



**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GÜNEY AMANOSLARDAKİ MİNERALLİ SULARIN KALİTESİNİN
İNCELENMESİ**

VEDAT YILMAZ

KİMYA ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY

OCAK-2016



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÜNEY AMANOSLARDAKİ MİNERALLİ SULARIN KALİTESİNİN
İNCELENMESİ

VEDAT YILMAZ

T.C.
KİMYA ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
OCAK-2016

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÜNEY AMANOSLARDAKİ MİNERALLİ SULARIN KALİTESİNİN
İNCELENMESİ

Vedat YILMAZ

KİMYAANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANSTEZİ

Prof. Dr. Şana SUNGUR danışmanlığında hazırlanan bu tez Tarih girmek için burayı tıklatın. tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **OYBİRLİĞİ** ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Şana SUNGUR
Başkan

Doç. Dr. Yasin YÜCEL

Üye

Yrd. Doç. Dr. Atilla KARATAŞ

Üye

Kod No:

Prof. Dr. Okan ŞENER

Enstitü Müdürü

Bu çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 9621

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

05/02/2016

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

Vedat YILMAZ

ÖZET

GÜNEY AMANOSLARDAKİ MİNERALLİ SULARIN KALİTESİNİN İNCELENMESİ

Hızla artan dünya nüfusunun oldukça sınırlı olan doğal kaynaklar üzerinde etkisi giderek artmakta ve gelecek kuşaklara kullanılabilir kaynak, yaşanabilir bir çevre bırakamama endişelerini doğurmaktadır. Bu doğal kaynakların başında da su kaynakları gelmektedir. Bu çalışmada, Hatay'daki bazı mineralli suların (Kisecik, Tahtaköprü, Suluca) kalite parametrelerini saptamak ve halk sağlığı açısından değerlendirmek için, 3 aylık peryotlarda fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır. Kimyasal ve fiziksel analizlerde, spektrofotometrik ve titrimetrik metotlar kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Avrupa Komitesi, Dünya Sağlık Örgütü ve TS-266 içme suyu standartları ile karşılaştırılmıştır.

2016, 63 sayfa

Anahtar Kelimeler: Mineralli sular, kimyasal analiz, fiziksel analiz, mikrobiyolojik analiz, Hatay

ABSTRACT

INVESTIGATION OF QUALITY OF MINERAL WATERS IN SOUTHERN AMANOS

The rapid increase of the world population increasingly effects the limited natural sources. Therefore, there is a worry that there will not be enough resources left for the next generation and the environment will not be suitable for healthy living. The beginning of this natural sources comes to water sources. In this study, the physical, chemical and microbiological analysis of some mineral waters in Hatay (Kisecik, Tahtaköprü, Suluca) were made in 3 month period for the determination of some quality parameters and assesment of people health. In the chemical and physical analysis, spectrophotometric and titrimetric methods were used. Obtained results were compared with the drinking water standards of European Commity, World Health Organization and TS-266.

2016, 63 pages

Keywords: Mineral waters, chemical analysis, physical analysis, microbiological analysis, Hatay

TEŐEKKÖR

Tez alıŐmam sűresince bilgi ve tecrűbeleri ile alıŐmalarına yűn veren, deęerli vaktini ayırıp desteklerini esirgemeyen danıŐman hocam Sayın Prof. Dr. Őana SUNGUR' a,

Laboratuvar çalıŐmalarım sırasında beni yalnız bırakmayan Sayın Yrd. Doç. Dr. Abdo ÖZKAN' a,

Örneklerin temininde katkısı bulunan Sayın Yrd. Doç. Dr. Atilla KARATAŞ' a,
Bu gűnlere gelmemde hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan, her tűrlű maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme teŐekkűr eder, saygılarımı sunarım.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VII
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	VIII
1.GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
3.MATERYAL VE YÖNTEM.....	13
3.1. Su Örneklerinin Alınması.....	13
3.2. Su Örneklerinin Analizlerinde Kullanılan Kimyasallar ve Kitler.....	15
3.3. Su Örneklerinin Analizlerinde Kullanılan Çözeltiler.....	17
3.4. Su Örneklerinin Analizlerinde Kullanılan Cihazlar.....	18
3.5. Suyun Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi.....	18
3.6. Suyun Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi.....	19
3.6.1. İnorganik Kalite Parametreleri.....	19
3.6.2. Çözünmüş Oksijen (O ₂) Tayini.....	20
3.6.3. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOD) Tayini.....	20
3.6.4. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (COD) Tayini.....	21
3.6.5. Azot Tayini.....	21
3.6.6. Fosfat Tayini.....	21
3.6.7. Serbest Klor Miktarının Belirlenmesi.....	22
3.6.8. Nitrit Miktarının Tayini.....	22
3.6.9. Nitrat Miktarının Tayini.....	22
3.6.10. Flor Miktarının Tayini.....	23
3.6.11. Sülfat Miktarının Tayini.....	23
3.6.12. Karbonat ve Bikarbonat Tayini.....	24
3.6.14. Ağır Metal ve Diğer Metallerin Tayini.....	26
3.7. Suyun Mikrobiyolojik Özelliklerinin İncelenmesi.....	26
3.7.1 Koliform Bakteri ve <i>E.coli</i> İçeriklerinin Belirlenmesi.....	26
3.7.2. Su Örneklerinin Fekal Koliform İçeriklerinin Belirlenmesi.....	28
4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	30
4.1. ICP-OES Cihazına Ait Kalibrasyon Verileri.....	30
4.2.Su Örneklerine Ait Fiziko-Kimyasal Parametrelerin Mevsimsel Değişimleri.....	38
4.3. Su Örneklerine Ait Metal ve Ağır Metal İçeriklerinin Mevsimsel Değişimleri.....	46
4.4. Su Örneklerine Ait Mikrobiyolojik Parametrelerin Mevsimsel Değişimleri.....	52

5.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
KAYNAKLAR	59
ÖZGEÇMİŞ.....	62
EKLER.....	63



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Dünya su potansiyeli	1
Şekil 1.2. Dünya kullanılabilir su potansiyelinin kişi başına dağılımı.....	2
Şekil 1.3. Türkiye su potansiyeli.....	3
Şekil 3.1. Suluca bölgesi numune alımı	13
Şekil 3.2. Tahtaköprü bölgesi numune alımı	14
Şekil 3.3. Kisecik 1 bölgesi numune alımı.....	14
Şekil 3.4. Çalışma alanının litoloji haritası	15
Şekil 4.1. Na (589,592 nm'de) kalibrasyon grafiği.....	30
Şekil 4.2. K(766,491 nm'de)kalibrasyon grafiği	30
Şekil 4.3. Ca (396,847 nm'de)kalibrasyon grafiği	31
Şekil 4.4. Mg (279,553 nm'de)kalibrasyon grafiği.....	31
Şekil 4.5. Al (396,152 nm'de)kalibrasyon grafiği	32
Şekil 4.6. Fe (259,940 nm'de)kalibrasyon grafiği	32
Şekil 4.7. Mn (257,610 nm'de)kalibrasyon grafiği.....	33
Şekil 4.8. Cu (327,395 nm'de)kalibrasyon grafiği.....	33
Şekil 4.9. Zn (213,857 nm'de)kalibrasyon grafiği.....	34
Şekil 4.10. Ba (553,584 nm'de)kalibrasyon grafiği.....	34
Şekil 4.11. As (188,980 nm'de)kalibrasyon grafiği.....	35
Şekil 4.12. Cd (214,439 nm'de)kalibrasyon grafiği.....	35
Şekil 4.13. Cr (267,716 nm'de)kalibrasyon grafiği	36
Şekil 4.14. Ni (231,604 nm'de)kalibrasyon grafiği	36
Şekil 4.15. Pb (220,353 nm'de)kalibrasyon grafiği.....	37
Şekil 4.16. Sb (206,834 nm'de)kalibrasyon grafiği.....	37
Şekil 4.17. Co (238,892 nm'de)kalibrasyon grafiği.....	38

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Su örneklerinin analizlerinde kullanılan kitler ve kimyasallar	16
Çizelge 3.2. Su örneklerinin analizlerinde kullanılan çözeltiler	17
Çizelge 3.3. Su örneklerinin analizlerinde kullanılan cihazlar	18
Çizelge 3.4. Suların Sertlik Derecelerine Göre Sınıflandırılması	25
Çizelge 3.5. Beş tüp metoduna göre her g/ml'deki En Muhtemel Sayı (EMS) Cetveli..	27
Çizelge 3.6. Beş Tüp Metoduna Göre Her 100 ml'deki En Muhtemel Sayı (EMS) Cetveli	29
Çizelge 4.1 İçme Suyu Standartları (TS 266, WHO, EPA, EC)	38
Çizelge 4.2. Kısık 1 mineralli suya ait fiziko-kimyasal parametrelerinin mevsimsel değişimleri	40
Çizelge 4.3. Kısık 2 mineralli suya ait fiziko-kimyasal parametrelerinin mevsimsel değişimleri	41
Çizelge 4.4. Suluca mineralli suya ait fiziko-kimyasal parametrelerinin mevsimsel değişimleri	42
Çizelge 4.5. Tahtaköprü mineralli suya ait fiziko-kimyasal parametrelerinin mevsimsel değişimleri	43
Çizelge 4.6. Kısık 1 mineralli suya ait metal ve ağır metal içeriklerinin mevsimsel değişimleri	47
Çizelge 4.7. Kısık 2 mineralli suya ait metal ve ağır metal içeriklerinin mevsimsel değişimleri	48
Çizelge 4.8. Suluca mineralli suya ait metal ve ağır metal içeriklerinin mevsimsel değişimleri	49
Çizelge 4.9. Tahtaköprü mineralli suya ait metal ve ağır metal içeriklerinin mevsimsel değişimleri	50
Çizelge 4.10. İçme ve Kullanma Sularının Mikrobiyolojik Değerleri.....	53
Çizelge 4.11. Kaynak Sularının Mikrobiyolojik Değerleri.....	53
Ek-1 Kimyasal Özellikler	63

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

KISALTMALAR

BOD	: Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
COD	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
EC	: Elektriksel İletkenlik
EMS	: En Muhtemel Sayı
GMT	: Gıda Maddeleri Tüzüğü
ICP	: İndüktif Eşleşmiş Plazma
ICP-OES	: İndüktif Eşleşmiş Plazma – Optik Emisyon Spektroskopisi
NTU	: Nephelometrik Bulanıklık Üniteleri
pH	: Asitlik Derecesi
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
TS	: Türk Standartları
EPA	: ABD Çevre Koruma Ajansı
EC	: Avrupa Birliği

1. GİRİŞ

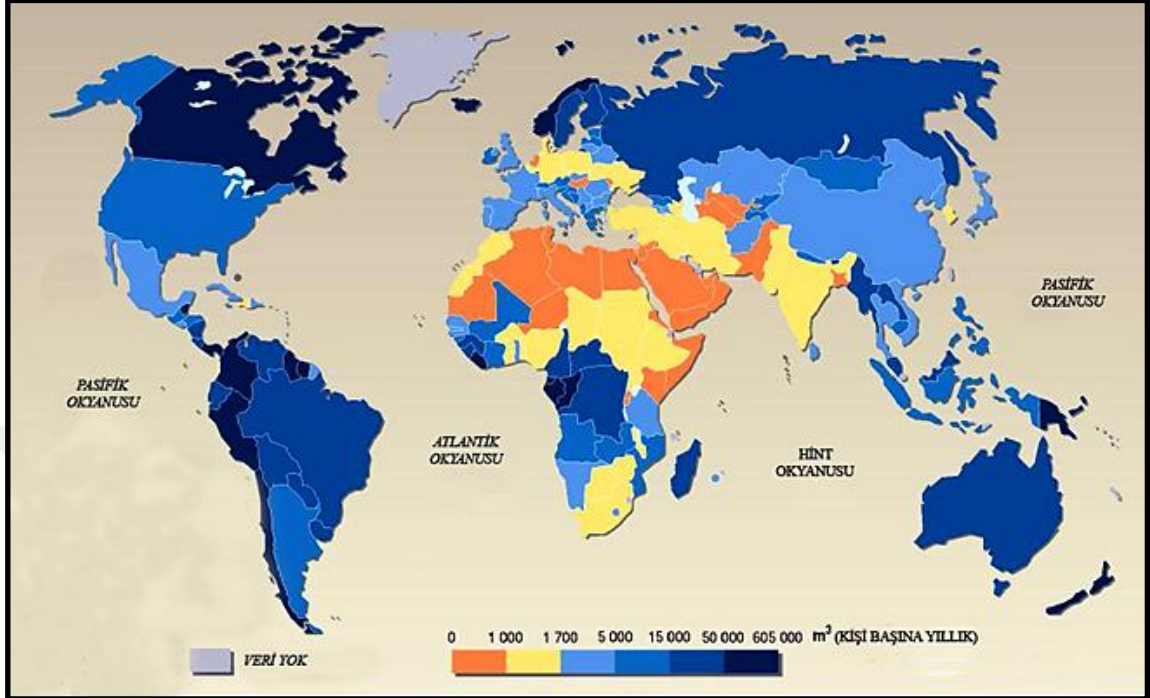
Dünyanın kullanılabilir su miktarı 42.000 km^3 'tür. Kullanılabilir suyun tamamı yenilenebilir özellikte değildir. Yeraltı sularının fiziki konumları gereği, kendilerini yenilemeleri çok uzun zaman alabilmektedir. Tatlı su kaynaklarının büyük bir kısmı yerleşim bölgelerinden uzakta ve kullanılmaz durumdadır. Barajlarda depolanan ve yerleşim bölgeleri dışından taşınan sularla birlikte dünyanın 12.500 km^3 'lük yenilenebilir su rezervinin var olduğu tahmin edilmektedir (XercavinsI Walls, 1999). Dünya su potansiyeli Şekil 1.1'de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Dünya su potansiyeli (Korkmaz, 2009: 36)

Ülkelerin su potansiyeli yıllık kişi başına düşen su miktarı ile ölçülmektedir. Yıllık kişi başına 10.000 m^3 'ten fazla su düşen ülkeler su zengini sayılırken, yeterli suya sahip kabul edilen ülkelerde bu miktar 3.000 ile 10.000 m^3 arasında değişmektedir. 1.700 m^3 ile 3.000 m^3 arasında suya sahip ülkeler su eksikliği bulunan ülkeler olarak kabul edilmektedir. 1.000 m^3 ile 1.700 m^3 arasında su varlığı bulunan ülkeler periyodik olarak su sıkıntısı çeken ülkelerdir. Su varlığı 1000 m^3 'ün altında olan ülkeler su fakiri kabul edilmekte ve sürekli susuzluk problemi ile karşılaşmaktadırlar. Kişi başı tüketimi 500 m^3 'ün altında olan ülkeler ise sürekli su problemi ile yüzleşmektedirler (Xercavins

IWalls, 1999). Dünya kullanılabilir su potansiyelinin kişi başına dağılımı Şekil 1.2' de gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Dünya kullanılabilir su potansiyelinin kişi başına dağılımı (Korkmaz, 2009: 36)
Kaynak: (<http://maps.grida.no/go/graphic/freshwater-availability-groundwater-and-river-flow>)

Türkiye'nin metrekareye düşen yıllık ortalama yağış miktarı 643 mm' dir. İzdüşüm alanının 779.452 km² olduğu kabul edilirse; Türkiye yılda 501 milyar m³ yağış almaktadır. Bu yağışın yaklaşık 274 milyar m³'ü toprak ve bitki yüzeylerinden buharlaşarak atmosfere geri dönmektedir. Kalan miktar 227 milyar m³ olup, bu miktarın 158 milyar m³'ü yüzeysel akışa geçmekte ve 69 milyar m³'ü yeraltına sızarak yeraltı sularına karışmaktadır. 69 milyar m³'ün 28 milyar m³'ü çeşitli yollarla yerüstüne çıkarak yüzeysel akışa katılmaktadır. Yeraltında 41 milyar m³ su kalmaktadır. Ayrıca kaynağı yurtdışında olan akarsuların taşıdığı sularda ortalama 7 milyar m³'tür. Genel olarak Türkiye'nin yenilenebilir tatlı su kaynağı, 193 milyar m³ yüzey ve 41 milyar m³ yeraltı suyu olmak üzere toplam 234 milyar m³'tür (Korkmaz, 2009). Bu potansiyelin kullanılabilir kısmı ülke içinde yüzey sularından 95 milyar m³, ülke dışından gelen akarsulardan 3 milyar m³ ve yeraltı sularından 14 milyar m³ olmak üzere toplam 112 milyar m³'tür (Akın ve Akın, 2007). Aralık 2009 itibariyle 72.561.312 kişi (www.tuik.gov.tr) olan nüfusa oranlandığında Türkiye'de kişi başına düşen yıllık su

uygun görülen dezenfeksiyon, filtrasyon, çöktürme, saflaştırma ve benzeri işlemler uygulanabilen ve parametre değerlerinin eksiltilmesi veya artırılması suretiyle Ek-1'deki parametre değerleri elde edilen, etiketleme gerekliliklerini karşılayan ve satış amacı ile ambalajlanarak piyasaya arz edilen yeraltı sularını,

İçme - Kullanma Suyu: Genel olarak içme, yemek yapma, temizlik ve diğer evsel amaçlar ile gıda maddelerinin ve diğer insani tüketim amaçlı ürünlerin hazırlanması, işlenmesi, saklanması ve pazarlanması amacıyla kullanılan, orijinine bakılmaksızın, orijinal haliyle ya da arıtılmış olarak ister kaynağından isterse dağıtım ağından temin edilen ve Ek-1'deki parametre değerlerini sağlayan ve ticari amaçlı satışa arz edilmeyen suları kapsamaktadır (Resmi Gazete, 2005).

İçilebilir ya da kullanılabilir su birtakım özellikler taşımalıdır. Suyun sağlıklı olup olmadığı belirlenebilmesi, suyun fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin analizi ile mümkün olabilmektedir. Sağlıklı su suyun fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özelliklerinin incelenmesi ile belirlenmektedir.

Bu çalışmada, mineralli sular incelenmiş olup, mineralli sular Sağlık Bakanlığı tarafından Resmi Gazete'de yayımlanan Kaplıcalar Yönetmeliğine göre, litresinde en az 1 gram çözülmüş mineral içeren, bakteriyolojik ve kimyasal kirlenmeye uğramamış olan, fizyolojik ve tedavi edici etkinliği bilimsel olarak kanıtlanmış sulardır. Yine aynı yönetmeliğe göre, çıkış noktasında sıcaklığı 20 °C ve üzerinde olan mineralli sulara termomineral sular (sıcak mineralli sular), daha düşük sıcaklıkta olanlara ise soğuk mineralli sular adı verilmektedir. Soğuk mineralli suların litresinde toplam çözülmüş mineral içeriği 1 gramdan az olursa bu tip sulara akrotopedal sular denilmektedir. Sıcak mineralli suların eriyik madde miktarı 1 g/L' den az olursa akrotermal sular olarak isimlendirilmektedirler (Karataş ve Korkmaz, 2012).

Kisecik, Tahtaköprü ve Suluca mineralli sularından 3'er aylık periyotlarda su örnekleri alınarak sıcaklık, pH, BOD, COD, çözülmüş oksijen, azot, nitrit, nitrat, fosfat, sülfat, sülfid, serbest klor, florür, karbonat, bikarbonat, toplam sertlik gibi parametreler incelenmiş, ağır metal içerikleri analiz edilmiş ve mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçların Avrupa Komitesi, Dünya Sağlık Örgütü ve TS-266 içme suyu standartlarına uygunluğu araştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kaplan ve ark. (1996), tarafından Antalya ili Kumluca yöresinde yapılan bir çalışmada 20 kuyudan su örneği alınmıştır. Su örneklerinde EC (Elektriksel İletkenlik), NO_3^- (nitrat) ve NH_4^+ (amonyum) analizleri gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre kuyu sularının NO_3^- içeriklerinin 2.46-164.91 mg/L arasında, NH_4^+ içeriklerinin 2.35–7.22 mg/L arasında, $[\text{NO}_3-\text{N}]+[\text{NH}_4-\text{N}]$ miktarlarının 2.84–40.02 mg/L arasında, EC değerlerinin ise 548–1643 $\mu\text{mhos/cm}$ arasında değiştiği belirlenmiştir. Kuyu suyu örneklerinin nitrat içerikleri, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından 45 mg/L olarak belirlenmiş olan sınır değeri ile karşılaştırılmış ve incelenen örneklerin % 50'sinin nitrat bakımından kabul edilebilir sınırların üzerinde kirlenmiş olduğu belirtilmiştir. Bu kuyu sularının içilmesinin sağlık açısından son derece riskli olduğu, bu suların içme suyu olarak kullanılmasının acilen önlenmesi ve gerekli içme suyunun farklı kaynaklardan temin edilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Ağaoğlu ve ark. (1999), Van ve yöresinde (Van merkez, Gevaş, Gürpınar ve Edremit ilçeleri) bulunan 15 kaynaktan alınan su örneklerinin mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerini inceleyerek, Gıda Maddeleri Tüzüğü (GMT) ve İçme Suları Standardına (TS 266) uygunluklarını araştırmışlardır. Mikrobiyolojik analizler sonucunda, örneklerde genel mikroorganizma sayısının $0 - 9.4 \cdot 10^4$ kob/mL (ort. $2.7 \cdot 10^3 \pm 2$) arasında olduğu, incelenen kaynak sularının % 33.3'ünde koliform grubu mikroorganizmanın tespit edildiği belirtilmiştir. Kimyasal analizler sonucunda, örneklerin ortalama pH değerinin 7.45, toplam sertlik derecesinin (FS°) 17.66, toplam alkalinitesinin 134.67, kalsiyum konsantrasyonunun 58.40 mg/L, magnezyum konsantrasyonunun 6.66 mg/L, klorür konsantrasyonunun 34.10 mg/L, toplam organik madde içeriğinin 1.31 mg/L ve bikarbonat konsantrasyonunun 134.67 mg/L olarak saptandığı ileri sürülmüştür. Kaynak sularının hiçbirinde amonyak, demir ve karbonat bulunmamasına karşın, % 20'sinin nitrit (kalitatif) içerdiği belirtilmiştir. Sonuç olarak, analizleri yapılan kaynak sularının mikrobiyolojik yönden % 40'ının GMT'ye, kimyasal yönden ise tamamının GMT ve TS'ye uygunluk göstermediği, bu nedenle Van ve yöresinde içme suyu olarak kullanılan kaynak sularının halk sağlığı açısından potansiyel bir risk oluşturabileceği, yetkili kurumlarca periyodik kontrollerin yapılmasının önemli katkı sağlayacağı vurgulanmıştır.

Tepe ve Mutlu (2004) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Hatay ili Harbiye Belde' sinde bulunan kaynak suyunun, su kalitesi 12 aylık bir çalışma ile izlenmiş olup, su kalitesi parametrelerinden çözülmüş oksijen, pH, sıcaklık, tuzluluk, kimyasal oksijen ihtiyacı (COD), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOD), toplam alkalinite, toplam sertlik, askıda katı madde, amonyak azotu, nitrit, nitrat, fosfat, sülfat, klor, potasyum ve silis analizleri yapılmıştır. Ortalama pH değeri 7.96; sıcaklık 15.73 °C; tuzluluk 0.15 ppt; çözülmüş oksijen miktarı 9.56 mg/L; COD 10.5 mg/L; nitrat azotu 3.15 mg/L; nitrit azotu 0.036 mg/L; amonyak azotu 0.11 mg/L; toplam alkalinitesi 188 mg/L; toplam sertlik 188 mg/L; fosfat konsantrasyonu 8.10^{-4} mg/L; sülfat konsantrasyonu 7.06 mg/L; sülfat konsantrasyonu 77.63 mg/L; potasyum konsantrasyonu 3.5 mg/L; silis konsantrasyonu 3.68 mg/L; askıda katı madde miktarı 1.75 ve BOD 2.83 olarak belirlenmiştir. Kaynak suyunun kullanım suyu olmasına fiziko-kimyasal açıdan bir mani bulunmadığı, ancak içme suyu olarak kullanımından önce suyun mikrobiyolojik analizinin yapılması gerektiği belirtilmiştir.

Verep ve ark. (2005), Trabzon ve Rize illerine sınır olan İyidere'nin su kalitesini araştırmışlardır. Çalışma, Kasım 2003 - Mayıs 2004 tarihleri arasında İyidere'nin denize döküldüğü nehir ağzından 30 km iç kısımlara doğru 263 m yükseltiye kadar 10 km aralıklarla seçilmiş 4 farklı istasyondan su örnekleri alınarak yapılmıştır. Çalışmada pH, bikarbonat (HCO_3^-), karbondioksit (CO_2), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOI_5), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), nitrit (NO_2^-), amonyum (NH_4^+), fosfat (PO_4^{3-}), askıda katı madde ve alkalinite gibi kimyasal ölçümler ve akış hızı, su sıcaklığı, suda çözülmüş oksijen, suda çözülmüş oksijen doygunluğu, elektriksel iletkenlik ve tuzluluk gibi suyun bazı fiziksel özellikleri incelenmiştir. Ortalama su sıcaklığı 7.2 °C, pH 7.5, elektriksel iletkenliği 57.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$, akış hızı 2.1 m/s, suda çözülmüş oksijen miktarı 11.1 mg/L, oksijen doygunluğu % 76.1, BOI_5 2.4 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0.007 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0.008 mg/L, fosfat konsantrasyonu 0.022 mg/L, kalsiyum konsantrasyonu 11 mg/L, magnezyum konsantrasyonu 5.85 mg/L, alkalinitesi 25 mg/L, HCO_3^- konsantrasyonu 36.05 mg/L ve CO_2 konsantrasyonu 1.67 mg/L olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, su kirliliği mevzuatında bildirilen kıta içi su kalite standartlarına göre değerlendirilmiş ve İyidere suyunun yüksek kaliteli bir su olduğu ortaya konmuştur.

Aşık ve Katkat (2006), tarafından gerçekleştirilen çalışmada; gıda sanayisi arıtma tesisi atık suyunun pH, EC başta olmak üzere HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , SO_4^{2-} , B, Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , BOI_5 , KOI , AKM analizleri yapılarak sulama suyu olarak kullanım olanağı araştırılmıştır. Örnekler arıtma tesisinden bir üretim periyodu boyunca belli zaman aralıklarında alınmıştır. pH değeri 7.32 - 7.85 arasında, EC değeri 1257 - 2840 $\mu\text{mhos/cm}$ arasında, HCO_3^- miktarı 4.35 - 7.85 me/L arasında, Cl^- konsantrasyonu 7.14 - 21.40 me/L arasında, SO_4^{2-} konsantrasyonu 0.11-0.49 me/L arasında, Na^+ konsantrasyonu 6.61-25.12 me/L arasında, K^+ konsantrasyonu 0.20-1.15 me/L arasında, Ca^{+2} konsantrasyonu 3.63-6.66 me/L arasında ve Mg^{+2} konsantrasyonu 1.60-3.98 me/L arasında, BOI_5 değeri 5.0-24.0 mg/L arasında, KOI 15.0-63.0 mg/L arasında ve askıda katı madde miktarı 8.0-70.0 mg/L arasında değişim göstermiştir. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlardan atık suyun yüksek tuzlu olduğu ve sulama suyu olarak kullanımda dikkatli olunması gerektiği vurgulanmıştır.

Taş (2006), Samsun ili Derbent baraj gölünde yaptığı çalışmada su kalitesi ile ilgili 16 parametre incelemiştir. Çalışmada göl suyunun su kalitesi ve su ürünleri üretimi açısından verimliliği araştırılmıştır. Analizler sonucunda göl suyunun ortalama sıcaklığı 15.56 °C, pH'ı 7.98, çözülmüş oksijen miktarı 10.39 mg/L, iletkenliği 1525.28 $\mu\text{S/m}$, toplam alkalitesi 163.75 mg/L ve toplam sertliği 439.2 mg/L olarak tespit edilmiştir. Katyon sıralaması Na^+ (171.32 mg/L) > Ca^{+2} (102.73 mg/L) > Mg^{+2} (42.39 mg/L) > K^+ (4.47 mg/L) > Fe^{+2} (0.21 mg/L) > NH_4^+-N (0.18 mg/L), anyon sıralaması ise SO_4^{2-} (295.16 mg/L) > Cl^- (246.54 mg/L) > NO_3^--N (0.96 mg/L) > NO_2^--N (0.05 mg/L) şeklinde bulunmuştur. Gerçekleştirilen fiziksel ve kimyasal analizler sonucunda göl suyunun, su ürünleri yetiştirmek açısından uygun bir ortam olacağı belirtilmiştir.

Durmaz ve ark. (2007), Şanlıurfa ve çevresindeki kuyuların nitrat ve nitrit konsantrasyonlarını belirlemek amacıyla 83 kuyudan su örnekleri almışlardır. Yapılan analizler sonucunda nitrat konsantrasyonları 0.63 - 46.61 mg/L ve nitrit konsantrasyonları 0 - 0.14 mg/L arasında tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda kuyu sularındaki nitrat ve nitrit konsantrasyonlarının İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelikte izin verilen aralıklarda olduğu ve bölgedeki kuyu sularının halk sağlığı üzerinde risk oluşturacak düzeyde nitrat ve nitrit içermediği belirtilmiştir.

Ağaoğlu ve ark. (2007a), Van merkez ve Erciş, Özalp, Saray, Muradiye, Çaldıran, Gürpınar, Gevaş, Edremit ilçelerinde kuyu, dere, kaynak/çeşme, musluk ve depo sularından alınan toplam 366 adet su örneğinde nitrat ve nitrit analizlerini yapmışlardır. Van merkez ve ilçelerinden alınan su numunelerinde ortalama nitrat düzeyleri, kuyu sularında 35.927 ± 5.706 ve 24.752 ± 9.262 ppm arasında, dere sularında 5.158 ± 0.931 ve 4.990 ± 0.665 ppm arasında, kaynak/çeşme sularında 19.065 ± 3.770 ve 14.610 ± 2.523 ppm arasında, musluk sularında 9.609 ± 3.021 ve 14.114 ± 2.503 ppm arasında, depo sularında ise 6.325 ± 2.850 ve 7.390 ± 1.582 ppm arasında belirlenmiştir. Nitrit konsantrasyonu ise Van merkez ve ilçelerden alınan numunelerde genelde standartlara uygun olarak bulunmuş ve 0.1 ppm'in altında tespit edilmiştir. Dere sularında ise, 0.691 ile 0.060 ppm arasında belirlenmiştir.

Alişarlı ve ark. (2007), Van bölgesi sularının mikrobiyolojik açıdan kirlilik durumlarını incelemişlerdir. Van merkez ve Erciş, Özalp, Saray, Muradiye, Çaldıran, Gürpınar, Gevaş, Edremit ilçelerinde bulunan kuyu, dere, kaynak/çeşme, musluk ve depo sularından toplam 366 adet örnek almışlardır. Numuneleri mezofil ve psikrofil aerob genel canlı, enterokok, koliform grubu mikroorganizma, E. coli ve sülfid indirgeyen anaeroblar yönünden analiz etmişlerdir. Analiz bulgularına göre, koliform grubu mikroorganizmaları diğer indeks mikroorganizmalarına oranla daha fazla bulduklarını, ayrıca bazı örneklerde doğrulama testleri sonucunda E.coli de belirlediklerini belirtmişlerdir. Bulguları yerleşim yerlerine göre incelediklerinde, musluk ve depo sularının hijyenik kalitesinin Van merkezinden alınan örneklerde, ilçelere göre daha iyi bulunduğunu, ancak kuyu ve dere sularında benzer sonuçları elde edemediklerini ifade etmişler ve Van merkezdeki içme ve kullanma sularının hijyen kontrollerinin ve dezenfeksiyon işlemlerinin düzenli olarak yapıldığını, ancak kuyu ve derelerin yerleşim yoğunluğuna bağlı olarak daha fazla kirlendiğini öne sürmüşlerdir.

Ağaoğlu ve ark. (2007b), Van bölgesi sularının flor düzeylerini incelemişlerdir. Van merkez ve Erciş, Özalp, Saray, Muradiye, Çaldıran, Gürpınar, Gevaş, Edremit ilçelerinde bulunan kuyu, dere, kaynak/çeşme, musluk ve depo sularından alınan toplam 366 adet su örneğinin flor düzeylerini belirlemişlerdir. Van merkez ve ilçelerinden alınan içme suyu numunelerinde ortalama flor konsantrasyonunu, standartlara uygun bir şekilde 1.5 ppm'in altında tespit etmişlerdir. Ancak flor konsantrasyonunu, merkez ve ilçelerdeki kuyu suyu numunelerinde sırasıyla % 4 ve % 3, Çaldıran ilçesindeki depo

suyu örneklerinde ise % 10 oranında standart değerlerin üzerinde bulmuşlardır. İnceledikleri örneklerde belirlenen flor düzeylerinin genelde normal sınırlarda bulunduğunu, bölge sularında flor toksikasyonu açısından bir risk olmadığını, ancak, yine de bölgenin volkanik toprak yapısının kontaminasyona sebep olabileceği göz önüne alınarak, düzenli ve yeterli denetimlerin yapılmasının toplum sağlığının korunması açısından önem taşıdığını ifade etmişlerdir.

Tepe (2009), Hatay ili Reyhanlı ilçesinde bulunan Yenişehir gölünde 12 ay boyunca bir çalışma yürütmüş olup, çalışmada çözülmüş oksijen, pH, sıcaklık, tuzluluk, kimyasal oksijen ihtiyacı, toplam alkalinite, toplam sertlik, amonyak azotu, nitrit, nitrat, fosfat, sülfat, klor, potasyum, sodyum, silis ve askıda katı madde analizleri yapmıştır. Göl suyunun ortalama pH'ı 8.02, sıcaklığı 21.36 °C, çözülmüş oksijen miktarı 7.76 mg/L, KOİ 27.58 mg/L, nitrat konsantrasyonu 5.09 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0.03 mg/L, amonyak konsantrasyonu 0.25 mg/L, tuzluluğu 0.24 ppt, toplam alkalitesi 172 mg/L, toplam sertliği 303 mg/L, fosfat konsantrasyonu 2.7 mg/L, klor konsantrasyonu 0.18 mg/L, sülfat konsantrasyonu 9.3 mg/L, sülfat konsantrasyonu 137 mg/L, silis konsantrasyonu 9.85 mg/L, sodyum konsantrasyonu 58 mg/L, potasyum konsantrasyonu 6 mg/L, askıda katı madde miktarı ise 28.91 mg/L olarak belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar ekolojik sisteme zarar verebilecek seviyelerde çıkmadığı için gölde kirlilik sorunu olmadığı vurgulanmıştır.

Bienfang ve ark. (2009), volkanik bir ada olan Hawaii sahilindeki V, Ni, Co, Cu, Zn, Cd, Pb, U eser elementlerinin konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Ortalama eser element konsantrasyonlarını vanadyum için 30.82 – 44.72 nmol/L, nikel için 2.24 – 8.76 nmol/L, kobalt için 0.19 - 2.02 nmol/L, bakır için 1.10 – 52.53 nmol/L, çinko için 1.41 – 33.42 nmol/L, kadmiyum için 0.01 – 0.53 nmol/L, kurşun için 0.02 – 0.06 nmol/L ve uranyum için 16.10 – 57.77 nmol/L olarak belirlemişlerdir. Kıyıya yakın yerlerden alınan örneklerde saptanan yüksek eser element konsantrasyonlarının, kıyı sularına kentsel ya da tarımsal atıkların karışmasından kaynaklanabileceğini ileri sürmüşlerdir. Eser element konsantrasyonlarının, örneklerin alındığı derinliğe, suyun tuzluluğuna ve volkanik kayalarla etkileşimine bağlı olarak değiştiğini vurgulamışlardır.

Gedik ve ark. (2010), Rize ilinin Ardeşen ve Çamlıhemşin ilçeleri sınırları içinde bulunan Fırtına Deresi'nin su kalitesini incelemişlerdir. Bu nedenle Mayıs 2006 - Nisan 2008 tarihleri arasında tespit edilen yedi istasyondan her ay su örnekleri alarak, pH,

toplam çözünmüş katı madde miktarı, bikarbonat, karbondioksit, biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOI₅), kalsiyum, magnezyum, toplam sertlik, nitrit azotu, nitrat azotu, amonyum azotu, fosfat fosforu, askıda katı madde, alkalinite, su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, çözünmüş oksijen doygunluğu, türbidite ve iletkenlik parametreleri analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Fırtına deresinin ortalama pH'ını 7.16, toplam çözünmüş katı madde miktarını 28.28 ppm, bikarbonat konsantrasyonunu 66.88 mg/L, karbondioksit konsantrasyonunu 2.28 mg/L, biyokimyasal oksijen ihtiyacını 1.85 mg/L, kalsiyum konsantrasyonunu 9.86 mg/L, magnezyum konsantrasyonunu 1.89 mg/L, toplam sertliği 32.29 mg/L, nitrit azotu konsantrasyonunu 0.0012 mg/L, nitrat azotu konsantrasyonunu 1.36 mg/L, amonyum azotu konsantrasyonunu 0.0048 mg/L, fosfat fosforu konsantrasyonunu 0.12 mg/L, askıda katı madde miktarını 11.37 mg/L, alkalinitesini 46.04 mg/L, su sıcaklığını 10.53 °C, çözünmüş oksijen miktarını 10.71 mg/L, çözünmüş oksijen doygunluğunu % 79.54, türbiditeyi 9.89 NTU ve iletkenliği 54.77 µS/cmolarak belirlemişlerdir. Fırtına Deresinin suyunun fiziksel ve kimyasal tüm özelliklerinin, insani tüketim amaçlı sular hakkındaki yönetmeliğe uygun olduğunu ve sadece dezenfeksiyon ile içme suyu temininin yanında, rekreasyonel amaçlar, su ürünleri yetiştiriciliği ve diğer amaçlar için kullanılabilir su özelliğinde olduğunu belirtmişlerdir.

Ayotte ve ark. (2011), Modesto, California, York, Nebraska, Tampa, Florida, Wisconsin ve New Jersey'deki yeraltı sularından almış oldukları örneklerde, doğal olarak var olan eser elementlerin miktarlarını incelemişlerdir. Eser elementlerin doğal olarak var olmalarına rağmen, insan sağlığına zarar verecek konsantrasyonlarda bulunabileceklerini ifade etmişlerdir. Yeraltı suyu örneklerinde, ortalama pH'ı 7.3, çözünmüş oksijen miktarını 0.5 - 1.0 mg/L, nitrit konsantrasyonunu 0.008 - 0.039 mg/L, nitrat konsantrasyonunu 1.4 - 3.6 mg/L, arsenik konsantrasyonunu 3.2 - 18.9 µg/L olarak belirlemişlerdir. İnsan aktivitelerinin (kuyu açma, pompalama gibi) su kalitesi üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu vurgulamışlardır.

Ako ve ark. (2011), Kamerun'un Banana Ovası'nda, hem içme, hem kullanma ve hem de tarımsal faaliyetlerde sulama amacıyla kullanılan yeraltı suyunun kalitesini incelemişlerdir. Yeraltı suyundan 67 örnek almışlar ve bu numunelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemişlerdir. Yeraltı suyu örneklerinin % 95'inde kalsiyumun (ortalama 11.4 mg/L), % 5'inde de sodyumun (ortalama 6.81 mg/L) baskın katyon olduklarını, baskın anyonların ise, numunelerin % 80'inde bikarbonat (ortalama

75.56 mg/L) ve % 20'sinde nitrat (ortalama 17.28 mg/L) olduğunu belirtmişlerdir. CO₂'in silikat minerallerine bağlanmasının yeraltı sularındaki iyon konsantrasyonlarını etkilediğini ifade etmişlerdir. Nitrat, sülfat ve klorür konsantrasyonlarının, yeraltı suyu kalitesi üzerinde insan faaliyetlerinin etkilerini (tarım ve evsel faaliyetler) gösterdiğini belirtmişlerdir. İncelenen su numunelerinin % 64'ünde içme suyunda bulunmasına izin verilen sınır değerlerinden çok daha yüksek konsantrasyonlarda nitrat tespit etmişlerdir. Kalsiyum, magnezyum, bikarbonat miktarlarının ve toplam sertliğin de, Dünya Sağlık Örgütü tarafından belirlenen sınır değerlerini aştığını belirtmişlerdir. Sonuç olarak, inceledikleri yeraltı suyunun sadece sulama amacıyla kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Pohl ve ark. (2011), Kuzey ve Güneydoğu Atlantik'te bulunan yüzey sularının kalitesini, 1990 yılında elde ettikleri verilerle, 2005 yılında elde ettikleri verileri karşılaştırarak incelemişlerdir. 1990'da 30-55 nmol/kg olan alüminyum konsantrasyonunun 2005'te Güney Atlantik'te 4-10 nmol/kg'a, Kuzey Atlantik'te ise 10-20 nmol/kg'a düştüğünü, benzer şekilde kurşun konsantrasyonunun 70 pmol/kg'dan 10 pmol/kg'a kadar azaldığını, mangan (4 nmol/kg), kadmiyum (40 - 60 pmol/kg), demir (6 - 9 nmol/kg), bakır (1.5 nmol/kg), nikel (3 - 3.5 nmol/kg), çinko (4 nmol/kg) ve kobalt (20 pmol/kg) konsantrasyonlarının ise, onbeş yıl içerisinde çok az farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuşlardır.

Kaasalainen ve Stefansson (2012), İzlanda'daki yüzey jeotermal sularında bulunan eser elementleri incelemişlerdir. Yüzey jeotermal sularını kimyasal bileşimlerine göre; sodyum klorürlü sular, buharla ısıtılmış asit-sülfat suları ve karışık sular olmak üzere 3 gruba ayırmışlardır. pH>8 olan sodyum klorürlü suların düşük konsantrasyonlarda Co, Cd (< 10 ppb), Ni, Pb, Cr, Cu (< 1 ppb) ve Zr, V, Zn (< 10 ppb) ve daha yüksek konsantrasyonlarda Ba (0.06-15 ppb), Sr (1.2 - 107 ppb), Cs (0.08 - 19 ppb), Rb (7.1 - 163 ppb), Li (18 - 380 ppb), As (< 0.2 - 252 ppb), Sb (0.05 - 40 ppb), Mo (0.16 - 50 ppb), W (2.4 - 88 ppb), Mn (0.1 - 163 ppb), Fe (1.8 - 157 ppb) ve Al (21 - 1510 ppb) içerdiğini belirlemişlerdir. Sodyum klorürlü sularla karşılaştırdıklarında, buharla ısıtılmış asit sülfat sularının yüksek konsantrasyonlarda Al (0.02 - 267 ppm), Fe (0.66 - 360 ppm), Mn (44 - 4231 ppb), V (1.1 - 1120 ppb), Cr (0.15 - 660 ppb), Zn (3.1 - 633 ppb), Ni (0.20 - 192 ppb), Cu (0.09 - 121 ppb), Co (0.02 - 90 ppm), Ba (1.0 - 60 ppm), ve Sr (2.8 - 316 ppb) ve daha düşük konsantrasyonlarda Li (< 0.03 - 57 ppb), Cs

(< 0.01 - 0.77 ppb), Rb (0.12 - 24 ppb), As (< 0.1 - 61), Mo (< 0.01 - 14 ppb), Sb (< 0.01 - 25 ppb) ve W (0.01 - 6.9 ppb) içerdiklerini saptamışlardır. Karışık suların kimyasal özelliklerinin ise; sodyum klorürlü sular ile, buharla ısıtılmış asit sularının arasında olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Herrera ve ark. (2013), İspanya'daki kanser vakalarına etkisini araştırmak amacıyla, hem şebeke, hem de ambalajlı içme sularındaki eser element ve nitrat konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Toplamda 227 çeşme suyu örneğini, 11 vilayetteki 67 belediyeden rastgele toplamışlardır. 9 farklı markaya ait de şişelenmiş su örneği temin etmişlerdir. Nitrat seviyelerini gerek kırsal gerekse de kentsel belediyelerden almış oldukları su örneklerinde benzer olarak (4.2 mg/L) belirlemişlerdir. Şişelenmiş sulardaki nitrat konsantrasyonlarını 2.3 – 15.6 mg/L arasında bulmuşlardır. Eser element konsantrasyonlarının, hem çeşme suyu örneklerinde, hem de şişelenmiş örneklerde belirlenemeyecek kadar düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Leiter ve ark. (2013), Kenya'daki Kasigau Dağı'nı kuşatan yedi kırsal köyde kullanılan suların kalitesini araştırmışlardır. Bu amaçla 205 su numunesi toplamışlardır. İnceledikleri su numunelerinde pH değerini 6-7, çözülmüş oksijen miktarını 2.6 – 8.9 mg/L, sodyum konsantrasyonunu 2.57 – 342 mg/L, potasyum konsantrasyonunu 0.27 – 24.7 mg/L, kalsiyum konsantrasyonunu 1.85 – 629 mg/L, magnezyum konsantrasyonunu 0.84 – 113 mg/L, amonyum konsantrasyonunu 0 – 0.17 mg/L, florür konsantrasyonunu 0.03 – 1.24 mg/L, klorür konsantrasyonunu 2.90 – 969 mg/L, nitrat konsantrasyonunu 0.14 – 2.71 mg/L, fosfat konsantrasyonunu 0 – 0.71 mg/L, sülfat konsantrasyonunu 1.30 – 34.7 mg/L olarak belirlemişlerdir. Ayrıca, inceledikleri su örneklerinin tamamında E. Coli ve koliform bakterilere rastladıklarını ve içme suyu olarak da kullanılan bu suların gerekli standartlara ulaşması için acilen önlem alınması gerektiğini vurgulamışlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.Su Örneklerinin Alınması

Bu çalışmada incelenen su örnekleri, Hatay'ın merkez ilçesi Antakya'ya bağlı Kisecek Mahallesi'ndeki (Şekil3.2.) iki ayrı kaynak ve Serinyol Mahallesi'nin Tahtaköprü (Şekil 3.2.) ve Suluca mahallelerinden (Şekil 3.1.)toplanmıştır. Su numuneleri; renksiz, kimyasal olarak temiz, cam şişelere konulmuştur. Şişelerin ağzı sağlam bir şekilde temiz bir kapakla kapatılmıştır. Şişeler numuneler alınmadan önce numune alınacak su ile en az 3 kez çalkalanmıştır. Ağır metal analizleri için numune alınacak şişeler önce HNO_3 ve saf su ile çalkalanmıştır. Katyon analizi için şişelere $\text{pH} < 2$ olacak şekilde derişik ve yüksek saflıkta HNO_3 eklenmiştir. Bakteriyolojik analizler için ise, 180 °C'lik kuru sıcaklıkta 1 saat süreyle sterilize edilmiş, renkli şişeler kullanılmıştır. Numuneler 3 aylık periyotlar halinde alınmıştır. Alınan numunelerin bekletilmeden analizleri yapılmıştır.



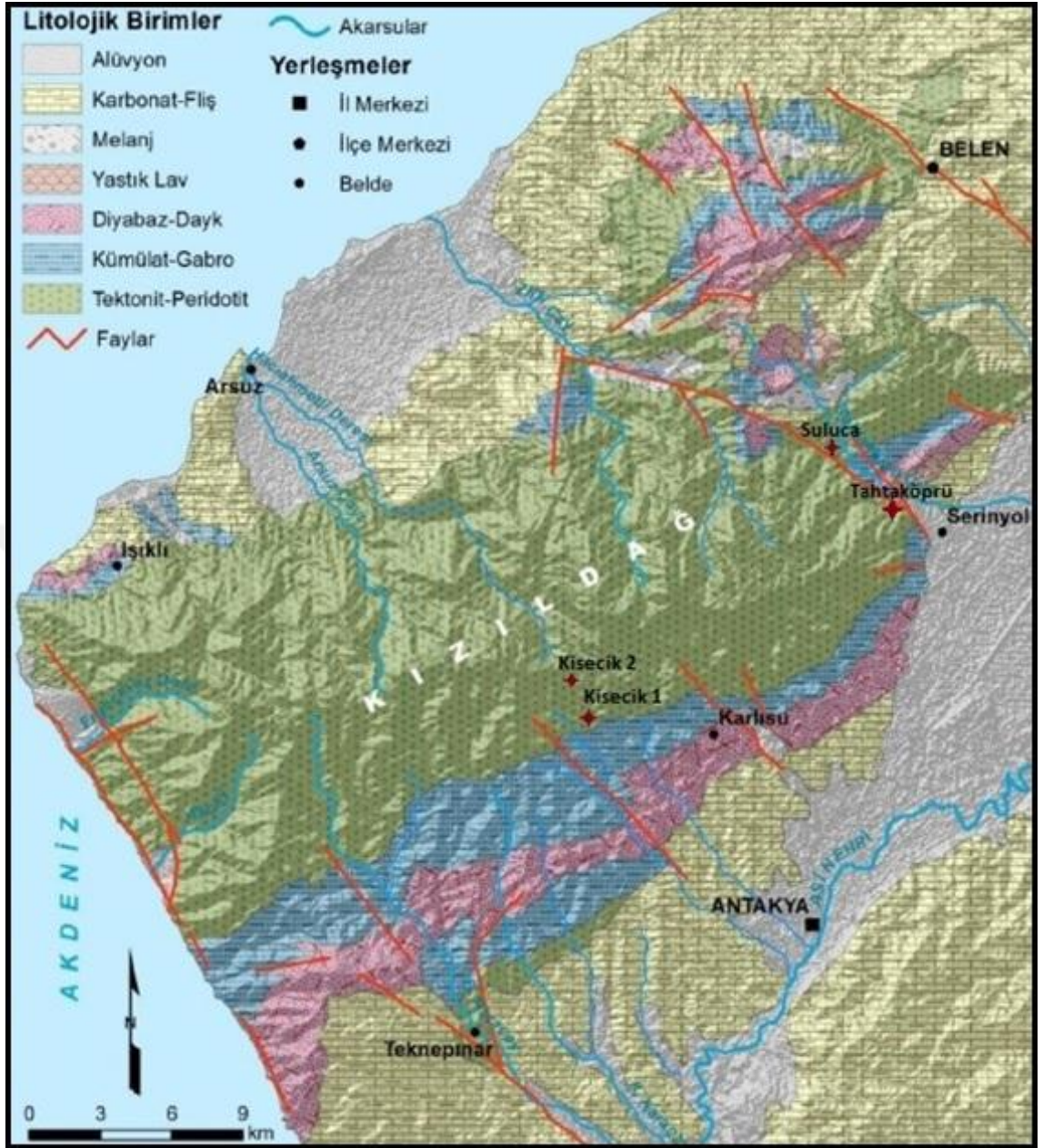
Şekil 3.1. Suluca bölgesi numune alımı.



Şekil 3.2. Tahtaköprü bölgesi numune alımı



Şekil 3.3. Kiseçik 1 bölgesi numune alımı



Şekil 3.4. Çalışma alanının litoloji haritası (Karataş ve Korkmaz, 2015'den değiştirilerek)

3.2. Su Örneklerinin Analizlerinde Kullanılan Kimyasallar ve Kitleler

Su örneklerinin analizleri sırasında kullanılan kitleler ve kimyasallar Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1.Su örneklerinin analizlerinde kullanılan kitler ve kimyasallar

Kimyasal adı	Üretici Firma	Katalog No
F ⁻ Cell Test	Merck	100809
P Test	Merck	114848
Cl ₂ Test	Merck	114828
NO ₃ ⁻ Test	Merck	114542
Nitrik Asit	Merck	100443
Rezorsinol	Merck	822303
Zirkonil Klorür Oktahidrat	Merck	108917
Hidroklorük Asit	Merck	113136
Sodyum Sülfat	Merck	106639
Sodyum Asetat Trihidrat	Merck	137012
Potasyum Dikromat	Merck	104865
Sülfürik Asit	Merck	109073
Gümüş Sülfat	Merck	101509
1,10-Fenantrolin M.hidrat	Merck	107225
Demir Sülfat 7-Hidrat	Merck	103965
Demir Amonyum Sülfat 6-H	Merck	103792
Potasyum Asit Ftalat	Merck	104874
Baryum Klorür Dihidrat	Merck	101719
Gümüş Nitrat	Merck	101512
Mangan Sülfat Monohidrat	Merck	105941
Sodyum Azotür	Merck	822335
Sodyum İyodür	Merck	106523
Sodyum Tiyosülfat 5-Hidrat	Merck	106516
Potasyum Bi-iyodat	Merck	104867
Potasyum Sülfat	Merck	105153
Potasyum Florür Dihidrat	Sigma-Aldrich	221872
Multi Element IV standartı	Merck	111355
Azide Dextrose Broth	Merck	101590
Lauryl Tryptose (LST) Broth	Merck	110266
Brillant Green Lactose Broth	Merck	105454
D-coccosel agar	Merck	105262
Brillant Heart Infusion Broth	Merck	110493

3.3. Su Örneklerinin Analizlerinde Kullanılan Çözeltiler

Su örneklerinin analizleri sırasında kullanılan çözeltiler Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Su örneklerinin analizlerinde kullanılan çözeltiler

Su Örneklerinin Analizlerinde Kullanılan Çözeltiler
<u>Çözelti A (Nitrit Tayini)</u> : 1 g resorsinol ve 1,1 g zirkonil klorür oktahidrat suda çözülüp 7,5 ml HCl eklenerek 500 ml'ye seyreltili.
<u>Çözelti B (Nitrit Tayini)</u> : 1 g sodyum sülfat ve 1,5 g sodyum asetat trihidrat suda çözülüp 500 mL'ye seyreltili.
<u>Potasyum Dikromat Çözeltisi</u> : 12,259 g $K_2Cr_2O_7$ 103 °C'de 2 saat kurutuldu ve 1 L saf suda çözüldü.
<u>Sülfürik Asit Reaktifi</u> : 1 kg derişik sülfürik asite 5,5 g Ag_2SO_4 eklendi ve 1-2 gün süre ile çözünmesi beklendi.
<u>Feroin İndikatör Çözeltisi</u> : 1,485 g 1,10-fenantrolin monohidrat ve 695 mg $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ alındı, 100 mL saf suda çözüldü.
<u>Demir Amonyum Sülfat Titrantı</u> : 98 g $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ bir miktar saf suda çözüldü, üzerine 20 mL derişik H_2SO_4 eklendi. Soğutulduktan sonra saf su ile 1 L'ye seyreltili.
<u>Potasyum Hidrojen Ftalat</u> : 425 g potasyum asit ftalat alındı ve 1 L saf suda çözüldü.
<u>Baryum Klorür Çözeltisi</u> : 100 g $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ 1 L saf suda çözüldü ve mavi bant süzgeç kağıdından geçirildi.
<u>Gümüş Nitrat – Nitrik Asit Reaktifi</u> : 8,5 g $AgNO_3$ ve 0,5 mL derişik HNO_3 alındı ve 500 mL saf suda çözüldü.
<u>Mangan Sülfat Çözeltisi</u> : 480 g $MnSO_4 \cdot 4H_2O$ bir miktar saf suda çözüldü ve 1 L'ye tamamlandı.
<u>Alkali – İyodür – Azotür Reaktifi</u> : 50 gr NaOH ve 13,5 gr NaI distile suda çözülüp 1L'ye seyreltili. Bu çözeltiliye 1 gr NaN_3 'un 4 ml distile suda çözülmüş çözeltilisi ilave edildi.
<u>Nişasta Çözeltisi</u> : 2 g analitik saflıkta nişasta 0,2 g salisilik asit koruma maddesi ile karıştırılarak 100 mL sıcak saf suda çözüldü.
<u>Standart Sodyum Tiyosülfat Titrasyon Çözeltisi</u> : 6,205 g $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ bir miktar saf

Çizelge 3.2. (Devam) Su örneklerinin analizlerinde kullanılan çözeltiler

suda çözüldü, üzerine 0,4 g katı NaOH eklendi ve 1 L'ye seyreltildi.

Standart Potasyum-bi-İyodat Çözeltisi : 812,4 mg potasyum bi-iyodat $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$ bir miktar saf suda çözüldü ve 1 L'ye tamamlandı.

Potasyum Florür Çözeltisi : 40 g $\text{KF} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ bir miktar saf suda çözüldü ve 100 mL'ye tamamlandı.

Amonyum Molibdat Çözeltisi : 25 g $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 175 ml distile suda çözüldü. 280 ml derişik H_2SO_4 , 400 ml distile suya eklenip, soğutuldu ve amonyum molibdat çözeltisine ilave edildi. Çözelti 1 L'ye seyreltildi.

Kalay Klorür Çözeltisi : 2,5 g $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 100 mL gliserinde çözülmüştür.

%8'lik NaOH Çözeltisi : 8 g NaOH 100 mL saf suda çözülmüştür.

0,1 M HCl Çözeltisi : 4,5 mL %35 lik HCl 500 mL saf suda seyreltilmiştir.

0,1 M NaOH Çözeltisi : 2 g NaOH 500 ml saf suda çözülmüştür.

3.4. Su Örneklerinin Analizlerinde Kullanılan Cihazlar

Su örneklerinin analizlerisirasında kullanılan cihazlar Çizelge 3.3.'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Su örneklerinin analizlerinde kullanılan cihazlar

Cihaz Adı	Marka	Model
Spektrometre	Merck	Nova 60
ICP-OES	Varian	Vista MPX
Otoklav	Nüve	OT 23S
Etüv	Nüve	FN 500
Hassas Terazı	Kern	PLJ 600-3NM
Mikrodalga Fırın	Mars	Mars Xpress
pH metre	Keyuan	KY-PH-002

3.5. Suyun Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi

Suda, kalsiyumbikarbonat ve alkali tuzlar fazla bulunursa bazik (alkali), karbondioksit fazla bulunursa asidik özellik gösterir. Suda kokuşma alkalitenin varlığına kanıttır. Karbondioksitten başka asitleri içeren suyun asitidesi korozotif özellik

göstermektedir. Suyun pH'inötr veya hafif alkali olmalıdır. pH 7.0-8.5 kaynak sularında, pH 6.5-9.2 içme ve kullanma sularında uygun kabul edilmektedir (Demirer, 1995).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte (Resmi Gazete, 2005), pH'nın ≥ 6.5 ve ≤ 9.5 pH birimleri arasında olması ve suyun aşındırıcı olmaması gerektiği, ayrıca şişelere ya da kaplara konulan suların pH değerinin minimum 4.5 olması gerektiği belirtilmektedir. Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO, 2006)suların 6.5–8.5 pH'ta olması gerektiğini kabul etmektedir.

Alınan örneklerin pH seviyeleri 0.01 hassasiyetli dijital pH metre ile, yüzey su sıcaklığı ise 1 °C bölmeli civalı termometre ile, tayin edilmiştir.

3.6. Suyun Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi

3.6.1. İnorganik Kalite Parametreleri

Sularda ve atık sularda bulunan askıda ya da çözünmüş haldeki maddeler, katı maddeler olarak isimlendirilmektedir. Yüksek miktarlarda katı madde içeren sular, içme suyu veya endüstriyel amaçlı su temininde kullanılamazlar.

Toplam katı madde, filtre edilebilen ve edilemeyen katıların toplamını ifade etmektedir. Filtre edilebilen katı maddeye çözünmüş katı madde, filtre edilemeyen kısma ise, askıda katı madde adı verilmektedir. Toplam katı madde, su numunesinin su banyosunda buharlaştırıldıktan sonra 103-105 °C'de etüvde kurutulmasından sonra geriye kalan maddenin mg/L cinsinden ifadesidir. Filtreden geçmeyen katı maddeler olarak ifade edilen askıda katı maddeler, su numunesinin filtre kağıdından geçmeyen kısmının, 103 °C'de etüvde 1 saat kurutulması ve tartılması suretiyle tayin edilmektedir. Toplam çökebilir katı madde ağırlıkları etkisiyle kendiliğinden çökebilir katılardır. Çökelme hızı, parçacıkların büyüklüğüne ve yoğunluğuna bağlıdır. Çökebilir katıların tayini, evsel, endüstriyel ve yüzeysel sular için önem taşımaktadır. Toplam uçucu katı madde ise, toplam katı madde deneyi yapıldıktan sonra kap ve içinde kalan maddelerin 15-20 dakika süre ile 550±50 °C'de fırında tutulması ve kap içinde kalanların tekrar tartılması ile belirlenmektedir (Şengül ve Türkman, 1998).

Toplam çözünmüş katı madde miktarı önce askıdaki maddelerin filtre yöntemi ile ayrılması ve sonra filtreden geçen suyun 103 °C'de bir saat süre ile buharlaştırılması sonucunda kalan katı maddelerin tartılmasıyla elde edilmiştir (Şengül ve Türkman, 1998).

3.6.2. Çözünmüş Oksijen (O₂) Tayini

Doğal sulardaki ve atık sulardaki çözünmüş oksijen seviyeleri su ortamındaki fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal aktivitelere bağlıdır. Çözünmüş oksijen analizi, su kirlenmesi kontrol faaliyetlerinde ve atık su arıtma tesislerinin kontrolünde uygulanmaktadır (Şengül ve Türkman, 1998). Çözünmüş oksijen bulunmayan sular akuatik hayat için ölüm sayılmaktadır. Oksijenin sudaki normal çözünürlüğü 9 mg/L'dir. Sıcaklığın azalması ile bu çözünürlük artmaktadır (Üneş, 2013).

Numune 250-300 mL'lik BOI şişesine alındıktan sonra, üzerine 2,15 M MnSO₄.4H₂O çözeltisinden 1 mL ve alkali-iyodür-azotür reaktifinden de 1 mL ilave edilmiştir. Şişe ters yüz edilerek karıştırılmış ve çökelek oluşumundan sonra üzerine 1 mL derişik H₂SO₄ ilave edilmiştir. Şişenin ağzı kapatılarak çökelek tamamen çözünene kadar karıştırılmıştır. 200 mL çözelti alınarak 0,025 M Na₂S₂O₃ çözeltisi ile açık saman rengini alana dek titre edilmiştir. Birkaç damla nişasta çözeltisi katılıp mavi renk yok olana kadar titrasyona devam edilmiştir (Şengül ve Türkman, 1998).

3.6.3. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOD) Tayini

Sudaki oksijen tayini kadar zamanla sudaki oksijenin azalma hızının tayini de önemlidir. Azalmanın yavaş olması suyun temiz olduğunu, sudaki mikroorganizmaların ölü veya ölmek üzere olduğunu göstermektedir. BOD aerobik şartlarda bakterilerin organik maddeleri parçalaması için gerekli oksijen miktarını göstermekte ve mg/L olarak ifade edilmektedir. BOD değeri sıcaklık, ışık ve zamandan çok etkilenmektedir. Sıcaklık metabolik aktiviteyi arttırmakta, ışık etkisinde de algler canlı ve aktif kalmaktadır. Bu nedenle, BOD değerleri, 20 °C'de, karanlıkta ve 5 günlük değer olarak verilmektedir (Şengül ve Türkman, 1998).

BOD tayini yapılırken, cihazın kullanım talimatnamesinde yer alan numune hacimleri ve çarpım katsayılarını taşıyan listeye göre su numuneleri özel BOD şişelerine konulmuş ve üzerlerine 2-3 damla nitrüent çözeltisi damlatılmıştır. Şişe kapaklarına konulan yarı tıpların içerisine NaOH tabletlerinden 2-3 tane konularak şişelerin ağızlarına yerleştirilmiştir. BOD şişeleri sıfıra ayarlanmış manometreler ile kapatılarak karıştırıcıdaki yerlerine konulmuştur. Her gün aynı saatte günlük BOD değerleri okunarak not edilmiş ve 5 gün sonundaki BOD değeri okunduktan sonra çarpan sayısı ile çarpılarak sonuçlar belirlenmiştir (Şengül ve Türkman, 1998).

3.6.4. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (COD) Tayini

Numunedeki organik maddenin kuvvetli kimyasal oksidasyon maddeleri yardımı ile oksidasyonu sırasında harcanan oksijen miktarını ifade etmektedir. Kısaca, sudaki organik maddelerin biyolojik olarak değil de, kimyasal olarak parçalanmasına dayanan tayin metodudur. BOD'de organik maddelerin bir kısmı yükseltgenirken, COD'de tamamı yükseltgenmektedir. Bu nedenle $COD > BOD$ şeklindedir (Şengül ve Türkman, 1998).

COD tayininde, 50 mL hacimdeki su örneği 500 mL'lik COD balonuna alınmış ve üzerine 1 g civa sülfat eklenerek karıştırılmıştır. Daha sonra 5 mL sülfürik asit reaktifi ve 25 mL 0,0417 $MK_2Cr_2O_7$ eklenmiştir. Balon soğutucuya bağlanarak soğuk su geçirilmiştir. Daha sonra 70 mL sülfürik asit reaktifi eklenerek geri soğutucu altında 2 saat süreyle kaynatılmıştır. Kaynatma sonunda çözelti hacmi iki katına kadar olacak şekilde saf su eklenmiş ve oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. 2-3 damla ferroin ilave edilerek 0,25 M demir amonyum sülfat ile titre edilmiştir. Renk mavi-yeşilden kırmızı-kahverengiye dönmeye başlayınca titrasyona son verilmiştir (Şengül ve Türkman, 1998).

3.6.5. Azot Tayini

Azot tayini için, Kjeldahl metodu kullanılmıştır. 0,5 mL numunenin üzerine 10 ml saf su ve 0,5 ml H_2SO_4 eklenmiştir. 15 dakika ısıtılıp soğuduktan sonra 2 damla fenolftalein indikatörü damlatılarak % 8'lik NaOH'den renk pembe oluncaya kadar 5 ml'lik ilaveler yapılmıştır. Böylece nötrleşme sağlanmıştır. Örnek tekrar ısıtıldıktan sonra bir erlene 0,1 M 50 mL HCl konulmuş ve kabarcık bitene kadar ısıtmaya devam edilmiştir. Daha sonra, 0,1 M NaOH ile 2 damla fenolftalein damlatılarak titrasyon yapılmıştır (Şengül ve Türkman, 1998).

3.6.6. Fosfat Tayini

Fosfat tayininde, 100 mL numuneye 1 damla fenolftalein indikatörü damlatılmıştır. Pembeye dönen numunelere 1-5 damla kuvvetli asit çözeltisi damlatılarak renk giderilmiştir. Daha sonra 4 mL 0,02 M amonyum molibdat çözeltisi ve 0,5 mL 0,01 M kalay klorür çözeltisi eklenmiştir. 10 dakika bekletildikten sonra 690 nm'de spektrofotometre aracılığıyla ölçüm yapılmıştır (Şengül ve Türkman, 1998).

3.6.7. Serbest Klor Miktarının Belirlenmesi

Suda, organik ve inorganik maddelerin absorpsiyonundan kalan ve suların dezenfeksiyonunda rol oynayan miktarına serbest klor denilmektedir. Serbest klor miktarı, suyun koku ve lezzetinde etkili olmaktadır. Fazla miktarda serbest klor içeren sular klor kokmaktadır ve içimleri de zordur (Üneş, 2013).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete, 2005), içme kullanma sularında klor ile dezenfeksiyonda şebekenin en uç noktalarından alınan numunelerde maksimum klor miktarı 0.5 mg/L olarak bildirilmiştir.

Serbest klor tayininde, spectroquant hazır kitleri kullanılarak spektrofotometrede 550 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır (Şengül ve Türkman, 1998).

3.6.8. Nitrit Miktarının Tayini

Nitrit, organik maddelerin parçalanması ile ortaya çıkan amonyağın, inorganik bileşiklere dönüşmesi sırasındaki ilk oksidasyon basamağında oluşmaktadır. Nitrit varlığı, kuyu ve kaynak sularına dışkı suyu sızmasına işarettir (Demirer 1995).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete, 2005) sulardaki nitrit konsantrasyonunun 0.50 mg/L değerini aşmaması ve kullanılmış su arıtma işleminden sonra 0.1 mg/L değerinde olması gerektiği bildirilmiştir.

Nitrit tayininde, 2 ml su örneğine, 4 ml Çözelti A'dan ve 4 ml Çözelti B'den eklenmiştir. İyi karıştırıldıktan sonra, spektrofotometrede 347 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır (Şengül ve Türkman, 1998).

3.6.9. Nitrat Miktarının Tayini

Nitrat, organik maddelerin parçalanarak azotlarının oksidasyonu ile oluşan, tamamen mineralize olan ve belirli konsantrasyonlara kadar kirlilik açısından zararsız kabul edilen ürünlerdir. Derinliği fazla olmayan yeraltı sularında nitrat konsantrasyonu 1mg/L kadar görülmektedir. Ancak çok derin yeraltı sularında konsantrasyonun 500-1000 mg/L'ye kadar yükseldiği tespit edilmiştir. Yetişkinler için nitratın zararsız olduğu kabul edilmektedir.

İçme sularıyla vücuda alınan nitrat, barsak kanalında 4-12 saat içinde emilmekte ve böbrekler aracılığı ile vücuttan atılmaktadır. Bunun dışında yetişkinlerde nitrat tükürük bezlerinde birikmekte ve ağızda anaerobik ortamlarda nitrite indirgenmektedir.

Nitratın toksikolojik etkileri üç aşamada incelenebilir:

Primer toksisite: İçme sularında nitrat derişimleri 500 g/m^3 konsantrasyonunu geçmesi durumunda yetişkinlerde bağırsak, sindirim ve idrar sisteminde iltihaplanmalar görülmektedir.

Sekonder toksisite: İçme sularındaki yüksek nitrat konsantrasyonu bebeklerde methaemoglobinaemia neden olmaktadır.

Tersiyer toksisite: Tersiyer toksisite asidik ortamda nitritlerin sekonder ve tersiyer aminler, alkil amonyum bazlar ve amidlerle reaksiyona girmeleri sonucunda ortaya çıkmaktadır. Devamında nitrosaminler ve nitrosamidler oluşmaktadır. Yapılan son araştırmalarla bu bileşiklerin (özellikle dimetilnitrosamin ve dietilnitrosamin) kuvvetli kanserojen etkileri saptanmıştır (Uslu ve Türkman 1987).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete, 2005), sulardaki nitratın 50 mg/L değerini aşmaması gerektiği bildirilmiştir.

Nitrat tayininde, spectroquant hazır kitleri kullanılarak, spektrofotometrede 340 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır (Şengül ve Türkman, 1998).

3.6.10. Flor Miktarının Tayini

İnsan vücudu için gereken flor içme sularından karşılanmaktadır. Sulardaki flor konsantrasyonu suyun geçtiği toprak tabakalarına bağılı olarak değişmektedir. İnsanın günlük flor gereksinimini karşılayabilmek için sularda flor konsantrasyonu $0.8-1 \text{ mg/L}$ olmalı ya da bu konsantrasyona göre ayarlama yapılmalıdır (Demirer 1995).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte (Resmi Gazete, 2005), flor konsantrasyonunun 1.5 mg/L değerini aşmaması gerektiği belirtilmiştir.

Flor miktarı, Flouride Cell hazır kitleri kullanılarak photoflex spektrofotometre cihazında 520 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır (Şengül ve Türkman, 1998).

3.6.11. Sülfat Miktarının Tayini

150 mL hacimde alınan numunenin pH'ı HCl ile $4,5-5,0$ aralığına getirilmiş ve kaynama noktasına kadar ısıtılmıştır. Yavaşça karıştırılarak 5 mL $0,4 \text{ M}$ ılık baryum klorür ilavesi ile 1 gece bekletilerek baryum sülfat olarak çöktürülmüştür. Çökelek süzülerek, klorür içermeyinceye kadar saf su ile yıkanmıştır. Daha sonra 105°C 'de tütülerek tartım alınmıştır (Şengül ve Türkman, 1998).

3.6.12. Karbonat ve Bikarbonat Tayini

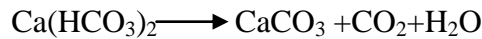
5 ml su örneğine 1 damla fenolftalein indikatörü eklenerek 0,01 M H₂SO₄ ile renk pembeden renksiz dönünceye kadar titre edilmiştir. Sonra, renksiz çözeltinin üzerine 2 damla metiloranj indikatörü eklenerek yine 0,01 M H₂SO₄ ile renk sarıdan soğan kabuğu kırmızısına gelene kadar titre edilmiştir (Şengül ve Türkman. 1998).

3.6.13. Sertlik Tayini

Suların sertliği, suların kullanılan sabunu çöktürme kapasitesinin bir ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Sabun, genel olarak suda bulunan kalsiyum ve magnezyum iyonları ile birleşerek çökmektedir. Bu iki iyon, doğal sularda sertlik yapan diğer iyonlardan daha fazla bulunduğundan, genellikle sertlik kalsiyum ve magnezyum iyonlarının konsantrasyonlarının toplamı olarak ifade edilmektedir. Bu tuzlar topraktan suya geçmektedirler. Sularda çözülmüş halde bulunan kalsiyum ve magnezyum; suda bikarbonat, sülfat, klorür ve ayrıca az miktarda nitrat tuzları şeklinde bulunmaktadır. Kalsiyum bikarbonat ve kalsiyum sülfat su sertliğinde çok etkindir. İnorganik tuzların tamamı suda az ya da çok çözünmektedirler. Bazı tuzların çözünürlüğü sıcaklık artışı ile azalmaktadır. Rakımı düşük bölgelerde suyun temas yüzeyi yüksek olduğundan tuz derişimi artmaktadır.

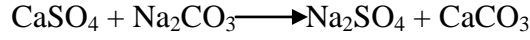
Kalsiyum ve magnezyumun; sodyum karbonat, sülfat ve klorürleri suda en çok bulunan tuz çeşitleridir. Kalsiyum ve magnezyumun bikarbonat tuzları suyun kaynaması ile karbonatlar halinde çökmekte ve bu karbonatlar suda çözünmemektedir. Bu durumdan ileri gelen sertliğe “geçici sertlik” adı verilmektedir. Diğer tuzların oluşturduğu sertliğe “kalıcı sertlik” adı verilmektedir. “Kalıcı sertlik” ismi bu tuzlardan ileri gelen sertliğin kaynatma işlemi ile ortadan kalkmaması nedeni ile verilmiştir. Bütün tuzlardan meydana gelen sertlik “toplam sertlik” olarak adlandırılmaktadır. Kalsiyum ve magnezyumun sülfat tuzları kalıcı sertliğe neden olmaktadır.

Geçici sertliğe sebep olan bikarbonat tuzları su ısıtma işlemine tutulduğunda,



şeklinde reaksiyon vermektedir. Karbonatların çökmesi ile suda oluşan ya da önceden var olan karbondioksitler uçmaktadır. Kalıcı sertlik genellikle toprak alkali metallerin klorürlerinden ve sülfatlarından ileri gelmektedir. Bu sertlikler ısıtma ile

giderilememektedir. Sülfatlardan ileri gelen kalıcı sertlik sodyum karbonatla giderilebilmektedir.



Sertlik dereceleri Fransız, İngiliz, Alman, Amerikan ve minival sertlik derecesi olarak adlandırılmaktadır.

Bir Fransız sertlik derecesi 10 mg CaCO₃/L veya 8.4 mg MgCO₃'a

Bir İngiliz sertlik derecesi 14.3 mg CaCO₃/L veya 2.0 mg MgCO₃'a

Bir Alman sertlik derecesi 10 mg CaCO₃/L veya 7.1 mg MgCO₃'a

Bir Amerikan sertlik derecesi 1 mg CaCO₃/L veya 0.8 mg MgCO₃'a

Bir Minival sertlik derecesi 50 mg CaCO₃/L veya 42 mg MgCO₃'a eşdeğerdir.

Suların sertlik dereceleri ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Çizelge 3.4.'de suların sertlik derecelerine göre sınıflandırılması gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. Suların Sertlik Derecelerine Göre Sınıflandırılması

Suyun niteliği	Fransız sertlik derecesi	Alman sertlik derecesi	İngiliz sertlik derecesi
Çok yumuşak	0-7	0-4	0-5
Yumuşak	7-14	4-8	5-10
Hafif sert	14-22	8-12	10-15
Sert	22-32	12-18	15-22
Çok sert	32-54	18-30	22-35
Çok aşırı sert	>54	>30	>35

Su sertliğinin ya da yumuşaklığının sağlığa etkileri ile ilgili su sertliği üzerinde kesin bir sınır belirlenmemiştir. Saf su ayarında yumuşak su, vasat olan sert sulara oranla sağlık için tercih edilmemektedir. Fazla sert suların da içimleri zordur, tatları kötüdür ve yumuşak sulara göre sindirimleri zordur. Bundan dolayı sularının toplam sertliklerinin 30 Fransız derecesini (°f) ve kalıcı sertliklerinin de 12'yi geçmemesi tavsiye edilmektedir (Demirer, 1995).

Uygun bir kapta analizi yapılacak numuneden 25 mL alınmış ve destile su ile 50 mL'ye seyreltilmiştir. Tampon çözeltisi ile pH 10'a ayarlanmıştır. Birkaç damla indikatör çözeltisi damlatılarak standart EDTA çözeltisi ile renk sarı-kırmızımtırak bir

renkten mavi renge dönünceye kadar titre edilmiştir. Dönüm noktası olan mavi rengin ilk görüldüğü anda titrasyona son verilmiştir.

3.6.14. Ağır Metal ve Diğer Metallerin Tayini

Tüm ağır metaller ve sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, alüminyum gibi metaller ICP aracılığıyla tayin edilmiştir. Metal içerikleri tayin edilecek su ürünleri 3 tekrarlı çalışılmıştır. Çalışma esnasında güç 1,20 kW, plazma akış hızı 15 L/min., nebulizer akış hızı 0,74 L/min., örnek alma süresi 30 s. ve yıkama süresi 10 s. olarak belirlenmiştir.

3.7. Suyun Mikrobiyolojik Özelliklerinin İncelenmesi

3.7.1 Koliform Bakteri ve *E.coli* İçeriklerinin Belirlenmesi

Koliform grup fakültatif anaerob, gram negatif, spor oluşturmeyen, 35 °C’de ve 48 saat içinde laktozdan gaz ve asit oluşturan çubuk şeklindeki bakterilerdir. Enterobacteriaceae familyası üyelerinden Citrobacter, Enterobacter, Klebsiella cinslerinin bazıları ve *E.coli*, koliform bakteri grubuna girer. Başta *E.coli* olmak üzere koliform grubu bakterilerinin bir kısmı dışkı kökenli iken diğerleri toprak ve bitki kökenlidirler. Dışkı kökenli olan koliformlar fekal koliform olarak adlandırılırlar. Metodun prensibi; koliform grubu bakterilerin laktozu fermantasyonu sonucu oluşturduğu, katı besiyerindeki pembe renkli kolonilerin ya da durham tüpleri bulunan sıvı besiyerinde gaz oluşumu gözlenen tüplerin doğrulanması esasına dayanır.

Koliform grubu bakterilerin laktozu fermantasyonu sonucu oluşturduğu, katı besiyerindeki pembe renkli kolonilerin ya da durham tüpleri bulunan sıvı besiyerinde gaz oluşumu gözlenen tüplerin doğrulanması esasına dayanır.

25 ml örnek 225 ml Maximum Recovery Diluent ile gıda mikrobiyolojisi laboratuvar kurallarına uygun olarak homojenize edilir.10⁻¹’lik dilüsyon hazırlanmış olur.10⁻²,10⁻³,10⁻⁴,10⁻⁵ lik dilüsyonlar hazırlanır. İçerisinde durham tüpü bulunan 10 ml LST broth tüplerden 5-5-5 şeklinde 15 adet hazırlanır(5 Tüp Metodu).Her 5 tüpe 10⁻¹,10⁻²,10⁻³, 10⁻⁴, 10⁻⁵ lik dilüsyonlardan 1 ml inoküle edilir. Bakteri yoğunluğu fazla bekleniyorsa dilüsyon sayısı artırılabilir. Bu tüpler 35±1 °C de 48±2 saat inkübasyona bırakılır. Gaz oluşumu gözlenen tüpler pozitif sonuç olarak değerlendirilir.

Gaz oluşumu gözlenen LST tüplerinden içinde durham tüpü bulunan 10 ml Brillant Green Laktoz Broth tüplerine öze ile inokülasyon yapılır. 35±1 °C de 48±2 saat inkübasyona bırakılır. Gaz oluşumu gözlenen tüpler koliform bakteri için pozitif sonuç olarak değerlendirilir. Sonuç olarak gaz veren tüpler kaydedilir ve EMS tablosuna göre sayısal değerlendirme yapılarak koliform sayısı belirlenir. Çizelge 3.5’de verilen EMS tablosundan değerler okunarak analizi yapılan su örneğindeki koliform sayısı tespit edilir (Hatay Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü).

Çizelge 3.5. Beş tüp metoduna göre her g/ml’deki En Muhtemel Sayı (EMS) Cetveli

0,1	0,01	0,001	EMS/g	0,1	0,01	0,001	EMS/g	0,1	0,01	0,001	EMS/g
0	0	0	<1,8	3	0	2	13	4	5	1	48
0	0	1	1,8	3	1	0	11	5	0	0	23
0	1	0	1,8	3	1	1	14	5	0	1	31
0	1	1	3,6	3	1	2	17	5	0	2	43
0	2	0	3,7	3	2	0	14	5	0	3	58
0	2	1	5,5	3	2	1	17	5	1	0	33
0	3	0	5,6	3	2	2	20	5	1	1	46
1	0	0	2	3	3	0	17	5	1	2	63
1	0	1	4	3	3	1	21	5	1	3	84
1	0	2	6	3	3	2	24	5	2	0	49
1	1	0	4	3	4	0	21	5	2	1	70
1	1	1	6,1	3	4	1	24	5	2	2	94
1	1	2	8,1	3	5	0	25	5	2	3	120
1	2	0	6,1	4	0	0	13	5	2	4	150
1	2	1	8,2	4	0	1	17	5	3	0	79
1	3	0	8,3	4	0	2	21	5	3	1	110
1	3	1	10	4	0	3	25	5	3	2	140
1	4	0	11	4	1	0	17	5	3	3	180
2	0	0	4,5	4	1	1	21	5	3	4	210
2	0	1	6,8	4	1	2	26	5	4	0	130
2	0	2	9,1	4	1	3	31	5	4	1	170
2	1	0	6,8	4	2	0	22	5	4	2	220
2	1	1	9,2	4	2	1	26	5	4	3	280
2	1	2	12	4	2	2	32	5	4	4	350
2	2	0	9,3	4	2	3	38	5	4	5	430
2	2	1	12	4	3	0	27	5	5	0	240
2	2	2	14	4	3	1	33	5	5	1	350
2	3	0	12	4	3	2	39	5	5	2	540
2	3	1	14	4	4	0	34	5	5	3	920
2	4	0	15	4	4	1	40	5	5	4	1600
3	0	0	7,8	4	4	2	47	5	5	5	>1600
3	0	1	11	4	5	0					

3.7.2. Su Örneklerinin Fekal Koliform İçeriklerinin Belirlenmesi

Su numunelerinde fekal streptococcus & enterococcus aranması amacını taşır. Enterokoklar hemen her yerde her zaman bulunan mikroorganizmalardır. Bu bakteri fekal kökenli olduğu için bulunması kontaminasyon göstergesi olarak kabul edilir. Enterokoklar gram pozitif, anaerobik veya fakültatif anaerob, katalaz negatif, boyamada oval kok, diplo kok ya da kısa zincir görünümündedir. Geniş bir pH aralığında ve % 6,5 tuz konsantrasyonunda gelişebilirler. *E.coli*'den daha uzun zaman canlılıklarını korudukları için fekal kontaminasyon indikatörü olarak aranılır. Besiyeri içeriğinde bulunan sodyum azidin refakatçı gram negatif florayı inhibe etme özelliğinden yararlanır.

İlk beş tüp çift güçlü diğerleri tek güçlü 10 ml Azide dextroz broth besiyeri içeren 5'li tüp serisi hazırlanır. Çift güçlü tüplere 10 ml diğer iki seriye sırasıyla 1 ml ve 0,1 ml su numunesi inoküle edilir. 35±0,5 °C'de 48±3 saat inkübasyona bırakılır. Bulanıklık oluşan tüplere doğrulama testleri uygulanır.

24 veya 48 saat inkübasyon sonunda bulanıklık gözlenen azide dextrose broth tüplerine doğrulama testi uygulanır. Pozitif sonuç veren azide dextrose broth tüplerinden D-cocose agar besiyerine geçilir. 35±0,5 °C'de 24±2 saat inkübe edilir. Etrafında kahverengi halka bulunan kahverengimsi siyah kolonilerden % 6,5'lük NaCl içeren Brain Heart İnfision Broth bulunan tüplere inoküle edilir. 45 °C'de % 6,5'lük NaCl içeren Brain Heart İnfision Broth besiyerinde bulanıklık oluşturarak üreme gösteren koloniler *enterococcus* grup içindedir. Çizelge 3.6'da verilen EMS tablosundan değerler okunarak analizi yapılan su örneğindeki fekal koliform sayısı tespit edilir (Hatay Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü).

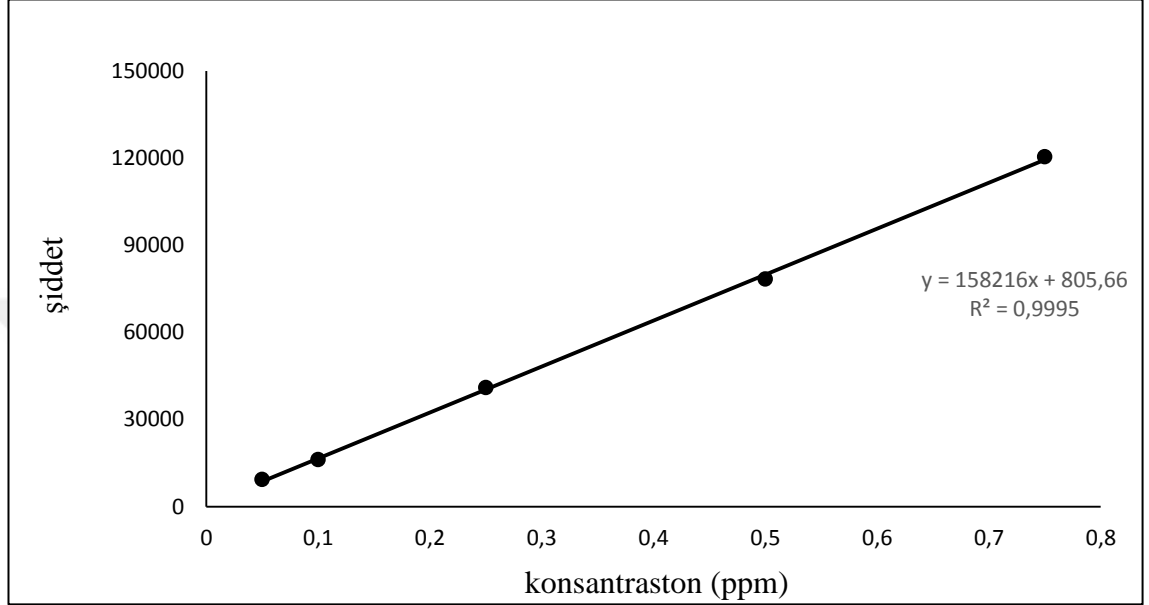
Çizelge 3.6. Beş Tüp Metoduna Göre Her 100 ml'deki En Muhtemel Sayı(EMS) Cetveli

Tüp Kombinasyonu	EMS/100ml	Tüp Kombinasyonu	EMS/100ml	Tüp Kombinasyonu	EMS/100ml	Tüp Kombinasyonu	EMS/100ml	Tüp Kombinasyonu	EMS/100ml
0-0-0	<2	2-1-0	7	4-0-1	17	5-0-2	40	5-4-0	130
0-0-1	2	2-1-1	9	4-1-0	17	5-1-0	30	5-4-1	170
0-1-0	2	2-2-0	9	4-1-1	21	5-1-1	50	5-4-2	220
0-2-0	4	2-3-0	12	4-1-2	26	5-1-2	60	5-4-3	280
1-0-0	2	3-0-0	8	4-2-0	22	5-2-0	50	5-4-4	350
1-0-1	4	3-0-1	11	4-2-1	26	5-2-1	70	5-5-0	240
1-1-0	4	3-1-0	11	4-3-0	27	5-2-2	90	5-5-1	300
1-1-1	6	3-1-1	14	4-3-1	33	5-3-0	80	5-5-2	500
1-2-0	6	3-2-0	14	4-4-0	34	5-3-1	110	5-5-3	900
2-0-0	4	3-2-1	17	5-0-0	23	5-3-2	140	5-5-4	1600
2-0-1	7	4-0-0	13	5-0-1	30	5-3-3	170	5-5-5	≥1600

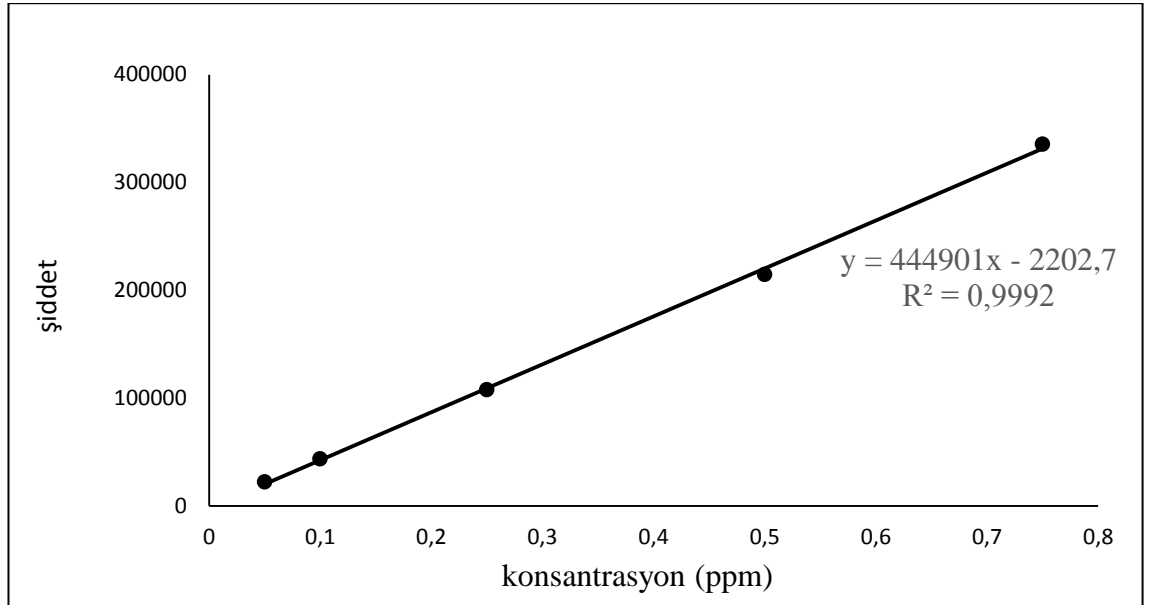
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. ICP-OES Cihazına Ait Kalibrasyon Verileri

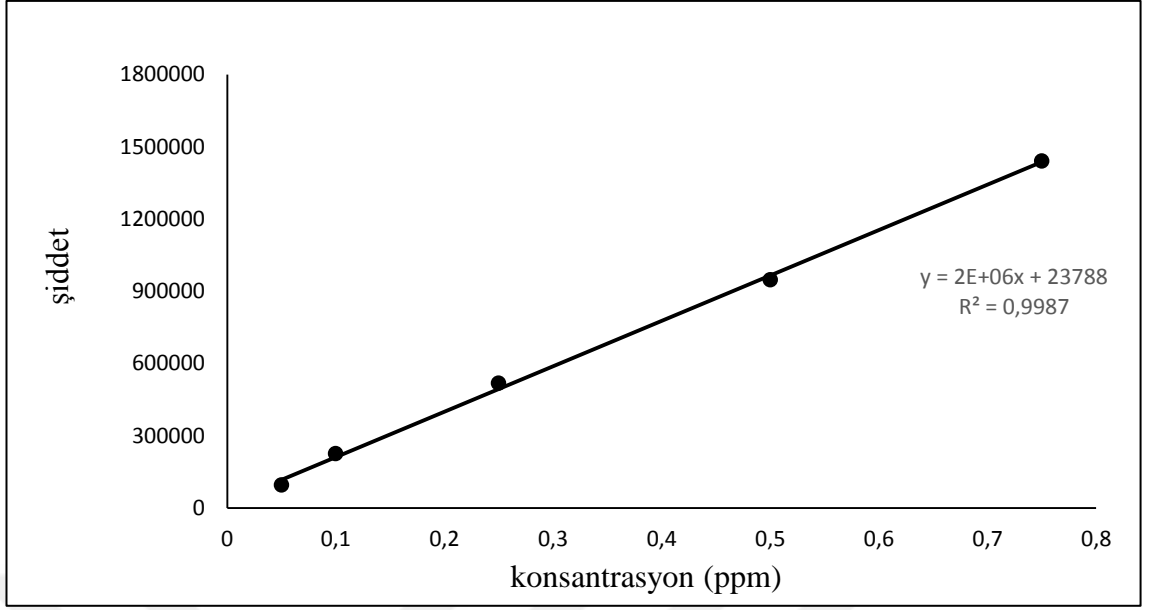
İncelenen her bir ağır metal için elde edilen kalibrasyon doğruları Şekil 4.1 – 4.17’de gösterilmiştir.



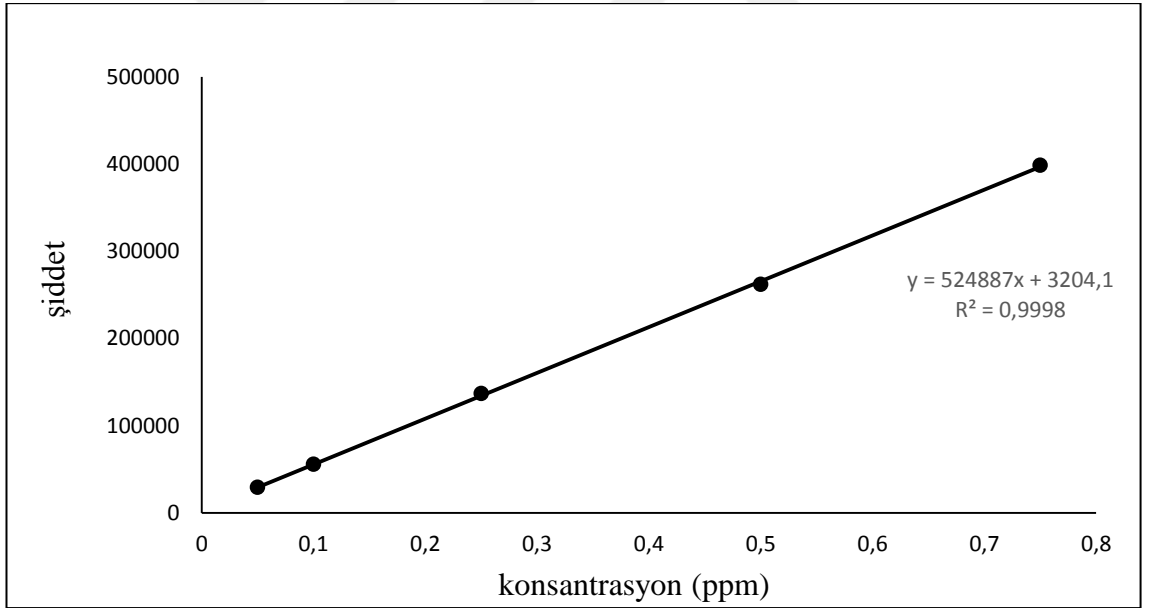
Şekil 4.1. Na (589,592 nm'de) kalibrasyon grafiği



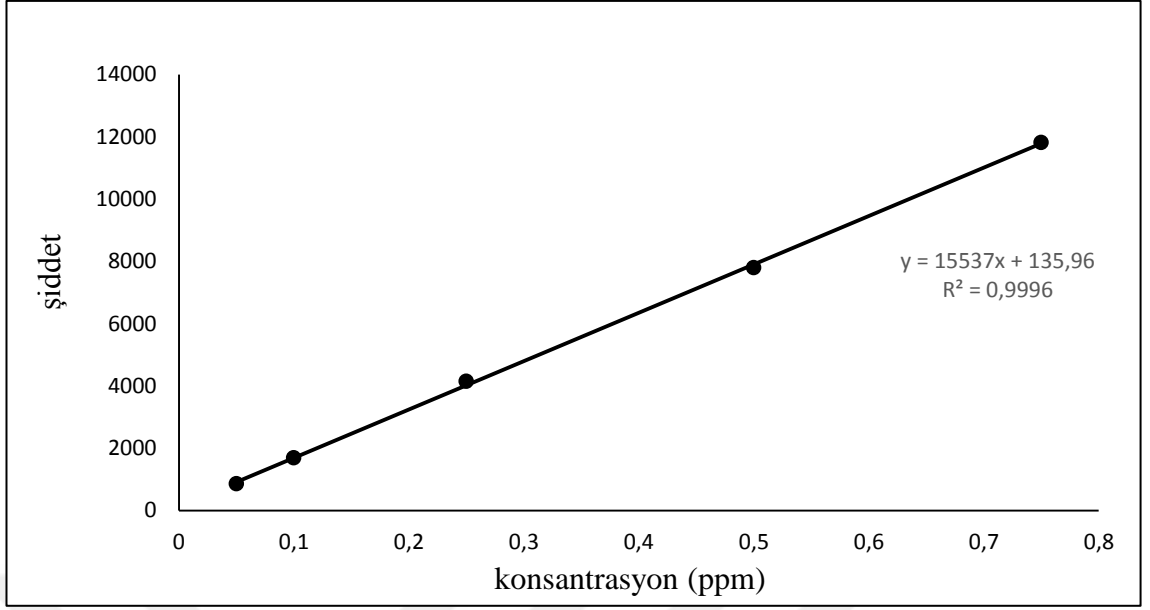
Şekil 4.2. K(766,491 nm'de)kalibrasyon grafiği



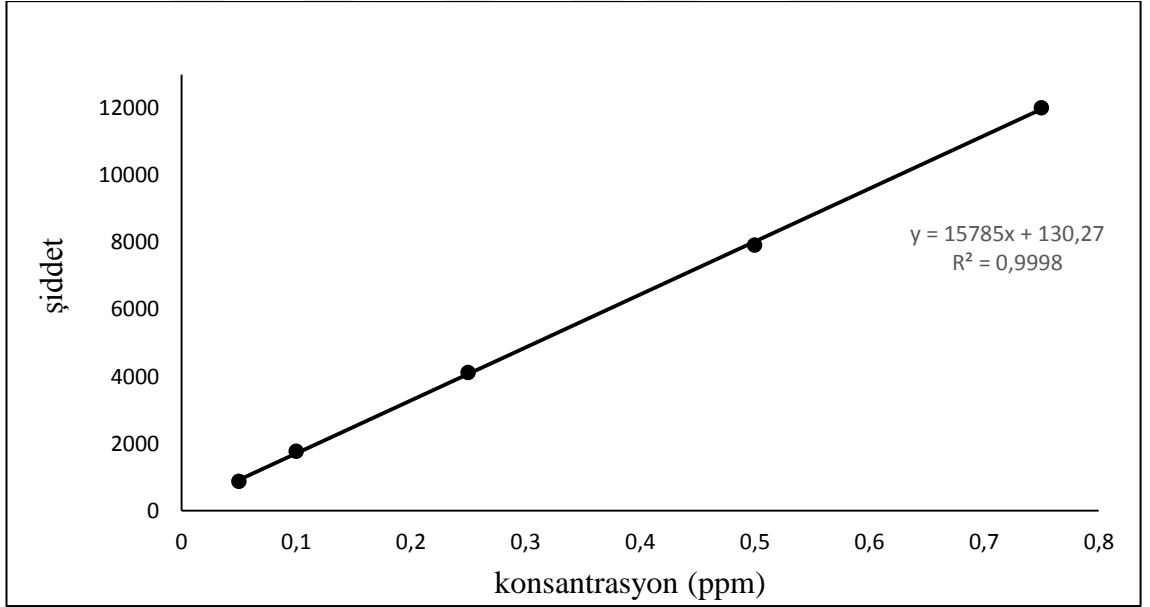
Şekil 4.3. Ca (396,847 nm'de) kalibrasyon grafiği



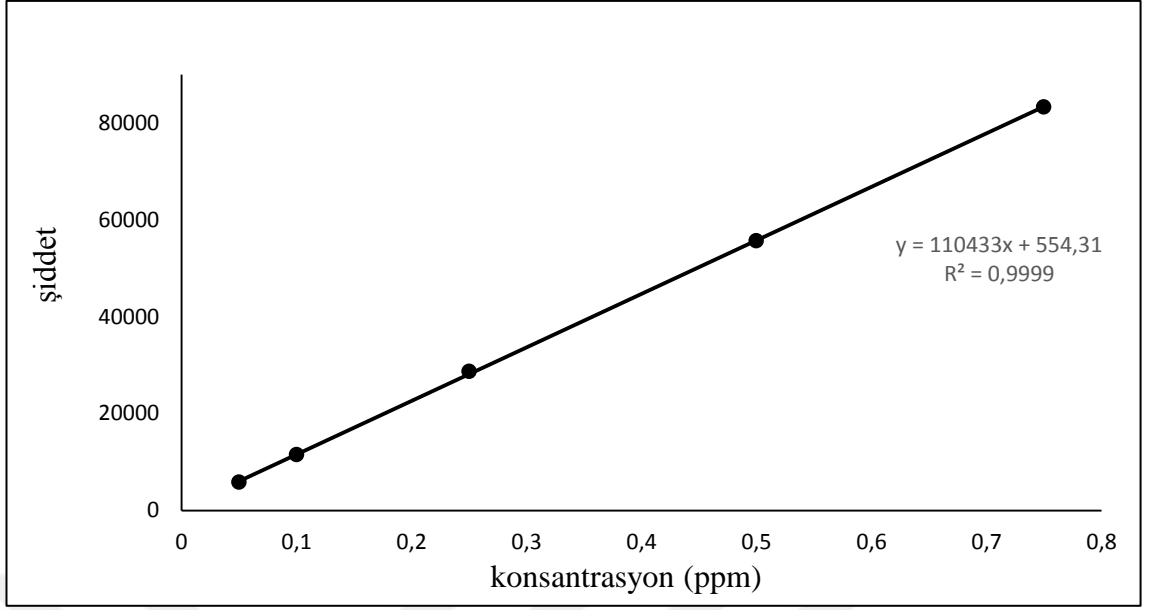
Şekil 4.4. Mg (279,553 nm'de) kalibrasyon grafiği



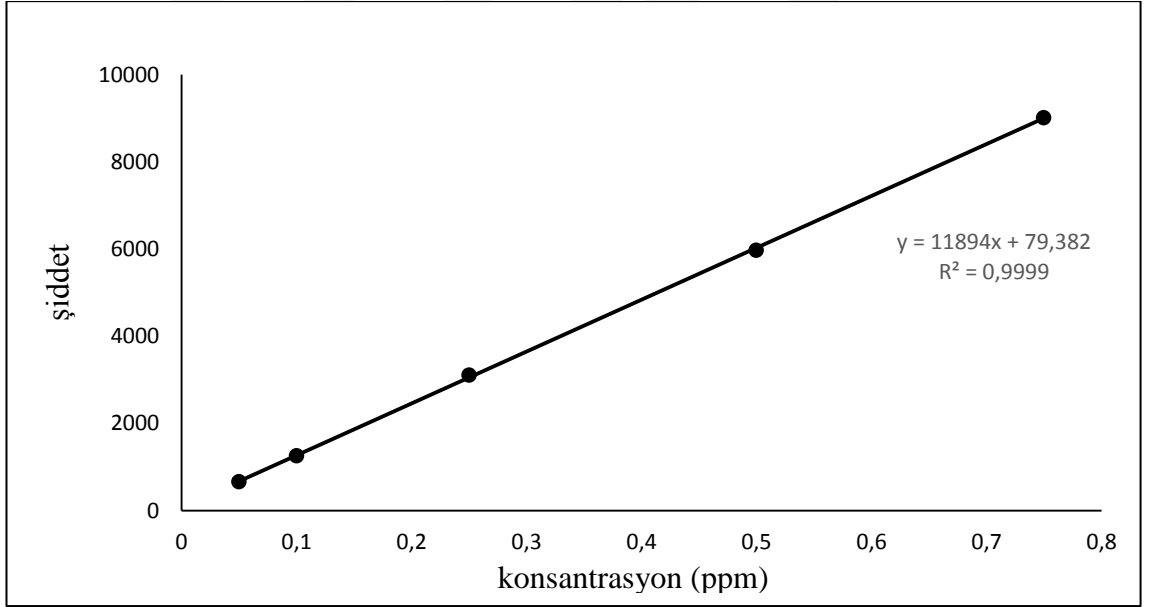
Şekil 4.5. Al (396,152 nm'de) kalibrasyon grafiği



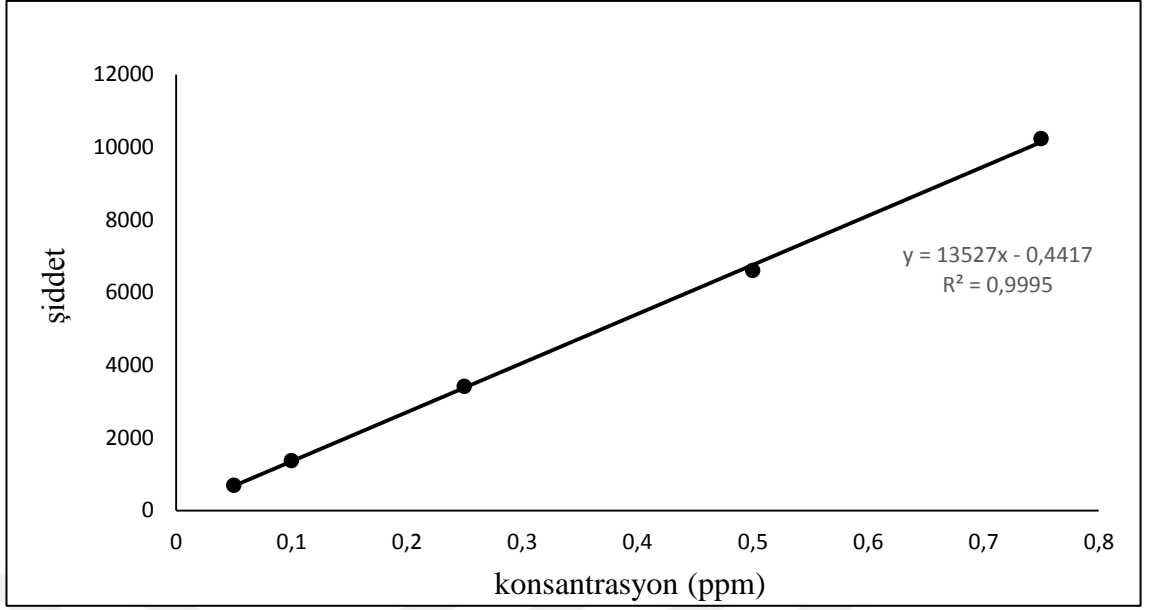
Şekil 4.6. Fe (259,940 nm'de) kalibrasyon grafiği



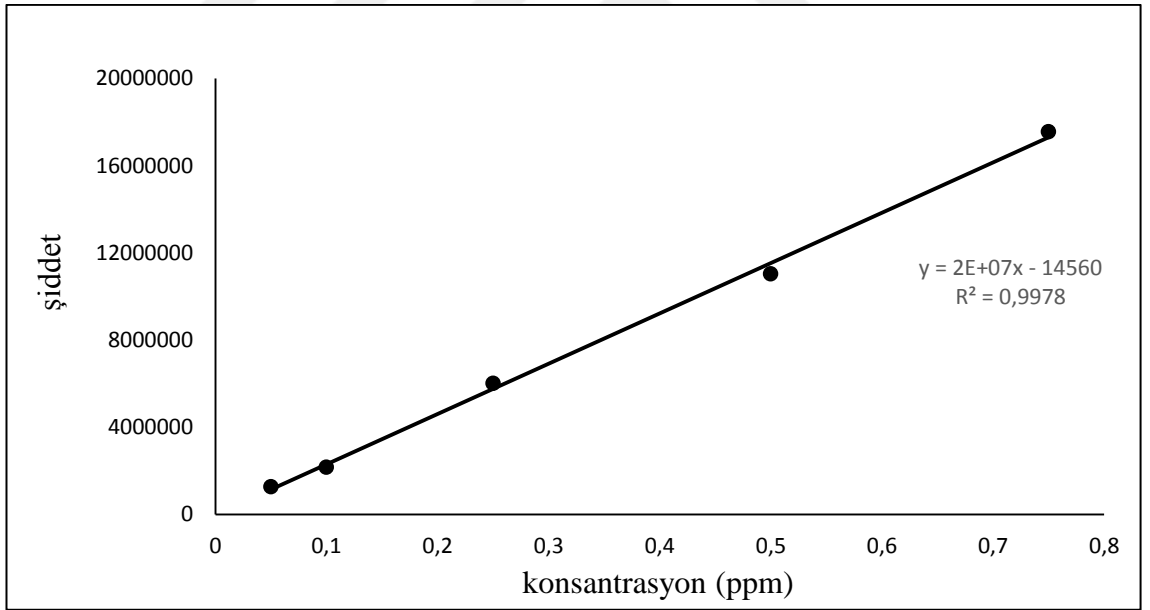
Şekil 4.7. Mn (257,610 nm'de) kalibrasyon grafiği



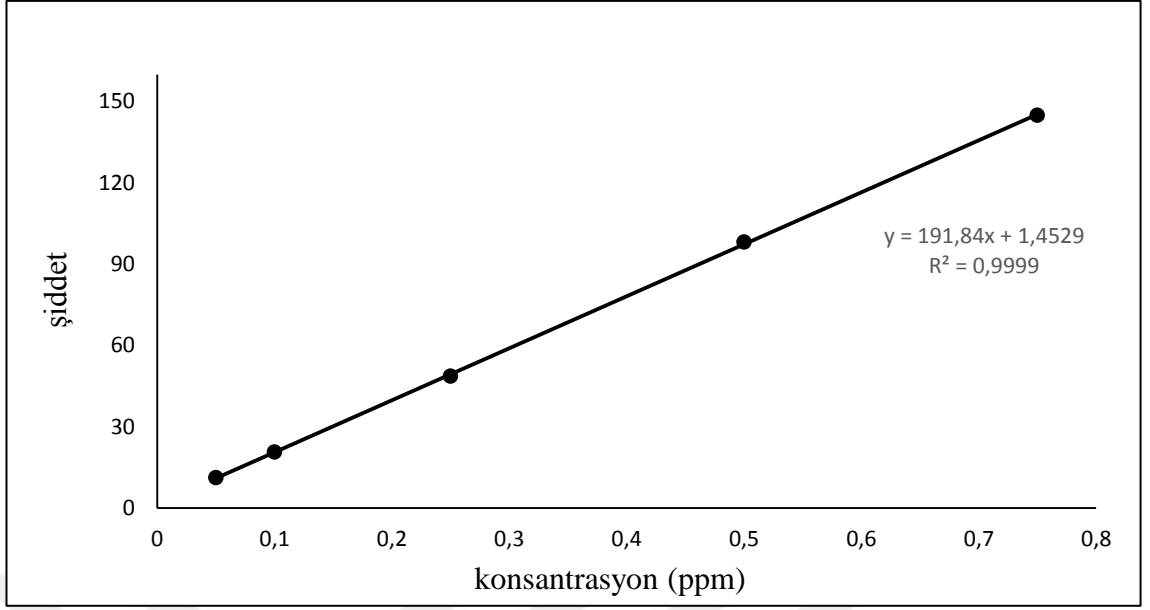
Şekil 4.8. Cu (327,395 nm'de) kalibrasyon grafiği



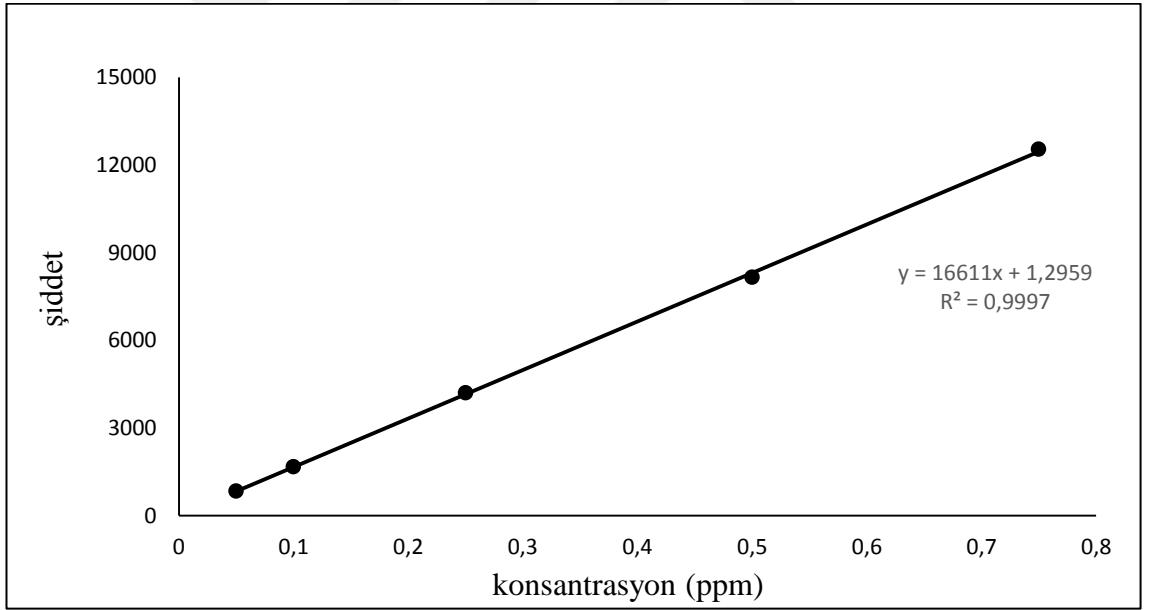
Şekil 4.9. Zn (213,857 nm'de) kalibrasyon grafiği



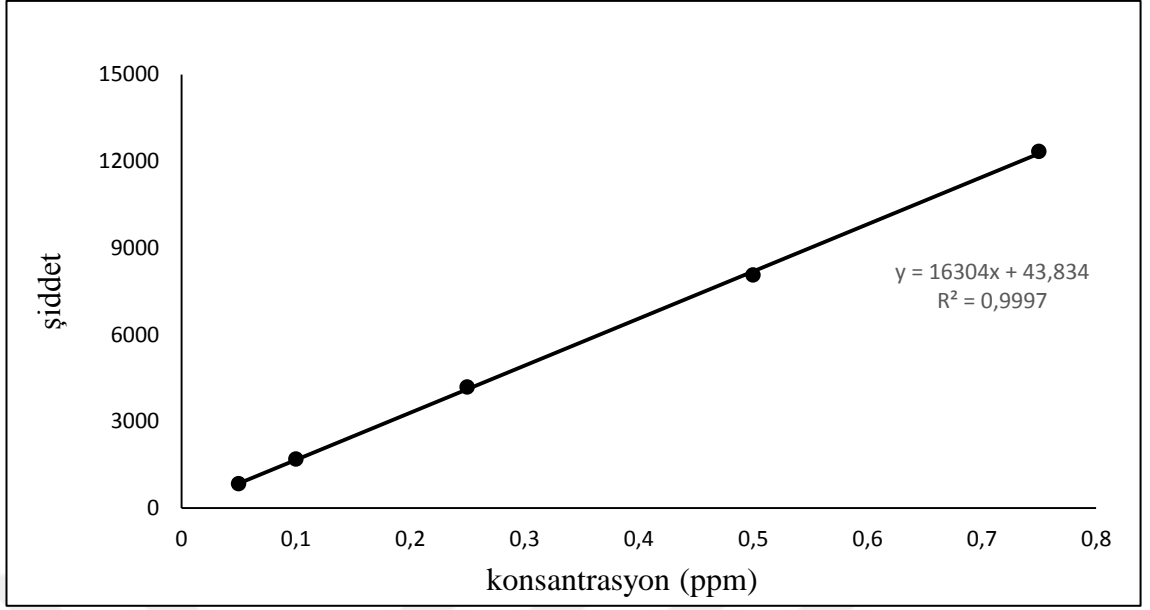
Şekil 4.10. Ba (553,584 nm'de) kalibrasyon grafiği



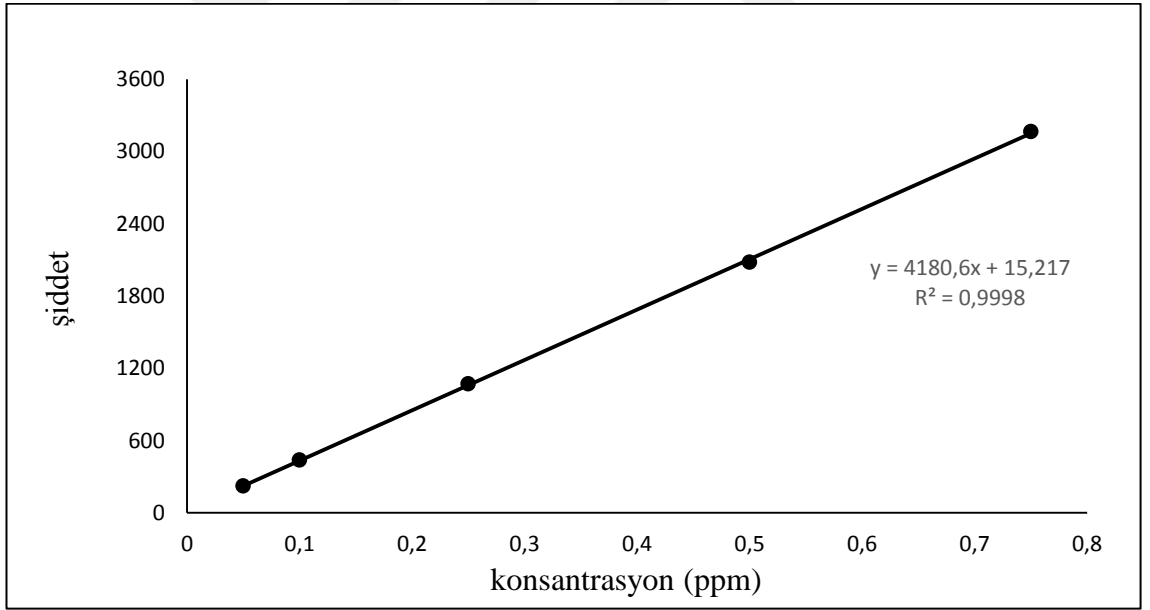
Şekil 4.11. As (188,980 nm'de) kalibrasyon grafiği



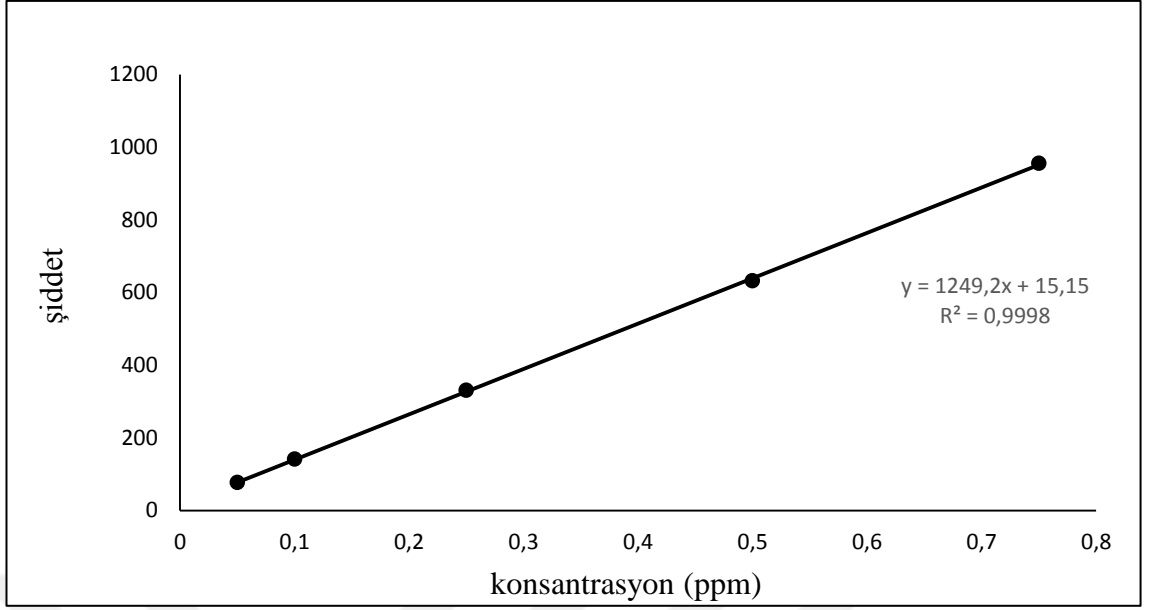
Şekil 4.12. Cd (214,439 nm'de) kalibrasyon grafiği



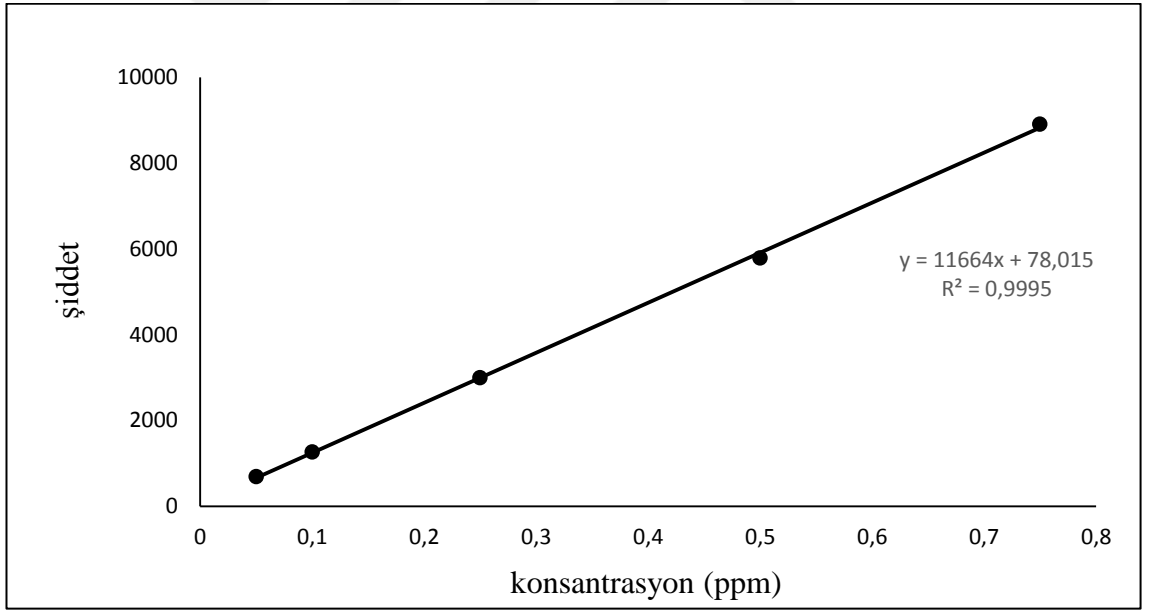
Şekil 4.13. Cr (267,716 nm'de) kalibrasyon grafiği



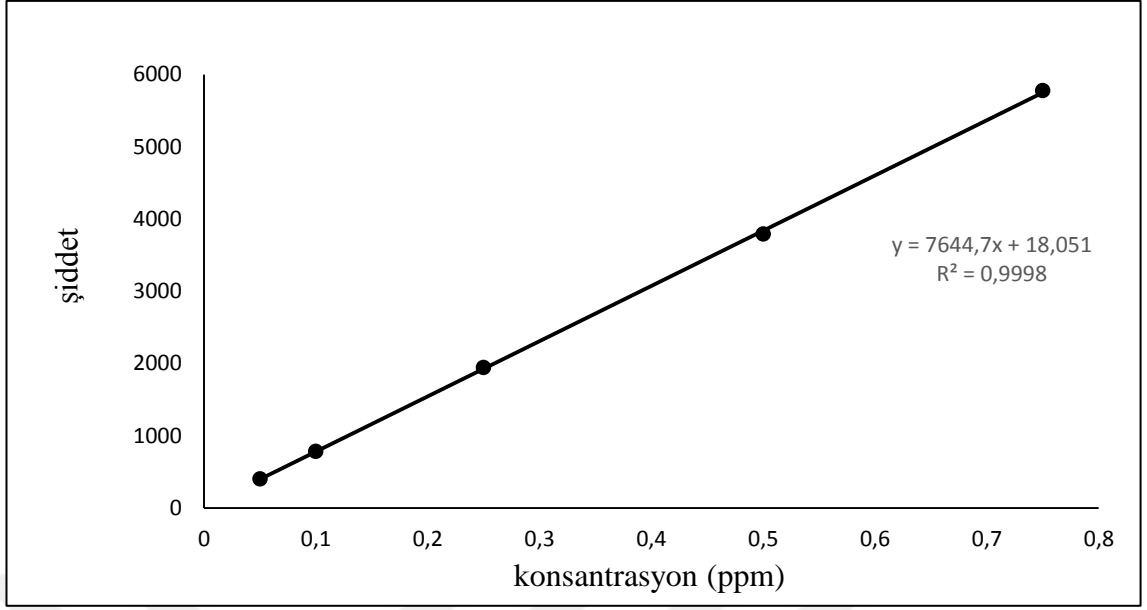
Şekil 4.14. Ni (231,604 nm'de) kalibrasyon grafiği



Şekil 4.15. Pb (220,353 nm'de) kalibrasyon grafiği



Şekil 4.16. Sb (206,834 nm'de) kalibrasyon grafiği



Şekil 4.17. Co (238,892 nm'de) kalibrasyon grafiği

4.2.Su Örneklerine Ait Fiziko-Kimyasal Parametrelerin Mevsimsel Değişimleri

Kimyasal maddelerin konsantrasyonları suların çıktığı toprak katmanlarına bağlı olarak değişebilmekte ve bu maddelerle sularda sıklıkla karşılaşılabilir. Bunların dışında endüstriyel atıklar, tarımsal kaynaklı kirlenmeler, radyoaktif serpintiler, temizlik maddelerinin sulara kontaminasyonu ve dezenfeksiyon ürünlerinin türevleri insan sağlığı üzerine olumsuz etkiler yapabilmektedir. Bu kimyasal maddeler ve sularda izin verilen maksimum sınırlar Çizelge 4.1'de ve incelen mineralli her bir suya ait fiziko-kimyasal parametrelerin mevsimsel olarak değişimlerini gösteren bulgular Çizelge 4.2 – 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.1 İçme Suyu Standartları (TS 266, WHO, EPA, EC) (Anonim)

PARAMETRE	BİRİM	ABD			
		TSE (TS 266) 2005	DÜNYA SAĞLIK TEŞKİLATI (WHO) 2011	ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA) 2008	AVRUPA BİRLİĞİ (EC) 1998
Bulanıklık		1,0	5,0	1,0	1,0
BİRİNCİL STANDARTLAR (MİKROBİYOLOJİK)					
E. Coli	EMS/100	0	0	0	0
Enterokok	EMS/100	0	0	-	0
Koliform	EMS/100	0	0	0	0

Çizelge 4.1. (Devam) İçme Suyu Standartları (TS 266, WHO, EPA, EC) (Anonim)

BİRİNCİL STANDARTLAR (İNORGANİK KİMYASALLAR)					
Alümiyum	mg/L	0,05-0,2	0,100	0,200	0,200
Arsenik	µg/L	50	0,01	0,01	0,01
Bor	mg/L	1,0	2,4	-	1,0
Nikel	µg/L	50	0,02	-	0,02
Baryum	µg/L	100-300	0,7	2,0	-
Kadmiyum	µg/L	5	0,003	0,005	0,005
Krom (toplam)	µg/L	50	0,05	0,10	0,005
Bromür	mg/L	-	-	-	-
Florür	mg/L	1,5	1,5	2,0	1,5
Siyanür	mg/L	0,05	0,07	0,20	0,05
Kurşun	µg/L	50	0,010	0,015	0,010
Civa	mg/L	0,001	0,001	0,002	0,001
Nitrat	mg/L	50	50	45	50
Selenyum	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,01
Gümüş	mg/L	-	0,10	0,10	-
Antimon	µg/L	10	0,020	0,006	0,005
Berilyum	mg/L	-	-	0,004	-
İKİNCİL STANDARTLAR (ESTETİK)					
Klorür	mg/L	250	250	250	250
Bakır	µg/L	100-3000	2,0	1,0	2,0
Demir	µg/L	20-200	0,3	0,3	0,2
Mangan	µg/L	20-50	0,1	0,05	0,05
Çinko	µg/L	100-5000	3,0	5,0	-
Sülfat	mg/L	250	500	250	250
Toplam Çözünmüş Madde	mg/L	-	1000	500	-
Renk	PC	20	15	15	-
pH		6,5-9,5	6,5-8,0	6,5-8,5	6,5-9,5
İLAVE PARAMETRELER					
Kalsiyum	mg/L	100-200	300	-	-
Magnezyum	mg/L	30-50	-	-	-
Potasyum	mg/L	10-12	-	-	-
Sodyum	mg/L	20-175	200	-	200
Amonyum	mg/L	0,5	1,5	-	0,5
Sertlik (CaCO ₃)	mg/L	-	500	-	-
Serbest Klor	mg/L	-	5,0	4,0	-

Çizelge 4.2. Kisecik I mineralli suya ait fiziko-kimyasal parametrelerinin mevsimsel değişimleri

Parametre	Birim	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama (Mevsimler)	TS 266
Sıcaklık	°C	14,60±0,2	32,20±0,4	21,80±0,3	9,20±0,1	19,45±0,5	
pH		11,15±0,2	9,02±0,1	9,21±0,1	11,60±0,2	10,24±0,3	6,5-9,5
BOD		15,00±0,2	15,00±0,2	10,00±0,2	10,00±0,2	12,50±0,4	
COD	mg/L	89,00±0,8	94,00±0,8	74,00±0,7	65,00±0,7	80,50±1,5	
Çözünmüş oksijen	mg/L	6,80±0,1	5,20±0,1	6,10±0,1	8,20±0,1	6,58±0,2	
Amonyum-N	mg/L	0,04±0,001	0,03±0,001	0,04±0,001	0,05±0,001	0,04±0,002	0,5
Nitrit	mg/L	0,07±0,001	0,07±0,001	0,04±0,001	0,04±0,001	0,06±0,002	
Nitrat	mg/L	3,58±0,1	4,40±0,1	4,40±0,1	3,05±0,1	3,86±0,2	50
Fosfat	mg/L	0,15±0,01	0,10±0,01	0,15±0,01	0,12±0,01	0,13±0,02	
Sülfat	mg/L	2,05±0,1	2,00±0,1	1,00±0,1	1,00±0,1	1,51±0,2	250
Sülfid	mg/L	0,70±0,1	0,65±0,1	0,75±0,1	0,60±0,1	0,68±0,2	
Serbest klor	mg/L	0,04±0,001	0,03±0,001	0,04±0,001	0,03±0,001	0,04±0,002	-
Florür	µg/L	100,00±0,8	90,00±0,8	140,00±0,8	87,00±0,8	104,25±1,6	1,5
Toplam Sertlik	mg CaCO ₃ /L	150,00±0,9	160,00±0,9	155,00±0,9	145,00±0,9	152,50±1,8	
Karbonat	mg/L	20,00±0,2	17,00±0,2	12,00±0,2	24,00±0,2	18,25±0,4	-
Bikarbonat	mg/L	14,00±0,2	11,70±0,2	8,20±0,1	18,00±0,2	12,98±0,4	

Çizelge 4.3. Kiscik 2 mineralli suya ait fiziko-kimyasal parametrelerinin mevsimsel değişimleri

Parametre	Birim	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama (Mevsimler)	TS 266
Sıcaklık	°C	21,60±0,3	37,40±0,4	27,40±0,3	15,20±0,2	25,40±0,6	
pH		10,70±0,2	11,40±0,2	9,05±0,1	11,48±0,2	10,66±0,4	6,5-9,5
BOD		5,00±0,1	5,00±0,1	5,00±0,1	5,00±0,1	5,00±0,2	
COD	mg/L	80,00±0,8	84,00±0,8	65,00±0,7	58,00±0,6	71,75±1,5	
Çözünmüş oksijen	mg/L	6,60±0,1	5,00±0,1	5,90±0,1	8,00±0,1	6,38±0,2	
Amonyum-N	mg/L	0,01±0,001	0,03±0,001	0,02±0,001	0,02±0,001	0,02±0,002	0,5
Nitrit	mg/L	0,05±0,001	0,07±0,001	0,02±0,001	0,02±0,001	0,04±0,002	
Nitrat	mg/L	2,80±0,1	3,80±0,1	3,80±0,1	2,45±0,1	3,21±0,2	50
Fosfat	mg/L	0,21±0,01	0,16±0,01	0,21±0,01	0,18±0,01	0,19±0,02	
Sülfat	mg/L	5,05±0,1	5,00±0,1	2,00±0,1	2,00±0,1	3,51±0,2	250
Sülfid	mg/L	0,90±0,1	0,85±0,1	0,95±0,1	0,80±0,1	0,88±0,2	
Serbest klor	mg/L	0,05±0,001	0,04±0,001	0,05±0,001	0,04±0,001	0,05±0,002	-
Florür	µg/L	100,00±0,8	90,00±0,8	140,00±0,8	87,00±0,8	104,25±1,6	1,5
Toplam Sertlik	mg CaCO ₃ /L	140,00±0,9	150,00±0,9	145,00±0,9	135,00±0,9	142,50±1,8	
Karbonat	mg/L	19,00±0,2	15,00±0,2	10,00±0,2	20,00±0,2	16,00±0,4	-
Bikarbonat	mg/L	13,00±0,2	11,90±0,2	28,00±0,2	16,00±0,2	17,22±0,4	

Çizelge 4.4. Suluca mineralli suya ait fiziko-kimyasal parametrelerinin mevsimsel değişimleri

Parametre	Birim	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama (Mevsimler)	TS 266
Sıcaklık	°C	25,60±0,3	38,50±0,4	32,80±0,3	18,20±0,2	23,02±0,6	
pH		10,47±0,2	11,51±0,2	10,64±0,1	11,48±0,2	11,03±0,4	6,5-9,5
BOD		5,00±0,1	5,00±0,1	5,00±0,1	5,00±0,1	5,00±0,2	
COD	mg/L	93,00±0,8	96,00±0,8	78,00±0,7	67,00±0,6	83,75±1,5	
Çözünmüş oksijen	mg/L	1,70±0,1	1,00±0,1	1,50±0,1	3,00±0,1	1,90±0,2	
Amonyum-N	mg/L	0,01±0,001	0,03±0,001	0,02±0,001	0,02±0,001	0,02±0,002	0,5
Nitrit	mg/L	0,03±0,001	0,07±0,001	0,03±0,001	0,03±0,001	0,04±0,002	
Nitrat	mg/L	5,00±0,1	4,80±0,1	4,80±0,1	3,45±0,1	4,51±0,2	50
Fosfat	mg/L	0,10±0,01	0,11±0,01	0,11±0,01	0,10±0,01	0,11±0,02	
Sülfat	mg/L	2,00±0,1	1,00±0,1	2,00±0,1	1,00±0,1	1,50±0,2	250
Sülfid	mg/L	1,00±0,1	0,96±0,1	1,05±0,1	0,90±0,1	0,98±0,2	
Serbest klor	mg/L	0,05±0,001	0,04±0,001	0,05±0,001	0,04±0,001	0,05±0,002	-
Florür	µg/L	40,00±0,6	50,00±0,6	40,00±0,6	37,00±0,6	41,75±1,2	1,5
Toplam Sertlik	mg CaCO ₃ /L	80,00±0,7	90,00±0,8	85,00±0,7	75,00±0,7	82,50±1,5	
Karbonat	mg/L	17,00±0,2	8,32±0,1	10,00±0,1	15,00±0,2	12,58±0,3	-
Bikarbonat	mg/L	9,00±0,1	10,36±0,1	5,00±0,1	10,00±0,1	8,59±0,2	

Çizelge 4.5. Tahtaköprü mineralli suya ait fiziko-kimyasal parametrelerinin mevsimsel değişimleri

Parametre	Birim	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama (Mevsimler)	TS 266
Sıcaklık	°C	25,50±0,3	36,50±0,4	27,20±0,3	15,20±0,2	26,35±0,6	
pH		10,70±0,2	11,48±0,2	10,78±0,1	11,28±0,2	11,06±0,4	6,5-9,5
BOD		5,00±0,1	5,00±0,1	5,00±0,1	5,00±0,1	5,00±0,2	
COD	mg/L	79,00±0,7	82,00±0,8	70,00±0,7	65,00±0,6	74,00±1,4	
Çözünmüş oksijen	mg/L	1,20±0,1	1,00±0,1	1,40±0,1	1,50±0,1	1,28±0,2	
Amonyum-N	mg/L	0,45±0,05	0,33±0,04	0,32±0,04	0,22±0,03	0,33±0,08	0,5
Nitrit	mg/L	0,06±0,001	0,07±0,001	0,03±0,001	0,03±0,001	0,05±0,002	
Nitrat	mg/L	20,00±0,2	12,80±0,1	12,80±0,1	11,45±0,1	14,26±0,2	50
Fosfat	mg/L	0,18±0,01	0,19±0,01	0,19±0,01	0,18±0,01	0,19±0,02	
Sülfat	mg/L	2,00±0,1	1,00±0,1	2,00±0,1	1,00±0,1	1,50±0,2	250
Sülfid	mg/L	2,90±0,1	2,96±0,1	3,05±0,1	2,90±0,1	2,95±0,2	
Serbest klor	mg/L	0,05±0,001	0,04±0,001	0,05±0,001	0,04±0,001	0,05±0,002	-
Florür	µg/L	100,00±0,8	90,00±0,8	140,00±0,8	87,00±0,8	104,25±1,6	1,5
Toplam Sertlik	mg CaCO ₃ /L	120,00±0,8	130,00±0,8	125,00±0,8	125,00±0,8	125,00±1,6	
Karbonat	mg/L	19,00±0,2	11,32±0,1	13,00±0,1	17,00±0,2	15,08±0,3	-
Bikarbonat	mg/L	15,00±0,2	13,90±0,2	30,00±0,2	18,00±0,2	19,22±0,4	

Su sıcaklıklarında mevsimsel değişikler yaşanmış olup, yaz aylarında maksimum, kış aylarında da minimum sıcaklıklar ölçülmüştür. Yıllık sıcaklık ortalamaları Kisecik 1 mineralli su için $19,45 \pm 0,5$ °C; Kisecik 2 mineralli su için $25,40 \pm 0,6$ °C; Suluca mineralli su için $23,02 \pm 0,6$ °C ve Tahtaköprü mineralli su için $26,35 \pm 0,6$ °C olarak belirlenmiştir. pH değerleri mineralliher 4 su için de 9-11,5 aralığında değişim göstermiş olup, yıllık ortalama değerler Kisecik 1 mineralli su için $10,24 \pm 0,3$; Kisecik 2 mineralli su için $10,66 \pm 0,4$; Suluca mineralli su için $11,03 \pm 0,4$ ve Tahtaköprü mineralli su için $11,06 \pm 0,4$ olarak belirlenmiştir. TS 266 standardına göre sularda izin verilen pH değerleri 6,5-9,5 aralığında değişmektedir. Bu değerler, suların bazik özellik taşıdığını göstermektedir.

Çözünmüş oksijen, BOD ve COD değerleri sulardaki organik kirlenmeyi gösteren parametrelerdendir. Kisecik 1 mineralli su için yıllık ortalama çözünmüş oksijen değeri $6,58 \pm 0,2$ mg/L, BOD değeri $12,50 \pm 0,4$, COD değeri $80,50 \pm 1,5$ mg/L olarak, Kisecik 2 mineralli su için yıllık ortalama çözünmüş oksijen değeri $6,38 \pm 0,2$ mg/L, BOD değeri $5,00 \pm 0,2$, COD değeri $71,75 \pm 1,5$ mg/L olarak, Suluca mineralli su için yıllık ortalama çözünmüş oksijen değeri $1,90 \pm 0,2$ mg/L, BOD değeri $5,00 \pm 0,2$, COD değeri $83,75 \pm 1,5$ mg/L olarak, Tahtaköprü mineralli su için yıllık ortalama çözünmüş oksijen değeri $1,28 \pm 0,2$ mg/L, BOD değeri $5,00 \pm 0,2$, COD değeri $74,00 \pm 1,4$ mg/L olarak saptanmıştır. Yaz aylarında çözünmüş oksijen değeri en düşük, COD ise en yüksek değerlere ulaşmıştır. Yaz aylarında su sıcaklıkları maksimum değerlere ulaştığından çözünmüş oksijen değerleri de minimuma düşmüştür.

Doğal sularda en yaygın olarak bulunan azotlu bileşikler nitrit, nitrat ve amonyumdur. Bu azotlu maddelerin kaynağını yağmur suyu ile taşınan atmosferik azot, toprak yapısında bulunan nitrat tuzları, tarımsal faaliyetler sırasında topraktan yıkanan, evsel ve endüstriyel atıklardan suya karışan bileşikler oluşturmaktadır. Kisecik 1 mineralli su için yıllık ortalama amonyum miktarı $0,04 \pm 0,02$ mg/L, nitrit miktarı $0,06 \pm 0,02$ mg/L, nitrat miktarı $3,86 \pm 0,2$ mg/L olarak, Kisecik 2 mineralli su için yıllık ortalama amonyum miktarı $0,02 \pm 0,02$ mg/L, nitrit miktarı $0,04 \pm 0,02$ mg/L, nitrat miktarı $3,21 \pm 0,2$ mg/L olarak, Suluca mineralli su için yıllık ortalama amonyum miktarı $0,02 \pm 0,02$ mg/L, nitrit miktarı $0,04 \pm 0,02$ mg/L, nitrat miktarı $4,51 \pm 0,2$ mg/L olarak, Tahtaköprü mineralli su için yıllık ortalama amonyum miktarı $0,33 \pm 0,08$ mg/L, nitrit miktarı $0,05 \pm 0,02$ mg/L, nitrat miktarı $14,26 \pm 0,2$ mg/L olarak saptanmıştır. TS266 İçme

Suyu Standartlarına göre izin verilen değerler amonyum için 0,05-0,5 mg/L, nitrit için maksimum 0,1 mg/L, nitrat için ise 25–50 mg/L'dir. Her 4 mineralli su için de, izin verilen maksimum değerlerin yılın hiçbir ayında aşılmadığı görülmektedir.

Fosfat içeriğinin 0,3 mg/L'yi aşması halinde suyun kirlenmiş olacağı, 0,5 mg/L'yi aşması halinde ise aşırı kirlenmenin söz konusu olacağı kabul edilmektedir (Taş, 2011). Kıscek 1 mineralli su için yıllık ortalama fosfat içeriği 0,13±0,02 mg/L, Kıscek 2 mineralli su için yıllık ortalama fosfat içeriği 0,19±0,02 mg/L, Suluca mineralli su için yıllık ortalama fosfat içeriği 0,11±0,02 mg/L, Tahtaköprü mineralli su için yıllık ortalama fosfat içeriği 0,19 ± 0,02 mg/L olarak belirlenmiştir. Belirlenen değerlerin 0,3 mg/L'den de daha düşük olması suların kirlenmemiş olduğunu göstermektedir.

Çeşitli endüstri atıkları, tarımsal faaliyetler ve evsel atıkların neden olduğu sülfat artışı kirliliğin bir göstergesi kabul edilmekte ve sülfat içeriğinin 250 mg/L'den fazla olması ciddi derecede kirlenmeyi işaret etmektedir (Taş, 2011). Kıscek 1 mineralli su için yıllık ortalama sülfat içeriği 1,51±0,2 mg/L, sülfid içeriği 0,68±0,2 mg/L, Kıscek 2 mineralli su için yıllık ortalama sülfat içeriği 3,51±0,2 mg/L, sülfid içeriği 0,88±0,2 mg/L, Suluca mineralli su için yıllık ortalama sülfat içeriği 1,50±0,2 mg/L, sülfid içeriği 0,98±0,2 mg/L, Tahtaköprü mineralli su için yıllık ortalama sülfat içeriği 1,50±0,2 mg/L, sülfid içeriği 2,95±0,2 mg/L olarak belirlenmiştir. TS266 İçme Suyu Standartlarına göre izin verilen değerler sülfat için 25–250 mg/L'dir. Belirlenen değerlerin sınır değerlerinin çok çok altında kaldığı görülmektedir.

TS266 İçme Suyu Standartlarına göre izin verilen değerler serbest klor için 0,1-0,5 mg/L; florür için ise maksimum 1500 µg/L'dir. Kıscek 1 mineralli su için yıllık ortalama serbest klor miktarı 0,04±0,02 mg/L, florür miktarı 104,25±1,6 µg/L, Kıscek 2 mineralli su için yıllık ortalama serbest klor miktarı 0,05±0,02 mg/L, florür miktarı 104,25±1,6 µg/L, Suluca mineralli su için yıllık ortalama toplam serbest klor miktarı 0,05±0,02 mg/L, florür miktarı 41,75±1,2 µg/L, Tahtaköprü mineralli su için yıllık ortalama serbest klor miktarı 0,05±0,02 mg/L, florür miktarı 104,25±1,6 µg/L olarak ölçülmüştür. Ölçülen değerlerin sınır değerlerden çok daha düşük olduğu görülmektedir.

Suların sertliği, buldukları yerin jeolojik yapılarına göre değişmektedir. 0–75 mg CaCO₃/L olan sular yumuşak, 76-150 mg CaCO₃/L olan sular orta sert, 151-300 mg CaCO₃/L olan sular sert, > 300 mgCaCO₃/L olan sular çok sert olarak

sınıflandırılmaktadır. Kisecek 1 mineralli su için yıllık ortalama toplam sertlik 152,50±1,8 mg CaCO₃/L, Kisecek 2 mineralli su için yıllık ortalama toplam sertlik 142,50±1,8 mg CaCO₃/L, Suluca mineralli su için yıllık ortalama toplam sertlik 82,50±1,5 mg CaCO₃/L, Tahtaköprü mineralli su için yıllık ortalama toplam sertlik 125,00±1,6 mg CaCO₃/L olarak saptanmıştır. Bu değerler, Kisecek 1 mineralli suyun sert, diğerlerinin ise orta sert olduğunu göstermektedir.

Kisecek 1 mineralli su için yıllık ortalama karbonat miktarı 18,25±0,4 mg/L, bikarbonat miktarı 12,98±0,4 mg/L, Kisecek 2 mineralli su için yıllık ortalama karbonat miktarı 16,00±0,4 mg/L, bikarbonat miktarı 17,22±0,4 mg/L, Suluca mineralli su için yıllık ortalama karbonat miktarı 12,58±0,3 mg/L, bikarbonat miktarı 8,59±0,2 mg/L, Tahtaköprü mineralli su için yıllık ortalama karbonat miktarı 15,08±0,3 mg/L, bikarbonat miktarı 19,22±0,4 mg/L olarak ölçülmüştür.

4.3. Su Örneklerine Ait Metal ve Ağır Metal İçeriklerinin Mevsimsel Değişimleri

İncelenen mineralli her bir suya ait metal ve ağır metal içeriklerinin mevsimsel değişimlerini gösteren çizelgeler aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.6. Kisecik 1 mineralli suya ait metal içeriklerinin mevsimsel değişimleri

Metal	Birim	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama (Mevsimler)	TS 266
Sodyum	mg/L	13,32±0,2	39,30±0,4	21,80±0,3	9,20±0,1	19,45±0,5	20-175
Potasyum	mg/L	0,90±0,1	1,16±0,1	0,30±0,04	1,50±0,1	0,97±0,2	10-12
Kalsiyum	mg/L	5,58±0,1	10,00±0,1	9,00±0,2	10,00±0,1	8,65±0,2	100-200
Magnezyum	mg/L	0,01±0,001	0,18±0,01	0,22±0,01	0,48±0,04	0,22±0,04	30-50
Aluminyum	mg/L	0,05±0,001	0,03±0,001	0,01±0,001	0,15±0,01	0,06±0,002	0,05-0,2
Demir	µg/L	1,13±0,1	1,43±0,1	1,04±0,1	1,15±0,1	1,19±0,2	50-200
Mangan	µg/L	0,005±10 ⁻⁴	0,005±10 ⁻⁴	0,006±10 ⁻⁴	0,004±10 ⁻⁴	0,005±10 ⁻⁴	20-50
Bakır	µg/L	n/d	0,005±10 ⁻⁴	0,007±10 ⁻⁴	0,003±10 ⁻⁴	0,005±10 ⁻⁴	100-3000
Çinko	µg/L	0,007±10 ⁻⁴	0,017±0,001	0,023±0,001	0,012±0,001	0,015±0,002	100-5000
Baryum	µg/L	0,007±10 ⁻⁴	0,010±0,001	0,009±10 ⁻⁴	0,010±0,001	0,009±10 ⁻⁴	100-300
Arsenik	µg/L	0,010±0,001	0,017±0,001	0,015±0,001	0,070±0,001	0,028±0,002	50
Kadmiyum	µg/L	0,008±10 ⁻⁴	0,009±10 ⁻⁴	0,011±0,001	0,014±0,001	0,011±0,002	5
Krom	µg/L	0,008±10 ⁻⁴	0,008±10 ⁻⁴	0,008±10 ⁻⁴	0,008±10 ⁻⁴	0,008±10 ⁻⁴	50
Nikel	µg/L	0,009±10 ⁻⁴	0,009±10 ⁻⁴	0,012±0,001	0,013±0,001	0,011±0,002	50
Kurşun	µg/L	n/d	0,005±10 ⁻⁴	0,007±10 ⁻⁴	0,008±10 ⁻⁴	0,007±10 ⁻⁴	50
Antimon	µg/L	n/d	0,023±0,001	0,005±10 ⁻⁴	n/d	0,014±0,001	10
Kobalt	µg/L	0,008±10 ⁻⁴	0,009±10 ⁻⁴	0,011±0,001	0,007±10 ⁻⁴	0,009±10 ⁻⁴	

Çizelge 4.7. Kisecik 2 mineralli suya ait metal ve ağır metal içeriklerinin mevsimsel değişimleri

Metal	Birim	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama (Mevsimler)	TS 266
Sodyum	mg/L	13,61±0,2	37,61±0,4	20,60±0,3	10,50±0,1	20,58±0,5	20-175
Potasyum	mg/L	0,95±0,1	1,00±0,1	0,40±0,04	1,46±0,1	0,95±0,2	10-12
Kalsiyum	mg/L	8,55±0,1	22,80±0,3	15,40±0,2	16,20±0,2	15,74±0,4	100-200
Magnezyum	mg/L	0,08±0,001	0,64±0,04	0,42±0,04	0,51±0,04	0,41±0,07	30-50
Alüminyum	mg/L	0,04±0,001	0,01±0,001	0,1±0,01	0,18±0,02	0,08±0,03	0,05-0,2
Demir	µg/L	1,14±0,1	1,39±0,1	1,00±0,1	1,08±0,1	1,15±0,2	50-200
Mangan	µg/L	0,005±10 ⁻⁴	0,005±10 ⁻⁴	0,006±10 ⁻⁴	0,004±10 ⁻⁴	0,005±10 ⁻⁴	20-50
Bakır	µg/L	n/d	0,005±10 ⁻⁴	0,007±10 ⁻⁴	0,003±10 ⁻⁴	0,005±10 ⁻⁴	100-3000
Çinko	µg/L	0,007±10 ⁻⁴	0,016±0,001	0,017±0,001	0,011±0,001	0,013±0,002	100-5000
Baryum	µg/L	0,007±10 ⁻⁴	0,008±10 ⁻⁴	0,010±0,001	0,012±0,001	0,009±10 ⁻⁴	100-300
Arsenik	µg/L	0,008±10 ⁻⁴	0,019±0,001	0,015±0,001	0,070±0,001	0,028±0,002	50
Kadmiyum	µg/L	0,008±10 ⁻⁴	0,009±10 ⁻⁴	0,012±0,001	0,015±0,001	0,011±0,002	5
Krom	µg/L	0,007±10 ⁻⁴	0,008±10 ⁻⁴	0,007±10 ⁻⁴	0,008±10 ⁻⁴	0,008±10 ⁻⁴	50
Nikel	µg/L	0,009±10 ⁻⁴	0,012±0,001	0,011±0,001	0,013±0,001	0,011±0,002	50
Kurşun	µg/L	n/d	0,006±10 ⁻⁴	0,006±10 ⁻⁴	0,008±10 ⁻⁴	0,007±10 ⁻⁴	50
Antimon	µg/L	0,016±0,001	0,024±0,001	0,008±10 ⁻⁴	n/d	0,016±0,002	10
Kobalt	µg/L	0,009±10 ⁻⁴	0,010±0,001	0,010±0,001	0,005±10 ⁻⁴	0,009±10 ⁻⁴	

Çizelge 4.8. Suluca mineralli suya ait metal içeriklerinin mevsimsel değişimleri

Metal	Birim	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama (Mevsimler)	TS 266
Sodyum	mg/L	42,77±0,5	59,58±0,5	40,00±0,5	20,50±0,3	40,71±0,9	20-175
Potasyum	mg/L	2,15±0,1	3,28±0,1	0,40±0,04	2,16±0,1	2,00±0,2	10-12
Kalsiyum	mg/L	6,12±0,1	19,65±0,3	12,10±0,2	14,20±0,2	13,02±0,4	100-200
Magnezyum	mg/L	0,07±0,001	0,20±0,02	0,52±0,04	0,55±0,04	0,33±0,07	30-50
Aluminyum	mg/L	0,06±0,001	0,02±0,001	0,10±0,02	0,18±0,02	0,09±0,003	0,05-0,2
Demir	µg/L	1,12±0,1	1,85±0,1	1,56±0,1	1,68±0,1	1,55±0,2	50-200
Mangan	µg/L	0,005±10 ⁻⁴	0,005±10 ⁻⁴	0,012±0,001	0,004±10 ⁻⁴	0,007±10 ⁻⁴	20-50
Bakır	µg/L	n/d	0,006±10 ⁻⁴	0,009±10 ⁻⁴	0,005±10 ⁻⁴	0,007±10 ⁻⁴	100-3000
Çinko	µg/L	0,007±10 ⁻⁴	0,008±10 ⁻⁴	0,025±0,001	0,021±0,001	0,015±0,002	100-5000
Baryum	µg/L	0,007±10 ⁻⁴	0,009±10 ⁻⁴	0,010±0,001	0,012±0,001	0,010±0,002	100-300
Arsenik	µg/L	0,020±0,001	0,014±0,001	0,011±0,001	0,018±0,001	0,016±0,002	50
Kadmiyum	µg/L	0,008±10 ⁻⁴	0,008±10 ⁻⁴	0,011±0,001	0,014±0,001	0,010±0,002	5
Krom	µg/L	0,007±10 ⁻⁴	0,008±10 ⁻⁴	0,008±10 ⁻⁴	0,008±10 ⁻⁴	0,008±10 ⁻⁴	50
Nikel	µg/L	0,009±10 ⁻⁴	0,009±10 ⁻⁴	0,016±0,001	0,015±0,001	0,012±0,002	50
Kurşun	µg/L	n/d	0,005±10 ⁻⁴	0,005±10 ⁻⁴	0,006±10 ⁻⁴	0,005±10 ⁻⁴	50
Antimon	µg/L	n/d	0,028±0,001	n/d	n/d	0,028±0,001	10
Kobalt	µg/L	0,009±10 ⁻⁴	0,010±0,001	0,010±0,001	0,005±10 ⁻⁴	0,009±10 ⁻⁴	

Çizelge 4.9. Tahtaköprü mineralli suya ait metal ve ağır metal içeriklerinin mevsimsel değişimleri

Metal	Birim	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama (Mevsimler)	TS 266
Sodyum	mg/L	16,40±0,2	49,06±0,5	20,00±0,3	17,50±0,3	25,74±0,7	20-175
Potasyum	mg/L	1,11±0,1	1,38±0,1	0,40±0,04	1,13±0,1	1,00±0,2	10-12
Kalsiyum	mg/L	10,59±0,1	19,65±0,3	15,50±0,2	12,20±0,2	14,49±0,4	100-200
Magnezyum	mg/L	0,03±0,001	0,16±0,02	0,32±0,04	0,35±0,04	0,21±0,07	30-50
Aluminyum	mg/L	0,04±0,001	0,10±0,02	0,21±0,02	0,18±0,02	0,13±0,03	0,05-0,2
Demir	µg/L	1,11±0,1	1,30±0,1	1,26±0,1	1,38±0,1	1,26±0,2	50-200
Mangan	µg/L	0,005±10 ⁻⁴	0,005±10 ⁻⁴	0,006±10 ⁻⁴	0,004±10 ⁻⁴	0,005±10 ⁻⁴	20-50
Bakır	µg/L	n/d	0,008±10 ⁻⁴	0,007±10 ⁻⁴	0,006±10 ⁻⁴	0,007±10 ⁻⁴	100-3000
Çinko	µg/L	0,007±10 ⁻⁴	0,022±0,001	0,016±0,001	0,015±0,001	0,015±0,002	100-5000
Baryum	µg/L	0,007±10 ⁻⁴	0,008±10 ⁻⁴	0,008±10 ⁻⁴	0,009±10 ⁻⁴	0,008±10 ⁻⁴	100-300
Arsenik	µg/L	0,015±0,001	0,018±0,001	0,025±0,001	0,016±0,001	0,019±0,002	50
Kadmiyum	µg/L	0,008±10 ⁻⁴	0,009±10 ⁻⁴	0,011±0,001	0,012±0,001	0,010±0,002	5
Krom	µg/L	0,007±10 ⁻⁴	0,007±10 ⁻⁴	0,008±10 ⁻⁴	0,008±10 ⁻⁴	0,008±10 ⁻⁴	50
Nikel	µg/L	0,008±10 ⁻⁴	0,009±10 ⁻⁴	0,012±0,001	0,011±0,001	0,010±0,002	50
Kurşun	µg/L	n/d	0,005±10 ⁻⁴	0,006±10 ⁻⁴	0,006±10 ⁻⁴	0,006±10 ⁻⁴	50
Antimon	µg/L	0,013±0,001	0,020±0,001	n/d	n/d	0,017±0,001	10
Kobalt	µg/L	0,008±10 ⁻⁴	0,009±10 ⁻⁴	0,011±0,001	0,006±10 ⁻⁴	0,009±10 ⁻⁴	

TS266 İçme Suyu Standartlarına göre izin verilen sodyum miktarı 20-175 mg/L'dir. Kıscek 1 mineralli su için yıllık ortalama sodyum miktarı 19,45±0,5 mg/L, Kıscek 2 mineralli su için yıllık ortalama sodyum miktarı 20,58±0,5 mg/L, Suluca mineralli su için yıllık ortalama sodyum miktarı 40,71±0,9 mg/L ve sodyum miktarı 25,74±0,7 mg/L olarak belirlenmiştir. Ölçülen değerlerin sınır değerler arasında olduğu görülmektedir.

TS266 İçme Suyu Standartlarına göre izin verilen potasyum miktarı 10-12 mg/L, kalsiyum miktarı 100-200 mg/L, magnezyum miktarı 30-50 mg/L ve alüminyum miktarı 0,05-0,2 mg/L'dir. Kıscek 1 mineralli su için yıllık ortalama potasyum miktarı 0,97±0,2 mg/L, kalsiyum miktarı 8,65±0,2 mg/L, magnezyum miktarı 0,22±0,04 mg/L ve alüminyum miktarı 0,06±0,02 mg/L, Kıscek 2 mineralli su için yıllık ortalama potasyum miktarı 0,95±0,2 mg/L, kalsiyum miktarı 15,74±0,4 mg/L, magnezyum miktarı 0,41±0,07 mg/L ve alüminyum miktarı 0,08±0,03 mg/L, Suluca mineralli su için yıllık ortalama potasyum miktarı 2,00±0,2 mg/L, kalsiyum miktarı 13,02±0,4 mg/L, magnezyum miktarı 0,33±0,07 mg/L ve alüminyum miktarı 0,09±0,03 mg/L, Tahtaköprü mineralli su için yıllık ortalama potasyum miktarı 1,00±0,2 mg/L, kalsiyum miktarı 14,49±0,4 mg/L, magnezyum miktarı 0,21±0,07 mg/L ve alüminyum miktarı 0,13±0,03 mg/L olarak belirlenmiştir. Belirlenen değerlerin sınır değerlerinin altında olduğu görülmektedir.

Kıscek 1 mineralli su için yıllık ortalama demir miktarı 1,19±0,2 µg/L, mangan miktarı 0,005±0,002 µg/L, bakır miktarı 0,005±0,002 µg/L, çinko miktarı 0,015±0,002 µg/L, baryum miktarı 0,009±0,002 µg/L, Kıscek 2 mineralli su için yıllık ortalama demir miktarı 1,15±0,2 µg/L, mangan miktarı 0,005±0,002 µg/L, bakır miktarı 0,005±0,002 µg/L, çinko miktarı 0,013±0,002 µg/L, baryum miktarı 0,009±0,002 µg/L, Suluca mineralli su için yıllık ortalama demir miktarı 1,55±0,2 µg/L, mangan miktarı 0,007±0,002 µg/L, bakır miktarı 0,007±0,002 µg/L, çinko miktarı 0,015±0,002 µg/L, baryum miktarı 0,010±0,002 µg/L, Tahtaköprü mineralli su için yıllık ortalama demir miktarı 1,26±0,2 µg/L, mangan miktarı 0,005±0,002 µg/L, bakır miktarı 0,007±0,002 µg/L, çinko miktarı 0,015±0,002 µg/L, baryum miktarı 0,008±0,002 µg/L olarak bulunmuştur. Bu elementler için TS266 standardı incelendiğinde demir için 50-200 µg/L, mangan için 20-50 µg/L, bakır için 100-3000 µg/L, çinko için 100-5000 µg/L,

baryum için 100-300 µg/L sınır değerlerin olduğu görülmektedir. İncelenen elementlerin standartların çok çok altında olduğu belirlenmiştir.

Son olarak yapılan çalışmada Kisecik 1 mineralli su için yıllık ortalama arsenik miktarı $0,028\pm0,002$ µg/L, kadmiyum miktarı $0,011\pm0,002$ µg/L, krom miktarı $0,008\pm0,002$ µg/L, nikel miktarı $0,011\pm0,002$ µg/L, kurşun miktarı $0,007\pm0,002$ µg/L, antimon miktarı $0,014\pm0,001$ µg/L, kobalt miktarı $0,009\pm0,002$ µg/L, Kisecik 2 mineralli su için yıllık ortalama arsenik miktarı $0,028\pm0,002$ µg/L, kadmiyum miktarı $0,011\pm0,002$ µg/L, krom miktarı $0,008\pm0,002$ µg/L, nikel miktarı $0,011\pm0,002$ µg/L, kurşun miktarı $0,007\pm0,002$ µg/L, antimon miktarı $0,016\pm0,002$ µg/L, kobalt miktarı $0,009\pm0,002$ µg/L, Suluca mineralli su için yıllık ortalama arsenik miktarı $0,016\pm0,002$ µg/L, kadmiyum miktarı $0,010\pm0,002$ µg/L, krom miktarı $0,008\pm0,002$ µg/L, nikel miktarı $0,012\pm0,002$ µg/L, kurşun miktarı $0,005\pm0,002$ µg/L, antimon miktarı $0,028\pm0,001$ µg/L, kobalt miktarı $0,009\pm0,002$ µg/L ve Tahtaköprü mineralli su için yıllık ortalama arsenik miktarı $0,019\pm0,002$ µg/L, kadmiyum miktarı $0,010\pm0,002$ µg/L, krom miktarı $0,008\pm0,002$ µg/L, nikel miktarı $0,010\pm0,002$ µg/L, kurşun miktarı $0,006\pm0,002$ µg/L, antimon miktarı $0,017\pm0,001$ µg/L, kobalt miktarı $0,009\pm0,002$ µg/L olarak belirlenmiştir. TS266 standardı incelendiğinde arsenik için maksimum 50 µg/L, kadmiyum için maksimum 5 µg/L, krom için maksimum 50 µg/L, nikel için maksimum 50 µg/L, kurşun için maksimum 50 µg/L, antimon için maksimum 10 µg/L olarak tanımlanmıştır. Mineralli her bir su için de, yıllık ortalama değerlerin hiçbirinin izin verilen maksimum sınırları aşmadığı, hatta minimum değerlerden bile çok çok düşük oldukları görülmektedir.

4.4. Su Örneklerine Ait Mikrobiyolojik Parametrelerin Mevsimsel Değişimleri

Sularda, fiziksel ve kimyasal özelliklerin incelenmesi içme - kullanma kalitesi açısından yeterli olmayıp mutlaka mikrobiyolojik parametrelerin de analizini gerektirmektedir. Sağlık alanındaki kayıtların eksikliği ve bildirimlerin zayıf olması Türkiye’de su kaynaklı hastalıklarla ilgili envanter tutulmasını güçleştirmektedir.

Patojen bakteriler, virüsler ve parazitler insan sağlığını tehdit eden, sularda bulunabilen ve sulardan insanlara geçebilen başlıca mikroorganizma çeşitleridir. İçme suyu, fekal-oral enfeksiyon zincirinin en önemli halkasıdır. Suda bulunabilen mikroorganizmalar üç başlık altında toplanabilmektedir (Demirer, 1995).

Suda doğal olarak bulunabilen mikroorganizmalar: *Spirillum*, *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Chromobacter* türleri ile *Micrococcus* ve *Sarcina* örnek olarak verilebilir. Bu bakteriler için optimum üreme sıcaklıkları 25°C'nin altındadır.

Toprak kökenli mikroorganizmalar: Toprak tabakalarından suyun geçmesi ile ya da yağmurla toprağın yıkanması ile suya karışmaktadırlar. *Bacillus*, *Streptomyces* ve *Enterobacteriaceae* saprofit üyelere örnektir. Optimum üreme sıcaklıkları 25°C veya daha düşüktür.

İnsan ve hayvan kökenli mikroorganizmalar: En yaygınları *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis*, *Clostridium perfringens* ve diğer bağırsak patojenleridir (Demirer, 1995).

E. coli'nin yokluğunda su numunelerinde diğer koliform mikroorganizmalar bulunabilmektedir. *E. coli* dışında bu bakteriler, çürüyen bitkilerden ve topraktan ileri gelebilmektedir. *E. coli* varlığı insan ve/veya hayvan kaynaklı bir kontaminasyonu göstermektedir (Tekinşen, 1976).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete, 2005) çeşitli sular için bildirilen mikrobiyolojik kriterler Çizelge 4.10 ve 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. İçme ve Kullanma Sularının Mikrobiyolojik Değerleri

Parametre	Parametrik değer sayı/100 ml
<i>Escherichia coli</i>	0/100ml
Enterokok	0/100ml
Koliform Bakteri	0/100ml

Çizelge 4.11. Kaynak Sularının Mikrobiyolojik Değerleri

Parametre	Parametrik Değer
<i>Escherichia coli</i>	0/250 ml
Enterokok	0/250 ml
Koliform Bakteri	0/250 ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0/250 ml
Fekal koliform bakteri	0/250 ml
Patojen mikroorganizmalar	0/100 ml
Anaerop sporlu sülfat redükte eden bakteriler	0/50 ml
Patojen staphylococlar	0/100 ml
22 °C de 72 saatte agar-agar veya agar-jelatin karışımında koloni sayısı	20/ml

Çizelge 4.11. (Devam) Kaynak Sularının Mikrobiyolojik Değerleri

37 °C de 24 saatte agar-agar karışımından koloni sayısı Ambalajlanmış sulara ambalajlandıktan sonra maksimum: (numune ambalajlanmayı takiben 12 saat içerisinde alınmak ve bu süre içerisinde 4°C de ± 1°C de saklanmış olmak kaydıyla)	5/ml
22 °C de 72 saatte agar-agar veya agar-jelatin karışımında koloni sayısı	100/ml
37 °C de 24 saatte agar-agar karışımından koloni sayısı	20/ml
Parazitler	0/100 ml
Diğer mikroskobik canlılar	0/100 ml

Koliform bakteri sayısı için yapılan işlemler sonucunda besiyerinde hiçbir şekilde koloni oluşmadığı görülmüştür. Fekal koliform bakteri sayısı için EC broth çözeltilisinde gaz oluşturan tüp sayısı EMS tablosuna bakılarak yazılır. Yapılan analizler sonucunda tüplerde gaz oluşumu gözlemlenmemiştir. Mineralli her bir su örneği için de mikrobiyolojik analizler mevsimsel olarak yapılmış olup, koliform ve fekal koliform bakteri varlığı saptanmamıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Su hayat için ne kadar gerekli olsa da, kirlenmesi de o kadar kolay olmaktadır. Su, değişik aşamalarda bulaşmış çeşitli mikroorganizma, organik ve inorganik bileşiklerle birçok hastalığın sebebi olabilmektedir. Değişik yer ve zamanlarda ortaya çıkabilen kolera, tifo, dizanteri gibi büyük salgınlarda suyun oynadığı rolün ne kadar önemli olduğu artık herkes tarafından bilinmektedir. Ayrıca içme ve kullanma, banyo ve plaj sularının poliyomyelit, epidemik hepatit, ve Weil hastalıklarının bulaşmasında oynadıkları rol son senelerde dikkat çekmektedir. Suda yüksek sayıda bakteri bulunması özellikle bebek ve çocuklarda enterik patojenlere yakalanma riskini oldukça arttırmaktadır (Nwachuku ve Gerba, 2004). Zayıf hijyenik şartlar enterik patojenlere maruz kalmada çok önemli olduğundan, içme suları gelişmekte olan bölgelerde mikrobiyel patojenlerin önemli bir kaynağını oluşturmaktadır. Hijyenik kalitesi düşük nitelikli sular yüzünden dünyada bulaşıcı diyareden dolayı meydana gelen yılda 1.7 milyon ölüm vakasının % 90'ı çocuklarda ve hemen hemen hepsi gelişmekte olan ülkelerdedir.

Bütün bunların sonucunda, su artan nüfusların gereksinimlerini karşılayamamakta ve su sorunuyla karşılaşan toplumların sayısı giderek artmaktadır. Su sorununu çözebilmek için tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de yeni kaynaklar aranmakta ve yeni teknolojiler geliştirilmektedir. Ülkemizde göl, gölet gibi iç sulardan yaygın olarak yararlanıldığı halde, akarsulardan ve kaynak sularından yararlanma oranı halen istenilen seviyeye ulaşmamıştır. Bu çalışmada, Hatay ilinde bulunan bazı mineralli suların kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenerek, su kalitesi incelenmiş ve halk sağlığı açısından önemi vurgulanmıştır.

Su sıcaklıklarının kış<ilkbahar<sonbahar<yaz şeklinde artış gösterdiği, yıllık ortalama değerlerin 19,45 – 26,35 °C arasında değiştiği, en soğuk Kiseçik 1 mineralli suyun, en sıcak ise Tahtaköprü mineralli suyun olduğu saptanmıştır. Suların yıllık ortalama pH değerleri, 10,24 –11,06 arasında olup, bazik özellik taşımaktadırlar.

Yıllık ortalama çözünmüş oksijen değerleri 1,28 – 6,58 mg/L arasında, BOD değerleri 5,00 - 12,50 arasında, COD değerleri ise 71,75 – 83,50 arasında bulunmuştur. En düşük çözünmüş oksijen miktarı Tahtaköprü mineralli suda, en yüksek BOD değeri Kiseçik 1 mineralli suda, en yüksek COD değerleri de Suluca ve Kiseçik 1 mineralli

sularında tespit edilmiştir. Yaz aylarında çözülmüş oksijen değerleri en düşük, COD değerleri ise en yüksek değerlere ulaşmıştır. Yaz aylarında su sıcaklıkları maksimum değerlere ulaştığından çözülmüş oksijen değerleri de minimuma düşmüştür.

Yıllık ortalama amonyum miktarları 0,02 – 0,33 mg/L arasında, nitrit miktarları 0,04 – 0,06 mg/L arasında, nitrat miktarları da 3,21 – 14,26 mg/L arasında bulunmuştur. İncelenen her 4 mineralli suda da nitrit konsantrasyonları yaklaşık aynı olup, en yüksek amonyum ve nitrat miktarları Tahtaköprü mineralli suda tespit edilmiştir. Bununla birlikte, TS266 İçme Suyu Standartlarına göre izin verilen maksimum değerler amonyum için 0,05-0,5 mg/L, nitrit için maksimum 0,1 mg/L, nitrat için ise 25–50 mg/L olup, her 4 mineralli su için de yılın hiçbir ayında bu değerlerin aşılmadığı görülmüştür.

Yıllık ortalama fosfat miktarları, incelenen 4 mineralli su için de benzer değerlerde olup 0,11 – 0,19 mg/L arasında bulunmuştur. Belirlenen değerlerin 0,3 mg/L'den daha düşük olması suların kirlenmemiş olduğunu göstermektedir.

Yıllık ortalama sülfat miktarları 1,50 – 3,51 mg/L arasında, sülfid miktarları ise 0,68 – 2,95 mg/L arasında tespit edilmiştir. En yüksek sülfat konsantrasyonları Kisecik 2 mineralli suda, en yüksek sülfid konsantrasyonları ise Tahtaköprü mineralli suda saptanmıştır. Bununla birlikte, TS266 İçme Suyu Standartlarına göre sülfat için izin verilen değerler 25–250 mg/L arasında olduğundan, ölçülen değerlerin sınır değerlerinin çok çok altında kaldığı görülmüştür. Sülfid için ise, TS266 İçme Suyu Standartlarında verilmiş herhangi bir değer bulunmamaktadır.

TS266 İçme Suyu Standartlarına göre izin verilen değerler serbest klor için 0,1-0,5 mg/L; florür için ise maksimum 1500 µg/L'dir. Yıllık ortalama serbest klor ve florür konsantrasyonları sırasıyla 0,04 – 0,05 mg/L ve 41,75 – 104,25 µg/L aralıklarında bulunmuştur. Hem serbest klor hem de florür konsantrasyonları incelenen tüm mineralli sularda hemen hemen aynıyken, sadece Suluca mineralli suda florür konsantrasyonu daha düşük seviyelerde ölçülmüştür. Benzer şekilde, ölçülen değerlerin sınır değerlerinden çok daha düşük olduğu görülmüştür.

Suların sertliği, buldukları yerin jeolojik yapılarına göre değişmektedir. 0–75 mg CaCO₃/L olan sular yumuşak, 76-150 mg CaCO₃/L olan sular orta sert, 151-300 mg CaCO₃/L olan sular sert, > 300 mgCaCO₃/L olan sular çok sert olarak sınıflandırılmaktadır. Yıllık ortalama toplam sertlikler Kisecik 1 mineralli su için

152,50±1,8 mg CaCO₃/L, Kisecik 2 mineralli su için 142,50±1,8 mg CaCO₃/L, Suluca mineralli su için 82,50±1,5 mg CaCO₃/L ve Tahtaköprü mineralli su için 125,00±1,6 mg CaCO₃/L olarak saptanmıştır. Bu değerler, Kisecik 1 mineralli suyun sert, diğerlerinin ise orta sert olduğunu göstermektedir.

Yıllık ortalama karbonat ve bikarbonat konsantrasyonları sırasıyla 12,58 – 18,25 mg/L ve 8,59 – 19,22 mg/L aralıklarında belirlenmiştir. En yüksek karbonat konsantrasyonları Kisecik 1 mineralli suda, en yüksek bikarbonat konsantrasyonları da Tahtaköprü mineralli suda tespit edilmiştir.

İncelenen mineralli sularda tespit edilen metal ve ağır metallerin yıllık ortalamaları sodyum için 19,45 – 40,71 mg/L arasında, potasyum için 0,95 – 2,00 mg/L arasında, kalsiyum için 8,65 – 15,74 mg/L arasında, magnezyum için 0,21 – 0,41 mg/L arasında, alüminyum için 0,06 – 0,13 mg/L arasında, demir için 1,15 – 1,55 µg/L arasında, mangan için 0,005 – 0,007 µg/L arasında, bakır için 0,005 – 0,007 µg/L arasında, çinko için 0,013 – 0,015 µg/L arasında, baryum için 0,008 – 0,010 µg/L arasında, arsenik için 0,016 – 0,028 µg/L arasında, kadmiyum için 0,010 – 0,011 µg/L arasında, krom için 0,008 µg/L olarak, nikel için 0,010 – 0,012 µg/L arasında, kurşun için 0,005 – 0,007 µg/L arasında, µg/L arasında, antimon için 0,014 – 0,028 µg/L arasında ve kobalt için 0,009 µg/L olarak belirlenmiştir. Her 4 mineralli su için de, yıllık ortalama değerlerin hiçbirinin izin verilen maksimum sınırları aşmadığı, hatta minimum değerlerden bile çok çok düşük oldukları görülmüştür.

İncelenen tüm mineralli su örnekleri için mikrobiyolojik analizler mevsimsel olarak yapılmış olup, koliform ve fekal koliform bakteri varlığı saptanmamıştır.

Elde edilen sonuçlar, Kisecik 1, Kisecik 2, Suluca ve Tahtaköprü Mineralli Sularının herhangi bir endüstriyel, tarımsal ya da evsel atıklara maruz kalmadıklarını, oldukça temiz olduklarını göstermiştir. İncelenen gerek kimyasal, gerekse mikrobiyolojik parametreler içerisinde TS266 İçme Suyu Standartlarını aşan hiçbir değere rastlanmamıştır. İnsan vücudu pH değerini 7.5 seviyelerinde tutmaya çalışırken dış etkenlerden dolayı bu denge pH 4 civarına kadar düşebilmektedir. Sürekli düşük pH seviyesi ise hastalıklara hatta kansere bile davetiye çıkaran etkenlerden birisidir. Bu tür riskleri önlemenin yolu ise pH değeri 7.5 ve üzerinde olan suları içmektir. Son yıllarda, tüm dünyada alkali sulara karşı ilgi artmış ve hatta sular sınıflandırılmıştır. Türkiye'den de sadece Saka su 47. sıraya (pH= 8.22) girebilmiştir. İncelenen bu suların ortalama pH

değerleri 10.24-11.06 arasında değişmektedir. Suların temiz oldukları kadar şifalı oldukları da görülmektedir. Sonuç olarak, bu suların mutlaka değerlendirilmesi ve korunması gerekmektedir.



KAYNAKLAR

- Ağaoğlu, S., Eskici, K., Alemdar, S., Dede, S., 1999. Van ve yöresi kaynak sularının mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal kaliteleri üzerine araştırmalar, **Van Tıp Dergisi**, 6(2): 30-33.
- Ağaoğlu, S., Alişarlı, M., Alemdar, S., Dede, S., 2007. Van bölgesi içme ve kullanma sularında nitrat ve nitrit düzeylerinin araştırılması, **YYÜ Veterinerlik Fakültesi Dergisi**, 18(2): 17-24.
- Ağaoğlu, S., Alişarlı, M., Alemdar, S., 2007. Van bölgesi su kaynaklarında flor düzeyinin belirlenmesi, **YYÜ Veterinerlik Fakültesi Dergisi**, 18(1): 59-65.
- Akın, M., Akın, G., 2007. Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği, **Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi**, 47, 2 105-118.
- Ako Ako, A., Shimada, J., Hosono, T., Ichiyanagi, K., Nkeng, G.E., Fantong, W.Y., Eyong, G.E.T, Roger, N.N., 2011. Evolution of groundwater quality and its suitability for drinking, domestic and agricultural uses in the Banana Plain (Mbonga, Njombe, Penja) of the Cameroon Volcanic Line, **Environ Geochem**, 33: 559-575.
- Alişarlı, M., Ağaoğlu, S., Alemdar, S., 2007. Van bölgesi içme ve kullanma sularının mikrobiyolojik kalitesinin halk sağlığı yönünden incelenmesi, **YYÜ Veterinerlik Fakültesi Dergisi**, 18(1): 67-77.
- Anonim, <https://www.turkiye.gov.tr/istanbul-su-ve-kanalizasyon-idaresi-su-analiz-raporu?btn=download>, (Erişim tarihi: Ekim, 2015)
- Aşık, B.B., Katkat, A.V., 2005. Gıda Sanayii Arıtma Tesisi Atık Suyu’nun Sulama Suyu Olarak Kullanım Olanığı, **Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 19(2):23-31.
- Atakuru, İ., 2009. “**Emet ve Hisarcık Bölgesi Sularında Arsenik ve Bor Tayini**”, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 70s, Kütahya.
- Ayotte, J.D., Szabo, Z., Focazio, M.J., Elberts, S.M., 2011. Effects of human-induced alteration of groundwater flow on concentrations of naturally-occurring trace elements at water-supply wells, **Applied Geochemistry**, 26: 747-762.
- Bienfang, P., De Carlo, E.H., Christopher, S., DeFelice, S., Moeller, P., 2009. Trace element concentrations in Coastal Hawaiian Waters, **Marine Chemistry**, 113: 164-171.
- Daşdemir, F., 2008. “**Şimşir Bitkisinin Hava Kirliliğine Sebep Olan Eser Element Takibinde Bozleyici Olarak Kullanılabilirliğinin İncelenmesi**”, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 82s, Ankara.
- Demirer, A., 1995. Su Hijyeni, Besin Hijyeni ve Teknolojisi, Teksir, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi.
- Durmaz, H., Ardiç, M., Aygün, O., Genir, N., 2007. Şanlıurfa ve yöresindeki kuyu sularında nitrat ve nitrit düzeyleri, **YYÜ Veterinerlik Fakültesi Dergisi**, 18(1): 51-54.
- Efe, R., 2015. Coğrafya’da yeni yaklaşımlar, **Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, 5:461-473.

- Espejo-Herrera, N., Kogavinas, M., Castaño-Vinyals, G., Aragonés, N., Boldo, E., Ardanaz, E., Azpiroz, L., Ulberrena, E., Tardón, A., Molina, A.J., López-Rojo, C., Jiménez-Moléon, J.J., Capeto, R., Gómez-Acebo, I., Ripoll, M., Villanueva, C.M., on behalf of the Multicase Control Study of Cancer (MCC)-Spain Water Working Group, 2013. Nitrate and trace elements in municipal and bottled water in Spain, **Gac Sanit**, 27(2): 156-160.
- Fertmann, R., Hentschel, S., Dengler, D., Janben, U., Lammel, A., 2004. Lead exposure by drinking water an epidemiological study in Hamburg, Germany, **International Journal of Hygiene and Environ Health**.
- Gedik, K., Verep, B., Terzi, E., Fevzioglu, S., 2010. Fırtına Deresi (Rize)'nin fiziko-kimyasal açıdan su kalitesinin belirlenmesi, **Ekoloji**, 19, 76, 25-35.
- Hatay Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü
- Kaasalainen, H., Stefánsson, A., 2012. The chemistry of trace elements in surface geothermal waters and steam, Iceland, **Chemical Geology**, 330-331: 60-85.
- Kaçar, B., İnal, A., 2008. Bitki Analizleri, Cilt 1, **Nobel Yayını**, 892 s, Ankara.
- Kaplan, M., Sönmez, S., Tokmak, S., 1996. Antalya-Kumluca yöresi kuyu sularının nitrat içerikleri, **Turkish Journal Of Agriculture and Forestry**, 23: 309-313.
- Karataş A, Korkmaz H, 2015. **Hatay İlinin Su Potansiyeli ve Sürdürülebilir Yönetimi** MEB Yayınları, 40.
- Keleşoğlu, T., 2011. “**Trabzon ve Yöresinde Üretilen/Tüketilen Tereyağlarında Bazı Elementlerin Atomik Absorpsiyon Spektrometri (AAS) ve İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometri (ICP-OES) İle Tayinleri**”, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 140s, Trabzon.
- Korkmaz, H., 2009. 21. Yüzyıl ve Çevre, **Elik Yayınları**, Uşak.
- Korkmaz, H., Karataş, A., 2012. Hatay Havaalanı Taşkını, **III. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu**, 4-6.
- Leiter, M., Levy, J., Mutiti, S., Boardman, M., Wojnar, A., Deka, H., 2013. Drinking water quality in the Mount Kasigau region of Kenya: a source to point-of-use assessment, **Environ Earth Sciences**, 68: 1-12.
- Nwachuku, N., Gerba, C.P., 2004. Microbial Risk Assessment: Don't Forget the Children, **Current opinion microbiology**, 7:206-209.
- Pohl, C., Croot, P.L., Hennings, U., Daberkow, T., Budeus, G., Rutgers, M., 2011. Synoptic transects on the distribution of trace elements (Hg, Pb, Cd, Cu, Ni, Zn, Co, Mn, Fe, and Al) in surface waters of the Northern and Southern East Atlantic, **Journal of Marine Systems**, 84: 28-41.
- Resmi Gazete, 2005. İnsani Tüketim Amaçlı sular Hakkında Yönetmelik.
- Shiklomanov, I.A., Rodda, J.C., 2003. World Water Resources of the Beginning of the 21th Century, Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Şengül, F., Türkman, A., 1998. Su ve Atık Su Analizleri, **TMMOB Çevre Mühendisleri Odası**, İzmir.
- Taş, B., 2006. Derbent Baraj Gölü (Samsun) su kalitesinin incelenmesi, **Ekoloji**, 15, 61, 6-15.
- Tekinşen, O.C., 1976. Suyun Bakteriyolojik Muayenesi, **Ankara Üniversitesi**

- Veterinerlik Fakültesi Yayınları**, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Tepe, Y., Mutlu, E., 2004. Hatay Harbiye kaynak suyunun fiziko-kimyasal özellikleri, **Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları**, sayı 6.
- Tepe, Y., 2009. Reyhanlı Yenişehir Gölü (Hatay) su kalitesinin belirlenmesi, **Ekoloji**, 18, 70, 38-46.
- Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: Ekim, 2015)
- Uslu, O., Türkmen, A., 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü, **T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi 1.**, Ankara.
- Üneş, T., 2013. “**Antakya’da Kullanılan Kuyu Suyu Kaynaklarının İçme Suyu Kalite Parametreleri Bakımından İncelenmesi ve Kemometrik Yöntemlerle Karakterizasyonu**”, Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 79s.
- Verap, B., Serdar, O., Turan, D., Şahin, C., 2005. İyidere (Trabzon)’nin fiziko-kimyasal açıdan su kalitesinin belirlenmesi, **Ekoloji**, 14, 57, 26-35.
- WHO (Dünya Sağlık Örgütü), 2006. Chemical Aspects, Guidelines for drinking water quality, **First Addendum to Third Edition Volume 1**, 296-460, World Health Organization, Geneva.
- Xercavins I Walls, J., 1999. Carrying Capacity In East Sub-Saharan Africa: A multilevel Integrated Assesment And A Sustainabe Development Approach, Doctorial Thesis, Universita Politècnica De Catulanya.

ÖZGEÇMİŞ

Yazar 1978 yılında Almanya’da doğdu. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü’nden 2007 yılında mezun oldu. 2011 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı.



EKLER

Ek-1 Kimyasal Özellikler

Parametre	Analiz Aralığı	Birim	Sınır Değerler	
			En az	En çok
Siyanürik asit ⁽¹⁾			-	100
Biguanid ²			2	30
Hidrojen Peroksid ⁽²⁾			40	80
pH ⁽²⁾			6,5	7,8
Amonyum ⁽²⁾				0,5
Nitrit				0,5
Nitrat				50
Bakır	Ayda bir defa	mg/L		1
Alüminyum				0,2
Toplam alkalinite ⁽²⁾ (CaCO ₃)			30	180
Bağlı klor ⁽³⁾				0,2
Kapalı yüzme havuzu suyu serbest klor ⁽³⁾			1	1,5
Açık yüzme havuzu suyuserbest klor ³			1	3
Serbest klor ⁽⁴⁾			0,3	0,6

(1) Suyun dezenfeksiyonunda stabilizatörlü klor bileşiklerinin kullanıldığı havuzlarda bakılır.

(2) Suyun dezenfeksiyonunda “hidrojen peroksit + biguanide” kullanılması halinde hidrojen peroksit 40-80 aralığında olmalıdır. Bu durumda pH 8,2 , amonyum 1,5 ve toplam alkalinite 220 düzeyine kadar uygun kabul edilir. Bu havuzlarda serbest klor ölçümü yapılmaz, hidrojen peroksit ve biguanide ölçümü yapılır.

(3) Suyun dezenfeksiyonunda klor ve klorlu bileşiklerin kullanıldığı havuzlarda bakılır.

(4) Suyun dezenfeksiyonu için ozon, UV, klordioksit ve diğer dezenfeksiyon sistemlerinin kullanıldığı havuzlarda aranacak düzeydir.

NOT: Hidrojen peroksit, biguanide ve serbest klor ölçümleri havuz mahallinde yapılır.