gözlem İstasyonları'na (MGİ) ait son 10 (2006 - 2016) yıllık yağış, sıcaklık gibi meteorolojik veriler değerlendirilmiştir (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1: İnceleme alanına ait sıcaklık ve yağış verileri.

MGİ	N	R	T	Σ_{ort}	Σ_{max}	Σ_{min}
Yağış	MGİ 17664	1033	2006-2016	534,92	796 (2009 yılı)	355,6 (2008 yılı)
Sıcaklık	MGİ 17664	1033	2006-2016	10,22	24.9 (Ağustos)	-4,9 (Ocak)

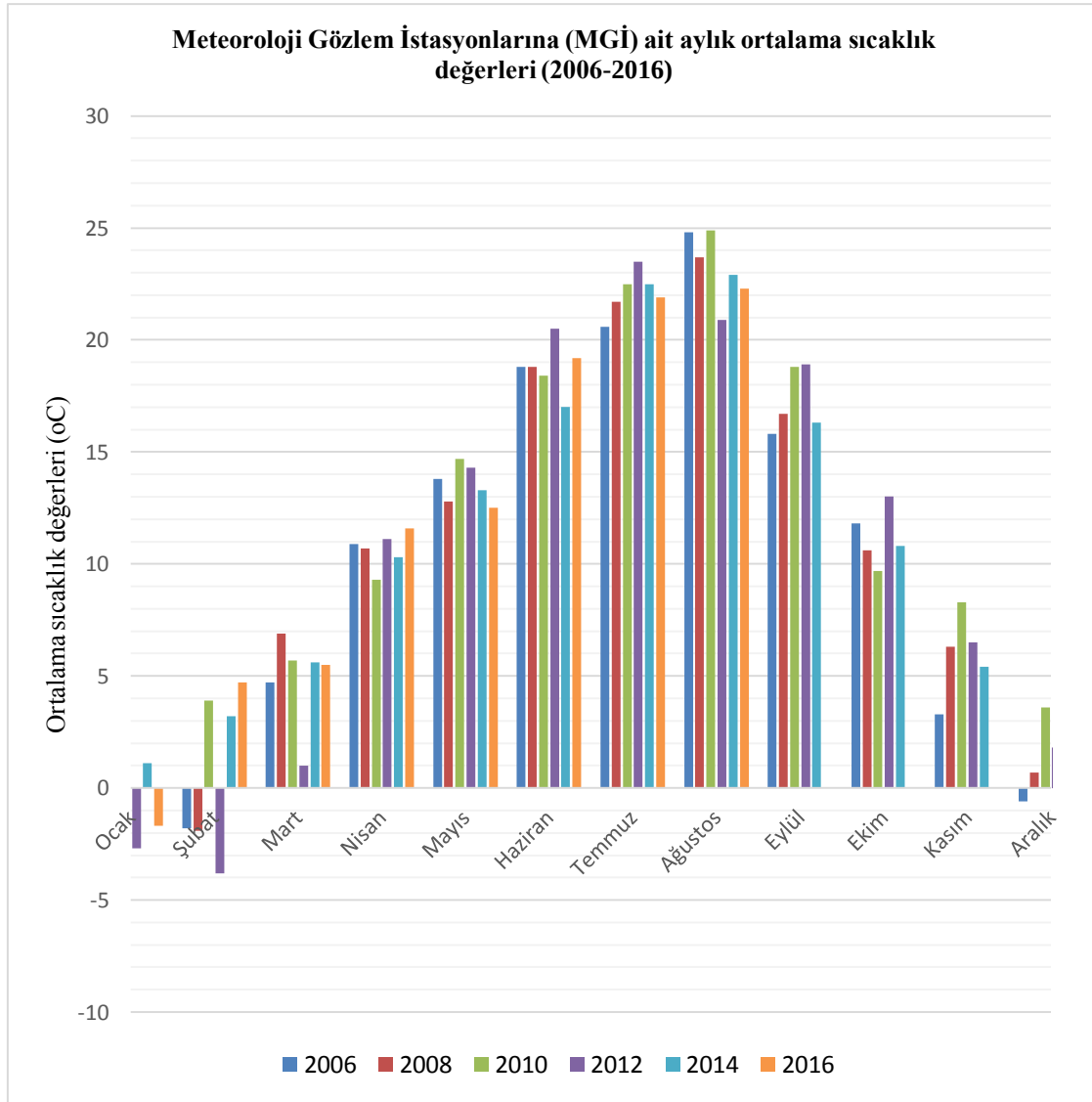
MGİ; meteorolojik gözlem istasyonu, **N;** istasyon numarası, **R;** topografik yükseklik (m), **T;** veri aralığı(yıl), Σ_{ort} ; ortalama yıllık toplam değer, Σ_{max} ; yıllık en fazla veri, Σ_{min} ; yıllık en az veri .

Aylık toplam yağış verilerine bakıldığında en yağışlı ayların başında Aralık, Ocak, Nisan, Mayıs ayları gelmektedir. Temmuz, Ağustos ve Eylül ayı ise yağışlı dönemlerde en az yağış alan aylar olarak görülmektedir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2: Kızılcahamam ve çevresinin ortalama aylık toplam yağış grafiği.

MGİ tarafından gerçekleştirilen son 10 yıllık ölçüm süresi içerisinde inceleme alanındaki yıllık ortalama sıcaklık değeri 10°C'dir. En fazla ölçülen sıcaklık değeri Ağustos ayında 22°C, en düşük ölçülen sıcaklık değeri ise Ocak ayında -1.1°C olarak kaydedilmiştir.



Şekil 1.3: Meteorolojik gözlem istasyonlarına ait aylık ortalama sıcaklık değerleri.

1.2.3 Çalışma Alanının Hidrolojisi

Çalışma alanında Kurtboğazı Barajı, Eğrekkaya Barajı ve Akyar Baraj göllerini besleyen ana akarsular incelenmiştir. Kurtboğazı Baraj göl alanını beslemekte olan iki ana akarsu bulunmaktadır. Bu akarsulardan biri Ova Çayı'nın kolu olan Mera Çayı, diğeri ise Pazar Çayı'dır. Mera Çayı bölgede Kurt Çayı adı ile de bilinmektedir. Mera (Kurt) Çayına Ankara Kenti Su Temin Projesi dahilinde yapılmış olan diğerk bir baraj gölü olan Eğrekkaya Barajı'ndan İncegez Tüneli aracılığı ile su iletimi yapılmaktadır. Eğrekkaya Baraj gölünü besleyen ana akarsu Sey Çayı'dır. İlçe sınırlarında yer alan diğerk bir baraj olan Akyar Baraj gölünü besleyen ana akarsu ise Bulak Çayı'dır.

Çalışmada belirlenen akarsular haricinde bölgede yer alan barajları besleyen mevsimlere göre değişken debili geçici birçok akarsu bulunmaktadır.

Kızılcahamam İlçesi yeraltı suları bakımından zengindir. İlçede çok sayıda sıcak su kaynağı bulunmaktadır. Suların kimyasal bileşimi ve sıcaklığı kaplıca turizmi için çok elverişlidir. İlçe uzun yıllardır kaplıca turizmi için önem taşımaktadır. Acısu Deresi Maden Suyu Kızılcahamam ilçe merkezinin yaklaşık 4 km kuzeydoğusunda bulunmaktadır. Dere içindeki birçok noktadan maden suyu çıkışları mevcuttur (Kazancı v.d., 2007).

1.2.4 Çalışma Alanının Jeolojisi

Bölgenin kayaçlarını ve yer şekillerini 23-5 milyon yıllar arasında (Miyosen) gelişen volkanizma ve bunun değişik ürünleri olan volkan konileri, kalderalar, dayklar gibi morfolojik unsurlar oluşturmaktadır. Alanda volkanizmanın oluşturduğu lav akmaları, tuf, aglomera gibi piroklastikler ve bunlarla eş zamanlı ayrı çökelimler ve göl oluşumları söz konusudur. Gölsel çökeller ve proklastiklerin ardışıklı depolanması değişik görünümlü yer şekillerinin oluşumuna olanak sağlamıştır (Kazancı v.d., 2007). Sey Hamamı ve civarında 2. evre volkanizmasının tuf, tüfit, aglomera gibi piroklastikleri ile andezitik lavlar yer alır. Güvem bazalt sütunları yavaş ve hızlı soğuma volkanizma yapılarının iyi bir örneğidir. Bazalt sütunlarının olduğu Sabunkaya Boğazı'nda gölsel marn ve kilaşları içerisinde yaprak fosilleri vardır. Beşkonak Köyü fosilleri ince taneli, ince tabakalı, laminalı kumtaşı, silttaşı, kilaşı ve marnlardan oluşan yer yer kömür, tuf ve tüfit seviyeleri kapsayan, tüfler arasında diatomeli ve silisli seviyelerin bulunduğu volkanosedimanter bir istif içindedir. Bu istif Erken-Orta Miyosen yaşlı (23-11 milyon yıl önce) bir gölde çökelmiştir. Gölsel tortullar içinde tuf, tüfit ve aglomeraların yerleştiği gözlenir. Güvem-Çerkeş karayolu boyunca kili, kumlu, tüflü, diatomitli ve silis seviyeli kayaç yapısı açıkça görülür. Kıvrımlanmalar, tabaka içi yapılar, küçük ölçekli ters ve normal faylar bu alanda izlenebilir. Kayaların çok ince tabakaları arasında çeşitli bitki, yaprak, dal parçaları ile balık, karınca, kız böceği fosilleri bulunmaktadır. Akyarma Geçidi boyunca Miyosen'in 2. faz volkanizma ürünleri beyaz, tabakalı görünümlü tüfler yer alır. Birim içerisinde değişik büyüklükte pomza, volkanik camsı kayaç parçaları yer alır (Kazancı v.d., 2007).

Mahkemeağcın Köyü civarında genel yapı tüf olup yer yer aglomera içerir. Tüfler volkanik merkezlerden patlamalı şekilde püsküren kül ve lav parçalarının etrafa yayılması ile oluşmuştur. Abacı Köyü peribacaları tüf ve aglomeralardan oluşmuştur (Kazancı v.d., 2007).

1.3 Önceki Çalışmalar

Tatlı (1975), Kızılcahamam çevresinde yaptığı çalışmalar sonucunda bölgenin jeolojik özelliklerini ve jeotermal potansiyelini ortaya koymuştur. Ayrıca bölgede yer alan Üst Miyosen kayaçlarını ilk kez Pazar Formasyonu olarak adlandırmıştır.

DSİ (1983), Kurtboğazı Baraj Gölünde Nisan 1980- Eylül 1981 tarihleri arasında üç bakanlık tarafından yapılan bir ortak çalışma ile baraj gölünde, baraj gölünü besleyen kollar ile baraja o tarihlerde su verilen Ova Çayı Derivasyonundan ve Baraj çıkış suyundan alınan numunelerde çeşitli kirlilik parametrelerine ait analizler ve değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışma sonucunda barajın mevcut kirlilik yükü ortaya konulmuş geleceğe dönük olarak alınması gereken tedbirler sunulmuştur.

DSİ (1998), tarafından 1998 yılında Ankara Kentine içme suyu sağlayan baraj gölleri ve havzasında su kalitesi araştırma raporu yayınlanmıştır. Haziran 1995- Ekim 1995 arasında seçilen üç barajda su kalitesi gözlem çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Raporda baraj göllerini besleyen su kaynaklarının kaliteleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde verilen Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine uygunluğu bakımından değerlendirilmiştir. Baraj gölüne giren kirletici miktarının nüfustaki azalmadan dolayı düştüğü sonucuna varılmıştır.

Kazancı ve Ark. (2007), Jeosit/Jeomiras çalışmaları kapsamında Kızılcahamam bölgesinin kayaçlarını ve yer şekillerini 23-5 milyon yıllar arasında (Miyosen) gelişen volkanizma ve bunun değişik ürünleri olan volkan konileri, kalderalar, dayklar gibi morfolojik unsurlar oluşturduğunu, alanda volkanizmanın oluşturduğu lav akımları, tüf, aglomera gibi piroklastikler ve bunlarla eş zamanlı ayrı çökelimler ve göl oluşumları gölsel çökeller ve piroklastiklerin ardışıklı depolanmasının değişik görünümlü yer şekillerinin oluştuğunu belirlemiştir.

Bakır (2007), Kurtboğazı baraj gölünü besleyen derelerin ve baraj çıkış suyunun çevresel açıdan değerlendirilmesi kapsamında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde

verilen sınır değerlerle karşılaştırmaları yapılmış, kalite ve kirlilik değerleri ortaya konulmuştur.

Koçan (2013), alışmada Kızılcahamam-amlıdere bölgesinde yer alan jeolojik miras değerleri tanıtılmış, jeosit durakları için belirlenen potansiyel aktiviteler ve alanın toplam potansiyeli üzerine bir değerlendirme yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler ışığında jeolojik mirasa yönelik planlama ve geliştirme açısından önerilerde bulunmuştur.

1.4 Ağır Metal Tanımı ve Sağlığa Etkileri

Ağır metaller, atom ağırlığı 40'tan fazla olan ve eksenindeki elektron dağılımı benzerlik gösteren metalik elementler veya özgül ağırlığı 5 g/cm³'ten fazla olan elementlerdir. Ağır metaller sık sık iz element olarak da adlandırılır (Bat v.d., 1998; 1999). Bu gruba kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, civa ve çinko olmak üzere 60'tan fazla metal dâhildir (Camelo v.d., 1997).

Metaller erozyonla taşınan kaya parçalarıyla, rüzgarın taşıdığı tozla, volkanik aktivitelerle, ormanların yanmasıyla ve bitki örtüsüyle sulara taşınır (Fergusson,1990).

Sulardaki inorganik kirlenmenin en önemli kaynağını ağır metaller oluşturmaktadır. Bazı ağır metaller uygun konsantrasyonlarda canlı yayamı için gerekli olup eksikliklerinde çeşitli semptomatik bozukluklar ortaya çıkmaktadır. Ağır metaller, organizmalara gerekli olsun ya da olmasın yüksek konsantrasyonlarda potansiyel olarak zehirlidirler (Ağcasulu, 2007).

Suyu kirleten metaller topraktan doğal olarak su kaynaklarına yansıyabileceği gibi endüstriyel, kentsel ve tarımsal atıklar aracılığı ile de suyu kirletebilmektedirler. Suyu kirleten ve topraktan suya geçen başlıca metaller; Na, K, Ca, Mg, Bi, Sb, Fe ve kısmen Al'dir. Endüstri ve evsel atıklar yoluyla suyu kirleten toksik metaller ise Al, Pb, Cd, Ni, Cu, Hg, As, Cr, Co, Mn ve Zn gibi metallerdir. En tehlikelileri Hg, Cd, Bi, Sb, Pb ve As'dir (Mutluay v.d., 1996).

Havaya atılan ağır metaller, sonuçta karaya ve buradan bitkiler ve besin zinciri yoluyla da hayvanlara ve insanlara ulaşırlar ve aynı zamanda hayvan ve insanlar tarafından havadan aeresol olarak veya toz halinde solunurlar. Ağır metaller endüstriyel atık suların içme sularına karışması yoluyla veya ağır metallerle kirlenmiş partiküllerin

tozlaşması yoluyla da hayvan ve insanlar üzerinde etkin olurlar (Kahvecioğlu v.d., 2009).

Metallerin normal olarak vücutta bulunma oranı çok düşüktür. Bu oran yükseldiği takdirde, vücutta toksik etki yapmaya başlarlar. Ağır metaller, yoğunlukları suyun yoğunluğunun en az 5 katı daha fazla olan metallerdir. Bunlar vücudumuz tarafından işlem göremez ve vücutta birikirler. Yaşadığımız ortama hava, su, yiyecekler, insanlar tarafından üretilen sayısız kimyasal maddeler ve ürünler vasıtasıyla karışan ağır metaller nefes alma, yutma, ciltten emilme yollarıyla vücudumuza girerler. Eğer ağır metallerin vücudumuza giriş hızı, vücudumuzun onları dışarı atma hızından düşükse, zaman içinde vücudumuzda birikim yaparlar (Tofan, 2008).

1.4.1 Alüminyum (Al)

Alüminyum yer kabuğunda en çok bulunan elementlerden birisidir ve yer kabuğunun yaklaşık %8'ini oluşturmaktadır. Doğal toprak erozyonu, madencilik, volkanik püskürme, tarımsal aktiviteler ve kömür yanması havada bulunan alüminyumun başlıca kaynaklarıdır (WHO, 1998).

Toprağı oluşturan bütün kil minerallerinde alüminyum oksit vardır. Ancak alüminyum oksit suda çok az çözünür. Bu nedenle doğal sularda çok az miktarlarda alüminyum bulunur (WHO, 1998).

1.4.2 Arsenik (As)

Arsenik birçok yeraltı kayalarında ve toprakta bulunur. Arseniğin çevreye başlıca yayılma ve taşınma yolu sulardır. Arseniğin su aracılığıyla ekolojik sistemde dağılımı, canlı yapılarda birikimine neden olmaktadır. Yer kabuğunun içerdiği ortalama arsenik miktarı 1.5-2 mg/l ve kirlenmiş topraklarda ise 0.2-40 mg/l arasında değişmektedir. Arsenik yeryüzünde bol olarak bulunan 20 elementten biridir (Öztürk, 2008). Arsenik insan vücudu için olduğu kadar, bütün canlılar için de toksik bir elementtir. Sularda 100 µg/l'den fazla arsenik bulunması halinde su içinde yaşayan bütün canlılar için öldürücü etki yaratır. Ancak kaplıca sularında az miktarda bulunması cilt hastalıkları için tedavi edici bir rol oynar (Tofan, 2008).

1.4.3 Bakır (Cu)

Bakır çevrede doğal olarak bulunan çok yaygın bir maddedir ve doğal yollarla da çevreye yayılmaktadır. İnsanların bakır endüstri ve tarımda artarak kullanmaları sonucu çevredeki bakır miktarı da artmış durumdadır. Bakır rüzgârla taşınan tanecikler, çürüyen bitkiler ve orman yangınları gibi doğal veya madencilik, metal üretimi, orman ürünleri ve ticari gübrelerin üretimi gibi insan faaliyetleri yoluyla çevreye bırakılmaktadır (Çınar, 2008).

Yüzey ve yeraltı sularında bakırın başlıca kaynakları endüstriyel kirlilik, evsel atıklar ve madencilik atıklarıdır. Bakır konsantrasyonu pH, sertlik ve su dağıtım sisteminde bakır bulunması gibi su karakteristiğindeki farklılıkların bir sonucu olarak oldukça geniş bir aralıkta olabilmektedir. Asidik ya da alkali pH'a sahip yüksek karbonatlı sularda suyun dağıtımı sırasında sudaki bakır konsantrasyonu çoğunlukla artmaktadır (WHO, 2004a; WHO, 2006).

1.4.4 Berilyum (Be)

Yüksek bir erime noktasına sahip olması, hafifliği ve çelikten çok daha esnek bir metal olması nedeniyle, bilgisayar parçaları yapımında, jiroskoplarda ve inşaat sektöründe sık tercih edilen bir elementtir. Bu kadar çok kullanım alanı olmasına rağmen berilyum tek alternatif değildir ve kendisini ikame edecek başka metaller bulunabilir çünkü metalik berilyum insanlığın bildiği en zehirli maddelerden bir tanesidir. Berilyumun bakır alaşımı da, kaynak yapımında, elektrik bağlantılarında ve elektrotlarda kullanılır. Zümrüt ve akuamarin, berilyumun değerli kristal formlarıdır. Berilyum ve tozları, zehirli olmalarının yanında, özellikle akciğerlerde kansere yol açabilmektedirler. Berilyum bileşikleri gerek canlılar gerekse ekosistem için tehlikeli ve zehirli etkileri olan kimyasallardır. Berilyumun canlılarda yarattığı en büyük tahribat “Beril Hastalığı” olarak tabir edilen akciğer hastalığıdır. Bu hastalık daha sonra akciğer kanserine ve kemik iliği kanserine dönüşebilir (Filiz, 2007).

1.4.5 Çinko (Zn)

Çinko hava, su ve toprakta doğal olarak bulunan bir maddedir. Birçok yiyecek maddesi ve içecek su belirli konsantrasyonlarda çinko içermekte ve bu konsantrasyon insan faaliyetleri sonucu giderek artmaktadır (Çınar, 2008).

1.4.6 Kobalt (Co)

Kobalt doğada bakır ve nikel mineralleri ile birlikte bulunur. Doğal sulardaki kobalt konsantrasyonu 0.01 mg/l'den daha düşüktür. İçme ve kullanma sularında kobalt için bir sınır değeri verilmemiştir. Sulama sularında 0.05 mg/l'den fazla kobalt bulunması istenmez (Tofan, 2008).

1.4.7 Nikel (Ni)

Doğal sulara nikel çok az rastlanır. Az miktardaki nikel, demirin canlılar tarafından daha iyi değerlendirilmesini sağlar. Nikelin yağ çevrimi ve hormonları da etkilediği tahmin edilmektedir. Aşırı toksik etki yapar. Nikelin bitkilerde şiddetli zehir etkisi yaptığı ve özellikle çinkodan 8 kat daha zehirli olduğu bilinmektedir. Yiyecekler ve içme suyundan başka daha çok deri teması ve solunum yoluyla canlı bünyeye geçer. İnsanda fizyolojik bozukluklara yol açar (Tofan, 2008).

1.4.8 Selenyum (Se)

Selenyum, bakır, çinko ve kurşun gibi metallerin üretimi sırasında yan ürün olarak 16 ton/yıl kapasite ile üretilir. Selenyum ana üretim kaynağını ise, bakır anot çamurlarıdır ve bu çamurların soda veya sülfürik asit ile kavrulması ile geri kazanılır. Selenyum kirliliğinin en önemli nedeni selenyum içeren katı atık depolarıdır. Düşük konsantrasyonlarda vücut için önemli bir iz element olmakla beraber, yüksek konsantrasyonlarda zehirlidir. Selenyumun en zehirleyici bileşiği, maksimum değeri 0.05 ppm olan hidrojen selenürdür (Kahvecioğlu v.d., 2009).

1.4.9 Demir (Fe)

Doğada diğer metallere göre yüksek oranlarda bulunurken element halinde bulunmaz. Element halindeki demire sadece meteorların yapısında rastlanır. Buna karşın bileşikleri doğada bol ve yaygındır. Tabiatta oksit, sülfür ve karbonat bileşikleri şeklinde bulunur. Doğal olarak toprakta bulunan demir; akarsular, nehirler ile deniz ve göllere taşınmaktadır. Ayrıca endüstriyel atıklarda kirlenici kaynakları oluşturmaktadır (Tuncay, 2007).

1.4.10 Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum kimyasal olarak çinko ile benzer özelliklere sahip olup sülfat cevherlerinde çinko, bakır ve kurşun ile birlikte doğal olarak bulunmaktadır. Asidik magmatik kayalarda çoğunlukla çinko sülfür mineralleri (özellikle sfalerit) ile birlikte bulunur. Doğadaki en önemli kadmiyum minerali grenokit (CdS)'dir (Rankama v.d., 1964).

Kadmiyum, çinko üretimine eşlik eden metal olarak üretilmiştir. Çinko üretiminde ortaya çıkıncaya kadar havaya, yiyeceklere ve suya doğal süreçlerle önemli miktarlarda karışmamıştır. Ancak günümüzde kadmiyum da çevre kirliliğine sebep olan ağır metaller arasında yerini almıştır (Karataş, 2004).

Kadmiyum diğer ağır metaller içinde suda çözünme oranı en yüksek olanıdır (Türkoğlu, 2008).

Kadmiyumun suda çözünürlüğü kadmiyumun kaynağındaki bulunuş şekline ve pH'a bağlıdır (Ağcasulu, 2007).

1.4.11 Krom (Cr)

Krom doğal sulara +3 değerlikli halde bulunur. Bu iyon $pH < 4$ olduğu zaman kararlı haldedir. Daha yüksek pH değerlerinde hidrolize olur. +6 değerlikli krom endüstri atık suları ile suya karışabilir. Cr+6 çok yükseltgen bir maddedir. Cr+6'nın toksik etkisi Cr+3'ün yaklaşık yüz katı fazladır (Şanlı, 2002).

1.4.12 Mangan (Mn)

Yaşam için gerekli olup, tahıl ve çay gibi pek çok gıdalarda bulunan esansiyel bir iz elementtir. Demir-çelik fabrikaları, güç santralleri, yakma fırınları ve maden yataklarının tozlarından havaya karışabilir. Suyu ve toprağa karışımı doğal kaynaklardan, atıkların deşarjıyla ve atmosferik taşınım ile olur. Nehir, göl ve yer altı sularında doğal olarak bulunur ve sudaki bitkiler tarafından bir miktar alınarak birikebilir. Genellikle karaciğer, böbrek ve pankreasta birikim gösterir (Çalışkan, 2005).

1.4.13 Kurşun (Pb)

Kurşunun çevredeki ana kaynakları; maden ve metal endüstrileri, otomobil aküleri, tıbbi ekipmanlar, kurşunlu boyalar, seramik endüstrisi, kaplama, bilimsel ve optik aletler, cephaneler, katı atık yapımı ve kurşunlu benzin kullanımındır (Çalışkan, 2005).

Ayrıca egzoz gazları, sigara külü, akümülatör, şehir su şebekesi, kauçuk üretimi, matbaacılık, pestisit, çeşitli çocuk oyuncakları ve kurşunlu benzin yakıtıdır (Çınar, 2008).



2. MATERYAL ve METOT

Bu araştırma kapsamında önceki yıllarda yapılan ilgili çalışmalar araştırılmış olup çalışma arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

2.1 Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları kapsamında öncelikli olarak çalışma alanı tanımlanmıştır. Örnekleme noktaları belirlenerek, yapılacak analizler için örnekleme dönemleri belirtilmiştir. Yapılacak örnekleme analizleri için 10 adet örnekleme noktası belirtilmiştir. Bu örnekleme noktalarından alınan örneklerin analizleri yağışlı dönem ve kurak dönemi kapsayacak şekilde Mayıs 2016 ve Ekim 2016 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir.

Analizi yapılacak her noktanın kaynağında sıcaklık (T) ölçümü yapılmıştır. Ağır metal analizi için belirlenen 10 adet yüzey suyu kaynağından su numuneleri 1'er litre pet şişeler içerisinde konularak etiketlenmiş ve aynı gün içerisinde Aksaray Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü laboratuvarına getirilmiştir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Çalışma alanından alınan örnekleme numuneleri.

2.2 Laboratuvar Çalışmaları

Analizi yapılacak olan su örnekleri laboratuvara getirildikten sonra laboratuvar buzdolabında 4°C muhafazası sağlanmıştır. Numunelerin hazırlanması ve yapılan analizler sırasında ultra saflıkta su kullanılmıştır. Su kimyası analizleri Aksaray Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Su Kimyası Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

Toplam karbon(TC), toplam organik karbon(TOC),toplam azot(TN), sertlik, pH, elektrik iletkenliği, tuzluluk analizleri yapılmıştır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: Örnekleme yapılan numunelerin ph ve tuzluluk oranı ölçümü.

Suların ağır metal analizleri Perkinelmer Optima 2100 DV ICP-OES- USA (eş zamanlı indüktif eşleşmiş plazma-optik emisyon spektrometresi) ile APHA-AWWA-WEF (2005) standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3: Perkinelmer Optima 2100 DV ICP-OES- USA (eş zamanlı indüktif eşleşmiş plazma-optik emisyon spektrometresi).

2.3 Büro Çalışmaları

Büro çalışmaları kapsamında, arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucu elde edilen veriler kendi aralarında incelenip değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda da istatistiksel dağılımları önceki çalışmalarla incelenerek veri güvenliği sağlanmıştır. Laboratuvar çalışmaları sonucu elde edilen veriler Word, Excell, gibi yazılım programları ve bar diyagramları kullanarak değerlendirilmiştir. Ana kation (Na, K, Ca, Mg) ve anyon (CO_3 , HCO_3 , Cl, SO_4) analiz sonuçları kullanılarak, Bar diyagramları ile grafikler çizilmiş ve sonuçları yorumlanmıştır. Büro çalışmaları kapsamında yapılan çalışmalar, inceleme alanı ve çevresi hakkında bilgiler bölge ile ilgili raporlar, makaleler, yayınlar, tezler, özel ve kamu kurumlarının yaptığı jeolojik, jeotermal ve hidrojeolojik bütün verilerin toplanması ve incelenmesi sonucu gerçekleştirilmiştir.

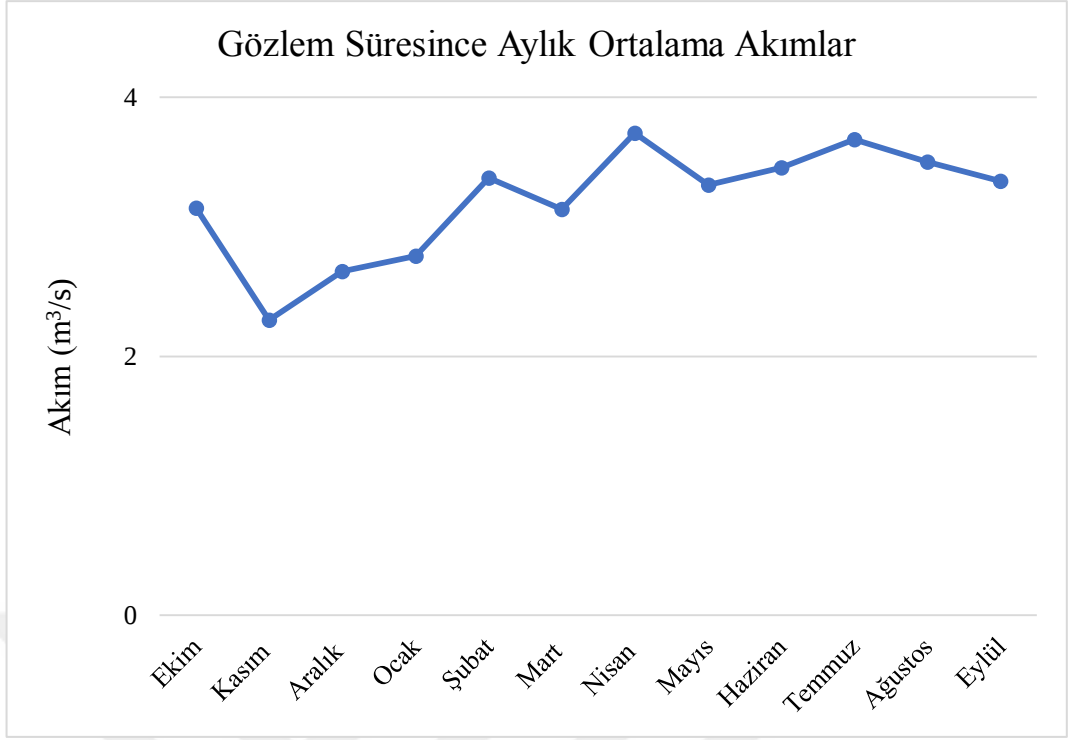
3. BULGULAR

3.1 Kızılcahamam Yüzey Suyu Potansiyeli

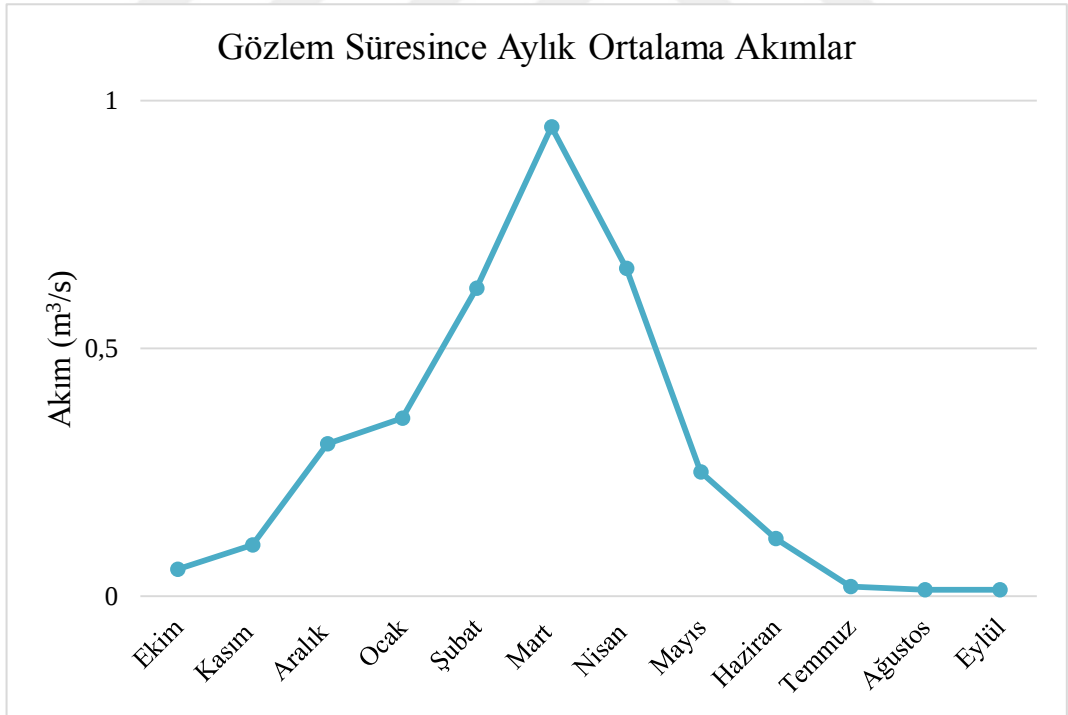
Bu bölümde inceleme alanında yer alan yüzeysel su kaynakları tanımlanmıştır. İncelenen bölgede içme ve sulama suyu ihtiyacı genellikle yüzeysel sulardan sağlanmaktadır.

3.1.1 Kurtboğazı Barajı

İnceleme alanında yer alan önemli barajlardan olan Kurtboğazı barajı, Ankara ili Kızılcahamam ve Kazan ilçeleri sınırları içerisinde bulunmaktadır. Zonlu toprak dolgu tipinde inşaa edilip 1967 yılında işletmeye açılmıştır. Baraj havza bazında Sakarya havzası sisteminde yer almaktadır. Göl alanı $6,13 \text{ km}^2$, depolama hacmi $97,947 \text{ hm}^3$ 'tür. Barajı besleyen ana akarsular Kurt (Mera) çayı ve Pazar çayıdır (Şekil 3.3). Ayrıca Eğrekkaya barajından İncegez tüneli vasıtasıyla Kurt (Mera) çayına iletim yapılmaktadır (Şekil 3.4). DSI'nin akarsular üzerinde numune alım istasyonları bulunmaktadır. Kurt (Mera) çayı $197,2 \text{ km}^2$ yağış alanından beslemektedir. Kurt (Mera) çayının aylık ortalama akım değeri $2,62 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir (Şekil 3.1). Pazar çayı $56,2 \text{ km}^2$ yağış alanından beslemektedir. Pazar çayının aylık ortalama akım değeri $3,13 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir (Şekil 3.2).



Şekil 3.1: Kurt (Mera) çayının aylık ortalama akım değerleri (DSİ, 2015-2016).



Şekil 3.2: Pazar çayının aylık ortalama akım değerleri (DSİ, 2015-2016).



Şekil 3.3: Kurt (Mera) çayından genel görünüm (Kurtboğazı Barajı Girişi).



Şekil 3.4: İncegez tüneli çıkış noktası (Kurtboğazı Barajı).

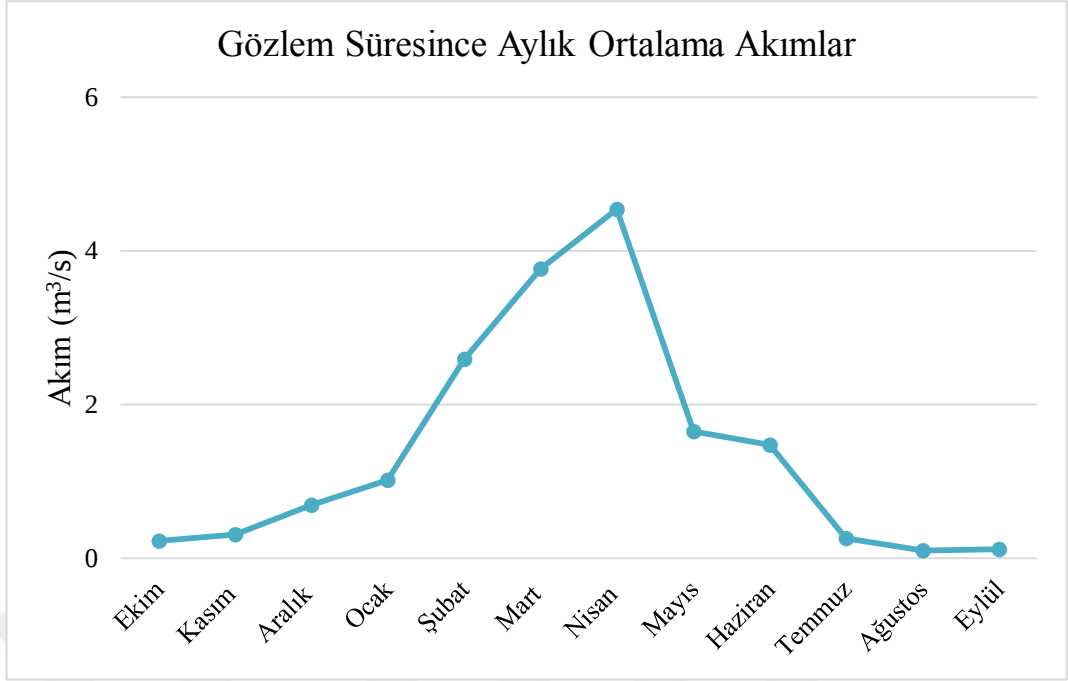
3.1.2 Eğrekkaya Barajı

İnceleme alanında yer alan önemli barajlardan olan Eğrekkaya barajı, Ankara ili Kızılcahamam ilçe sınırları içerisinde bulunmaktadır. Kil çekirdekli zonlu dolgu

tipinde inşaa edilip 1994 yılında işletmeye açılmıştır. Baraj havza bazında Sakarya havzası sisteminde yer almaktadır. Göl alanı 4 km², depolama hacmi 113 hm³'tür. Barajı besleyen ana akarsu Sey (Hamam) çayı olup, DSI'nin akarsu üzerinde numune alım istasyonu bulunmaktadır (Şekil 3.5). Sey (Hamam) çayı 56,2 km² yağış alanından beslemektedir. Sey (Hamam) çayının aylık ortalama akım değeri 1,40 m³/s'dir (Şekil 3.6).



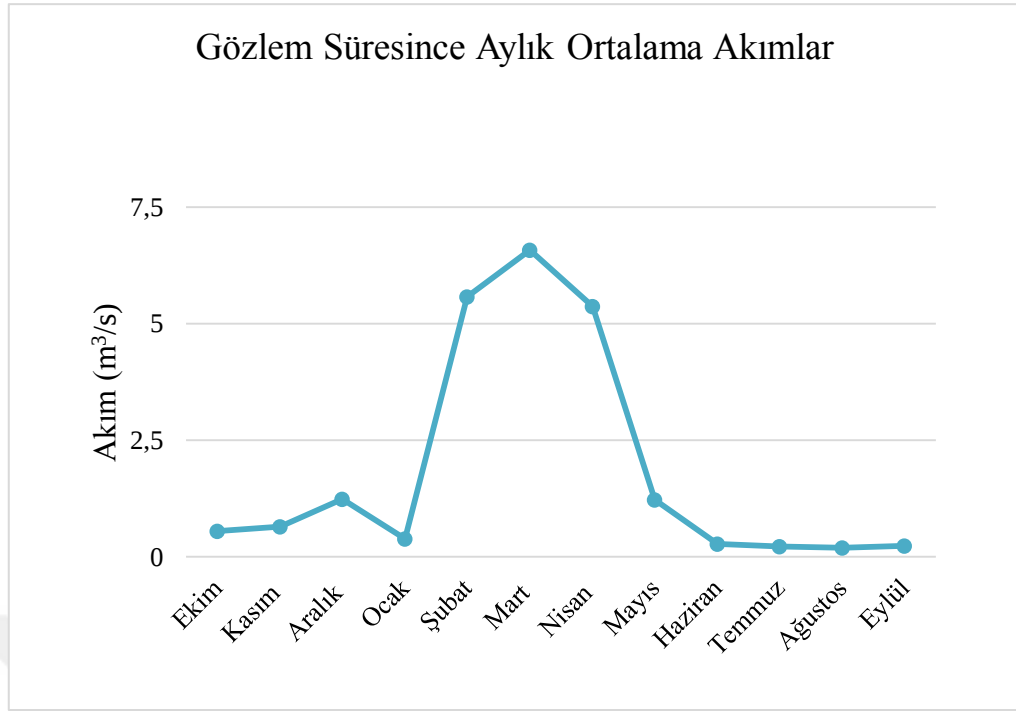
Şekil 3.5: Sey (Hamam) çayından genel görünüm (Eğrekkaya Baraj Girişi).



Şekil 3.6: Sey (Hamam) çayının aylık ortalama akım değeri $1,40\text{m}^3/\text{s}$ 'dir (DSİ, 2015-2016).

3.1.3 Akyar Barajı

İnceleme alanında yer alan önemli barajlardan olan Akyar barajı, Ankara ili Kızılcahamam ilçe sınırları içerisinde bulunmaktadır. Kil çekirdekli kum çakıl dolgu tipinde inşaa edilip 2000 yılında işletmeye açılmıştır (Şekil 3.9). Baraj havza bazında Sakarya havzası sisteminde yer almaktadır. Göl alanı 2 km^2 , depolama hacmi 56 hm^3 'tür. Barajı besleyen ana akarsu Bulak çayı olup, DSİ'nin akarsu üzerinde numune alım istasyonu bulunmaktadır ancak istasyon kapatılmış durumdadır (Şekil 3.8). Bulak çayı 274 km^2 yağış alanından beslemektedir. Bulak çayının aylık ortalama akım değeri $1,88\text{m}^3/\text{s}$ 'dir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7: Bulak çayının aylık ortalama akım değerleri (DSİ, 2015-2016).



Şekil 3.8: Bulak çayından genel görünüm (Akyar Baraj Çıkışı).

Çalışma kapsamında, inceleme alanında yer alan ve Ankara il merkezinin içme suyu ihtiyacını karşılayan Kızılcahamam yüzeysel su kaynaklarının ağır metal özelliklerinin belirlenebilmesi ve bu kaynakların diğer su kaynakları ile

ilişkilerinin yorumlanabilmesi amacı ile DSİ gözlem istasyonları analiz verileri 5. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Yağışlı döneme ait veriler (Şekil 3.10) ve kurak döneme ait veriler (Şekil 3.11) gösterilmiştir



Şekil 3.9: Akyar barajı aksı.

İstasyon Adı	Parametreler																	
	Birim									Birim								
	Al	Cu	Fe	Mn	Pb	Zn	Cd	Cr	B	Ca	K	Mg	Na	EC	Ph	TOC	TN	T
Sey Çayı (Eğrekkaya Baraj Girişi)	0,199	0,015	0,251	0,009	0,003	0,217	-	-	0,1	29,8	4,74	6,6	17,23	191	8,4	5	1,57	25
Mera Çayı (Kurtboğazı Baraj Girişi)	0,381	-	0,1	0,047	-	-	-	-	-	14,4	4,88	60,51	324,5	1879	8,9	-	-	6
Pazar Çayı	0,14	-	0,4	-	-	-	-	-	-	26	2	18,2	10,4	230	8,4	-	-	8
Bulak Çayı (Akyar Baraj Çıkışı)	0,048	-	0,384	0,03	0,008	0,431	-	-	0,02	26,69	5,02	9,3	21,34	325	8,4	1,75	1,33	25
Bulak Çayı (Akyar Baraj Göl Alanı)	0,027	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	-	0,005	-	10	1,8	2,4	6,8	108	7,9	-	-	8
İncegez Tünel Çıkışı	0,125	0,037	0,330	0,130	0,001	0,082	-	0,003	0,04	21,48	3,38	4,9	10,15	197	8,6	4,03	0,48	23

Şekil 3.10: DSİ gözlem istasyonlarına ait yağışlı dönem verileri. (DSİ 5. Bölge Müd.).

İstasyon Adı	Parametreler																	
	Birim														Birim			
	mg/L														Micrombos/cm	mg/L	mg/L	°C
	Al	Cu	Fe	Mn	Pb	Zn	Cd	Cr	B	Ca	K	Mg	Na	EC	Ph	TOC	TN	T
Sey Çayı (Eğrekkaya Baraj Girişi)	0,225	0,011	0,386	0,035	-	0,044	-	-	0,11	32,33	4,84	-	17,29	302	8,5	6,49	0,65	25
Mera Çayı (Kurtboğazi Baraj Girişi)	0,228	0,005	0,1	0,064	0,005	0,006	0,005	0,014	-	41	8,2	11,3	27,6	383	8,2	-	-	18
Pazar Çayı	0,165	-	0,7	-	-	-	-	-	-	43	2,8	17,6	16,1	433	8	-	-	9
Bulak Çayı (Akyar Baraj Çıkışı)	0,103	0,011	0,178	0,047	-	0,037	-	-	0,01	13,95	1,07	4,5	5,08	146	8	4,34	2,16	25
Bulak Çayı (Akyar Baraj Göl Alanı)	0,055	-	-	-	-	-	-	-	-	15	3,2	0,1	7,7	128	7,7	-	-	12
İncegez Tünel Çıkışı	0,107	0,015	0,154	0,049	-	0,04	0,001	-	0,04	20,91	3,71	4,4	9,14	190	8,8	6,13	1,91	25

Şekil 3.11: DSİ gözlem istasyonlarına ait kurak dönem verileri.(DSİ 5. Bölge Müd.).

Çalışma alanında yer alan önemli barajlardan, Kurtboğazı barajını besleyen Kurt (Mera) ve Pazar akarsularından, Eğrekkaya barajını besleyen Sey (Hamam) akarsuyundan, Akyar barajını besleyen Bulak akarsuyundan ve inceleme alanındaki bazı önemli noktalardan kurak ve yağışlı dönemler dikkate alınarak örnekleme gerçekleştirilmiş ve alınan örneklerin fiziksel, kimyasal su kalite analizleri yapılmıştır.

İnceleme alanında ele alınan akarsular dışında Kızılcıhamam merkezinden geçen önemli bir akarsu olan Kırmır çayı da bulunmaktadır. Bölgede dönemsel yağışlara bağlı olarak yüksek rakımlı bölgelerde bulunan kar sularının erimesi sonucu oluşan kısa akım süreli ve düşük debili akarsular gelişebilmektedir. Bu geçici akarsular süzülme yoluyla çoğu zaman yeraltı sularını besler.



4. SU KİMYASI DEĞERLENDİRİLMESİ

Yüzeysel ve yeraltı suları hidrolojik dolaşım süreçlerinde temas ettikleri kayaçların çözünmesi ile kayaçların özelliklerini taşırlar. Bu nedenle bir bölgedeki sulardan verimli olarak faydalanabilmek için suların kimyasal özelliklerini bilmek gerekir.

Çalışma kapsamında yer alan Kızılcahamam'ın yüzeysel su kaynaklarının özelliklerinin belirlenebilmesi ve bu kaynakların diğer su kaynakları ile etkilerinin yorumlanabilmesi amacı örnekleme noktaları ve koordinatları belirlenmiştir. (Çizelge 4.1). Kurtboğazı barajından ve onu besleyen İncegez tüneli, Mera ve Pazar çayından, Eğrekkaya barajı ve onu besleyen Sey (Hamam) çayından, Akyar barajı ve onu besleyen Bulak çayından, Kızılcahamam'ın merkezinden geçen Kırmir çayından belirlenen noktalardan kurak ve yağışlı dönemler dikkate alınarak örneklemler alınmış ve alınan örneklerin fiziksel-kimyasal su kalite analizleri yapılmıştır (Şekil 4.1).

Çizelge 4.1: Numune noktaları, kısaltmaları ve konumları.

Örnek Adı	Türü	Kısaltma	Koordinatlar		Su kotu (metre)
			X	Y	
Kurt (Mera) Çayı	akarsu	K1	40°20'00.8"K	32°42'03.0"D	972
Kurtboğazı Göl	baraj	K2	40°18'46.8"K	32°43'02.9"D	959
Pazar Çayı	akarsu	K3	40°19'43.0"K	32°45'04.4"D	1010
İncegez	akarsu	İ1	40°20'49.3"K	32°41'04.2"D	999
Kırmir Çayı	akarsu	KMR	40°27'38.2"K	32°39'09.3"D	945
Sey (Hamam) Çayı	akarsu	E1	40°34'12.7"K	32°39'39.9"D	1050
Eğrekkaya Göl	baraj	E2	40°30'03.5"K	32°40'10.5"D	1033
Akyar Çıkış	akarsu	A1	40°34'43.3"K	32°35'01.8"D	1068
Akyar Göl	baraj	A2	40°35'29.0"K	32°34'55.9"D	1131
Bulak Çayı	akarsu	A3	40°37'04.4"K	32°35'01.1"D	1169



Şekil 4.1: İnceleme alanındaki numune alım noktaları.

4.1 Suların Hidrojeokimyasal Değerlendirmesi

Bu bölümde, incelenecek noktalardan alınan su örnekleri, yerinde ve laboratuvar ortamında yapılan fiziksel ve kimyasal ölçümlerin sonucunda hidrojeokimyasal açıdan değerlendirilmiştir

Çalışma alanında örnekleme noktalarından alınan su numunelerinin kimyasal analiz sonuçları ve arazide yerinde yapılan fiziko-kimyasal ölçümler değerlendirilmiştir. Numune noktalarından Mayıs 2016 (yağışlı dönem) ve Ekim 2016 (kurak dönem) dönemlerinde mevsimsel değişimler göz önüne alınarak numune alımı ve fiziksel, kimyasal analiz çalışmaları yapılmıştır (Çizelge 4.2). Numune alım çalışmaları kapsamında pH, elektriksel iletkenlik (EC), sıcaklık (T) değerleri örnekleme dönemlerinde yerinde ölçülmüştür. Alınan numunelerin ağır metal analizleri laboratuvar ortamında yapılarak analiz sonuçları yağışlı dönem (Çizelge 4.5) ve kurak dönem (Çizelge 4.7) olarak ayrı ayrı tabloları hazırlanıp yorumlaması yapılmıştır.

Çizelge 4.2: Numune alım dönemleri, fiziksel ve kimyasal analiz çalışmaları.

Çalışma türü	Örnekleme, ölçüm ve analiz dönemleri	
Fiziksel parametrelerin ölçümleri	Mayıs 2016	Ekim 2016
Ağır metal analizi	Mayıs 2016	Ekim 2016

Elektriksel iletkenliği açısından sular iletkenliği düşük, iyi, çok iyi sular olarak sıralanabilir. Örnekleme alanından alınan numunelerde incelemeler sonucu EC değeri 20.5-489 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmektedir. Örneklerdeki bu farklılık su kaynaklarının farklı türdeki kayaçlarla temas etmesi, temas süreleri, kayaçların çözünürlük farklılıklarından kaynaklanabilir. Fiziksel parametreleri ölçülen numunelerin çoğunda kurak dönemde EC değeri artmış, yağışlı dönemlerde EC değeri azalmıştır. İnceleme alanındaki kurak döneme ait fiziksel ve kimyasal analizler sonucunda en yüksek EC değeri yağışlardan az beslenmesi ve su kayaç etkileşimi az olması sonucu 489 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile Sey (Hamam) çaydır (Çizelge 4.6). İnceleme alanındaki yağışlı döneme ait fiziksel ve kimyasal analizler sonucunda en düşük EC değeri ise fazla yağış ile beslenmesi ve kayaç etkileşiminin fazla olması sonucu 20.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile Bulak çaydır (Çizelge 4.4). Elektriksel iletkenliğin yağışlı

dönemde düşük kurak dönemlerde yüksek değerlerde çıkması inceleme alanındaki suların yüksek düzeyde alansal veya noktasal kirlenmeye maruz kalmadığını gösterir.

İnceleme alanındaki sular pH ve sıcaklık değerine göre alkali sular sınıfına girer ve “soğuk sular” özelliğindedir. Örneklenen suların kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre değerlendirmesi yapılmıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri.

İnorganik kirlenme parametreleri (mg/L)	(I) Sınıf	(II) Sınıf	(III) Sınıf	(IV) Sınıf
	Yüksek kaliteli su	Az kirlenmiş su	Kirli su	Çok kirli su
Arsenik (As)	0,02	0,05	0,1	> 0,1
Alüminyum (Al)	0,3	0,3	1	> 1
Bakır (Cu)	0,02	0,05	0,2	> 0,2
Çinko (Zn)	0,2	0,5	1	> 1
Demir (Fe)	0,3	1	5	> 5
Kobalt (Co)	0,01	0,02	0,2	> 0,2
Kadmiyum (Cd)	0,003	0,005	0,01	> 0,01
Krom (toplam) (Cr)	0,02	0,05	0,2	> 0,2
Kurşun (Pb)	0,01	0,02	0,05	> 0,05
Mangan (Mn)	0,1	0,5	3	> 3
Nikel (Ni)	0,02	0,05	0,2	> 0,2
Selenyum (Se)	0,01	0,01	0,02	> 0,02

Çizelge 4.4: İnceleme alanındaki suların yağışlı döneme ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.

Örnek Adı	Na	Mg	Ca	K	B	TOC	TC	IC	TN	pH	EC	Sertlik	T
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		µs/cm	MgCaCO ₃ /L	°C
K1	7,648	4,391	18,05	3,071	-0,407	2,441	19,56	17,12	0,4622	7,88	33,6	100	14,2
K2	7,799	7,254	22,61	2,899	-0,378	3,068	24,96	21,89	0,6092	8,75	42,7	160	14,9
K3	11,16	11,41	30,94	2,876	-0,353	0,6456	34,034	34,69	0,4534	8,30	61,3	162	16
İ1	7,206	4,172	16,73	2,979	-0,279	2,468	19,31	16,84	0,4186	7,12	35	84	9,4
KMR	33,61	5,797	21,98	5,959	-0,056	1,029	29,86	28,83	0,6381	7,70	71,9	124	20,1
E1	13,84	7,909	33,24	4,586	-0,423	1,000	32,44	31,44	0,2270	8,18	61,6	132	19,3
E2	7,674	4,024	17,71	3,243	-0,436	3,042	19,71	16,67	0,5779	8,17	36,1	126	14
A1	14,31	4,148	12,85	3,164	-0,324	1,573	17,43	15,85	0,5131	7,97	38,8	120	17,2
A2	6,644	2,244	6,893	2,532	-0,314	2,494	11,77	9,276	0,2471	7,67	20,7	118	11
A3	6,328	2,081	6,613	2,498	-0,300	2,519	12,17	9,648	0,2415	7,53	20,5	58	15,3

*Kısaltmalar çizelge 4.4'deki gibidir.

TOC: Toplam organik karbon, **B:** Bor, **Ca:** Kalsiyum, **Na:** Sodyum, **Mg:** Magnezyum, **K:** Potasyum, **TC:** Toplam karbon, **IC:** İyonik karbon **TN:** Toplam azot, **EC:** Elektriksel iletkenlik, **T:** Sıcaklık, **°C:** Santigrad derece.

Çizelge 4.5: İnceleme alanındaki suların yağışlı döneme ait ağır metal analiz sonuçları.

Ağır Metaller (mg/L)	Örnek Adı									
	K1	K2	K3	İ1	KMR	E1	E2	A1	A2	A3
Ag	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309
Al	1,638	0,407	0,322	1,743	0,391	0,888	1,272	1,218	1,502	1,531
As	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117
Ba	0,040	0,043	0,054	0,041	0,055	0,059	0,041	0,031	0,031	0,029
Be	0,120	0,122	0,122	0,120	0,122	0,121	0,121	0,121	0,121	0,121
Bi	0,000	-0,001	-0,001	0,000	-0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cd	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,013	-0,002	-0,002	-0,002
Co	-0,013	-0,013	-0,013	-0,013	-0,013	-0,013	-0,013	-0,013	-0,013	-0,013
Cr	0,032	0,031	0,031	0,032	0,031	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032
Cu	0,132	0,133	0,133	0,134	0,133	0,131	0,133	0,132	0,133	0,134
Fe	0,837	0,124	0,073	0,920	0,157	0,527	0,606	0,475	0,624	0,658
Ga	0,188	0,186	0,187	0,189	0,187	0,186	0,187	0,187	0,188	0,188
Hg	0,135	0,136	0,134	0,131	0,131	0,139	0,137	0,133	0,133	0,132
Li	0,006	0,006	0,004	0,006	0,041	0,013	0,006	0,006	0,005	0,004
Mn	0,025	0,024	0,022	0,026	0,025	0,028	0,024	0,026	0,023	0,024
Ni	0,017	0,016	0,018	0,017	0,016	0,018	0,015	0,017	0,016	0,015
Pb	0,004	0,002	0,002	0,004	0,004	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002
Se	0,110	0,111	0,111	0,110	0,113	0,113	0,110	0,111	0,111	0,110
Sr	0,186	0,207	0,259	0,184	0,279	0,356	0,183	0,109	0,083	0,081
Zn	0,024	0,025	0,023	0,014	0,170	0,038	0,015	0,051	0,014	0,022

Çizelge 4.6: İnceleme alanındaki suların kurak döneme ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.

Örnek Adı	Na	Mg	Ca	K	B	TOC	TC	IC	TN	pH	EC	Sertlik	T
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		µs/cm	MgCaCO ₃ /L	°C
K1	7,814	3,745	17,49	2,948	0,407	2,753	13,58	10,83	0,5000	7,69	158,2	88	15
K2	7,689	8,350	22,86	2,891	0,376	2,180	17,61	15,43	0,3200	9,07	213	120	19,3
K3	15,46	14,53	48,95	3,285	0,336	0,5546	34,32	34,87	0,2350	8,26	386	208	11
i1	7,523	3,557	16,73	2,863	0,244	2,734	13,93	11,19	0,5481	7,57	156,6	96	8,2
KMR	42,71	6,310	31,02	7,109	0,519	0,1798	26,87	26,69	0,5944	7,54	408	196	17,2
E1	47,14	11,68	48,24	14,85	0,781	0,7538	39,60	38,84	7,675	8,69	489	178	18
E2	7,777	3,625	17,26	2,977	0,461	3,091	13,67	10,58	0,9339	8,04	155	78	16,4
A1	7,124	2,991	10,13	2,763	0,289	2,094	10,17	8,074	0,3132	7,74	118,5	104	12,1
A2	7,027	2,934	9,866	2,859	0,277	2,130	10,50	8,373	0,3027	7,57	116	72	10,5
A3	6,828	2,500	8,938	2,742	0,246	2,141	9,802	7,661	0,3069	7,61	110,1	56	15

*Kısaltmalar çizelge 4.6'deki gibidir.

TOC: Toplam organik karbon, **B:** Bor, **Ca:** Kalsiyum, **Na:** Sodyum, **Mg:** Magnezyum, **K:** Potasyum, **TC:** Toplam karbon, **IC:** İyonik karbon **TN:** Toplam azot, **EC:** Elektriksel iletkenlik, **T:** Sıcaklık, **°C:** Santigrad derece.

Çizelge 4.7: İnceleme alanındaki suların kurak döneme ait ağır metal analiz sonuçları.

Ağır Metaller (mg/L)	Örnek Adı									
	K1	K2	K3	İ1	KMR	E1	E2	A1	A2	A3
Ag	0,109	0,109	0,109	0,109	0,109	0,109	0,109	0,109	0,109	0,109
Al	1,176	0,234	0,239	1,215	0,248	0,326	1,138	1,272	1,243	1,010
As	-0,036	-0,036	-0,036	-0,036	-0,036	-0,036	-0,036	-0,036	-0,036	-0,036
Ba	0,079	0,079	0,121	0,083	0,123	0,124	0,081	0,071	0,070	0,076
Be	-0,091	-0,091	-0,091	-0,091	-0,091	-0,091	-0,091	-0,091	-0,091	-0,091
Bi	-0,150	-0,150	-0,150	-0,149	-0,150	-0,150	-0,149	-0,150	-0,151	-0,149
Cd	-0,042	-0,043	-0,043	-0,043	-0,043	-0,042	-0,042	-0,043	-0,043	-0,043
Co	-0,016	-0,016	-0,016	-0,016	-0,016	-0,015	-0,016	-0,016	-0,016	-0,016
Cr	0,014	0,013	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,015	0,014
Cu	0,119	0,120	0,119	0,120	0,120	0,119	0,119	0,120	0,120	0,120
Fe	0,025	0,021	0,024	0,571	0,042	0,144	0,574	0,594	0,559	0,452
Ga	0,075	0,073	0,073	0,075	0,073	0,073	0,075	0,075	0,075	0,074
Hg	0,178	0,178	0,178	0,177	0,178	0,179	0,178	0,178	0,178	0,178
Li	0,371	0,371	0,367	0,370	0,410	0,399	0,371	0,370	0,371	0,370
Mn	0,046	0,041	0,041	0,045	0,039	0,042	0,047	0,044	0,043	0,045
Ni	-0,013	-0,013	-0,010	-0,012	-0,012	-0,100	-0,013	-0,012	-0,012	-0,013
Pb	-0,015	-0,014	-0,016	-0,014	-0,013	-0,015	-0,014	-0,015	-0,013	-0,014
Se	-0,076	-0,078	-0,077	-0,078	-0,079	-0,076	-0,077	-0,079	-0,079	-0,077
Sr	0,161	0,185	0,345	0,173	0,353	0,578	0,155	0,088	0,087	0,087
Zn	0,076	0,080	0,031	-0,067	0,195	0,251	0,006	0,028	0,403	-0,042

4.2 Suların İyon Dağılımları

Hidrolojik çevrim süreçlerinde sular temas ettikleri kayalardan negatif ve pozitif yüklü iyonları çözerler. Su ile temas sonucu çözünen bu iyonlar suyun hidrojeolojik özelliklerini belirler.

İncelemeler sonucu yağışlı döneme ait iyon dizilimlerinde Na oranı en yüksek noktalar Kirmir çayı, Akyar baraj çıkışı, Sey çayıdır. Mg oranları en yüksek Pazar çayı, Kurtboğazı barajı ve Sey çayıdır. Ca oranı en yüksek Sey çayı, Pazar Çayı, Kurtboğazı barajıdır. K değerleri en yüksek Kirmir çayı, Sey çayı, Mera çayıdır. B değerleri tüm noktalar için negatif değerlerde çıkmıştır. Bu değerlere göre iyonların sıralaması Na, Ca, Mg ve K şeklindedir. Kurak döneme ait iyon dizilimlerinde ise Sey çayı, Kirmir çayı, Pazar Çayı'dır. Mg oranları en yüksek noktalar Pazar çayı, Sey çayı, Kurtboğazı çayıdır. Ca oranı en yüksek noktalar Sey çayı, Pazar Çayı, Kurtboğazı barajıdır. K oranı en yüksek noktalar Sey çayı ve Kirmir çayıdır. B oranı bu dönemde vardır ve en yüksek Sey Çayı ve Kirmir Çayıdır. Bu değerlere göre iyonların sıralaması Ca Na K Mg B şeklindedir. İyonların dağılımları yağışlı ve kurak dönemlerde farklılık göstermiştir.

İncelenen noktalardaki iyon değişimleri belirgin özelliklerde olmamış, mevsimsel yağışlara, dolaşım sürelerinin uzamasına, suların mineral içeriği zengin kayalarla temasının artmasına bağlı olarak değişimler göstermiş olabilir.

4.3 Ağır Metal İçeriklerinin Değerlendirilmesi

Ağır metaller kimya biliminde atom ağırlığı 40'tan, özgül ağırlığı 5 g/cm³'ten büyük olan, metalik özellikte olan elementlerden oluşan, kesin olarak tanımlaması yapılamayan grupta yer bulunan elementlerdir.

Tespit edilen noktaların su kalite parametrelerinin korunması ve kaliteli kullanımının sağlanması için sularda ana iyonların dışında iz miktarda bulunun bazı inorganik elementler (Al, As, B, Ba, Be, Cu, Mn, Fe, Li, Sr, Zn) TS 266, 2005 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standartı'nda bulunan suların sınıflandırılmasındaki limit değerlerle karşılaştırması yapılmıştır.

Çizelge 4.8: TS 266, 2005 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standartı.

İÇME SUYU KALİTE PARAMETRE DEĞERLERİ (Kabul Edilebilir Maksimum Değer)	
STANDARTLAR	TSE 266 Türk Standartları Enstitüsü
Kimyasal (mg/L)	
Bor (B)	1
Nikel (Ni)	0.02
Arsenik (As)	0.01
Kadmiyum (Cd)	0.005
Krom Toplam (Cr)	0.05
Kurşun (Pb)	0.01
Selenyum (Se)	0.010
Bakır (Cu)	2,0
Demir (Fe)	0.2
Mangan (Mn)	0.05
Alüminyum (Al)	0.20

Çalışma alanında belirlenen örnekleme noktalarından alınan numunelerin ağır metal tayini laboratuvar ortamında Perkinelmer Optima 2100 DV ICP-OES- USA (eş zamanlı indüktif eşleşmiş plazma-optik emisyon spektrometresi) markalı ICP cihazı ile yapılan testler sonucunda belirlenmiştir (Şekil 4.8).

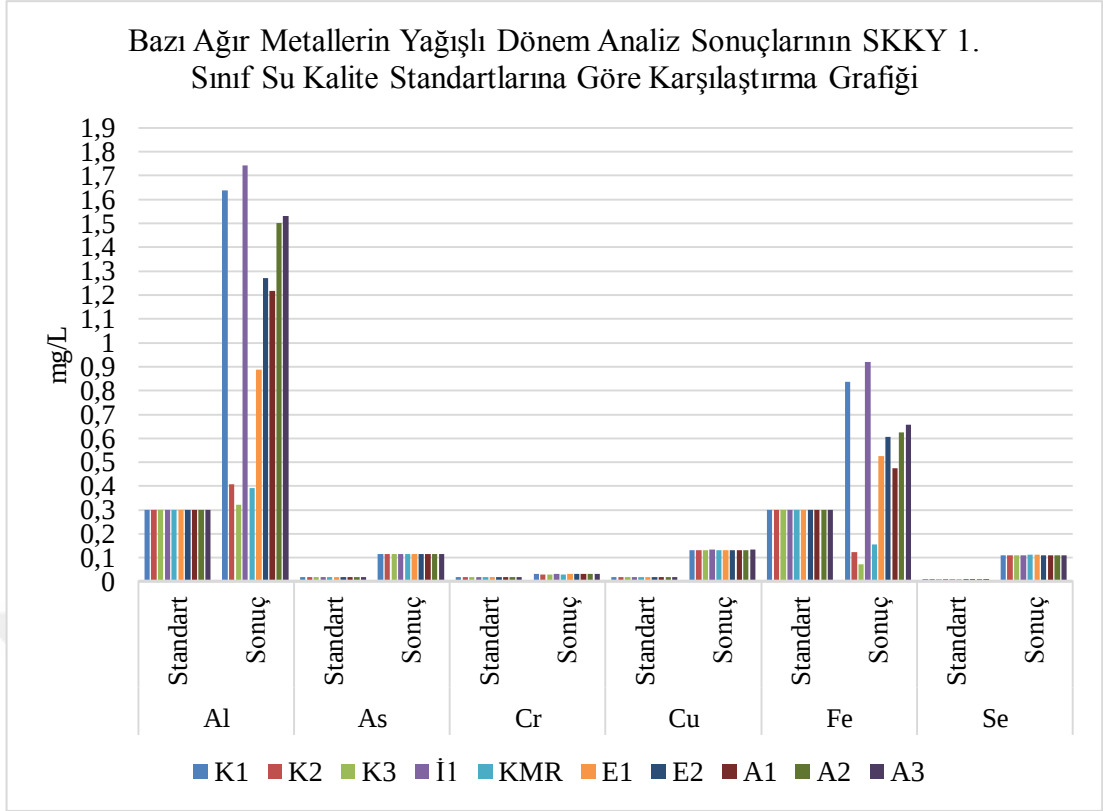


Şekil 4.2: Örnekleme noktalarından alınan numunelerin ICP cihazı ile ağır metal tayini.

Yağışlı dönem olan Mayıs 2016’ da yapılan inceleme sonucunda sularda Al değeri 1 mg/L’nin üzerinde olan kaynaklar Mera çayı, İncegez tünel çıkışı, Bulak çayı, Eğrekkaya barajı, Akyar barajı, Akyar baraj çıkışı noktalarında olmuştur.

Kızılcahamam yüzeysel su kaynaklarında As değeri ham su As sınır değerlerinin üzerinde olup, ölçümler sonucunda 10 ppb'in üzerinde çıkmıştır. İncelenen suların tamamında As değerleri Avrupa Birliği (EU, 1998) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2012) standartlarının üzerinde bulunmaktadır. Değerlerin standartlar üzerinde olmasından dolayı su kaynakları As açısından potansiyel sağlık riski bulundurmaktadır.

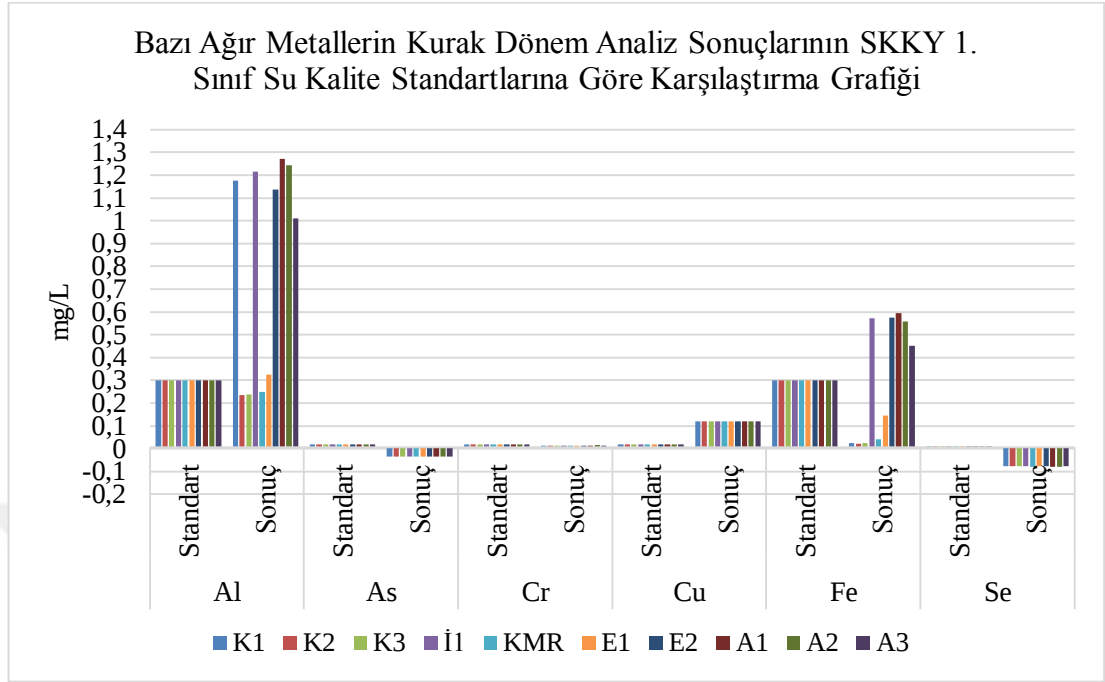
Cr için tüm noktalarda ölçülen değerler 0.031-0.032 mg/L civarında ölçülmüş ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre de tüm noktalar II. sınıf sular grubunda çıkmıştır. Cu için tüm noktalarda ölçülen değerler 0.131-0.134 mg/L civarında ölçülmüş ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre de tüm noktalar III. Sınıf sular grubunda çıkmıştır. Fe için tüm noktalarda ölçülen değerler 0.073-0.920 mg/L arasında ölçülmüş ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre de noktalar I. ve II. sınıf sular arasında değişmiştir. Hg için tüm noktalarda ölçülen değerler 0.131-0.139 mg/L civarında ölçülmüş ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre de tüm noktalar IV. sınıf sular grubunda çıkmıştır. Se için tüm noktalarda ölçülen değerler 0.110-0.113 mg/L civarında ölçülmüş ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre de tüm noktalar IV. sınıf sular grubunda çıkmıştır. Yağışlı dönemde tüm noktalarda Ba, Cd, Co, Mn, Ni, Pb, Zn gibi metaller SKKY'ne göre standartlardaki değerleri aşmamış I. sınıf sular grubunda çıkmıştır. . Bazı ağır metallerin yağışlı dönem analiz sonuçları SKKY I. sınıf sular kalite standartlarına göre karşılaştırılması grafikte gösterilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3: Bazı Ağır Metallerin Yağışlı Dönem Analiz Sonuçlarının SKKY 1. Sınıf Su Kalite Standartlarına Göre Karşılaştırma Grafiği.

Kurak dönem olan Ekim 2016’da yapılan analizler sonucu Al değeri 1 mg/L’nin üzerinde olan kaynaklar Mera çayı, İncegez tünel çıkışı, Eğrekkaya barajı, Bulak çayı, Akyar barajı, Akyar baraj çıkışı noktalarında olmuştur. Kurak döneme ait As değerleri -0.036 mg/L değerlerinde dedeksiyon limiti altındadır. Kurak dönemde su kaynaklarının kayaçlarla temas süreleri kısa olduğu için As değerleri düşük değerlerde çıkmış olabilir. Cu için tüm noktalarda ölçülen değerler 0.119-0.120 mg/L civarında ölçülmüş ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’ne göre de tüm noktalar III. sınıf sular grubunda çıkmıştır. Fe için kurak dönem değerleri yağışlı döneme nazaran düşük değerlerde çıkmış 0.021-0.559 mg/L arasında ölçülmüş ve yönetmeliğe göre I. ve II. sınıf sular arasında değişme göstermiştir. Hg değerleri tüm noktalarda 0.177-0.179 mg/L civarında ölçülmüş ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’ne göre de tüm noktalar IV. sınıf sular grubunda çıkmıştır. Kurak dönemde tüm noktalarda As, Ba, Cd, Co, Cr, Mn, Ni, Pb, Se, Zn gibi metaller SKKY’ne göre standartlardaki değerleri aşmamış I. veya II. sınıf sular grubunda çıkmıştır. Se, Cr, As değerlerinde kurak dönemde değerlerinde azalma olmuş bunun nedeni olarak ise yağışların azalmasına bağlı olarak düşük değerlerde çıktığı söylenebilir. Bazı ağır metallerin kurak dönem

analiz sonuçları SKKY I. sınıf sular kalite standartlarına göre karşılaştırılması grafikte gösterilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4: Bazı Ağır Metallerin Kurak Dönem Analiz Sonuçlarının SKKY 1. Sınıf Su Kalite Standartlarına Göre Karşılaştırma Grafiği.

Yapılan analizler sonucu su kaynaklarında gözlenen yüksek Al, As, Cr, Cu, Fe, Hg, Se değerleri doğal yollarla su kaynaklarına geçtiği düşünülmektedir. Volkanik kayalardan ve jeotermal kaynaklardan oluşan Kızılcahamam'da bulunan su kaynaklarının bu etkilerle teması sonucu bu değerler yüksek olmuş olabilir.

4.3.1 Alüminyum (Al)

TSE ve EPA'ye göre Al değeri 0.05-0.2 mg/L, Avrupa Birliği göre 0.2 mg/L standartlarında olmalıdır. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre sınıflaması 0.3-1 mg/L olan Al değerleri inceleme alanındaki noktalardan alınan örneklerde bu değerlerin civarında ya da üzerinde seyretmiştir. Yağışlı dönem analizlerinde Al değerleri yüksek çıkarken kurak dönemde yapılan analizler sonucunda daha düşük değerlerde seyretmiştir. Al değerinin yağışlı dönemlerde yüksek değerlerde seyretmesi Kızılcahamam'ın volkanik kayalardan oluşan bir bölge olması ve jeotermal kaynaklardan oluştuğu bir bölgede yer aldığı için su kaynaklarının bu kayalarla teması sonucu olduğu yönünde açıklanabilir.

Alüminyum değerleri kurak dönemde 0.234-1.272 mg/L, yağışlı dönemde ise 0.322-1.638mg/L arasında her noktada farklılık göstermiştir. Numune alınan noktalarda WHO, EPA, TSE, AB, SKKY standartlarına göre sınır değerlerin üzerinde Al değeri ölçülen noktalardan uzun süreli direk kullanım durumunda insan sağlığında risk oluşturup çeşitli hastalıklara neden olabilir.

4.3.2 Arsenik (As)

Arsenik TSE, WHO, EPA'ya göre 0.05 mg/L, Avrupa Birliğine göre ise 0.01 mg/L standartlarını aşmaması kabul edilir. Arsenik WHO'ya göre içme ve kullanma sularında 10µg/L (ppb) 'ye kadar bulunabileceği 50ppb'den sonra ise kullanılmaması gerektiğini bildirmiştir. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre As sınıflaması 0.02-0.1 mg/L arasında sulara göre yapılmıştır.

İnceleme noktalarından aldığımız örneklerde yağışlı dönemde As değerleri standartlara göre yüksek çıkmıştır. SKKY' ne göre As sınıflaması III. ve IV. sınıf sular grubunda çıkmıştır. Yağışlı dönemde As değerinin yüksek çıkması bölgedeki kayaçlarla suların daha fazla teması ile etkileşimi sonucunda olmuş olabilir.

Arsenik ülkemizde 2005'ten itibaren 10 µg/L'ye TS 266 (2005) düşürüldüğü için inceleme alanında yapılan As sonuçları riskli grupta çıkmıştır.

Arsenik değerleri kurak dönemde -0.036 mg/L dedeksiyon limiti altında, yağışlı dönemde ise 0.117 mg/L değerlerinde tüm örnekleme noktalarında sabit çıkmıştır. Yağışlı dönemdeki As değeri WHO, EPA, TSE, AB, SKKY standartlarına göre yüksek çıkmıştır. As bileşikleri suda yüksek konsantrasyonlarda olması durumunda insanlar ve diğer canlılar için zararlı etkilerde bulunabilir. Özellikle insanların As bileşiklerine su veya çeşitli yollarla maruz kalması durumunda çeşitli zehirlenme belirtileri gösterir. Fazla miktarda vücuda alınan As insanlarda kanser riskini artırabilir.

4.3.3 Bakır (Cu)

Bakır TSE, WHO, EPA standartlarına göre içme sularında 1 mg/L kabul edilmiştir. SKKY' ne göre sınıflandırma yapılırken bakır değerleri 0.02-0.2 mg/L aralıklarına göre yapılmıştır. İnceleme alanındaki analizlere göre bakır değerleri yağışlı dönemde kurak döneme nazaran yüksek çıkmış bunun nedeni olarak yağışlı dönemde suların daha fazla kayaçla teması ve etki alanının artması sonucunda olduğu söylenebilir.

Bakır değerlerinde kurak dönemde 0.119-0.120 mg/L, yağışlı dönemde ise 0.131-0.134 mg/L arasında her noktada farklı değişim gözlenmiştir. TSE, WHO, EPA standartlarına göre sınır değerlerin üzerinde konsantrasyon içermedikleri için örnek noktalarından alınan sulara bakır sağlık açısından risk oluşturmayabilir. Bakır insan vücudu için gerekli bir mineral olmasına rağmen fazla miktarda insan vücuduna girmesi durumunda zehirleyici etkisi vardır.

4.3.4 Berilyum (Be)

Berilyum TSE, SKKY, WHO, AB standartlarında herhangi bir sınır değere sahip değildir. EPA'ya göre Berilyum sınır değeri 0.004 mg/L olarak verilmiştir. Be değerleri kurak dönemde her noktada için aynı -0.091mg/L olup dedeksiyon limiti altında, yağışlı dönemde farklı noktalarda 0.120-0.122 mg/l değerleri arasında çıkmıştır. EPA'ya göre bu değerler sonucunda yağışlı dönemde Be değeri yüksek çıkmış olup insan vücudunda birikmesi sonucu beril hastalığı gibi çeşitli hastalıklara yol açabilir.

4.3.5 Çinko (Zn)

İçme ve kullanma sularında istenmeyen bir maddedir. İçme ve kullanma sularında 3 mg/L'yi geçmesi istenmez. TSE, WHO, EPA'ya göre Zn değeri 5 mg/L'yi standart kabul etmiştir. İnceleme alanındaki analizler sonucu Zn değerleri standartları aşmayarak SKKY'ne göre I. sınıf sular arasında yer almıştır.

Çinko değerleri kurak dönemde -0.042 ile 0.403 mg/L arasında olup bazı noktalarda dedeksiyon limiti altında, yağışlı dönemde ise 0.014 ile 0.170 mg/L arasında her noktada farklılık göstermiştir. Örnekleme yapılan noktalardaki Be değerleri TSE, WHO, EPA, SKKY standartlarını aşan değerlerde çıkmadığı için sağlık açısından risk oluşturmaz. İnsan vücudu için belirli miktarlarda gerekli bir elementtir.

4.3.6 Kobalt (Co)

SKKY'ne göre Kobalt sınır değeri 0.01 mg/L olarak verilmiştir. İnceleme alanındaki örneklerde kobalt değerleri 0.01mg/L'nin altında çıkmıştır. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre kobalt açısından sular I. sınıf sular grubundadır. Kobalt değerleri yağışlı ve kurak dönemlerde insan sağlığı açısından risk oluşturabilecek değerlerde

çıkamamıştır. Kobalt insan vücudu için gerekli olan bir bileşendir. İnsan metabolizmasında önemli bir etki yapar.

4.3.7 Nikel (Ni)

Nikel TSE ve AB standartlarına göre 0.05 mg/L, WHO standartlarına göre 0.02 mg/L olacak şekilde kabul edilmiştir. SKKY' ne göre sular Ni açısından sınıflandırılırken 0.02-0.2 mg/L aralıklarına göre sınıflarına ayrılır. İnceleme alanımızdaki Ni değerleri yağışlı dönemde kurak döneme nazaran yüksek çıksa da standartların altında değerlerdedir. İnceleme alanındaki sular SKKY göre I. sınıf sular grubuna girer. Nikel değerleri kurak dönemde -0.010 ile -0.1 mg/L arasında olup dedeksiyon limiti altında, yağışlı dönemde ise artış göstererek 0.015 ile 0.018 mg/L değerleri arasında her nokta için farklılık göstermiştir. Bu değerler göre TSE, EPA, WHO, SKKY ne göre sağlık açısından risk oluşturabilecek değerlerde çıkmamıştır. Doğal sularda çok az miktarda bulunabilir.

4.3.8 Selenyum (Se)

Selenyum içme sularında bulunduğu zehirli etkisi olan maddelerden biridir. TSE ve WHO standartlarına göre en fazla 0.01 mg/L, AB standardına göre ise 0.1 mg/L değerini aşmaması istenir. SKKY' ne göre sular Se açısından sınıflarına ayrılırken 0.01-0.02 mg/L arasındaki değerlere göre sınıflara ayrılmıştır. İnceleme noktasında yapılan analizler sonucu yağışlı dönemde Se değerleri kurak döneme göre daha yüksek ve standartların üzerinde çıkmıştır. Yağışlı dönemde Se değerleri IV. sınıf kurak dönemde I. sınıf sular kategorisinde olacak değerlerde çıkmıştır. Çıkan bu değerlere göre yağışlı dönemde suların volkanik kayalarla teması veya jeotermal kaynaklar neticesinde değişme gösterdiği düşünülebilir. İncelemelerde Se değerleri kurak dönemde -0.076 ile -0.079 mg/L arasında olup dedeksiyon limiti altında, yağışlı dönemde 0.110 - 0.113 mg/L arasında her nokta için ayrı ayrı değerler almıştır. Yağışlı dönemde yüksek değerlerde çıktığı için Se değeri yüksek çıkan noktalardaki suların uzun süreli kullanımı sonucunda sağlık açısından risk oluşturup sinir sistemi bozuklukları, böbrek ve karaciğer hastalıklarına neden olabilir.

4.3.9 Demir (Fe)

İçme ve kullanma sularında fazla olması istenmeyen maddelerdendir. TSE, WHO ve EPA standartlarına göre 0.3 mg/L, AB standartlarına göre ise 0.2 mg/L değerlerini aşmaması istenir. SKKY' ne göre sınıflandırırken 0.3-5mg/L değerlerine göre sınıflarına ayrılır. İnceleme noktalarındaki değerlere göre yağışlı dönem değerleri kurak döneme nazaran az çıksa da standartları aşmamıştır. Yağışlı dönemde suların etki alanındaki kayaçlarla teması sonucu yüksek çıkmış olabilir.

Demir değerleri kurak dönemde 0,025 ile 0.594 mg/L, yağışlı dönemde 0.073-0.920 mg/L arasında değişim göstermiştir. Yağışlı dönemde bazı noktalarda TSE, EPA, WHO standartlarına göre yüksek değerlerde çıkmıştır. Fe konsantrasyonlarının yüksek olduğu noktalardan kullanılan sularda insan sağlığı açısından tehlikeli sonuçlar doğurabilir.

4.3.10 Kadmiyum (Cd)

Endüstriyel faaliyetler sonucu ekolojik ve insan kaynaklı olarak toprağa ve yüzey sularına karışır. TSE, WHO, AB, EPA değerlerine göre 0.005 mg/L değerlerini aşmaması istenir. SKKY göre 0.003-0.01 mg/L değerlerine göre sınıflarına ayrılır. İnceleme noktasında Cd değerleri yağışlı dönemde ve kurak dönemde standartların altında çıkmıştır. Örneklerin analiz sonuçlarına göre kadmiyum değerleri kurak dönemde -0.042 ile -0.043 mg/L, yağışlı dönemde ise -0.002 ile -0.013 mg/L değerleri arasında her noktada değişim göstermiştir. Kadmiyum değerleri her iki dönemde de dedeksiyon limiti altında kalmıştır. Bu değerlere göre kadmiyum TSE, WHO ve EPA'ya göre düşük değerlerde çıkmıştır. Bölgeyi temsilen alınan numunelerin Cd değerlerinin standartların altında çıkmasından dolayı sağlık açısından herhangi bir risk oluşturması beklenmemektedir.

4.3.11 Krom (Cr)

Ph değeri düşük sularda eser miktarda olabilir. Suda krom olması suyun kirlenmesi sonucunda olabilir. İçme ve kullanma sularında istenmeyen toksik maddelerdendir. TSE, AB standartlarına göre 0.05 mg/L, EPA standartlarına göre 0.1 mg/L değerlerini aşmaması istenir. SKKY 'ne göre sınıflandırırken 0.02-0.2 mg/L aralıklarına göre sınıflandırılır. İnceleme yaptığımız noktalarda krom değerleri yağışlı dönemde kurak döneme göre yüksek çıksa da standartları aşmamıştır. Krom

değerleri kurak dönemde 0.013 ile 0.015 mg/L, yağışlı dönemde ise 0.031-0.032 mg/L arasında her nokta için farklı değerlerde çıkmıştır. Yağışlı dönemde yükselme göstermesiyle birlikte yine de TSE WHO EPA'ya göre standartları aşmadığından sağlık için risk oluşturmayacak seviyelerdedir.

4.3.12 Mangan (Mn)

Mangan topraktan veya kayalardan atmosferik olayların etkisi ile çözünerek sulara geçer. Demirin bulunduğu sulara genellikle mangana da bulunabilir. Mangan içme ve kullanma sularında olması istenmeyen toksik maddelerdendir. Suda 0.05 mg/L değerini aşmaması istenir. SKKY'ne göre 0.1-3 mg/L arasındaki değerlere göre sınıflanır. İnceleme alanındaki mangan değerleri standartlardan düşük değerlerde çıkmıştır. Mangan değerleri örnek aldığımız noktalarda kurak dönemde 0.039-0.047 mg/L, yağışlı dönemde 0.023-0.028 mg/L arası değerlerde çıkmıştır. Her iki dönemde de düşük çıkan mangan değerleri standartlara göre insan sağlığı açısından sağlık açısından risk teşkil etmeyecek düzeydedir.

4.3.13 Kurşun (Pb)

Çevre sağlığı bakımından risk oluşturan ve doğaya ciddi zararlar verebilecek en önemli ağır metallere dendir. Toprağın doğal elementlerinden biridir. TSE ve WHO standartlarına göre 0.05 mg/L, AB değerlerine göre 0.01 mg/L değerlerini aşmaması istenir. SKKY' ne göre sınıflandırılırken 0.01-0.05 mg/L aralıklarına göre sınıflara ayrılır. İnceleme alanındaki değerlere göre yağışlı dönemde kurak döneme göre yüksek çıksa da standartları aşmayıp I. sınıf sular grubunda çıkmıştır. Kurşun değerleri kurak dönemde -0.013 ile -0.016 mg/L arasında olup dedeksiyon limiti altında, yağışlı dönemde ise 0.002-0.004 mg/L arasında her nokta için farklı değerlerde çıkmıştır. Noktalarımız yağışlı dönemde yükselme göstermesine rağmen standartların sınır değerlerini aşmamış olup canlı hayatında olumsuz etki bırakması ve sağlık açısından problem teşkil etmesi düşünülmemektedir

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İnceleme alanında 2006-2016 yılları arasında yıllık ortalama yağış miktarı 534.92 mm'dir. 2006-2016 yılları arasında yağışlarda istikrarlı bir düzen görülmemiş yıllara göre azalış veya artış göstermiştir. İnceleme alanında yeraltı sularının fiziksel ve kimyasal parametre değerleri toplam organik karbon (TOC) yağışlı dönemde (0.6456-3.068) mg/L, kurak dönemde (0.1798-3.091) mg/L, toplam azot (TN) yağışlı dönemde (0.2270-0.6381) mg/L, kurak dönemde (0.2350-7.675) mg/L, elektriksel iletkenlik (EC) yağışlı dönemde (20.5-71.9) μ S/cm, kurak dönemde (110.1-489) μ S/cm, pH yağışlı dönemde (7.12-8.75) kurak dönemde (7.54-9.07) değerleri arasında değişmiştir. İnceleme alanında suları Na, Mg, Ca, K mineralleri açısından incelediğimizde standartları aşmamış içme, kullanma ve sulama sularına uygun olabilecek değerlerde çıkmıştır.

İnceleme alanında yağışlı dönemde Ag, Al, As, Cr, Cu, Fe, Hg, Se değerleri kurak döneme nazaran yüksek çıkmıştır. Bu değerlerin yüksek çıkmasının yağışlı dönemde daha fazla su kütlesinin Kızılcahamam'da bulunan volkanik kayalarla teması ve jeotermal kaynaklarla etkileşimi sonucunda yüksek çıktığı düşünülmektedir. İnceleme alanında kurak dönemde Ag, Al, Cu, Hg değerleri yüksek çıkmış yine de standartlardan aşırı bir sapma olmamış olup bu durumun yüzeysel suların temas yüzeylerinde bulunun arazinin volkanik morfolojisi ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir.

İnceleme alanlarını ayrı ayrı değerlendirecek olursak K1 noktası olarak gösterilen Mera çayı yağışlı ve kurak dönemde fiziksel ve kimyasal parametreler açısından incelendiğinde genel olarak değerleri standartlardan aşırı bir sapma göstermemiş, ağır metal analiz sonuçlarına göre Ag, Al, As, Cu, Hg, Se değerleri SSKY' ne göre III. ve IV. sınıf sular grubunda değişmiştir. Ancak K1 noktasında yağışlı dönemde As, kurak dönemde Hg değerleri SKKY standartlarından yüksek olduğu için K1 noktası IV. sınıf sular grubunda değerlendirilmiştir. DSİ'nin önceden yapmış olduğu çalışmaya göre yağışlı dönemde Al değeri TSE standartlarına göre 0.02 mg/L olması gerekirken 0.381 mg/L çıkmış, ölçülen değer sınır değerlerinin üzerinde düzeyde

çıkıştır. Mg değeri 60.51 mg/L, Na değeri 324.5 mg/L ölçölerek standartların üzerinde ölçölümüştür. Kurak dönemde Mera çayının Al değeri 0.228mg/L değeriinde yağışlı döneme göre daha az çıkıştır. Diğer fiziksel ve kimyasal parametreler normal değerlerde çıkıştır.

K2 noktası olarak gösterilen Kurtboğazı barajı yağışlı dönemde fiziksel ve kimyasal parametreleri standartlara göre aşırı bir sapma göstermemiş olup ağır metal açısından incelendiğinde ise Ag, As, Al, Cu, Hg, Se değerleri SKKY'ne göre III. ve IV. sınıf sular grubunda bulunacak değerler almıştır. Ancak K2 noktasında yağışlı dönemde As, kurak dönemde Hg değerleri SKKY standartlarından yüksek olduğu için K2 noktası IV. sınıf sular grubunda değerlendirilmiştir. Kurak dönemde ise yine fiziksel ve kimyasal parametreler normal değerlerinde çıkış, sadece pH 9.07 değeriinde çıkıştır. Ağır metallerden Ag, Cu, Hg yüksek değerlerde çıkıştır.

K3 noktası olarak gösterilen Pazar çayında yağışlı dönemde fiziksel ve kimyasal parametrelerden B, Mg ve Ca değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Ağır metallerden ise Ag, Al, As, Cr, Cu, Hg, Se değerleri SKKY'ne göre III. Ve IV. sınıf sular grubunda yer alır. Ancak K3 noktasında yağışlı dönemde As, kurak dönemde Hg değerleri SKKY standartlarından yüksek olduğu için K3 noktası IV. sınıf sular grubunda değerlendirilmiştir. Yağışlı dönemde DSİ çalışmasında Al değeri 0.14 mg/L, Fe değeri 0.4 mg/L değerleri ile SKKY'ne göre I. ve II. Sınıf sular grubunda çıkıştır. Yine DSİ'nin çalışmasına göre Mg 18.2 mg/L, Na 10.4 mg/L, Ca 26 mg/L değerlerinde standartların altında çıkıştır. Kurak dönemde fiziksel ve kimyasal parametrelerde yağışlı döneme göre yüksek olsa da standartların altında değerlerdedir. DSİ'nin çalışmasına göre Al, Fe değerleri ve Ca, Na, Mg değerleri yüksek olmasına rağmen standartlarından yüksek değerlerde değildir.

İ1 olarak gösterilen İncegez tünel çıkışı suyunda yağışlı dönemde Al, Ag, As, Cr, Cu, Fe, Hg, Se ağır metalleri dikkat çekici seviyelerde çıkış, SKKY' ne göre II., III. ve IV. sınıf sular grubunda çıkıştır. Ancak İ1 noktasında yağışlı dönemde As, kurak dönemde Hg değerleri SKKY standartlarından yüksek olduğu için İ1 noktası IV. sınıf sular grubunda değerlendirilmiştir. Fiziksel ve kimyasal parametrelerde normal standartlarında çıkıştır. DSİ yağışlı dönem çalışmasında ise ağır metal, fiziksel ve kimyasal parametreleri standartlar seviyesinde çıkıştır. Kurak dönemde Ag, Al, Cu değerleri yağışlı döneme nazaran yüksek değerlerde çıkışa da standartların yakınında değerlerdedir. Fiziksel ve kimyasal parametreler kurak döneme bağlı

dalgalanmalar göstermiştir. DSİ çalışmasında da değerler kurak dönem etkisi ile azalma göstermiş aşırı sapma göstermemiştir.

KMR olarak gösterilen Kirmir çayında yağışlı dönemde Ag, Al, As, Cu, Hg, Se değerleri SKKY' ne göre III. ve IV. sınıf sular özelliklerinde değerlerde çıkmıştır. Ancak KMR noktasında yağışlı dönemde As, kurak dönemde Hg değerleri SKKY standartlarından yüksek olduğu için KMR noktası IV. sınıf sular grubunda değerlendirilmiştir. Fiziksel ve kimyasal parametrelerde normal standartlarında çıkmıştır. Kurak dönemde Ag, Cu yağışlı döneme göre düşük, Hg değerleri yağışlı döneme göre yüksek değerlerde çıksa da standartların yakınında değerlerdedir. Fiziksel ve kimyasal parametreler kurak döneme bağlı yükselme gösterse de aşırı artış görülmemiştir.

E1 olarak gösterilen Sey çayında yağışlı dönemde Ag, Al, As, Cu, Hg, Se değerleri SKKY'ne göre III. ve IV. sınıf sular özelliklerinde değerlerde çıkmıştır. Ancak E1 noktasında yağışlı dönemde As, kurak dönemde Hg değerleri SKKY standartlarından yüksek olduğu için E1 noktası IV. sınıf sular grubunda değerlendirilmiştir. Fiziksel ve kimyasal parametreler standartlar civarında çıkmıştır. DSİ yağışlı ve kurak dönem çalışmasında ise ağır metal, fiziksel ve kimyasal parametreleri standartlar seviyesinde çıkmıştır. Kurak dönemde Ag ve Hg değerleri yüksek çıkmıştır. Fiziksel ve kimyasal parametreler kurak döneme bağlı yükselme gösterse de aşırı sapma görülmemiştir.

E2 olarak gösterilen Eğrekkaya barajında yağışlı dönemde Ag, Al, As, Cu, Hg, Se değerleri SKKY'ne göre III. ve IV. sınıf sular özelliklerinde değerlerde çıkmıştır. Ancak E2 noktasında yağışlı dönemde As, kurak dönemde Hg değerleri SKKY standartlarından yüksek olduğu için E2 noktası IV. sınıf sular grubunda değerlendirilmiştir. Fiziksel ve kimyasal parametrelerde standartların yakınında çıkmıştır. Kurak dönemde Ag, Al, Cu, Hg değerleri yüksek çıksa da yağışlı döneme göre azalış göstermiştir. Fiziksel ve kimyasal parametreler kurak döneme bağlı azalma ya da artış yönünde dalgalanmalar göstermiştir.

A1 olarak bilinen Akyar baraj çıkış suyu yağışlı dönemde Ag, Al, As, Cu, Hg, Se değerleri SKKY'ne göre III. ve IV. sınıf sular özelliklerinde değerlerde çıkmıştır. Ancak A1 noktasında yağışlı dönemde As, kurak dönemde Hg değerleri SKKY standartlarından yüksek olduğu için A1 noktası IV. sınıf sular grubunda

değerlendirilmiştir. Fiziksel ve kimyasal parametrelerde standartlar civarında değerlerde çıkmıştır. Kurak dönemde Ag, Al, Cu, Hg değerleri yüksek çıksa da yağışlı döneme göre azalış göstermiştir. Fiziksel ve kimyasal parametreler kurak döneme bağlı azalma ya da artış yönünde dalgalanmalar göstermiştir. Bu nokta için DSI kurak ve yağışlı dönem çalışmasında ağır metal, fiziksel ve kimyasal parametre değerleri standartlarına yakın değerlerde çıkmıştır.

A2 olarak belirtilen Akyar barajı göl alanında yağışlı dönemde Ag, Al, As, Cu, Hg, Se değerleri SKKY'ne göre III. ve IV. sınıf sular özelliklerinde değerlerde çıkmıştır. Ancak A2 noktasında yağışlı dönemde As, kurak dönemde Hg değerleri SKKY standartlarından yüksek olduğu için A2 noktası IV. sınıf sular grubunda değerlendirilmiştir. Fiziksel ve kimyasal parametreler standartlara yakın değerlerde çıkmıştır. Kurak dönemde Ag, Al, Cu, Hg değerleri yüksek çıksa da yağışlı döneme göre azalış göstermiştir. Fiziksel ve kimyasal parametreler kurak döneme bağlı azalma ya da artış yönünde dalgalanmalar göstermiştir. Bu nokta için DSI kurak ve yağışlı dönem çalışmasında ağır metal, fiziksel ve kimyasal parametre değerleri standartlarına yakın değerlerde çıkmıştır.

A3 olarak belirtilen Bulak çayında yağışlı dönemde Ag, Al, As, Cu, Hg, Se değerleri SKKY' ne göre III. ve IV. sınıf sular özelliklerinde değerlerde çıkmıştır. Ancak A3 noktasında yağışlı dönemde As, kurak dönemde Hg değerleri SKKY standartlarından yüksek olduğu için A3 noktası IV. sınıf sular grubunda değerlendirilmiştir. Fiziksel ve kimyasal parametreler standartlar civarında çıkmıştır. Kurak dönemde Ag, Al, Cu, Hg değerleri yüksek çıksa da yağışlı döneme göre azalış göstermiştir. Fiziksel ve kimyasal parametreler kurak döneme bağlı azalma ya da artış eğiliminde olmuştur.

İncelemeler sonucunda Kızılcahamam'ın volkanik kayalardan oluşan arazi yapısı ve jeotermal kaynakların bölgede yer alması sonucunda yağışlı dönemde su kütlelerinin artması, su kotunun yükselmesi, daha geniş alanlara yayılması aracılığıyla daha fazla yüzey suyunun kayalarla teması artmış ve etki alanı büyümüştür. Bunun sonucunda yüzeysel suların temas alanının artması ve bünyesine aldığı ağır metalleri artırması nedeni ile yüzeysel suların ağır metal değerleri yağışlı dönemde yükselmiş, kurak dönem de azalış göstermiştir. Fiziksel ve kimyasal parametrelerden Ca, Na, Mg, K değerleri incelenen noktaların genelinde kurak dönemde yükselme göstermiştir. Bunun nedeni olarak su kütlelerinin kurak dönem de azalması ve buharlaşmanın etkisinden kaynaklandığı düşünülebilir. TOC, TC, IC, TN değerleri iki dönemde de

sapma göstermiş bazı dönemlerde artarken bazılarında azalmıştır. TOC, TC, IC, TN değerlerinde aşırı yüksek değerlerin olmaması kimyasal kirlenmenin olmadığından kaynaklandığı düşünülmektedir. PH değerleri iki dönemde de sapma göstermiş azalmış veya artmıştır. Elektrik iletkenliği kurak dönemde minerallerin yoğun, su kütlesinin kuraklığa bağlı az olmasından dolayı yüksek değerlerde çıkmıştır. Sertlik değerleri de sapma göstermiş olup iki dönemde de bazı noktalarda artmış bazılarında azalış göstermiştir. Tüm noktaların sıcaklığı kaynağında ölçülmüştür ve TSE göre 12-25 °C olması gereken sular grubunda çıkmıştır.

Çalışmada elde edilen veriler ve su kaynaklarının özellikleri dikkate alınarak, kaynakların korunması, depolanması ve kullanımına ilişkin yüzeysel su kalitesi yönetim planı yapılmalıdır.

Kızılcahamam ilçesinde yer alan yüzey sularının barajlar vasıtasıyla Ankara ilinin içme suyu ihtiyacının önemli bir kısmını karşıladığından dolayı yüzey sularını kirleticili parametrelerin düzenli olarak kontrolü yapılmalıdır.

Bölgede devamlılığı olan ve güvenilir verilerin sağlanması için daha fazla gözlem istasyonu belirlenmeli, meteorolojik değişimler, mevsimlerin etkileri dikkate alınarak yağışlı ve kurak dönemlerde düzenli aralıklarla numune alınarak analizleri yapıp su kalitesi izlenmelidir.

Çalışma alanında bulunan akarsuların yerleşim bölgelerinden geçtiği kısımlarda bulunan termal işletmelerden kaynaklanan deşarj sularının kirliliğe sebep olmaması için kontrolü sağlanmalı ve bölgede yaşayan halk bilinçlendirilmelidir.

Akarsuların geçtiği güzergâhlarda sularda ağır metal artışına neden olabilecek jeotermal kaynaklı su çıkışlarının bulunup bulunmadığı ile ilgili gerekli çalışmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Ağcasulu, Ö., 2007. Sakarya Nehri Çeltikçe Çayı'nda Yaşayan *Capoeta tinca* (Heckel, 1843)'nın Dokularında Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 54s, Ankara.
- Bakır, F., 2007. Kurtbogazı Baraj Gölünü Besleyen Derelerin ve Baraj Çıkış Suyunun çevresel açıdan değerlendirilmesi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı ,Yüksek Lisans Tezi 79s, Zonguldak.
- Bat, L., Gündoğdu, A. ve Öztürk, M., 1998;1999. Ağır metaller, Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 6, 166-175.
- Camelo, L.G.L., Miguez, S.R. ve Marban, L., 1997. Heavy metals input with phosphate fertilizers used in Argentina, Journal of The Science of the Total Environment, Elsevier, 204, UK, 245-250.
- Canık, B., 2000. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mayıs Ankara.
- Clark, R.B., 1992. Marine Pollution. Third edition. Clarendon Press. 64-82p. Oxford.
- Çalışkan ,E., 2005, ‘‘Asi Nehri’nde su, sediment ve Karabalık (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822)’ta ağır metal birikiminin araştırılması’’, T.C. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, 64 s. Hatay.
- Çınar, Ö., 2008. ‘Çevre kirliliği ve kontrolü’’, Nobel yayın dağıtımı. 1. basım, 201s. Ankara.
- EPA, Environmental Protection Agency., 2002. a. Arsenic Treatment Technologies for Soil, Waste and Water. EPA 542-R-02-004.
- EU, 1998. İnsani Tüketim Amaçlı Suyun Kalitesi Hakkında 3 Kasım 1998 tarih ve 98/83/EC Sayılı konsey direktifi.
- Fergusson, F., E., 1990. ‘‘The Heavy Elements In: Chemistry, Environmental Impact and Health Effect Pergamon Pres’’, 614.
- Filiz, E., 2007. Doğal kaynaklardan elde edilen absorbanlarla sulardan ağır metal giderimi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 123s.

- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z., 1994. Çevresel etkilere bağlı olarak ortaya çıkan hastalıklar, Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Müdürlüğü, Ankara, 22-31.
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z., 1997. Kimyasallar ve çevre, Sağlık Bakanlığı Temel Kaynak Dizisi, 50, Ankara.
- Kahraman, Ü.C., 2007. Konya Garnizon Birliklerindeki kuyu suları ile şehir şebeke sularının su kalitesi ve ağır metaller yönünden karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya, 37-38.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal G, Güven, A. ve Timur S, 2009. Metallerin Çevresel Etkileri-I, İTÜ, http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf Erişim tarihi 05.06.2017.
- Karataş, M., 2004. Konya Ana Tahliye Kanalında ağır metallerin incelenmesi bitki ve topraktaki birikiminin tespiti, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 1-58s.
- Kazancı, N., 2010a, Dünyada ve Türkiye’de Jeosit-Jeopark-Jeomiras Olgusuna Yaklaşımlar, Kızılcahamam-Çamlıdere Jeopark ve Jeoturizm Projesi, Proje Raporu, 75s, Ankara.
- Kazancı, N., 2010b, Jeolojik Koruma (Kavram ve Terimler), Jemirko ve TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, 60s, Ankara.
- Kazancı, N., Suludere Y., Mülazımoğlu N.S., Tuzcu, S., Mengi, H., Hakyemez, H.Y., Mercan, N., 2007. Soğuksu Milli Parkı ve Çevresi Jeositleri (Kızılcahamam, Ankara), Milli Parklarda Jeolojik Miras 1, 61s, Ankara.
- Kızılcahamam Belediyesi.,2010. Kızılcahamam-Çamlıdere Jeopark Projesi. <http://www.kizilcahamam.bel.tr> Erişim tarihi (22.02.2017)
- Kocak, A., 1989. “Kızılcahamam Kaplıcası Hidrojeoloji Etudu”, MTA Rap. No 8565, MTA, Ankara.
- Koçan, N., 2013. Kızılcahamam-Çamlıdere Ankara Bölgesi Jeolojik Mirasının Koruma Kullanma Potansiyeli, Kastamonu Ü. Orman F. Dergisi, 2013,13 (1): 36-47
- Koçan,N., 2012. Kızılcahamam-Çamlıdere Ankara Bölgesi Jeolojik Mirasının Koruma Kullanma Potansiyeli Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü-İzmir
- Minareci, O., Öztürk, M. ve Minareci, E., 2004. Manisa Belediyesi Evsel Atık Su Arıtma Tesisinin, Gediz Nehrinin ağır metal kirliliğine olan etkilerinin belirlenmesi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5 (2), Edirne, 135.
- Mutluay, H. ve Demirak, A., 1996. Su Kimyası, Beta Basım A.Ş., 624, İstanbul, 73-74.

- Rankama, K. ve Sahama, T.G., 1964. Geochemistry, The University Of Chicago Pres., Chicago and London, 912.
- SKKY., 2005. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 31.12.2004, sayı; 25687.
- Şanlı, Y., 2002. Veteriner Klinik Toksikoloji, Medipres, Güngör Matbaacılık, 2. Baskı, Ankara.
- Tatlı, S., 1975. Kızılcahamam D alanının jeolojisi ve jeotermal enerji olanakları; MTA Rap., yayımlanmamış, Ankara.
- T.C Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı DSİ. (1983) “Kurtbogazı Baraj Gölü Kirlilik Araştırması”. Ankara
- T.C Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı DSİ. (1998) “Ankara Kentine İçme Suyu Sağlayan Baraj Gölleri ve Havzasında Su Kalitesi Araştırma Raporu”. Ankara.
- Tofan, S., 2008. Konya bölgesindeki içme sularında metal tayini, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 51-70s. Konya.
- Tuncay, Y., 2007. “Kovada Gölü’nde Yaşayan Istakozlarda (Astacus leptodactylus Eschscholtz, 1823) Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi”, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 51s, Isparta.
- Türkoğlu, M., 2008. Van Gölünden Alınan Su, Sediment ve İnci Kefali (Chalcalburnus tarichi, Pallas 1811) Örneklerinde Bazı Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 59s, Van.
- Uçar,Ş.,2011, Konya Havzası Yüzeysel Su Kaynaklarının Ağır Metal Kirliliği Yönünden İncelenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 106s, Konya.
- Unlu, R.M., Erdsen ve B.,1980. “Ankara-Çubuk-Kızılcahamam-Kazan Alanının Jeolojisi ve Jeotermal Enerji Olanakları”, MTA, Ankara.
- WHO, 2012. Arsenic, fact sheet No 372 [Internet]. Geneva: World Health Organization.
- WHO-World Health Organization, 1996a, Iron in Drinking Water, Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-Water Quality, 2, Healt Criteria and Other Supporting Information, Geneva.
- WHO-World Health Organization, 1996b, Lead in Drinking Water, Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking Water Quality, 2, Healt Criteria and Other Supporting Information, Geneva.

WHO-World Health Organization, 1998, Aluminium in Drinking Water, Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-Water Quality, 2, World Health Organization, Geneva.

WHO-World Health Organization, 2004a, Copper in Drinking Water, Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-Water Quality, World Health Organization, Geneva.

WHO-World Health Organization, 2004b, Manganese in drinking water, Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-Water Quality, World Health Organization, Geneva.

WHO-World Health Organization, 2006, Chemical Fact Sheets, Guidelines for Drinking - Water Quality, First Addendum to Third Edition Volume1, 296-460, World Health Organization, Geneva.

Yıldız, M., Yeken, T. ve Onak, A., 2002. "Aksaray civarının jeolojisi ve Aksaray belediyesi Bahçeli kent toplu konut alanı zemin özelliklerinin jeofizik ve jeoteknik değerlendirmesi" (Yayınlanmamış rapor), Aksaray Belediyesi raporu, 41s.

Yıldız, S., 2004. Konya Ana Tahliye Kanalında ağır metal kirliliğinin ICP- AES tekniği ile incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 23s.

URL-1 <www.who.int/mediacentre/factsheets/fs372/en/>, alındığı tarih: 12.09.2016

URL-2 <<http://barajlar.dsi.gov.tr/>>, alındığı tarih: 20.06.2017

URL-3 <<http://geodata.ormansu.gov.tr/>> , alındığı tarih: 21.07.2017

URL-4 <<http://rasatlar.dsi.gov.tr/#>> , alındığı tarih: 21.07.2017

URL-5 <<http://www.ankara.mgm.gov.tr/gozlem-sebekesi.aspx>> ,alındığı tarih: 14.08.2017

URL-6 <<http://www.dsi.gov.tr/yayinlarimiz/dsi-teknik-bultenleri>>, alındığı tarih: 02.10.2017

URL-7 < <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/>>, alındığı tarih: 28.12.2017

URL-8 < <http://www.gngsu.com.tr/images/teknik-bilgiler/icme-suyu.pdf>> alındığı tarih: 03.10.2017

URL-9 <<http://www.bilgiustam.com/arsenik-nedir-zararlari-nelerdir/>>, alındığı tarih: 20.02.2017.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Esra YAVUZ

Doğum Tarihi ve Yeri :1988-Ankara

E-posta adresi : esryvz06@gmail.com

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans : Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre
Mühendisliği Bölümü Haziran,2014

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şubat
2018

İŞ BİLGİLERİ

Kurum : T.C Adalet Bakanlığı Ankara Adliyesi Adalet
Komisyonu Başkanlığı