



EGE ÜNİVERSİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**EGE ÜNİVERSİTESİ KULLANMA SULARININ
KALİTESİNİN ARAŞTIRILMASI**

Naci Sertaç KAFTAN

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Uğur SUNLU

Çevre Bilimleri Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu : 615.01.00

Sunuş Tarihi : 22.01.2015

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**EGE ÜNİVERSİTESİ KULLANMA SULARININ
KALİTESİNİN ARAŞTIRILMASI**

Naci Sertaç KAFTAN

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Uğur SUNLU

Çevre Bilimleri Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 615.01.00

Sunuş Tarihi: 22.01.2015

Bornova-İZMİR

2015

Sayın Naci Sertaç KAFTAN tarafından Yüksek Lisans tezi olarak sunulan “Ege Üniversitesi Kullanma Sularının Kalitesinin Araştırılması” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 22.01.2015 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Uğur SUNLU

.....

Raportör Üye : Doç. Dr. Mehmet AKSU

.....

Üye : Prof. Dr. Nuri AZBAR

.....

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Ege Üniversitesi Kullanma Sularının Kalitesinin Araştırılması” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

22 / 01 / 2015

İmzası

Naci Sertaç KAFTAN

ÖZET

EGE ÜNİVERSİTESİ KULLANMA SULARININ KALİTESİNİN
ARAŞTIRILMASI

KAFTAN, Naci Sertaç

Yüksek Lisans Tezi, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Uğur SUNLU

Ocak 2015, 43 sayfa

Bu tezde Ege Üniversitesi'nde kullanma amaçlı yeraltı sularının parametrik değerleri incelenmiştir. İnceleme, element analizleri, polisiklik aromatik hidrokarbonların analizleri, pestisidlerin analizleri, mikrobiyolojik analizler ve temel parametrelerin analizleri olmak üzere 5 başlık altında gerçekleştirilmiştir. Bu Çalışmada, 9 Aralık 2013 saat: 18:30 ve 11 Şubat 2014 saat: 16:30 olmak üzere iki adet anlık numune, dört adet yeraltı suyu kaynağının birleşerek tek hatla geldiği Ege Üniversitesi yer altı kullanma suyu depolama ve pompa istasyonundan alınmıştır.

Elde edilen değerler doğrultusunda Ege Üniversitesi kullanma amaçlı suların “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” ve “İnsani Tüketim Amaçlı İçme Suları Hakkında Yönetmelik” kapsamında kalite sınıfı değerlendirilmiştir. Elde edilen bulguların halk sağlığına ışık tutması ve gereken tedbirlerin belirlenmesi adına katkı sağlaması amaçlanmıştır.

Araştırma sonucunda, incelenilen parametrelerde “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” limit değerlerine göre yüksek değerdeki toplam pestisid miktarı, Arsenik ve koliform bakteriler, kullanma suyunun içme suyu olarak kullanılmasını engelleyen etmenler olduğu tesbit edilmiştir. Bununla birlikte yeraltı suyunun toplam pestisit, Civa ve Klorür değerleri “Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği”nde yer alan sınıflandırmalara göre sınıf 2’ye dahil iken geride kalan bütün parametrelerin yine aynı yönetmeliğe göre sınıf 1 kalite kriterlerini sağladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Yeraltı suyu; Ağır metaller; Polisiklik aromatik hidrokarbonlar; Pestisidler; Toplam *Coliform* ve *E.coli*.

ABSTRACT**INVESTIGATION OF WATER QUALITY IN EGE UNIVERSITY FOR
DOMESTIC USE**

KAFTAN, Naci Sertaç

MSc in Environmental Science

Supervisor: Prof. Dr. Uğur SUNLU

January 2015, 43 pages.

In this thesis, parametric values of Ege University's underground water for domestically usage were examined. Research was carried out under five headings that elemental analysis analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons, analysis of pesticides, microbiological analysis and analysis of fundamental parameters. In this study, two instant samples which were sampled, on 9th December 2013 at 6:30 pm and on 11th February 2014 at 4:30 pm, from Ege University's domestic underground water tank and pump station that is fed by a single service pipe, combining four ground water sources.

The quality grade of domestic water at Ege University was evaluated in accordance with "Water Pollution Control Regulations" and "Regulations on Drinking Water Intended for Human Consumption". The results shed light on public health and on behalf of the determination of the necessary measures are intended to contribute.

As a result, the higher amounts of total pesticides, Arsenic and coliform bacterias in accordance with "Regulation on Drinking Water Intended for Human Consumption"'s limit amounts show that domestic water source shall not have been used as a drinking water source. In addition, according to "Water Pollution Control Regulation"'s classification, total pesticides, Mercury and Chloride amounts are mentioned as Class 2. All other parameters are mentioned as Class 1 according to "Water Pollution Control Regulation".

Keywords: Underground water; Heavy metals; Polycyclic aromatic hydrocarbons; Pesticides; Total *Coliforms* and *E. coli*

TEŞEKKÜR

Anlayışını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Uğur SUNLU'ya, eğitimimde her zaman desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Ümit ERDEM'e, verdiği emeklerden dolayı Prof. Dr. Fethi DOĞAN'a, tezimin gerçekleştirilmesinde merkezin tüm olanaklarını bana sağlayan Merkez Müdürü Sayın Prof. Dr. Nuri AZBAR' a, verdikleri desteklerden dolayı Sayın Hasan ALTIOK'a, Yetkin DUMANOĞLU'na ve Prof. Dr. Mustafa ODABAŞI'na, anlayışları ve destekleri için Sayın Hakan ALPSOYKAN ve Serhat MEMİŞOĞLU'na, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Başak SEVEN'e, Ege Üniversitesi Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi çalışanlarına, aileme ve bütün dostlarıma, teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	VII
ABSTRACT	IX
TEŞEKKÜR	XI
GRAFİKLER DİZİNİ.....	XV
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ	XVII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XVIII
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XIX
SİMGELER VE KISALTMALAR	XX
1. GİRİŞ	1
1.1 Genel Bakış	1
1.2 Yeraltı Su Kaynaklarının Önemi	1
1.3 Suların Kalite Kontrolüne Atıf Yapan Yönetmeliklere Genel Bakış	2
1.4 Literatür Taraması	4
2. MATERYAL VE METOT	6
2.1 Materyal	7
2.2 Cihazlar ve Sistemler	8

İÇİNDEKİLER (devam)

	Sayfa
2.3 Metot	8
2.3.1 Element analizi metodunun uygulanması	8
2.3.2 Polisiklik aromatik hidrokarbonların analiz metodunun uygulanması	13
2.3.3 Pestisit analizi metodunun uygulanması	14
2.3.4 Mikrobiyoloji analiz metodunun uygulanması	15
2.3.5 Temel parametreler analiz metotlarının uygulanması.....	16
3. BULGULAR ve TARTIŞMA	18
3.1 Analiz Sonuçları.....	19
3.2 Element Analizleri Sonuçları ve Değerlendirmeleri	22
3.3 Polisiklik Aromatik Hidrokarbonların Analiz Sonuçları ve Değerlendirmeleri	27
3.4 Pestisit Analiz Sonuçları ve Değerlendirmeleri.....	28
3.5 Mikrobiyoloji Analiz Sonuçları ve Değerlendirmeleri.....	29
3.6 Temel Parametreler Analiz Sonuçları ve Değerlendirmeleri	30
4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ.....	33
KAYNAKLAR DİZİNİ	39
ÖZGEÇMİŞ	43

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik	Sayfa
3.1 Seçilmiş olan element analizi parametrelerinin ortalama analiz sonuçlarının ($\mu\text{g/L}$) grafiksel olarak gösterimi	22
3.2 Alüminyum analizi ortalama değerinin ($\mu\text{g/L}$) “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” ve “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” limitleri ile karşılıklı grafiksel gösterimi	23
3.3 Nikel analizi ortalama değerinin ($\mu\text{g/L}$) “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” ve “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” limitleri ile karşılıklı grafiksel gösterimi	25
3.4 Kurşun analizi ortalama değerinin ($\mu\text{g/L}$) “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” ve “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” limitleri ile karşılıklı grafiksel gösterimi	25
3.5 Civa analizi ortalama değerinin ($\mu\text{g/L}$) “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” ve “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” limitleri ile karşılıklı grafiksel gösterimi	26
3.6 PAHların analiz ortalama sonuçlarının ($\mu\text{g/L}$) grafiksel olarak gösterimi.....	27
3.7 Seçilmiş olan pestisit parametrelerinin ortalama analiz sonuçlarının ($\mu\text{g/L}$) grafiksel olarak gösterimi	28
3.8 Toplam Pestisid analizi ortalama değerinin ($\mu\text{g/L}$) “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” ve “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” limitleri ile karşılıklı grafiksel gösterimi	29
3.9 İletkenlik analizi ortalama değerinin ($\mu\text{S/cm}$) “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” limitleri ile karşılıklı grafiksel gösterimi	31
3.10 Klorür analizi ortalama değerinin (mg/L) “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” ve “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” limitleri ile karşılıklı grafiksel gösterimi	32
4.1 Toplanan numunelerdeki ortalama Arsenik değerinin ($\mu\text{g/L}$) İTASHY’de belirtilen sınır değeri aştığını gösteren grafik.....	34
4.2 Toplanan numunelerdeki ortalama Klorür değerinin (mg/L) SKKY’de belirtilen sınıf 1 kalite değerini aştığını gösteren grafik	36

GRAFİKLER DİZİNİ (devam)

Grafik	Sayfa
4.3 Toplanan numunelerdeki toplam pestisid değerinin ($\mu\text{g/L}$) SKKY’de belirtilen sınıf 1 kalite değerini ve İTASHY’deki sınır değerleri aştığını gösteren grafik	37

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Fotoğraf	Sayfa
2.1 Ege Üniversitesi kullanma suyu depolama ve pompa istasyonu (38°45'31''K, 27°22'50''D) gösterimi.....	6
2.2 Ege Üniversitesi kullanma suyu depolama ve pompa istasyonu kontrol paneli ve yaşlandırmalı kullanılan pompalar (orijinal)	6
2.3 Tez kapsamında kullanılan mikrobiyoloji sarf malzemeleri (orijinal).....	7
2.4 Tez kapsamından kullanılan GC (Agilent 6890 N)-MSD (Agilent 5973 inert MSD) cihazı (orijinal).....	15
2.5 9 Aralık 2013 örneklemesinde, E.coli ve toplam koliform içeren mikrobiyoloji çalışması. Metalik parlaklık gösteren E.coli, parlak olmayan diğer koloniler koliform bakterilerdir. (orijinal)	15
2.6 Tez kapsamında numune alma noktasında ölçümü yapılan bakiye klorun ölçümünü gerçekleştiren pocket colorimeter II (Hach) cihazı. (orijinal).....	17

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
2.1 Gaz kromatografisi blok diyagramı.....	8
2.2 ICP-OES (Optima 2100 DV, Perkin Elmer) cihazında Al, Ba, Ca, Cd, Co, Cr elementlerinin kalibrasyon eğrileri	10
2.3 ICP-OES (Optima 2100 DV, Perkin Elmer) cihazında Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na elementlerinin kalibrasyon eğrileri.....	11
2.4 ICP-OES (Optima 2100 DV, Perkin Elmer) cihazında Ni, Pb, Si, Sn, V, Zn elementlerinin kalibrasyon eğrileri.....	12

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
3.1 Tez kapsamında alınan numunelerin analiz sonuçları ve istatistiksel değerler.	19
4.1 Farklı arıtma teknolojilerinin Arsenik giderim verilerinin kıyaslanması	33

SİMGELER VE KISALTMALAR

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
YAS 1	Yüksek kaliteli yeraltı suları
YAS 2	Orta kaliteli yeraltı suları
YAS 3	Düşük kaliteli yeraltı suları
ÇOB	Çevre ve Orman Bakanlığı
TOC	Toplam organik karbon
UV	Ultra viyole
GC-MSD	Gaz kromatografisi-Kütle dedektörü cihazı
ICP-OES	İyon çiftleştirmeli plazma kromatografisi – optik emisyon dedektörü cihazı
PAHlar	Polisiklik aromatik hidrokarbonlar
EDTA	Etilen diamin tetraasetik asit
SKKY	Su kirliliği kontrol yönetmeliği
İTASHY	İnsani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmelik

1. GİRİŞ

1.1 Genel Bakış

Su, insanlığın var oluşu için hayati öneme haizdir. İlk medeniyetler kaynak ve ırmak çevrelerinde oluşmuştur. Temiz su kaynakları sağlayarak gelişen çoğu medeniyetler bu kaynakların tükenmesi veya kalitesinin bozulması ile çökmüşlerdir. Bugün bile dünya nüfusunun yarısından fazlası hayatını sürdürmek için yeraltı suyuna bağımlıdır (UNESCO, 1992).

Bu bağımlılığın ekonomik sebepleri vardır. Doğal haldeki yeraltı suları genellikle iyi kalitelidir ve çok fazla arıtma işlemi gerektirmezler. Ayrıca çoğu durumlarda yeraltı suları kullanım noktalarına yakın olduğundan pompaj ve dağıtım maliyetleri azalmakta ve ucuz olarak kullanıma sunulmaktadır. (Sargın, 2010)

Tezde, Ege Üniversitesi'nde kullanma amaçlı sularda element analizleri, polisiklik aromatik hidrokarbonların analizleri, pestisidlerin analizleri, mikrobiyolojik analizler ve temel parametrelerin analizlerinin gerçekleştirilerek, su kalitesinin mevcut yönetmelikler dahilinde belirlenmesi ve bu doğrultuda halk sağlığı açısından gerekli tedbirlerin alınması adına ve daha sonra yapılacak çalışmalara kaynak oluşturmak amaçlanmıştır.

1.2 Yeraltı Su Kaynaklarının Önemi

Yeraltı suları dinamik bir özellikte olan su çevriminin önemli bir parçasıdır. Bu çevrim, okyanustan atmosfere, atmosferden kıtalara ve buradan tekrar okyanusa geri dönen, güneş enerjisi ile yönlendirilen bir su hareketidir.

Dünyadaki su kaynaklarının $1360 \times 10^6 \text{ km}^3$ (Nace,1971) olduğu ve bunun % 97'sinin okyanuslarda bulunduğu tahmin edilmektedir. Yeraltı sularının dünyadaki toplam su miktarının yaklaşık olarak % 0,6'sı veya tatlı su kaynaklarının % 22'si olduğu tahmin edilmektedir. Tatlı su kaynaklarının % 77'sini meydana getiren buzulları dikkate almadığımızda, yeraltı suları toplam tatlı su kaynaklarının % 98'ini oluşturmaktadır.

Yeraltı sularının değeri yalnızca yaygın olarak bulunması ve faydalanılması ile değil aynı zamanda kalitesinin iyi olması ile de ölçülür. Suların kalitesi ifadesi, kullanım amacı ile ilişkili olarak suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik karakteristiklerini belirtmektedir.

Yeraltı sularının doğal niteliği, yağış olarak yeryüzüne düşen suyun kalitesi ile tayin edilir. Su belli bir süre organik madde, toprak ve kayalar ile temas halinde bulunur ve bunun sonucu olarak yeraltı suyu kalitesinde değişiklikler meydana gelir. (Sargın, 2010)

Yüzey ve yeraltı sularının kaynağı yağışlar olmasına rağmen, yeraltı suları yüzey sularından daha fazla miktarda mineral madde içerir. Yağmurun yere düşmesi, süzülmenin başlaması ve suyun toprak ve kayaların boşluklarından geçmesiyle su temas ettiği bazı maddeleri eritir. Böylece, yerçekimine bağlı olarak aşağıya doğru süzülen suya mineraller eklenir.

Yer kabuğu bazı bakterilere ve kirleticilere karşı doğal filtre olarak görev yaptığından yeraltı suları, çoğu yüzey sularından daha temizdir. Çoğu yeraltı suyu askıda katı madde, bakteri veya organik madde içermez. Bu sebeple yeraltı suları berrak ve kokusuzdur.

Yeraltı sularını kirleten maddeler doğal kirleticiler ve insan aktiviteleriyle oluşan kirletici maddeler olmak üzere ikiye ayrılabilir. Yeraltı suyu kirliliğine sebep olan başlıca doğal kirleticiler; demir, mangan, toksik elementler ve radyoaktif çekirdeklerdir. İnsan aktiviteleri sonucunda meydana gelen başlıca kirleticiler ise bakteriler, virüsler, nitratlar, sentetik organik kimyasallar (ör. Poli klorlu bifeniller vb.), hidrokarbonlar (ör. Polisiklik aromatik hidrokarbonlar, pestisidler, petrol ürünleri vb.) ve ağır metallerdir. (Sargın, 2010)

1.3. Suların Kalite Kontrolüne Atıf Yapan Yönetmeliklere Genel Bakış

Yönetmelik taramasına dahil ettiğimiz yönetmelikler; Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan; 31.12.2004 tarihli, 25687 sayılı “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”, 26.11.2005 tarihli, 26005 sayılı “Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği” ve Sağlık Bakanlığı tarafından hazırlanan “17.02.2005 tarihli, 25730 sayılı “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik”tir.

Buna göre “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”nin amaç ve kapsamı; ülkenin yeraltı ve yerüstü su kaynakları potansiyelinin korunması ve en iyi bir biçimde kullanımının sağlanması için, su kirlenmesinin önlenmesini sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde gerçekleştirmek üzere gerekli olan hukuki ve teknik esasları belirlemektir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2004).

Bu yönetmelik su ortamlarının kalite sınıflandırmaları ve kullanım amaçlarını, su kalitesinin korunmasına ilişkin planlama esaslarını ve yasaklarını, atıksuların boşaltım ilkelerini ve boşaltım izni esaslarını, atıksu altyapı tesisleri ile ilgili esasları ve su kirliliğinin önlenmesi amacıyla yapılacak izleme ve denetleme usul ve esaslarını kapsar.

Söz konusu yönetmelikte yeraltı sularının kalitelerine göre sınıflandırılmaları; sınıf YAS I (yüksek kaliteli yeraltı suları), sınıf YAS II (orta kaliteli yeraltı suları), sınıf YAS III (düşük kaliteli yeraltı suları) şeklinde belirtilmiştir (ÇOB, 2004).

Sınıf YAS I sular içme suyunda ve gıda sanayinde kullanılabilen yeraltı sularıdır. Bu sınıfa giren yeraltı suları diğer her türlü kullanma amacına uygundur. Sınıf YAS I suları, gerektiğinde uygun bir dezenfeksiyon işleminden sonra içme suyu olarak kullanılabilirler. Sadece havalandırma ile gerekli oksijenin sağlanması şartıyla, Sınıf I yüzeysel sulara ait kalite parametrelerini sağlayan yeraltı suları Sınıf YAS I sular olarak kabul edilir.

Sınıf YAS II sular, bir arıtma işleminden sonra içme suyu olarak kullanılacak sulardır. Bu sular tarımsal su ve hayvan sulama suyu veya sanayide soğutma suyu olarak herhangi bir arıtma işlemine gerek duyulmadan kullanılabilir. Sınıf II yüzeysel sulara ait kalite parametrelerini sağlayan sular, Sınıf YAS II sular olarak kabul edilir. Ancak demir, amonyum, mangan ve çözünmüş oksijen için konulmuş sınırların bu sınıfa giren sularda sağlanması gerekli değildir.

Sınıf YAS III sular, Sınıf YAS I suların ve Sınıf YAS II suların kalite parametrelerini karşılamayan sulardır. Bu suların kullanım yeri, ekonomik, teknolojik ve sağlık açısından sağlanabilecek arıtma derecesi ile belirlenir (ÇOB, 2004).

ÇOB tarafından hazırlanan “Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği”nin amacı; su ve çevresinde tehlikeli maddelerden kaynaklanan kirliliğin tespiti önlenmesi ve kademeli olarak azaltılmasıdır (ÇOB, 2005).

Söz konusu yönetmelikte belirtilen çok tehlikeli maddeler listesi elde ettiğimiz sonuçları değerlendirmekte bizlere kıyas parametresi sunacağı düşüncesindeyiz.

Sağlık Bakanlığı tarafından hazırlanan, “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik”in amacı, insani tüketim amaçlı suların teknik ve hijyenik şartlara uygunluğu ile suların kalite standartlarının sağlanması, kaynak suları ve içme sularının denetlenmesi ile ilgili usul ve esasları düzenlemektedir (Sağlık Bakanlığı, 2005).

Çalışmamızda elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde söz konusu yönetmeliğin ek-1’i (parametreler ve sınır değerleri) de referans olmuştur.

1.4 Literatür Taraması

Türkiye’de ve birçok ülkede yer altı sularının kalite kriterlerinin belirlenmesi amacıyla organik, inorganik, temel parametreler ve mikrobiyoloji analizleri üzerine birçok çalışma gerçekleştirilmiştir.

İzmir Konak Halk Sağlığı Laboratuvar’ında da Mayıs-1997 ve Nisan-1998 tarihleri arasında, Buca, Konak ve Narlıdere ilçelerinde toplam 207 yeraltı suyu numunesinden 46 tanesinde fekal koliform, 51 tanesinde koliform bakteri ve 24 tanesinde jerm sayısı yüksek bulunmuştur (Asaroğlu, 1999).

Yeraltı suyu kalite parametrelerinden EC, Na ve Cl verilerinin kullanıldığı bir diğer çalışmada, ilgili parametrenin değerinde karadan denize doğru artış eğilimi olduğu belirlenmiştir. Yapılan jeostatistiksel çalışmalar ile oluşturulan tahmin haritası incelendiğinde, denize yakın olan alanlarda EC değerinin 1843,42 $\mu\text{S/cm}$, Na değerinin 4,79 mg/L ve Cl değerinin 10,40 mg/L’den daha yüksek değerlere kadar çıktığı görülmektedir (Özçakal ve ark., 2009).

Oğulbey (Gölbaşı) yeraltı suları inceleme alanından alınan su numunelerinin bazı fiziksel ve kimyasal analizlerinin yapılmasındaki amaç, bu bölgedeki suların sulama amaçlı kullanılabilirliğinin araştırılmasıdır. Örneklerin genelinde içme suyu olarak kullanılmaya yönelik uygunluk kuyulardan alınan örneklerde görülmektedir. Bölge halkınca da içme suyu olarak kullanılmaktadır. Ancak elde edilen verilerin bir kısmı içme suyu olarak kullanılabilirliği hakkında fikir vermektedir (Güngör, 2010).

YAS'ının kontrolsüz kullanılması tuzlu su girişiminin iç kısımlara doğru ilerlemesine ve Çeltikçi-Atayurt-Gülümpaşalı-Silifke yerleşimleri arasındaki iyi kalitedeki suların marjinal sular sınıfına girmesi olasılığı mevcuttur. Bu da ekonomik değeri yüksek olan bahçe bitkileri yetiştirilen alanların daralmasına ve tuzlu su girişiminin olduğu bölgelerde verimin düşmesine sebep olacaktır. Deltadaki tuzlu su girişiminin olduğu bölgelerde YAS'dan sağlanan sulama suları hem bitkilere hem de toprağa zarar vererek tarımın sürdürülebilirliğini riske atacağı gözükmemektedir (Çobaner ve ark., 2011).

2. MATERYAL VE METOT

Çalışmamızda, 9 Aralık 2013 saat: 18:30 ve 11 Şubat 2014 saat: 16:30 olmak üzere iki adet anlık numune, dört adet yeraltı suyu kaynağının birleşerek tek hatla geldiği, fotoğraf 1.1’de gösterilen, Ege üniversitesi yer altı kullanma suyu depolama ve pompa istasyonundan (38°45’31’’K, 27°22’50’’D) alınmıştır.



Fotoğraf 2.1. Ege Üniversitesi kullanma suyu depolama ve pompa istasyonu (38°45’31’’K, 27°22’50’’D) gösterimi.



Fotoğraf 2.2. Ege Üniversitesi kullanma suyu depolama ve pompa istasyonu kontrol paneli ve yaşlandırmalı kullanılan pompalar (orijinal).

2.1. Materyal

Element analizlerinde kullanılan kimyasallar ve sarf malzemeler; teflon tüp, nitrik asit (Sigma) şeklindedir.

Pestisid ve PAHların analizlerinde kullanılan kimyasallar ve sarf malzemeler; sodyum sülfat, aseton (Merck), n-Hekzan (Merck), cam pamuğu, silisilik asit, alumina, diklormetan (Merck), petrol eteri (Merck), %99 saflıkta Azot gazı (Habaş), sülfürik asit (Merck) şeklindedir.

Mikrobiyoloji analizlerinde kullanılan kimyasallar ve sarf malzemeler; total coliform broth culture medium in plastic ampules (Millipore), 0,45 µm çaplı steril süzgeç kağıdı (Millipore), petri peds (Millipore) şeklindedir.



Fotoğraf 2.3. Tez kapsamında kullanılan mikrobiyoloji sarf malzemeleri (orijinal).

Diğer analiz parametrelerinin ölçümünde kullanılan kimyasallar; müreksid indikatör çözeltisi, amonyum klorür tampon çözeltisi, gümüş nitrat çözeltisi, potasyum kromat çözeltisi, sülfürik asit çözeltisi, Etilen Diamin Tetraasetik Asit, sodyum hidroksit tampon çözeltisi, eriochrome (EBT) indikatör çözeltisi, aseton, fenolftalein indikatör çözeltisi, sülfürik asit çözeltisi, metil oranj indikatörü şeklindedir.

2.2. Cihazlar ve Sistemler

Tez kapsamında, element ölçümleri için kullanılan cihaz, ICP-OES (Optima 2100 DV, Perkin Elmer) cihazıdır. Pestisitlerin ve PAHların ölçümleri için kullanılan cihaz GC (Agilent 6890 N) – MSD (Agilent 5973 inert MSD) (GC-MSD) olup, PAHların ve pestisitlerin ekstraksiyon işlemlerinde deriştirme amaçlı olarak ultrasonik banyo (Laborota 4000, Heidolph) kullanılmıştır.



Şekil 2.1: Gaz kromatografisi blok diyagramı (Grob ve Barry, 2004)

Renk ve klorofil-a ölçümleri için spektrofotometre cihazı (DR 2000, Hach-Lange) kullanılmıştır. TOC ölçümleri için TOC cihazı (Teledyne Tekmar) kullanılmıştır. pH, iletkenlik ve oksidatif redoks potansiyeli ölçümleri için, çoklu prop ölçüm cihazı (Inolab-108, WTW) kullanılmıştır. Sahada gerçekleştirilen bakiye klor ölçümleri için kolorimetre cihazı (pocket colorimeter II, Hach) kullanılmıştır. Askıda katı madde ölçümleri için etüv (FN-055, Nüve) kullanılmıştır. Mikrobiyoloji ölçümleri için inkübatör (EN 400, Nüve) kullanılmıştır.

2.3. Metot

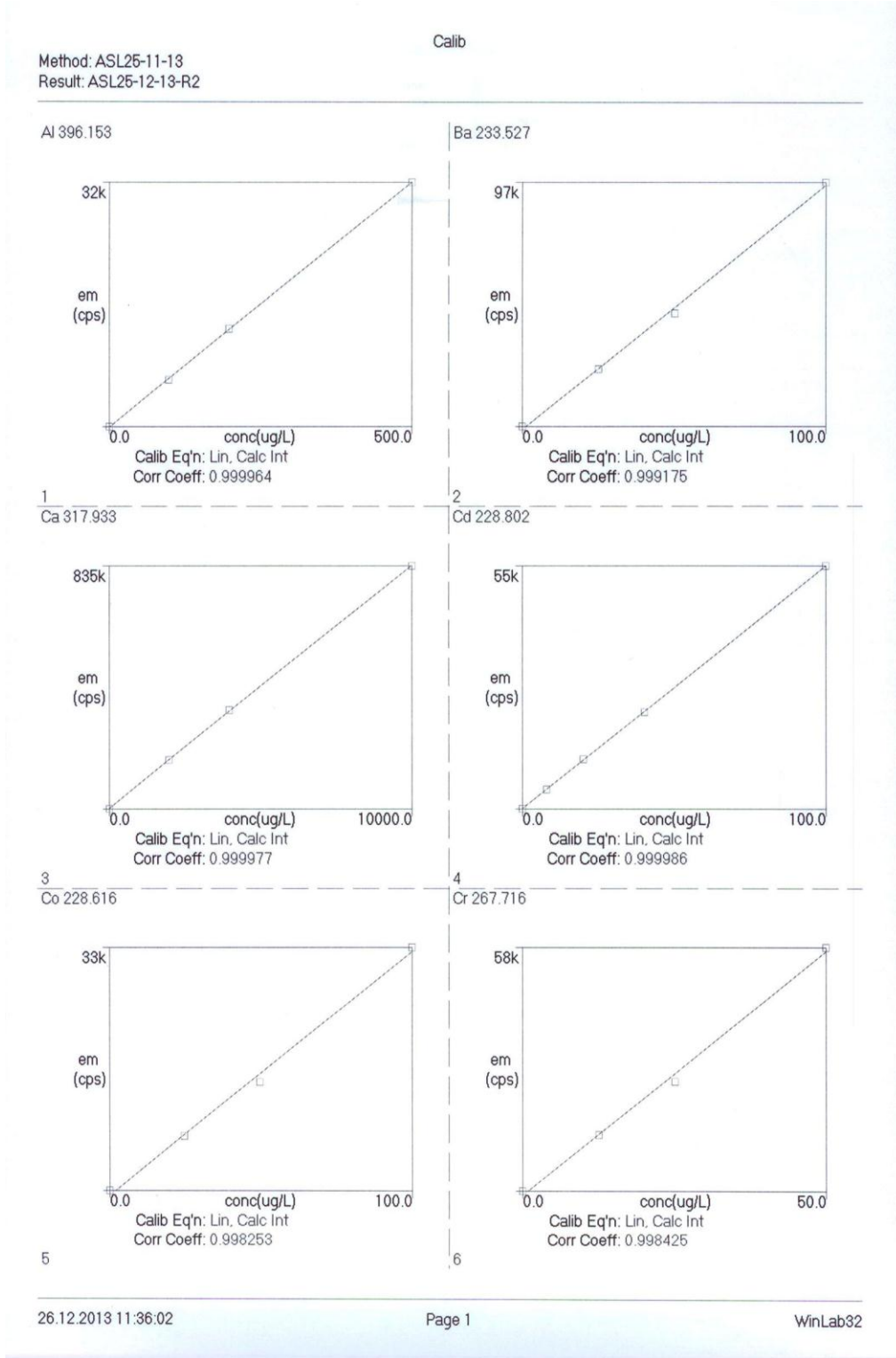
2.3.1. Element analizi metodunun uygulanması

Element ekstraksiyonu “Standart Methods 3030 K Microvave – assisted digestion” yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Mikrodalgada işleme sokulacak olan teflon tüplere 45 mL iyi karıştırılmış örnekten koyulur ve üzerine 5 mL konsantre Nitrik asit eklenir. Mikrodalga ünitesi, ilk bölüm olarak 160 ± 4 °C 10 dakika ve ikinci bölüm olarak 165 – 170 °C olarak uygulanır. Oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra ICP – OES (Optima 2100 DV, Perkin Elmer)’e enjeksiyon gerçekleştirilir.

ICP – OES (Optima 2100 DV, Perkin Elmer)’den alınan derişimler 5 mL konsantre HNO₃ ilavesinden ötürü 50/45 ile çarpılır böylece seyreltme faktörüyle sonuç düzeltimi yapılmış olur.

Tez kapsamında mikrodalga ile yakma yöntemi ile ekstraksiyon gerçekleştirilmiş ve ICP-OES (Optima 2100 DV, Perkin Elmer)’e enjeksiyon yapılarak, Alüminyum, Baryum, Kalsiyum, Kadmiyum, Kobalt, Krom, Bakır, Demir, Potasyum, Magnezyum, Mangan, Sodyum, Nikel, Kurşun, Silisyum, Kalay, Vanadyum, Çinko, Arsenik, Antimon, Civa, Selenyum elementlerinin ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Elementlerin tespit limitleri; Alüminyum için; 0,28 µg/L, Baryum için; 0,01 µg/L, Kalsiyum için; 0,39 µg/L, Kadmiyum için; 0,05 µg/L, Kobalt için; 0,21, Krom için; 0,12 µg/L, Bakır için; 0,48 µg/L, Demir için; 0,16 µg/L, Potasyum için; 0,37 µg/L, Magnezyum için; 0,11 µg/L, Mangan için; 0,02, Sodyum için; 0,36 µg/L, Nikel için; 0,21 µg/L, Kurşun için 1,2 µg/L, Silisyum için; 1,7 µg/L, Kalay için; 0,44 µg/L, Vanadyum için; 0,15 µg/L , Çinko için; 0,10 µg/L, Arsenik için; 0,96 µg/L, Antimon için; 1,2 µg/L, Civa için; 5 µg/L, Selenyum için; 1,5 µg/L düzeyindedir (Bradshaw, 2013).



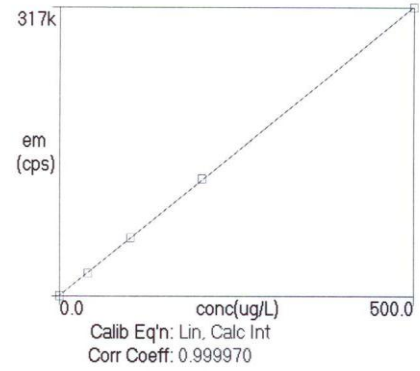
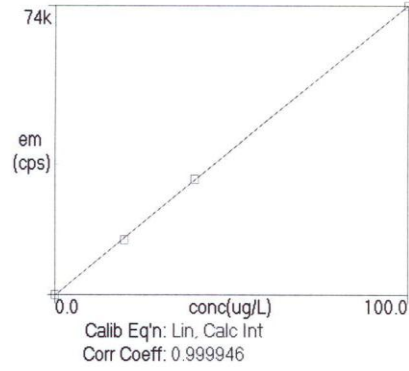
Şekil 2.2. ICP-OES (Optima 2100 DV, Perkin Elmer) cihazında Al, Ba, Ca, Cd, Co, Cr elementlerinin kalibrasyon eğrileri

Method: ASL25-11-13
Result: ASL25-12-13-R2

Calib

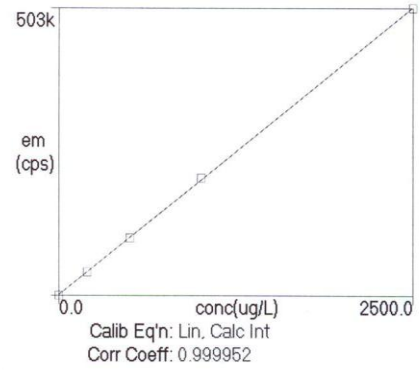
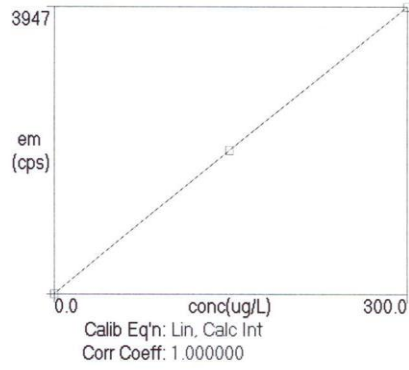
Cu 327.393

Fe 238.204



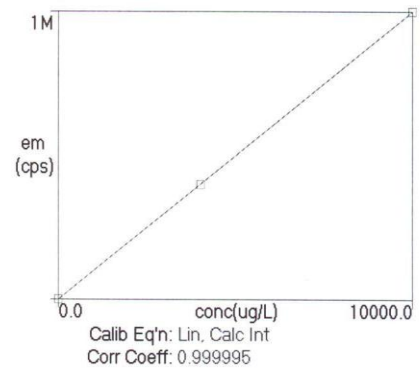
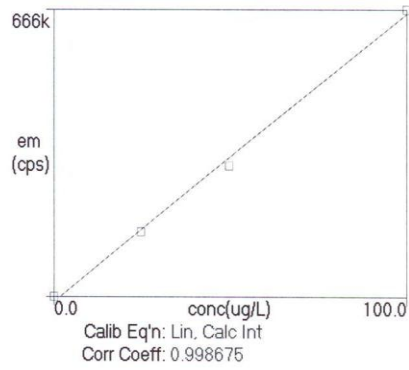
7
K 766.490

8
Mg 285.213



9
Mn 257.610

10
Na 589.592



11

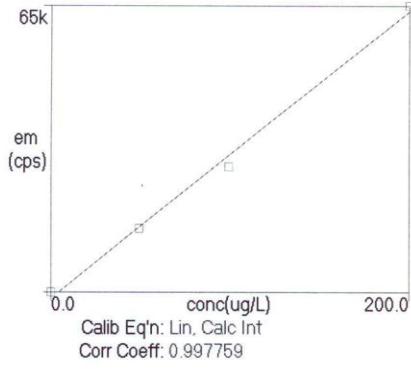
12

Şekil 2.3. ICP-OES (Optima 2100 DV, Perkin Elmer) cihazında Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na elementlerinin kalibrasyon eğrileri.

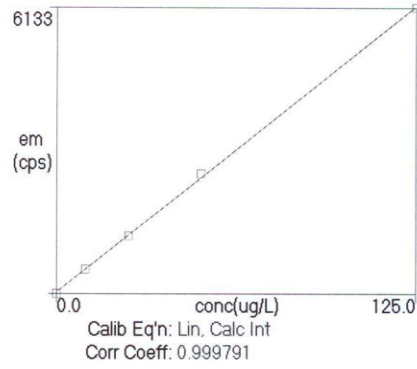
Method: ASL25-11-13
Result: ASL25-12-13-R2

Calib

Ni 231.604

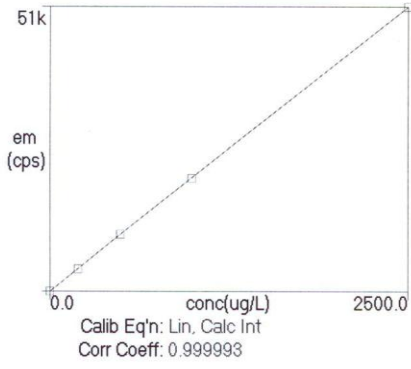


Pb 220.353



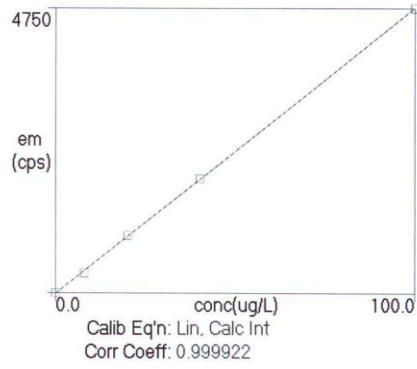
13

Si 251.611



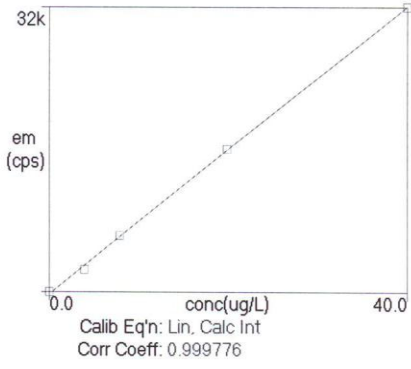
14

Sn 189.927



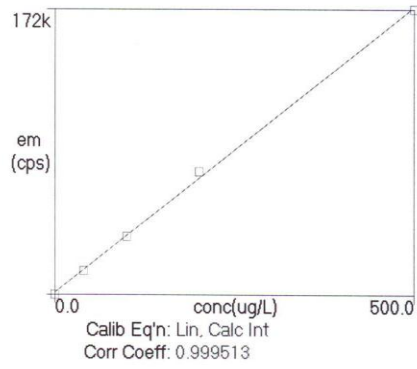
15

V 292.464



16

Zn 206.200



17

18

Şekil 2.4. ICP-OES (Optima 2100 DV, Perkin Elmer) cihazında Ni, Pb, Si, Sn, V, Zn elementlerinin kalibrasyon eğrileri.

2.3.2. Polisiklik aromatik hidrokarbonların ekstraksiyon metodunun uygulanması

Alınan su örnekleri 47 mm çaplı, 0,7 m gözenek boyutlu cam fiber süzgeçten ve yaklaşık 10 g tartılmış XAD-2 reçineden süzülür. Daha sonra filtre ve reçine 1:1 Aseton: Hekzan çözeltisi ile ultrasonik olarak ekstrakte edilir ve PAH surrugat standartları eklenir.

Daha sonra rotary evaporatör cihazı ile örnek hekzan fazına geçirilerek 2 mL hacim sağlanır. Cam kolonunu hazırlarken yukarıdan aşağıya sırasıyla; 2 spatül kadar sodyum sülfat, %4,5 deiyonize su ile aktive edilmiş halde 3 g silisilik asit ve %6 deiyonize su ile aktive edilmiş halde 2 g alumina ilavesi gerçekleştirilerek clean-up sistemi uygulamaya başlanır. Hazırladığımız kolondan öncelikle 20 mL diklormetan ve 20 mL petrol eteri geçirilir. Ardından önceden hekzan fazına aldığımız 2 mL örneğimiz kolondan geçirilir. 20 mL Diklormetan geçirilerek fraksiyon elde edilir, bu fraksiyonda PAHlar toplanmıştır. Ekstraktlar hekzan fazına alınarak yüksek saflıkta azot ile 1 mL'ye deriştirilir (Odabaşı ve ark., 2008).

GC (Agilent 6890 N) – MSD (Agilent 5973 inert MSD) sistemine enjeksiyonu gerçekleştirilir. Seçimli iyon görüntülenmesi modu ile PAHların analizleri gerçekleştirilmiştir. Gaz kromatografisi kolonu olarak kapiler kolon HP-5 ms, 30 m, 0.25 mm, 0.25 µm kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz Helyum 1,5 mL/dk akış ile 45 cm/s lineer hızla kullanılmıştır. Gaz kromatografisi ocak sıcaklıkları sırasıyla; 1 dakika boyunca 50 °C, dakikada 25 °C artışla 100 °C, dakikada 5 °C artışla 260 °C, dakikada 10 °C artışla 300 °C ve 2 dakika bu sıcaklıkta tutulması şeklindedir. Enjeksiyon, iyon kaynağı ve quadrapol sıcaklıkları sırasıyla; 250, 150 ve 150 °C'dir. MSD, seçimli iyon görüntüleme modunda çalıştırılmıştır. Metotta kullanılan kalibrasyon eğrisi değerleri sırasıyla 0,04, 0,4, 1,0, 4,0, 6,0, 10 µg/ml şeklindedir (Odabaşı ve ark., 2008).

PAHlar için tespit limitleri; Napthelene için; 2,9 ng/L, Acenapthylene için; 1,4 ng/L, Acenapthene için; 1,9 ng/L, Fluorene 0,6 ng/L, Phenanthrene için 2,3 ng/L, Anthracene 2,0 µg/L, Fluoranthene için; 1,8 ng/L, Pyrene için; 1,7 ng/L, Benz (a) anthracene için 2,2 ng/L, Chrysene için; 2,2 ng/L, Benzo (b) fluoranthene için; 3,5 ng/L, Benzo (k) fluoranthene için; 3,0 ng/L, Benzo (a) pyrene için; 3,5 ng/L, Dibenz (a,h) anthracene için; 5,4 ng/L, Benzo (g,h,i) perylene için; 5,3 ng/L şeklindedir (Dong ve ark., 2012).

2.3.3. Pestisit analizi metodunun uygulanması

Alınan su örnekleri 47 mm çaplı, 0,7 m gözenek boyutlu cam fiber süzgeçten ve yaklaşık 10 g tartılmış XAD-2 reçineden süzülür. Daha sonra filtre ve reçine 1:1 Aseton:Hekzan çözeltisi ile ultrasonik olarak ekstrakte edilir.

Daha sonra rotary evaporatör cihazı ile örnek hekzan fazına geçirilerek 2 mL hacim sağlanır. Cam kolonunu hazırlarken yukarıdan aşağıya sırasıyla; 2 spatül kadar sodyum sülfat, %4,5 deiyonize su ile aktive edilmiş halde 3 g silisilik asit ve %6 deiyonize su ile aktive edilmiş halde 2 g alumina ilavesi gerçekleştirilerek clean-up sistemi uygulamaya başlanır. Hazırladığımız kolondan öncelikle 20 mL diklormetan ve 20 mL petrol eteri geçirilir. Ardından önceden hekzan fazına aldığımız 2 mL örneğimiz kolondan geçirilir. 35 mL petrol eteri geçirilerek fraksiyon-1 elde edilir, ardından 25 mL diklormetan geçirilerek fraksiyon-2 elde edilir, bu fraksiyonda pestisitler toplanmıştır. Ekstraktlar hekzan fazına alınarak yüksek saflıkta azot ile 1 mL'ye deriştirilir (Odabaşı ve ark., 2008).

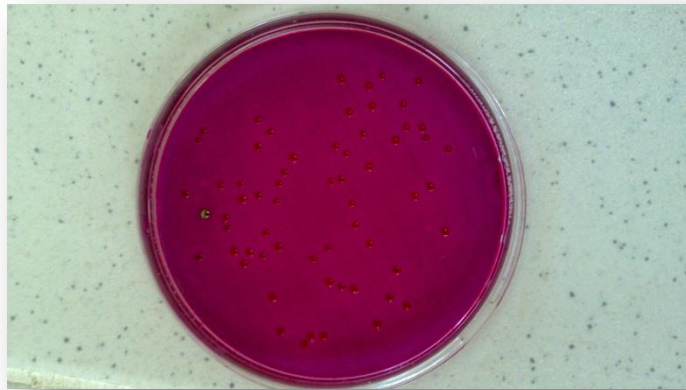
Pestisit ekstraktına BDE-77, 3,3',4,4'-tetrabromodiphenylether iç standardı eklenerek GC (Agilent 6890 N) – MSD (Agilent 5973 inert MSD) sistemine enjeksiyonu gerçekleştirilir. Elektron yakalama negatif kimyasal iyonizasyon modu ile pestisit analizleri gerçekleştirilmiştir. Gaz kromatografisi kolonu olarak kapiler kolon HP-5 ms, 30 m, 0.25 mm, 0.25 µm kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz Helyum 1 mL/dk akış ile 36 cm/s lineer hızla kullanılmıştır. Gaz kromatografisi ocak sıcaklıkları sırasıyla; 1 dakika boyunca 50 °C, dakikada 25 °C artışla 100 °C, dakikada 5 °C artışla 260 °C, dakikada 10 °C artışla 300 °C ve 2 dakika bu sıcaklıkta tutulması şeklindedir. Enjeksiyon, iyon kaynağı ve quadrapol sıcaklıkları sırasıyla; 250, 150 ve 150 °C'dir. Blank enjeksiyonlarının ortalaması + 3 Standart sapma ile hesaplanan metodun ölçüm limiti (LOD) değerleri 0,02 ve 10,5 ng/L aralık düzeyindedir. Yüksek saflıkta metan da reaktif gaz olarak kullanılmıştır. MSD, seçimli iyon görüntüleme modunda çalıştırılmıştır (Odabaşı ve ark., 2008).



Fotoğraf 2.4. Tez kapsamında kullanılan GC (Agilent 6890 N)-MSD (Agilent 5973 inert MSD) cihazı (orijinal).

2.3.4. Mikrobiyoloji analiz metodunun uygulanması

Hazırlanan süzme sisteminde, 0,45 μm çaplı steril süzgeç kağıdından 100 mL örnek süzülür. Daha sonra filtre kağıdı endo broth ile hazırlanmış petri pedlere yerleştirilir. Hazırlanan numune 35 °C’de 24 saat bekletilerek toplam koliform ve *E. Coli* sayımı gerçekleştirilir (TS EN ISO 9308-1, 2004).



Fotoğraf 2.5. 9 Aralık 2013 örneklemesinde, *E.coli* ve toplam koliform içeren mikrobiyoloji çalışması. Metalik parlaklık gösteren *E.coli*, parlak olmayan diğer koloniler koliform bakterilerdir. (orijinal)

2.3.5. Temel parametreler analiz metotlarının uygulanması

Toplam sertlik tayini için; 50 mL numune hazırlanır, 100 mL'lik erlene alınır, 1 mL amonyum klorür tamponu ilave edilir, bir spatül ucu EBT indikatörü ilave edilir ve 0,01 N EDTA ile mavi renk oluşuncaya kadar titrasyon yapılır. Sarfedilen EDTA hacmi toplam sertliğe eşittir (Standart metot 2340-C, 2005).

Alkalinite tayini için; 50 mL numune 250 mL'lik erlene alınır. 0,1 mL fenolftalein çözeltisi koyulur ve 0,02 N sülfürik asit (H_2SO_4) ile pembe renk kaybolana dek titrasyon gerçekleştirilir. Sarfedilen titrasyon hacmi kaydedilir. Daha sonra 0,1 mL metil oranj indikatörü katılarak renk sarıdan kiremit kırmızısına dönünceye kadar 0,02 N H_2SO_4 ile titrasyon gerçekleştirilir ve titrasyon hacmi kaydedilir. Toplam alkalinite değeri, mg $CaCO_3$ /L cinsinden, iki titrasyon sarfiyatı toplamının 20 ile çarpılmasına eşittir (Standart metot 2320-B, 2005)

TOC ölçümleri, TOC (Teledyne Tekmar) cihazı ile gerçekleştirilmiştir. TOC tespit limiti 0,20 $\mu g/L$ düzeyindedir (Teledyne Inst., 2007)

Klorür tayini için; 50 mL numune 100 mL'lik erlene alınır. %5'lik potasyum kromat çözeltisinden 2-3 damla ilave edilir. 0,0141 N $AgNO_3$ ile kavuniçi renk oluşuncaya kadar titrasyon gerçekleştirilir. Titrasyon hacminin 10 ile çarpımı mg/L cinsinden Klorür (Cl^-) derişimini verir (Standart metot 4500 Cl^- B, 2005).

Askıda katı madde analizleri için numuneler 0,45 μm 'lik süzgeç kağıtlarından süzülerek 105 °C'de kurutulur. Süzgeç kağıdının kuru ağırlığı ve numune geçirilip kurutulmuş ağırlı ile askıda katı madde miktarı mg/L cinsinden hesaplanmış olur.

Bakiye klor analizi için; DPD Free Chlorine reagent (Hach Lange) kimyasalı kullanılarak ölçüm yapılan yerde kolorimetrik olarak ölçümü gerçekleştirilmiştir.



Fotoğraf 2.6. Tez kapsamında numune alma noktasında ölçümü yapılan bakiye klorun ölçümünü gerçekleştiren pocket colorimeter II (Hach) cihazı. (orijinal)

Oksidatif redoks potansiyeli, pH, iletkenlik ölçümleri laboratuarda bulunan sensör problemleri ile gerçekleştirilmiştir.

Klorofil-a analizi için; 500 mL örnek whatmann süzgeç kağıdından süzülür ve son 100 mL'sine 1 mL hacimde 1 g / 100 mL derişiminde magnezyum karbonat ($MgCO_3$) eklenir. Süzgeç kağıdı kuruyuncaya kadar süzülür. Süzgeç kağıdı cam tüpe koyulur ve 10 mL %90'luk Aseton çözeltisi eklenir. Daha sonra karıştırılarak 4 °C sıcaklıkta 20 saat bekletilir. Ölçümler spektrofotometrede (DR 2000, Hach-Lange) 665 nm'de, 645 nm'de ve 630 nm'de gerçekleştirilir. Klorofil-a parametresinin mg/L cinsinden değeri $11,6 \times 665nm$ değeri – $1,31 \times 645nm$ değeri – $0,14 \times 630nm$ değeri olarak hesaplanır. (Strickland ve Parsons, 1972)

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmamızda, 9 Aralık 2013 saat: 18:30 ve 11 Şubat 2014 saat: 16:30 olmak üzere iki adet anlık numune, dört adet yeraltı suyu kaynağının birleşerek tek hatla geldiği Ege üniversitesi kullanma suyu depolama ve pompa istasyonundan alınmıştır. Alınan numunelerde kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik olmak üzere toplam seksen üç parametrenin ölçümü gerçekleştirilmiştir. Buna göre;

Temel parametre analizleri; sıcaklık, bulanıklık, çözünmüş oksijen, pH, iletkenlik, oksidatif redoks potansiyeli, toplam organik karbon, bakiye klor, toplam sertlik, alkalinite, Klorür, renk, askıda katı madde, Klorofil-a, UV (254 nm) şeklindedir. Mikrobiyolojik ölçüm parametreleri; toplam koliform sayımı ve *Escherichia coli* şeklindedir.

GC (Agilent 6890 N) – MSD (Agilent 5973 inert MSD) (GC-MSD) ile ölçümleri gerçekleştirilen polisiklik aromatik hidrokarbonlar ise; Naphthalene-d8, Naphthelene, Acenaphthene-d10, Acenaphthylene, Acenaphthene, Phenanthrene-d10, Fluorene, Phenanthrene, Anthracene, Carbazole, Fluoranthene, Pyrene, Chrysene-d12, Benz (a) anthracene, Chrysene, Perylene-d12, Benzo (b) fluoranthene, Benzo (k) fluoranthene, Benzo (a) pyrene, Dibenz (a,h) anthracene, Benzo (g,h,i) perylene şeklindedir.

GC (Agilent 6890 N) – MSD (Agilent 5973 inert MSD) (GC-MSD) ile ölçümleri gerçekleştirilen pestisid parametreleri; a-HCH, b-HCH, g-HCH, d-HCH, Heptachlor, Aldrin, Chlorpyrifos, Heptachlorepoxide, g-CHL, a-CHL, t-Nonachlor, Dieldrin, p-p'-DDE, Endrin, Endosulfan II, p-p'-DDD, c-Nonachlor, Endrin aldehyde, Endosulfan sulfate, p-p'-DDT, Endrin ketone, Methoxychlor şeklindedir.

İyon çiftleştirmeli plazma kromatografisi – optik emisyon dedektörü (ICP-OES) cihazıyla yapılan element analizleri parametreleri; Alüminyum, Baryum, Kalsiyum, Kadmiyum, Kobalt, Krom, Bakır, Demir, Potasyum, Magnezyum, Mangan, Sodyum, Nikel, Kurşun, Silisyum, Kalay, Vanadyum, Çinko, Arsenik, Antimon, Civa, Selenyum şeklindedir. Elde edilen sonuçlar çizelge 3.1'de ortalamaları, standart sapmaları ve rölatif standart sapmalarıyla beraber gösterilmiştir.

3.1. Analiz Sonuçları

Çizelge 3.1. Tez kapsamında alınan numunelerin analiz sonuçları ve istatistiksel değerler.

			09.12.2013 Saat: 18:30	11.02.1014 Saat: 16:30				
			Numune No: 1	Numune No:2	Ortalama	Std. Sapma	% RSD	
TEMEL	1	Sıcaklık	°C	18	15	16,50	2,12	12,86
	2	Bulanıklık	NTU	0,42	0,28	0,35	0,10	28,28
	3	pH	pH	7,24	7,18	7,21	0,04	0,59
	4	İletkenlik	µS / cm	733	740	736,50	4,95	0,67
	5	Oksidatif Redoks Potansiyeli	mV	380,5	563	471,75	129,05	27,35
	6	Toplam Organik Karbon	mg / L	0,41	0,5	0,46	0,06	13,99
	7	Bakiye Klor	mg / L	0	0	0,00	0,00	-
	8	Toplam Sertlik	Fr	30	11,7	20,85	12,94	62,06
	9	Alkalinite	mg CaCO3 / L	340	270	305,00	49,50	16,23
	10	Klorür	mg / L	55,5	58	56,75*	1,77*	3,12
	11	Renk	Pt - Co	1	0	0,50	0,71	141,42
	12	Askıda Katı Madde	mg / L	0,3	0,7	0,50	0,28	56,57
	13	Klorofil-a	mg / L	0	0	0,00	0,00	-
	14	UV (254 nm)	1 / cm	0,009	0,006	0,01	0,00	28,28
	15	Toplam Koliform	Ad / 100 mL	60	18	39**	29,70	76,15
	16	E.coli	Ad / 100 mL	1	0	1**	0,71	141,42
AĞIR METAL	17	Al	µg / L	99,8	118,2	109,02	12,99	11,91
	18	Ba	µg / L	280,1	233,8	256,96	32,76	12,75
	19	Ca	µg / L	116078	105400	110739,02	7550,52	6,82
	20	Cd	µg / L	0,40	0,56	0,48	0,12	24,62
	21	Co	µg / L	1,05	0,23	0,64	0,58	90,54
	22	Cr	µg / L	2,53	0,74	1,63	1,27	77,55
	23	Cu	µg / L	t.e.	1,29	1,29	-	-
	24	Fe	µg / L	t.e.	2,30	2,30	-	-
	25	K	µg / L	1247	1272	1259,49	17,68	1,40
	26	Mg	µg / L	13536	12880	13208,19	464,13	3,51

PAH & PESTISIT	27	Mn	µg / L	0,56	0,89	0,72	0,23	32,41
	28	Na	µg / L	19996	17480	18738,06	1779,17	9,49
	29	Ni	µg / L	3,90	0,98	2,44	2,07	84,79
	30	Pb	µg / L	t.e.	6,84	6,84	-	-
	31	Si	µg / L	9460	8907	9183,58	391,14	4,26
	32	Sn	µg / L	14,84	15,38	15,11	0,38	2,51
	33	V	µg / L	2,30	2,32	2,31	0,02	0,73
	34	Zn	µg / L	34,19	49,49	41,84	10,82	25,85
	35	As	µg / L	14,42	7,00	10,71**	5,25	48,99
	36	Sb	µg / L	2,57	1,11	1,84	1,04	56,20
	37	Hg	µg / L	t.e.	0,40	0,40*	-	-
	38	Se	µg / L	0,13	0,59	0,36	0,33	91,97
	39	Naphthalene-d8	µg / L	0,004	0,002	0,00	0,00	47,14
	40	Naphthalene	µg / L	0,689	0,334	0,51	0,25	49,08
	41	Acenaphthene-d10	µg / L	0,002	0,001	0,00	0,00	47,14
	42	Acenaphthylene	µg / L	0,069	0,038	0,05	0,02	40,97
	43	Acenaphthene	µg / L	0,037	0,021	0,03	0,01	39,01
	44	Phenanthrene-d10	µg / L	0,003	0,001	0,00	0,00	70,71
	45	Fluorene	µg / L	0,114	0,064	0,09	0,04	39,73
	46	Phenanthrene	µg / L	0,399	0,228	0,31	0,12	38,57
	47	Anthracene	µg / L	0,018	0,008	0,01	0,01	54,39
	48	Carbazole	µg / L	0,003	0,001	0,00	0,00	70,71
	49	Fluoranthene	µg / L	0,046	0,026	0,04	0,01	39,28
	50	Pyrene	µg / L	0,033	0,018	0,03	0,01	41,59
	51	Chrysene-d12	µg / L	0,002	0,001	0,00	0,00	47,14
	52	Benz(a)anthracene	µg / L	0,002	0,001	0,00	0,00	47,14
	53	Chrysene	µg / L	0,004	0,002	0,00	0,00	47,14
	54	Perylene-d12	µg / L	0,002	0,001	0,00	0,00	47,14
	55	Benzo(b)fluoranthene	µg / L	0,001	0,000	0,00	0,00	141,42
	56	Benzo(k)fluoranthene	µg / L	0,000	0,000	0,00	0,00	-
	57	Benzo(a)pyrene	µg / L	0,002	0,001	0,00	0,00	47,14
	58	Indeno(1,2,3-cd)pyrene	µg / L	0,001	0,000	0,00	0,00	141,42
	59	Dibenz(a,h)anthracene	µg / L	0,000	0,000	0,00	0,00	-
	60	Benzo(g,h,i)perylene	µg / L	0,001	0,000	0,00	0,00	141,42
	61	a-HCH	µg / L	N.D.	N.D.	-	-	-
	62	b-HCH	µg / L	N.D.	N.D.	-	-	-

63	g-HCH	µg / L	N.D.	N.D.	-	-	-
64	d-HCH	µg / L	N.D.	N.D.	-	-	-
65	Heptachlor	µg / L	2,97	1,27	2,12	1,20	56,70
66	Aldrin	µg / L	N.D.	N.D.	-	-	-
67	Chlorpyrifos	µg / L	2,41	4,36	3,39	1,38	40,73
68	Heptachlorepo- xide	µg / L	0,38	0,37	0,38	0,01	1,89
69	g-CHL	µg / L	0,26	0,31	0,29	0,04	12,41
70	Endosulfan I	µg / L	N.D.	N.D.	-	-	-
71	a-CHL	µg / L	0,47	0,2	0,34	0,19	56,99
72	t-Nonachlor	µg / L	N.D.	N.D.	-	-	-
73	Dieldrin	µg / L	N.D.	N.D.	-	-	-
74	p-p'-DDE	µg / L	0,39	0,62	0,51	0,16	32,20
75	Endrin	µg / L	N.D.	N.D.	-	-	-
76	Endosulfan II	µg / L	N.D.	N.D.	-	-	-
77	p-p'-DDD	µg / L	N.D.	N.D.	-	-	-
78	c-Nonachlor	µg / L	N.D.	N.D.	-	-	-
79	Endrin aldehyde	µg / L	N.D.	N.D.	-	-	-
80	Endosulfan sulfate	µg / L	N.D.	N.D.	-	-	-
81	p-p'-DDT	µg / L	0,58	0,58	0,58	0,00	0,00
82	Endrin ketone	µg / L	N.D.	N.D.	-	-	-
83	Methoxychlor	µg / L	N.D.	N.D.	-	-	-
	Toplam Pestisit	µg / L	7,46	7,71	7,59**/**		

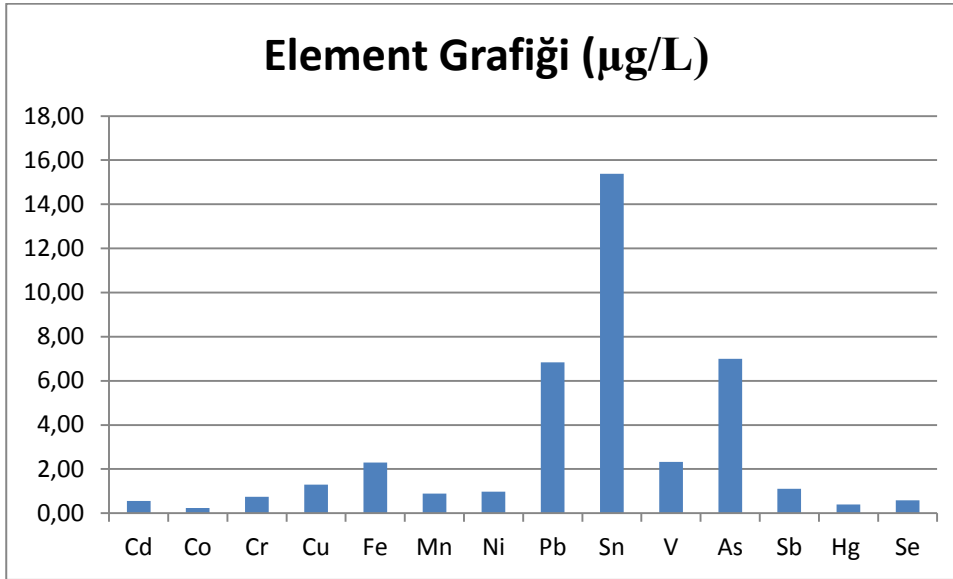
t.e.; tespit edilebilir düzeyde bulunmadı; tespit limiti altında.

N.D.: none defined; Seçilmiş iyonlar arasında bulunmadı.

*: SKKY Sınıf-2'ye dahil olan parametre

**: İTASHY limit değerlerini aşan parametre.

3.2. Element Analizleri Sonuçları ve Değerlendirmeleri

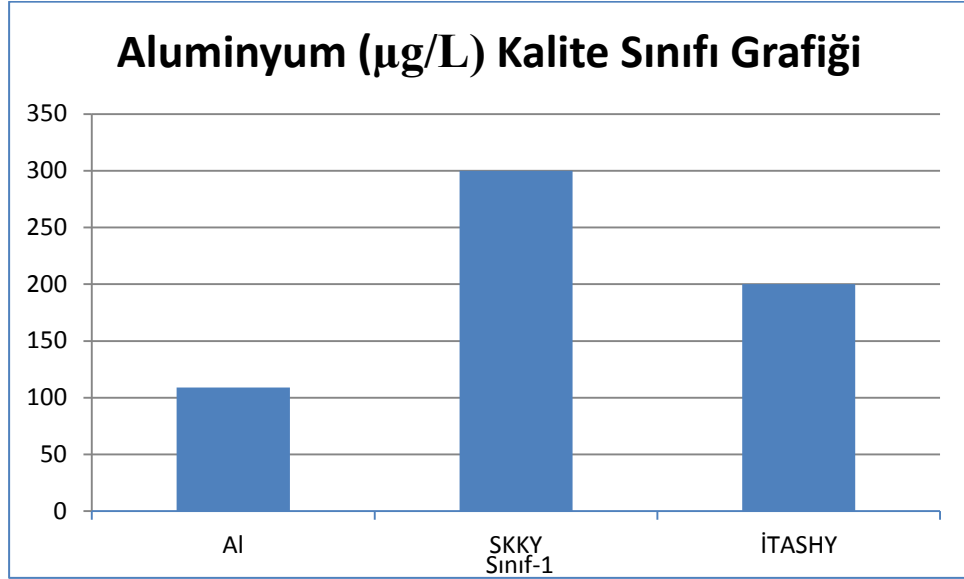


Grafik 3.1. Seçilmiş olan element analizi parametrelerinin ortalama analiz sonuçlarının (µg/L) grafiksel olarak gösterimi.

İyon çiftleştirilmeli plazma kromatografisi – optik emisyon dedektörü (ICP-OES) cihazıyla yapılan element analizleri parametreleri; Alüminyum, Baryum, Kalsiyum, Kadmiyum, Kobalt, Krom, Bakır, Demir, Potasyum, Magnezyum, Mangan, Sodyum, Nikel, Kurşun, Silisyum, Kalay, Vanadyum, Çinko, Arsenik, Antimon, Civa, Selenyum şeklindedir.

31.12.2004 tarihinde yayımlanan 25687 nolu “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” eklerinde tablo 1’de su kalite sınıfları belirtilmiştir. Bununla birlikte 17.02.2005 tarihli, 25730 sayılı “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” ek-1’inde parametreler ve parametrik değerler belirtilmiştir. Elementel analiz sonuçlarımızın kalite sınıflarını bu kapsamda değerlendireceğiz.

Buna göre, örneklemelerimizde ortalama Alüminyum değeri 109,02 µg/L’dir. SKKY’de sınıf-1 kalitesini sağlayan Alüminyum değeri 300 µg/L’dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Alüminyum değeri sınıf-1 kalite kriterine uymaktadır. İTASHY’ye göre ise limit değer 200 µg/L’dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Alüminyum değeri İTASHY’deki limit değerinin altında yer almakla bu kriteri sağlamış durumdadır.



Grafik 3.2. Aluminyum analizi ortalama değerinin (µg/L) “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” ve “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” limitleri ile karşılıklı grafiksel gösterimi.

Örneklemlerimizde ortalama Baryum değeri 256,96 µg/L’dir. SKKY’de sınıf-1 kalitesini sağlayan Baryum değeri 1000 µg/L’dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Baryum değeri sınıf-1 kalite kriterine uymaktadır. İTASHY’ye göre ise limit değer belirtilmemiştir.

Örneklemlerimizde ortalama Kadmiyum değeri 0,48 µg/L’dir. SKKY’de sınıf-1 kalitesini sağlayan Kadmiyum değeri 3,00 µg/L’dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Kadmiyum değeri sınıf-1 kalite kriterine uymaktadır. İTASHY’ye göre ise limit değer 5,00 µg/L’dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Kadmiyum değeri İTASHY’deki limit değerinin altında yer almakla bu kriteri sağlamış durumdadır.

Örneklemlerimizde ortalama Kobalt değeri 0,64 µg/L’dir. SKKY’de sınıf-1 kalitesini sağlayan Kobalt değeri 10,0 µg/L’dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Kobalt değeri sınıf-1 kalite kriterine uymaktadır. İTASHY’ye göre ise limit değeri belirtilmemiştir.

Örneklemlerimizde ortalama Krom değeri 1,63 µg/L’dir. SKKY’de sınıf-1 kalitesini sağlayan Krom değeri 20,0 µg/L’dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Krom değeri sınıf-1 kalite kriterine uymaktadır. İTASHY’ye göre ise limit değeri 50,0 µg/L’dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Krom değeri İTASHY’deki limit değerinin altında yer almakla bu kriteri sağlamış durumdadır.

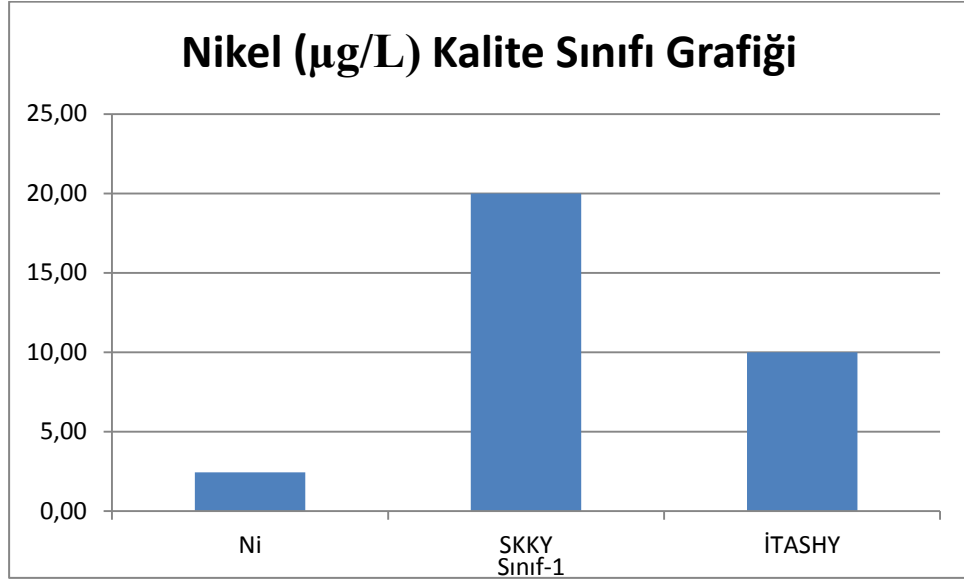
Örneklemlerimizde ortalama Bakır değeri 1,29 µg/L'dir. SKKY'de sınıf-1 kalitesini sağlayan Bakır değeri 20,0 µg/L'dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Bakır değeri sınıf-1 kalite kriterine uymaktadır. İTASHY'ye göre ise limit değer 2,00 µg/L'dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Bakır değeri İTASHY'deki limit değerinin altında yer almakla bu kriteri sağlamış durumdadır.

Örneklemlerimizde ortalama Demir değeri 2,30 µg/L'dir. SKKY'de sınıf-1 kalitesini sağlayan Demir değeri 300,0 µg/L'dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Demir değeri sınıf-1 kalite kriterine uymaktadır. İTASHY'ye göre ise limit değer 200,0 µg/L'dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Demir değeri İTASHY'deki limit değerinin altında yer almakla bu kriteri sağlamış durumdadır.

Örneklemlerimizde ortalama Mangan değeri 0,72 µg/L'dir. SKKY'de sınıf-1 kalitesini sağlayan Mangan değeri 100,0 µg/L'dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Mangan değeri sınıf-1 kalite kriterine uymaktadır. İTASHY'ye göre ise limit değer 50,0 µg/L'dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Mangan değeri İTASHY'deki limit değerinin altında yer almakla bu kriteri sağlamış durumdadır.

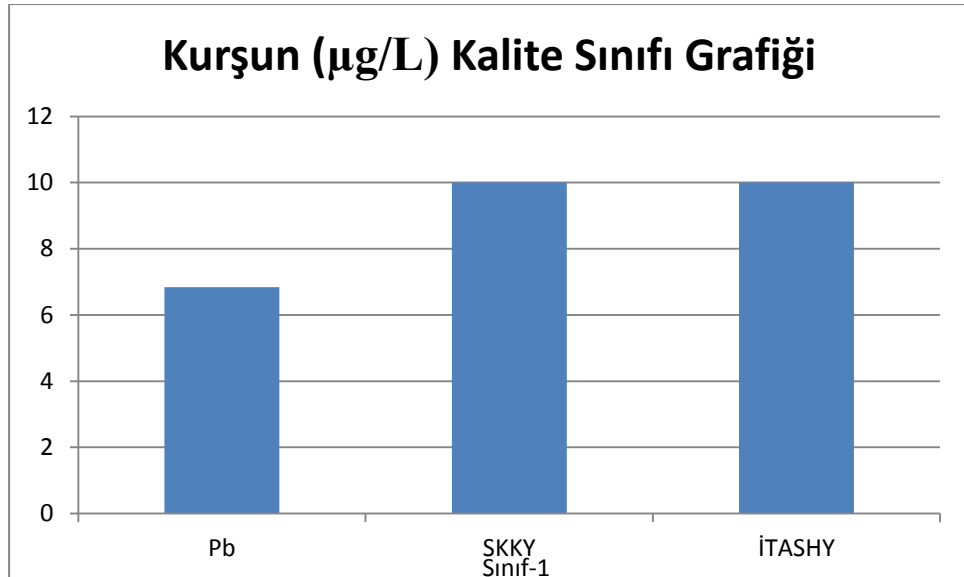
Örneklemlerimizde ortalama Sodyum değeri 18,74 mg/L'dir. SKKY'de sınıf-1 kalitesini sağlayan Sodyum değeri 125,0 mg/L'dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Sodyum değeri sınıf-1 kalite kriterine uymaktadır. İTASHY'ye göre ise limit değer 200,0 mg/L'dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Sodyum değeri İTASHY'deki limit değerinin altında yer almakla bu kriteri sağlamış durumdadır.

Örneklemlerimizde ortalama Nikel değeri 2,44 µg/L'dir. SKKY'de sınıf-1 kalitesini sağlayan Nikel değeri 20,0 µg/L'dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Nikel değeri sınıf-1 kalite kriterine uymaktadır. İTASHY'ye göre ise limit değer 10,0 µg/L'dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Nikel değeri İTASHY'deki limit değerinin altında yer almakla bu kriteri sağlamış durumdadır.



Grafik 3.3. Nikel analizi ortalama değerinin ($\mu\text{g/L}$) “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” ve “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” limitleri ile karşılıklı grafiksel gösterimi.

Örneklemlerimizde ortalama Kurşun değeri $6,84 \mu\text{g/L}$ 'dir. SKKY'de sınıf-1 kalitesini sağlayan Kurşun değeri $10,0 \mu\text{g/L}$ 'dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Kurşun değeri sınıf-1 kalite kriterine uymaktadır. İTASHY'ye göre ise limit değer $10,0 \mu\text{g/L}$ 'dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Kurşun değeri İTASHY'deki limit değerinin altında yer almakla bu kriteri sağlamış durumdadır.

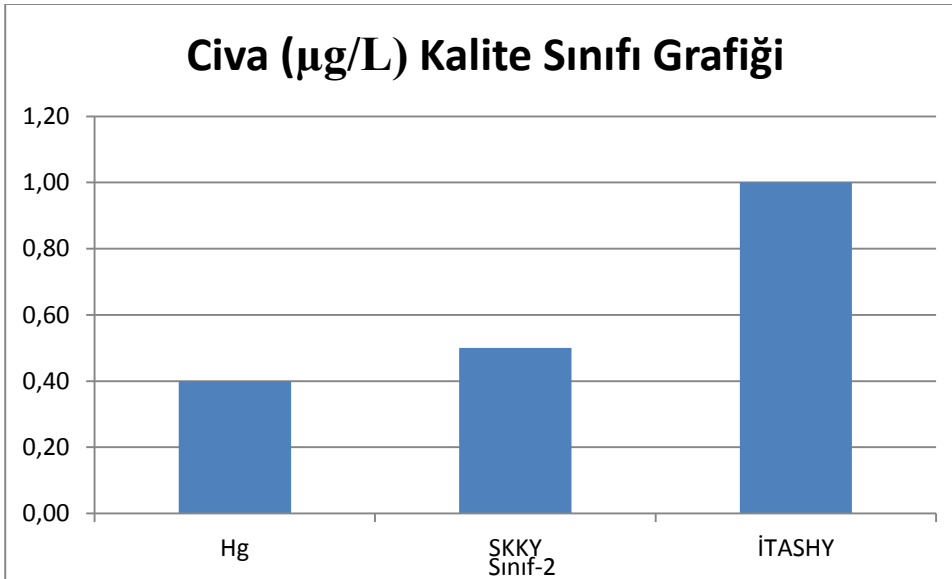


Grafik 3.4. Kurşun analizi ortalama değerinin ($\mu\text{g/L}$) “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” ve “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” limitleri ile karşılıklı grafiksel gösterimi.

Örneklemlerimizde ortalama Çinko değeri 41,84 $\mu\text{g/L}$ 'dir. SKKY'de sınıf-1 kalitesini sağlayan Çinko değeri 200,0 $\mu\text{g/L}$ 'dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Çinko değeri sınıf-1 kalite kriterine uymaktadır. İTASHY'ye göre ise limit değer belirtilmemiştir.

Örneklemlerimizde ortalama Arsenik değeri 10,71 $\mu\text{g/L}$ 'dir. SKKY'de sınıf-1 kalitesini sağlayan Arsenik değeri 20,0 $\mu\text{g/L}$ 'dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Arsenik değeri sınıf-1 kalite kriterine uymaktadır. İTASHY'ye göre ise limit değer 10,0 $\mu\text{g/L}$ 'dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Arsenik değeri İTASHY'deki limit değerinin üstünde yer almakla bu kriteri sağlayamamış durumdadır.

Örneklemlerimizde ortalama Civa değeri 0,40 $\mu\text{g/L}$ 'dir. SKKY'de sınıf-2 kalitesini sağlayan Civa değeri 0,50 $\mu\text{g/L}$ 'dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Civa değeri sınıf-2 kalite kriterine uymaktadır. İTASHY'ye göre ise limit değer 1,00 $\mu\text{g/L}$ 'dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Civa değeri İTASHY'deki limit değerinin altında yer almakla bu kriteri sağlamış durumdadır.



Grafik 3.5. Civa analizi ortalama değerinin ($\mu\text{g/L}$) “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” ve “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” limitleri ile karşılıklı grafiksel gösterimi.

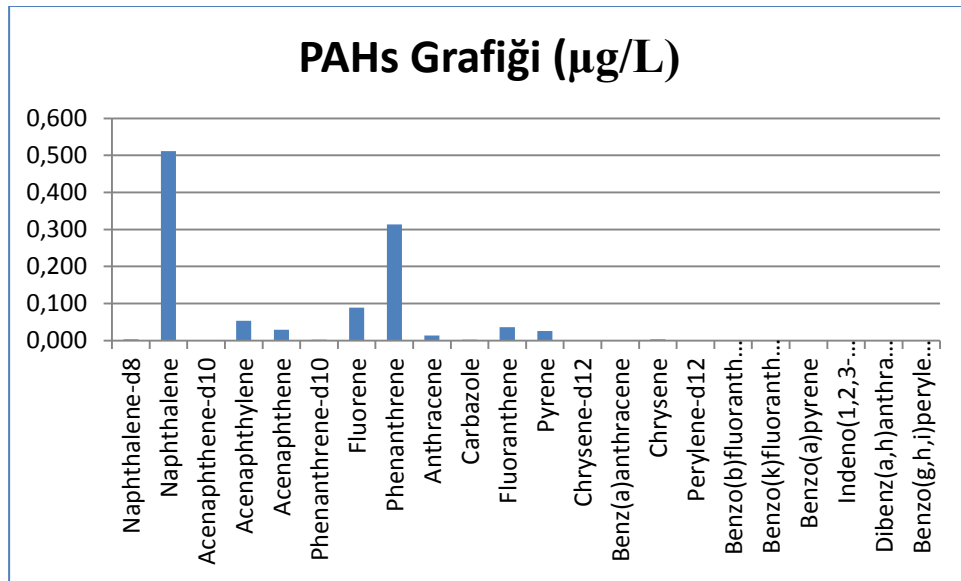
Örneklemlerimizde ortalama Selenyum değeri 0,36 $\mu\text{g/L}$ 'dir. SKKY'de sınıf-1 kalitesini sağlayan Selenyum değeri 10,0 $\mu\text{g/L}$ 'dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Selenyum değeri sınıf-1 kalite kriterine uymaktadır. İTASHY'ye

göre ise limit değeri 10,0 µg/L'dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Selenyum değeri İTASHY'deki limit değerinin altında yer almakla bu kriteri sağlamış durumdadır.

3.3. Polisiklik Aromatik Hidrokarbonların Analiz Sonuçları ve Değerlendirmeleri

GC (Agilent 6890 N) – MSD (Agilent 5973 inert MSD) (GC-MSD) ile ölçümleri gerçekleştirilen polisiklik aromatik hidrokarbonlar ise; Naphthalene-d8, Naphthalene, Acenaphthene-d10, Acenaphthylene, Acenaphthene, Phenanthrene-d10, Fluorene, Phenanthrene, Anthracene, Carbazole, Fluoranthene, Pyrene, Chrysene-d12, Benz (a) anthracene, Chrysene, Perylene-d12, Benzo (b) fluoranthene, Benzo (k) fluoranthene, Benzo (a) pyrene, Dibenz (a,h) anthracene, Benzo (g,h,i) perylene şeklindedir.

17.02.2005 tarihli, 25730 sayılı “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” ek-1’inde parametreler ve parametrik değerler belirtilmiştir. PAHların analiz sonuçlarının kalite sınıflarını bu kapsamda değerlendireceğiz.



Grafik 3.6. PAHların analizleri ortalama sonuçlarının (µg/L) grafiksel olarak gösterimi.

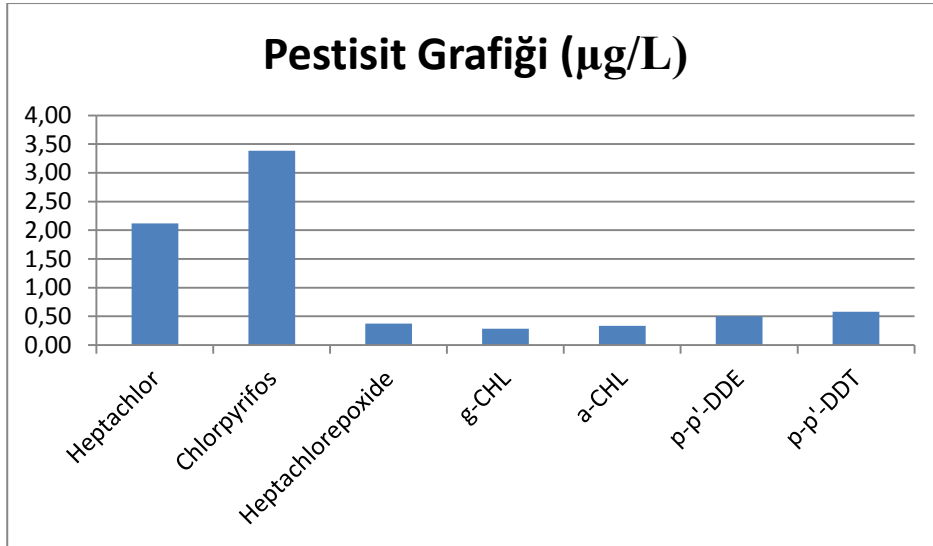
17.02.2005 tarihli, 25730 sayılı “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” ek-1’inde parametreler ve parametrik değerlerde toplam PAHların limit değeri 0,10 µg/L olarak belirtilmiştir. Söz konusu yönetmeliğin Not:9 bölümünde belli bileşikler olarak, Benzo (b) floranten, Benzo (k) floranten, Benzo (ghi) perilen, Indeno (1, 2, 3 – cd) piren belirtilmiştir.

Örneklerimizde, Benzo (b) floranten anliz sonucu 0,001 µg/L, Benzo (k) floranten sonucu 0,000 µg/L, Benzo (ghi) perilen sonucu 0,001 µg/L, Indeno (1, 2, 3 – cd) piren sonucu 0,001 µg/L olarak ölçülmüştür. Buna göre toplam PAHların değeri 0,003 µg/L’dir. İTASHY limit değerlerinin altında yer alan PAHların değerleri limit değerlerini sağlamaktadır.

3.4. Pestisit Analiz Sonuçları ve Değerlendirmeleri

GC (Agilent 6890 N) – MSD (Agilent 5973 inert MSD) (GC-MSD) ile ölçümleri gerçekleştirilen pestisid parametreleri; a-HCH, b-HCH, g-HCH, d-HCH, Heptachlor, Aldrin, Chlorpyrifos, Heptachlorepoxyde, g-CHL, a-CHL, t-Nonachlor, Dieldrin, p-p’-DDE, Endrin, Endosulfan II, p-p’-DDD, c-Nonachlor, Endrin aldehyde, Endosulfan sulfate, p-p’-DDT, Endrin ketone, Methoxychlor şeklindedir.

31.12.2004 tarihinde yayımlanan 25687 nolu “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” eklerinde tablo 1’de su kalite sınıfları belirtilmiştir. Bununla birlikte 17.02.2005 tarihli, 25730 sayılı “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” ek-1’inde parametreler ve parametrik değerler belirtilmiştir. Pestisid analiz sonuçlarımızın kalite sınıflarını bu kapsamda değerlendireceğiz.

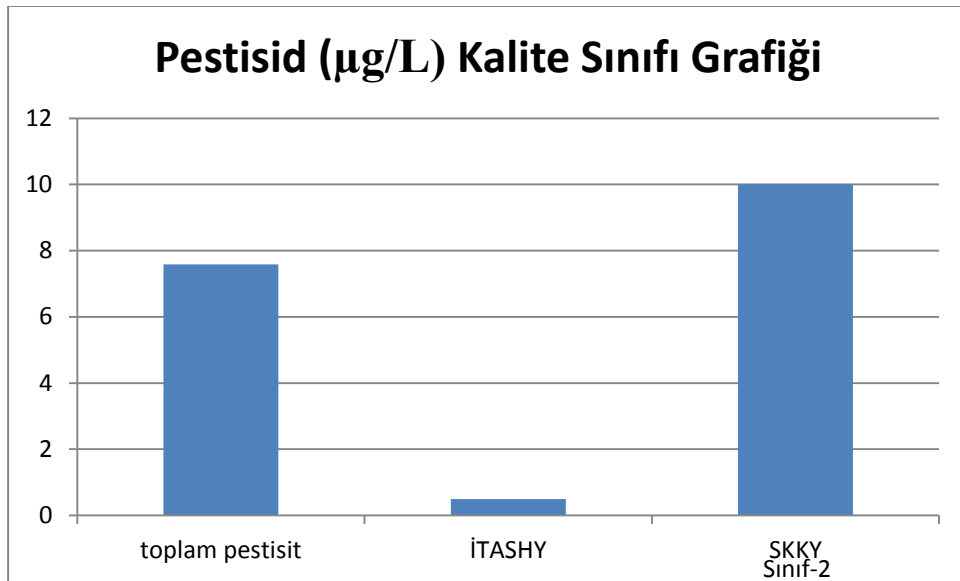


Grafik 3.7. Seçilmiş olan pestisit parametrelerinin ortalama analiz sonuçlarının (µg/L) grafiksel olarak gösterimi.

Toplamış olduğumuz numunelerimizde elde edilen pestisidlerin analiz sonuçları; Heptachlor 2,12 µg/L , Chlorpyrifos 3,39 µg/L, Heptachlorepoxide 0,38 µg/L, a-CHL 0,34 µg/L, g-CHL 0,29 µg/L p-p'-DDE 0,51 µg/L, p-p'-DDT 0,58 µg/L şeklindedir. Tespit edilen toplam pestisid değerimiz ise 7,59 µg/L'dir.

Buna göre İTASHY'ye göre toplam pestisid sınır değeri 0,50 µg/L'dir. İTASHY Not 8: "Toplam pestisitler" izleme süreci içinde tespit edilen ve sayılan her bir pestisitinin toplamını ifade eder. Tezimize konu olan yeraltı suyunun toplam pestisid sınırını aştığı görülmektedir.

SKKY'de ise toplam pestisid kalite sınıf 1 için 0,001 mg/L, kalite sınıf 2 için 0,01 mg/L, kalite sınıf 3 için 0,1 mg/L, kalite sınıf 4 için > 0,1 mg/L olarak belirtilmiştir. Numunelerimize ait ortalama toplam pestisid değerimiz 0,008 mg/L olmakla beraber SKKY'de belirlenen yeraltı suyu kalite sınıflarında kalite sınıfı 2'yi karşılamaktadır.



Grafik 3.8. Toplam Pestisid analizi ortalama değerinin (µg/L) "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği" ve "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" limitleri ile karşılıklı grafiksel gösterimi.

3.5. Mikrobiyoloji Analiz Sonuçları ve Değerlendirmeleri

Mikrobiyolojik ölçüm parametreleri; toplam koliform sayımı ve Escherichia coli şeklindedir.

31.12.2004 tarihinde yayımlanan 25687 nolu “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” eklerinde tablo 1’de su kalite sınıfları belirtilmiştir. Bununla birlikte 17.02.2005 tarihli, 25730 sayılı “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” ek-1’inde parametreler ve parametrik değerler belirtilmiştir. Mikrobiyoloji analiz sonuçlarımızın kalite sınıflarını bu kapsamda değerlendireceğiz.

Topladığımız numunelerde gerçekleştirilen mikrobiyolojik analizler; toplam koliform ve *E. coli* dir. Buna göre elde edilen ortalama değerler toplam koliform için 39 Ad./100 mL, *E. coli* için 1 Ad/100 mL’dir.

SKKY’de sınıf 1 için belirlenen değerler, Toplam koliform için 100 Ad./100 mL, fekal koliform için ise 10 Ad./100 mL’dir. Buna göre yer altı suyumuzun mikrobiyolojik açıdan kalite sınıfı 1 denebilir. İTASHY’de belirtilen sınır değerler ise hem toplam koliform için hem de *E. coli* için 0 Ad./100 mL’dir. Topladığımız numunelerde gerçekleştirdiğimiz mikrobiyolojik değerler İTASHY’deki sınır değerleri karşılamamaktadır.

3.6. Temel Parametreler Analiz Sonuçları ve Değerlendirmeleri

Temel parametre analizleri; sıcaklık, bulanıklık, çözünmüş oksijen, pH, iletkenlik, oksidatif redoks potansiyeli, toplam organik karbon, bakiye klor, toplam sertlik, alkalinite, Klorür, renk, askıda katı madde, Klorofil-a, UV (254 nm) şeklindedir.

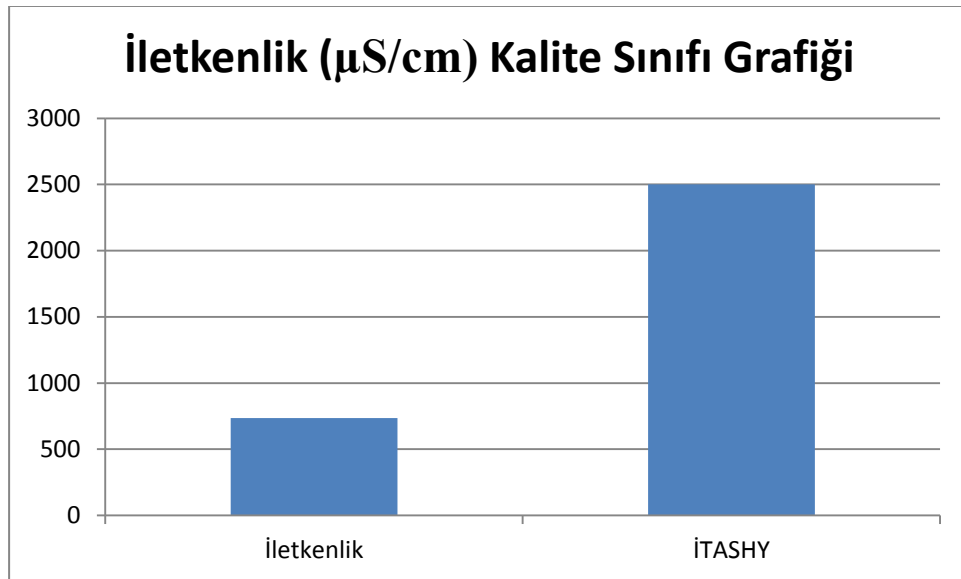
31.12.2004 tarihinde yayımlanan 25687 nolu “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” eklerinde tablo 1’de su kalite sınıfları belirtilmiştir. Bununla birlikte 17.02.2005 tarihli, 25730 sayılı “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” ek-1’inde parametreler ve parametrik değerler belirtilmiştir. Temel parametreler analiz sonuçlarımızın kalite sınıflarını bu kapsamda değerlendireceğiz.

Örneklemelerimizde ortalama Sıcaklık değeri 16,5 °C’dir. SKKY’de sınıf-1 kalitesini sağlayan Sıcaklık değeri 25,0 °C’dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Sıcaklık değeri sınıf-1 kalite kriterine uymaktadır. İTASHY’ye göre ise limit değeri belirtilmemiştir.

Örneklemlerimizde ortalama Bulanıklık değeri 0,35 NTU'dur. SKKY'de bulanıklık değeri belirtilmemiştir. İTASHY'ye göre ise limit değer 1,0 NTU'dur. Yeraltı suyu kaynağımızın bulanıklık değeri İTASHY'deki limit değerinin altında yer almakla bu kriteri sağlamış durumdadır.

Örneklemlerimizde ortalama pH değeri 7,21'dir. SKKY'de sınıf-1 kalitesini sağlayan pH değeri 6,5 – 8,5'dur. Yeraltı suyu kaynağımızın pH değeri sınıf-1 kalite kriterine uymaktadır. İTASHY'ye göre ise limit değer 6,5 – 9,5'dur. Yeraltı suyu kaynağımızın pH değeri İTASHY'deki limit değerinin altında yer almakla bu kriteri sağlamış durumdadır.

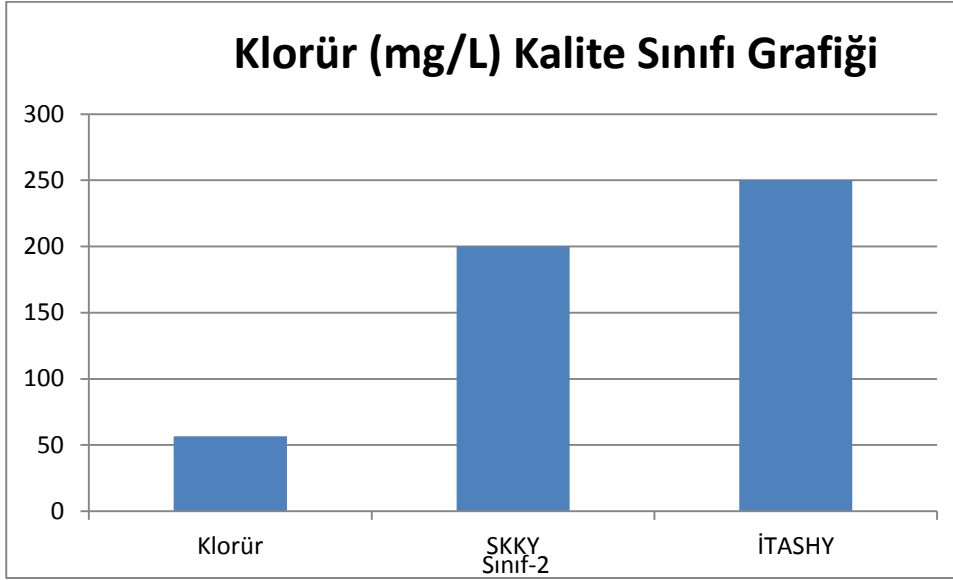
Örneklemlerimizde ortalama iletkenlik değeri 736,50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir. SKKY'de iletkenlik değeri belirtilmemiştir. İTASHY'ye göre ise limit değer 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir. Yeraltı suyu kaynağımızın iletkenlik değeri İTASHY'deki limit değerinin altında yer almakla bu kriteri sağlamış durumdadır.



Grafik 3.9. İletkenlik analizi ortalama değerinin ($\mu\text{S}/\text{cm}$) “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” limitleri ile karşılıklı grafiksel gösterimi.

Örneklemlerimizde ortalama toplam organik Karbon değeri 0,46 mg/L'dir. SKKY'de sınıf-1 kalitesini sağlayan TOC değeri 5,0 mg/L'dir. Yeraltı suyu kaynağımızın TOC değeri sınıf-1 kalite kriterine uymaktadır. İTASHY'ye göre ise limit değer “anormal bir değişim yok” şeklinde açıklanmıştır. Yeraltı suyu kaynağımızın TOC değerleri standart sapması 0,06 olmakla birlikte İTASHY'deki limit değeri sağlamış durumdadır.

Örneklemlerimizde ortalama Klorür değeri 56,75 mg/L'dir. SKKY'de sınıf-2 kalitesini sağlayan Klorür değeri 200,0 mg/L'dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Klorür değeri sınıf-2 kalite kriterine uymaktadır. İTASHY'ye göre ise limit değer 250,0 mg/L'dir. Yeraltı suyu kaynağımızın Klorür değeri İTASHY'deki limit değerinin altında yer almakla bu kriteri sağlamış durumdadır.



Grafik 3.10. Klorür analizi ortalama değerinin (mg/L) “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” ve “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” limitleri ile karşılıklı grafiksel gösterimi.

Örneklemlerimizde ortalama renk değeri 0,50 Pt-Co'dur. SKKY'de sınıf-1 kalitesini sağlayan renk değeri 5,0 Pt-Co'dur. Yeraltı suyu kaynağımızın renk değeri sınıf-1 kalite kriterine uymaktadır. İTASHY'ye göre ise limit değer “anormal bir değişim yok” şeklinde açıklanmıştır. Yeraltı suyu kaynağımızın renk değerleri standart sapması 0,71 olmakla birlikte İTASHY'deki limit değeri sağlamış durumdadır.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Genel değerlendirme başlığı altında tezimizde gerçekleştirilen mikrobiyoloji, PAHlar, pestisid, element ve temel parametreler analiz sonuçları yeraltı suyunun kalite sınıfı olarak ve içme suyu sınır değerleri kapsamında değerlendirilmiş ve sınır değerleri aşan parametreler için çözüm önerileri verilmeye çalışılmıştır. Benzer çalışmalarla da kıyas yapılarak Ege Üniversitesi yeraltı suyu kaynağının kalitesi açıklanmaya çalışılmıştır.

Grafik 4.1’de de gösterildiği üzere element analizlerinde, Arsenik 10,79 µg/L miktarında olmakla birlikte İTASHY’de belirtilen Arsenik hakkındaki sınır değer olan 10 µg/L’den yüksek durumdadır. Bununla birlikte Arsenik değeri, SKKY’de 20 µg/L olan sınırı aşmadığı için YAS 1 kalite grubuna girmektedir.

Brahman et al., 2011’de Tharparkar’da yaptıkları çalışmalarda 10 örneklemede toplam Arsenik değerleri sırasıyla, 2,09, 1,56, 2,15, 2,58, 1,32, 1,90, 0,117, 0,233, 0,875, 0,467, 0,158, 0,233 mg/L düzeyindedir. Dünya Sağlık Örgütü’nün (WHO) belirlediği sınır değer olan 0,01 mg/L değerini aştığı bu çalışmada da görülmektedir.

Bölgenin jeolojik yapısına ve hava şartlarına bağlı olan yeraltı su kaynakları parametre değerleri yağış miktarına göre artıp azalabilmektedir. Ayrıca arsenik değeri üzerinde tarımsal çalışmaların ve pestisid kullanımının da etkisi mevcuttur (J. Iqbal et al., 2007). Arsenik miktarının sınır değerlerden yüksek çıkması çözüm odaklı bakıldığında arıtma işlemi gerektiren bir sürece işaret etmektedir.

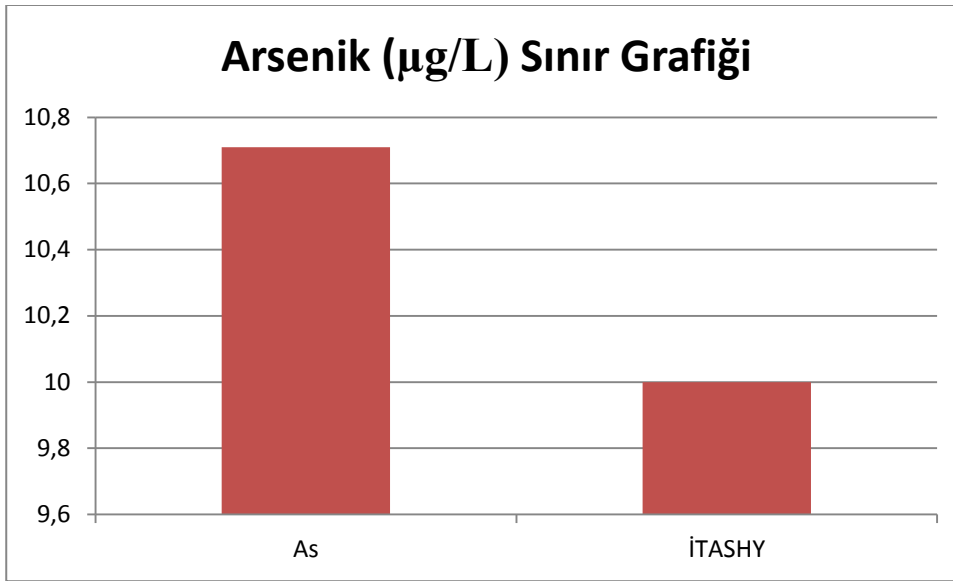
USEPA tarafından 1999 yılında yayınlanan rapora göre arsenik giderimi için uygun metotlar ve giderim yüzdeleri Çizelge 4.1’de görülmektedir (Caniyılmaz, 2005).

Çizelge 4.1. farklı arıtma teknolojilerinin Arsenik giderim verilerinin kıyaslanması.

Arıtma Teknolojileri	Maksimum Giderim %
Koagülasyon / Filtrasyon	95
Kireçle Yumuşatma	90
Aktif Alumina	95
İyon Değişimi	95
Ters Ozmoz	>95
Ters Elektrodializ	85
Oksidasyon Filtrasyon	80

Civa değeri 0,40 $\mu\text{g/L}$ 'dir. SKKY'de sınıf-2 kalitesini sağlayan Civa sınır değeri 0,50 $\mu\text{g/L}$ 'dir. Yeraltı suyu kaynağının Civa değeri sınıf-2 kalite kriterine uymaktadır. Yeraltı su kaynağının sanayi bölgesinde yer almaması göz önüne alındığında muhtemel kontaminasyon kaynağının zirai ilaç kullanımı olduğu düşünülebilir. Civa içeren pestisitler 1969 yılında ABD'de yasaklanmasına rağmen halen gelişmekte olan ülkelerde kullanılmaktadır. Zirai ilaçlama gerçekleştirilirken içerik olarak Civa içermeyen malzemelerin kullanılması kontaminasyonu engelleyecek bir çözüm önerisi olabildiği gibi çalışmamızı gerçekleştirdiğimiz alanda kullanılan pestisitlerin içeriklerinin incelenmesi Civa kirliliğine ışık tutabileceği öngörülebilir.

Tez kapsamında Civa ve Arsenik dışında analizi gerçekleştirilen Alüminyum, Baryum, Kalsiyum, Kadmiyum, Kobalt, Krom, Bakır, Demir, Potasyum, Magnezyum, Mangan, Sodyum, Nikel, Kurşun, Silisyum, Kalay, Vanadyum, Çinko, Antimon, Selenyum elementlerinin değerleri SKKY'ye göre sınıf 1 kriterlerini ve/veya İTASHY'e göre de içme suyu sınırlarını sağlamaktadır.



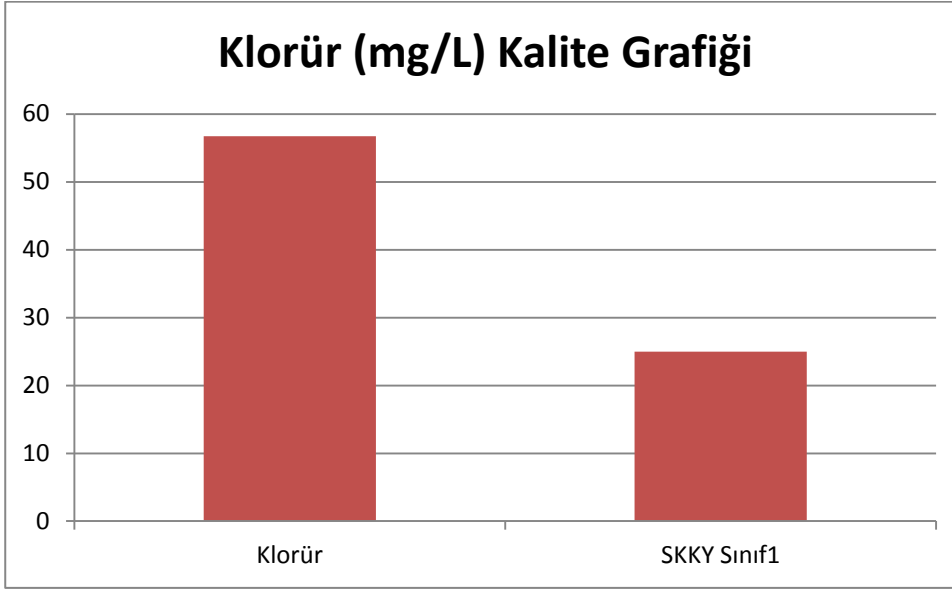
Grafik 4.1. Toplanan numunelerdeki ortalama Arsenik değerinin ($\mu\text{g/L}$) İTASHY'de belirtilen sınır değeri aştığını gösteren grafik.

Tez kapsamında temel parametreler olarak sıcaklık, bulanıklık, çözünmüş oksijen, pH, iletkenlik, oksidatif redoks potansiyeli, toplam organik karbon, bakiye klor, toplam sertlik, alkalinite, Klorür, renk, askıda katı madde, Klorofil-a, UV (254 nm) analizleri gerçekleştirilmiştir. Klorür değeri 56,75 mg/L 'dir. SKKY'de sınıf-2 kalitesini sağlayan Klorür sınır değeri 200,0 mg/L 'dir. Yeraltı

suyu kaynağının Klorür değeri sınıf-2 kalite kriterine uymaktadır. Klorür doğada yaygın bir biçimde sodyum klorür, potasyum klorür veya kalsiyum klorür tuzları biçiminde yer alır. Sodyum Klorür kullanımı daha çok kostik soda, klor, sodyum klorit, sodyum hipoklorit üretiminde kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra sodyum klorür, kalsiyum klorür ve magnezyum klorür kar ve buzlanma kontrolünde kullanılmaktadır. Potasyum klorür ise gübre üretiminde yaygın olarak kullanılan bileşiktir. Yeraltı su kaynaklarında bulunan klorür kaynakları olarak doğal yollarla oluşmuş tuzlar olabileceği gibi özellikle çalışma alanımızdaki tarımsal faaliyetlerde kullanılan inorganik gübrelerin de olabileceği düşünülmelidir (WHO, 1996). Çözüm önerisi olarak, tarım arazilerinde inorganik gübre yerine organik gübrelerin tercih edilmesi veya tarımsal faaliyet için farklı bir alandan sahaya getirilen toprağın klorür içeriğinin düşük olmasına dikkat edilmesi düşünülebilir. Klorür dışındaki temel parametreler analiz bileşenleri SKKY'ye göre sınıf 1 kriterlerini ve/veya İTASHY'e göre de içme suyu sınırlarını sağlamaktadır.

17.02.2005 tarihli, 25730 sayılı “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” ek-1’inde parametreler ve parametrik değerlerde toplam PAHlar limit değeri 0,10 µg/L olarak belirtilmiştir. Söz konusu yönetmeliğin Not:9 bölümünde belli bileşikler olarak, Benzo (b) floranten, Benzo (k) floranten, Benzo (ghi) perilen, Indeno (1, 2, 3 – cd) piren belirtilmiştir.

Örneklerimizde, Benzo (b) floranten analiz sonucu 0,001 µg/L, Benzo (k) floranten sonucu 0,000 µg/L, Benzo (ghi) perilen sonucu 0,001 µg/L, Indeno (1, 2, 3 – cd) piren sonucu 0,001 µg/L olarak ölçülmüştür. Buna göre toplam PAHlar değeri 0,003 µg/L’dir. İTASHY limit değerlerinin altında yer alan PAHların değerleri içme suyu limit değerlerini sağlamaktadır.



Grafik 4.2. Toplanan numunelerdeki ortalama Klorür değerinin (mg/L) SKKY’de belirtilen sınıf 1 kalite değerini aştığını gösteren grafik.

17.02.2005 tarihli, 25730 sayılı “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” ek-1’inde parametreler ve parametrik değerlerde toplam PAHların limit değeri 0,10 $\mu\text{g/L}$ olarak belirtilmiştir. Söz konusu yönetmeliğin Not:9 bölümünde belli bileşikler olarak, Benzo (b) floranten, Benzo (k) floranten, Benzo (ghi) perilen, Indeno (1, 2, 3 – cd) piren belirtilmiştir.

Örneklerimizde, Benzo (b) floranten analiz sonucu 0,001 $\mu\text{g/L}$, Benzo (k) floranten sonucu 0,000 $\mu\text{g/L}$, Benzo (ghi) perilen sonucu 0,001 $\mu\text{g/L}$, Indeno (1, 2, 3 – cd) piren sonucu 0,001 $\mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür. Buna göre toplam PAHların değeri 0,003 $\mu\text{g/L}$ ’dir. İTASHY limit değerlerinin altında yer alan PAHların değerleri limit değerlerini sağlamaktadır.

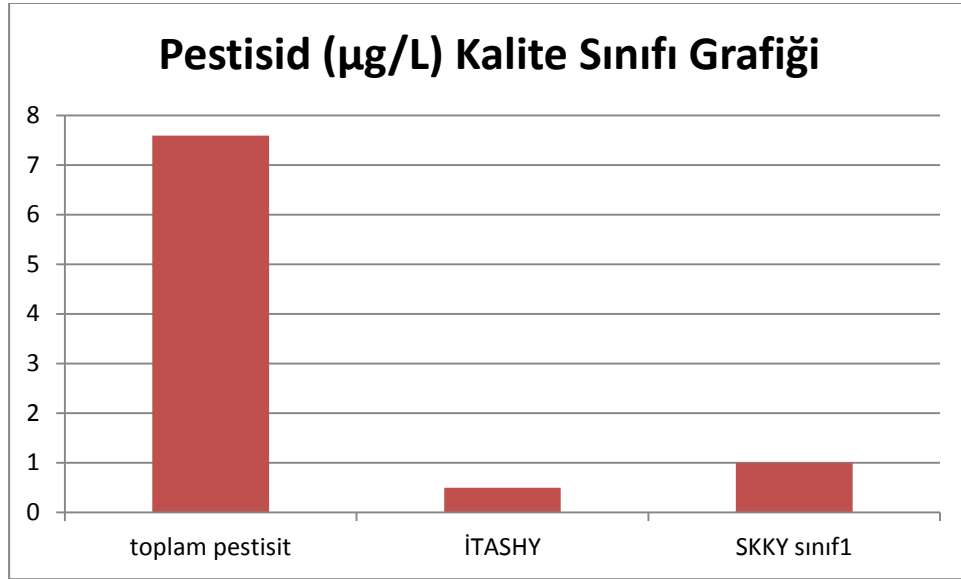
GC (Agilent 6890 N) – MSD (Agilent 5973 inert MSD) (GC-MSD) ile ölçümleri gerçekleştirilen pestisid parametreleri; a-HCH, b-HCH, g-HCH, d-HCH, Heptachlor, Aldrin, Chlorpyrifos, Heptachlorepoxyde, g-CHL, a-CHL, t-Nonachlor, Dieldrin, p-p’-DDE, Endrin, Endosulfan II, p-p’-DDD, c-Nonachlor, Endrin aldehyde, Endosulfan sulfate, p-p’-DDT, Endrin ketone, Methoxychlor şeklindedir.

Buna göre toplamış olduğumuz numunelerimizde elde edilen pestisidlerin analiz sonuçları; Heptachlor 2,12 $\mu\text{g/L}$, Chlorpyrifos 3,39 $\mu\text{g/L}$,

Heptachlorepoide 0,38 µg/L, a-CHL 0,34 µg/L, g-CHL 0,29 µg/L p-p'-DDE 0,51 µg/L, p-p'-DDT 0,58 µg/L şeklindedir. Tespit edilen toplam pestisid değerimiz ise 7,59 µg/L'dir.

Buna göre İTASHY'ye göre toplam pestisid sınır değeri 0,50 µg/L'dir. İTASHY Not 8: "Toplam pestisitler" izleme süreci içinde tespit edilen ve sayılan her bir pestisitini toplamını ifade eder. Tezimize konu olan yeraltı suyunun toplam pestisid sınırını aştığı görülmektedir. Çözüm önerisi olarak kullanılan zirai ilaç miktarının azaltılıp doğada kolay çözünen tiplerinin belirlenerek kontaminasyon miktarı düşürülmelidir.

SKKY'de ise toplam pestisid kalite sınıf 1 için 0,001 mg/L, kalite sınıf 2 için 0,01 mg/L, kalite sınıf 3 için 0,1 mg/L, kalite sınıf 4 için > 0,1 mg/L olarak belirtilmiştir. Numunelerimize ait ortalama toplam pestisid değerimiz 0,008 mg/L olmakla beraber SKKY'de belirlenen yeraltı suyu kalite sınıflarında kalite sınıfı 2'yi karşılamaktadır.



Grafik 4.3. Toplanan numunelerdeki toplam pestisid değerinin (µg/L) SKKY'de belirtilen sınıf 1 kalite değerini ve İTASHY'deki sınır değerleri aştığını gösteren grafik.

Topladığımız numunelerde mikrobiyolojik olarak, toplam koliform ve *E. coli* analizleri gerçekleştirilmiştir. Buna göre elde edilen ortalama değerler toplam koliform için 39 Ad./100 mL, *E. coli* için 1 Ad/100 mL'dir.

SKKY’de sınıf 1 için belirlenen değerler, Toplam koliform için 100 Ad./100 mL, fekal koliform için ise 10 Ad./100 mL’dir. Buna göre yer altı suyumuzun mikrobiyolojik açıdan kalite sınıfı 1 denebilir. İTASHY’de belirtilen sınır değerler ise hem toplam koliform için hem de *E. coli* için 0 Ad./100 mL’dir. Topladığımız numunelerde gerçekleştirdiğimiz mikrobiyolojik değerler İTASHY’deki sınır değerleri karşılamamaktadır. Koliform türü bakterilerin temel kaynağının fekal kaynaklar olduğu düşünüldüğünde yeraltı su kaynaklarına sızması muhtemeldir. Bunun yanı sıra depolama ünitesinde bekleme süresinde gelişmenin de görülebileceği düşünülmelidir. Çözüm önerisi olarak efektif klorlama ile dezenfeksiyonun sağlanması düşünülmelidir.

Sonuç olarak incelenilen değerlerde görülen yüksek değerdeki pestisit miktarı, Arsenik ve koliform bakteriler, kullanma suyunun içme suyu olarak kullanılmasını engelleyen etmenler olmuştur. Bununla birlikte yeraltı suyunun toplam pestisit, Civa ve Klorür değerleri sınıf 2’ye dahil iken geride kalan bütün parametreler sınıf 1 kalite kriterlerini sağlamaktadır.

Ege Üniversitesi yer altı kullanma suyu depolama ve pompalama ünitesine entegre edilebilecek klor ünitesi ile koliform bakteriler ortamdaki uzaklaştırılabilir. Klor ile dezenfeksiyon birçok içme suyu arıtma tesisinde hem dezenfeksiyon hem de koagülasyona yardımcı parametre olarak kullanılmaktadır. Kullanılan zirai ilaçların yer altı suyuna etkisinin azaltılması için; yeraltı boru hatlarında kaçaklarının tespit edilip yenilenmesi gerekmektedir. Arsenik değerinin düşürülmesi için Demir (III) klorür, Polyaluminyum klorür, Alüminyum sülfat vb. gibi koagülant malzemeler ile flokülasyon ve çöktürmenin gerçekleştirilebileceği havuz tesis edilmesi, Arsenik değerinin 10 µg/L olan sınır değerlerinin altına düşürebileceği öngörülmektedir.

Sanayileşme, hızlı ve kontrolsüz nüfus artışı, küresel iklim değişimlerine bağlı olarak değişen rüzgar ve yağış rejimleri ile orman alanlarındaki azalma v.b. nedenlere bağlı olarak yer altı suyu kalitesi ve miktarında son yıllarda büyük olumsuzluklar gözlenmektedir. Bu duruma bağlı olarak, gerek çevre ve gerekse halk sağlığı açısından yer altı su havzalarındaki kirlenme düzeylerinin periyodik ve karşılaştırmalı olarak uzun sürelerde incelenmesinin ileride bu konu ile ilgili alınacak tedbir ve önlemlere ışık tutması bakımından büyük yararları olacağı kanısındayız. Bu ön çalışmayla elde edilen verilerin bundan sonra yapılacak daha detaylı çalışmalara kaynak teşkil edeceği açıktır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

APHA Standard Methods, 21st ed., 1983, Method 2340 C (2005). USEPA Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes, Method 130.2.

APHA Standard Methods, 21st ed., 2005, 3030-K Microwave – Asisted Digestion.

APHA Standard Methods, 21st ed., 2005, Total Alkalinity. Method: Acid Titrant with pH Indicator. Method 2320 B.

APHA Standard Methods, 21st ed., 2005, SM 4500-Cl B: 2005. Klorür Tayini (Argentometrik metot).

Asaroğlu, M., 1999, İzmir'in bazı ilçelerindeki yeraltı su kaynaklarının kalite kriterlerinin incelenmesi. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 69s.

Ayyıldız M., 1990, Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 1196, Ders Kitabı No. 344s.

Bozlaker, A., Müezzinoğlu, A. ve Odabaşı, M., 2007, Athmospheric concentrations, dry deposition and air-soil exchange of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in an industrial region in Turkey. 10p.

Bradshaw, Deborah K., 2013, The analysis of water and wastes by U.S. EPA method 200.7 using the optima 8300 icp-oes and prepFAST auto-dilution/calibration system, Shelton, 10p.

Caniyılmaz, S., 2005, Arsenic Removal from Groundwater by FeMn Oxidation and Microfiltration, Yüksek Lisans Tezi, University of Pittsburgh, the Graduate Faculty of School of Engineering, Pittsburgh. 99p.

Çevre ve Orman Bakanlığı, 2004, Su Kirliliği Kontrolü yönetmeliği, 31.12.2004, sayı: 25687, 51s.

Çevre ve Orman Bakanlığı, 2005, Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği, 26.11.2005, sayı: 26005.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Çobaner, M., Çakar, A., Çetin, M. ve Yurtal, R.,** 2011, Göksu deltasında bazı yeraltı suyu kalite öğelerinin probabilistik ve jeostatistik yöntemlerle irdelenmesi. Adana, 15s.
- Dong, Cheng-Di, Chen, Chih-Feng ve Chen, Chiu-Wen,** 2012, Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in industrial harbor sediments by GC-MS, international journal of environmental research and public health, Taiwan, 13p.
- Grob, Robert L. ve Barry, Eugene F.,** 2004, Modern Practice of Gas Chromatography, fourth edition, New Jersey, 1036p.
- Güngör T.,** 2010, Oğulbey (Gölbaşı) akiferlerinin yeraltı suyu kalitesinin incelenmesi, Ankara, 66 s.
- Iqbal, J., Kim H., Yang, J.S., Baek, K. ve Yang, J.W.,** 2007, “Removal of arsenic from groundwater by micellarenhanced ultrafiltration (MEUF)”, Chemosphere, 66: 970-976pp.
- Kapil Dev Brahman, Tasneem Gul Kazi, Hassan Imran Afridi, Shahid Naseem, Sadaf Sadia Arain ve Naeem Ullah,** 2013, Evaluation of high levels of fluoride, arsenic species and other physicochemical parameters in underground water of two sub districts of Tharparkar, Pakistan: A multivariate study. Water research 47, 1005-1020pp.
- Kingston, H.M. ve HASWELL S., eds.** 1997. Microwave Enhanced Chemistry: Fundamentals, Sample Preparation and Applications. American Chemical Soc., Washington, D.C. 385p.
- Nace R.L. (ed.)** 1971, Scientific framework of world water balance. UNESCO Technical Papers in Hydrology, 7, 27p.
- Odabaşı M., Çetin B., Demircioğlu E. ve Sofuoğlu A.,** 2008, Air – water exchange of polychlorinated biphenyls (PCBs) and organochlorine pesticides (OCPs) at a coastal side in İzmir Bay, Turkey. 115-129pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ozcakal, E., Anaç, S. ve Kukul Kurttaş, S.,** 2009, Gümüldür-Büyükalan yöresi yeraltı suyu kalitesinin jeostatistiksel analizi, İzmir, 8s.
- Sağlık Bakanlığı,** 2005, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, 17.02.2005, sayı: 25730, 32s.
- Sargın, A.,** 2010, Yeraltı Suları, Devlet Su İşleri, Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Daire Başkanlığı. 208s.
- Strickland, T. and Parsons, R.,** 1972, A Practical Handbook of Seawater Analysis. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa.
- Teledyne Technologies Company,** 2007, Teledyne Instruments Fusion User Manual, Ohio, 164p.
- TS EN ISO 9308-1,** 2004, Water quality – Detection and enumeration of *Escherichia coli* and *coliform* bacteria Part-1 Membran filtration method.
- UNESCO Groundwater,** 1992, UNESCO Environment and Development Briefs No. 2, 14p.
- U.S. Environmental Protection Agency,** 1990. Microwave assisted acid digestion of aqueous samples and extracts. SW-846 Method 3015, Test Methods for Evaluating Solid Waste. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.
- World Health Organisation,** 1996, Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol.2. Health criteria and other supporting information, Geneva, 9p.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler;

Adı Soyadı : Naci Sertaç KAFTAN
Doğum Tarihi : 03/07/1980
Doğum Yeri : Ankara
Email : nacisertackaftan@gmail.com

Eğitim bilgileri;

Yüksek Lisans (2009-2014) : Ege Üniversitesi – Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Anabilim Dalı

Lisans (1998 - 2004) : Ege Üniversitesi – Fen Fakültesi Biyokimya Bölümü

İş Bilgileri;

İzmir Büyükşehir Belediyesi, İZSU Sarıkız İçme Suyu Arıtma Tesisi, Biyokimyager.

Sertifikalar;

1. ISO 9001:2008 Baş Tetkikçi Başarı Sertifikası
2. AB Meda Programı Aflatoksin Analizleri Ölçüm Belirsizliği ve Validasyonu Katılım Sertifikası
3. ISO/IEC 17025 Laboratuvar Akreditasyonu Katılım Sertifikası
4. Kimyasal Ölçümlerde Belirsizlik Katılım Sertifikası