

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

**DİYARBAKIR İLİ ÇEVRESİNDE İÇİLEBİLECEK SONDAJ KUYU
SULARININ FİZİKSEL VE KİMYASAL OLARAK İNCELENMESİ**

Mehmet SAĞIRDAĞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KİMYA ANABİLİM DALI

**DİYARBAKIR
Haziran 2011**

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

**DİYARBAKIR İLİ ÇEVRESİNDE İÇİLEBİLECEK SONDAJ KUYU
SULARININ FİZİKSEL VE KİMYASAL OLARAK İNCELENMESİ**

Mehmet SAĞIRDAĞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KİMYA ANABİLİM DALI

**DİYARBAKIR
Haziran 2011**

T.C
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
DİYARBAKIR

Mehmet SAĞIRDAĞ tarafından yapılan bu çalışma, jürimiz tarafından Kimya Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyesinin

Unvanı Adı Soyadı

Başkan : Doç. Dr. Sait ERDOĞAN

Üye : Yrd.Doç. Dr. M. Zahir. DÜZ (Danışman)

Üye : Yrd.Doç. Dr. Abdurrahman SAYDUT

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

...../...../2011

Prof. Dr. Hamdi TEMEL
ENSTİTÜ MÜDÜRÜ

(MÜHÜR)

TEŞEKKÜR

Tez konumu seçen ve tezimin yurütulmesinde her türlü destek ve yardımını aldığım değerli hocam, Yrd. Doç. Dr. M. Zahir DÜZ' e, lisansüstü tez çalışmamda yardımlarını esirgemeyen Arř. Gör. Ersin KILINÇ, Fen Fakültesi Kimyasal Analiz Laboratuvarında alışan K. Serdar ÇELİK ve Erdener KİŐİN' e teőekkürlerimi sunarım.

Numune toplama ve verdikleri teknik bilgi desteğinden dolayı DİSKİ Genel Müdürlüğü çalışanlarına, teknik desteklerinden dolayı, başta Azad Keykavus DEMİR' e ve Evin ARSLAN, Muzaffer GÜNEŞ ile diğer mesai arkadaşlarıma teőekkürlerimi bir borç bilirim.

Tezimin yurütülmesi esnasında bana büyük sabırlar gösteren eşim Emine'ye ve oğlum Robîn' e sevgilerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET.....	V
ABSTRACT.....	VI
ÇİZELGE LİSTESİ.....	VII
ŞEKİL LİSTESİ.....	VIII
EK LİSTESİ.....	IX
KISALTMA VE SİMGELER.....	X
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
2.1 İçme ve Kullanma Sularının Kaynakları.....	3
2.1.1 Meteor (Yağış) suları.....	3
2.1.2 Yüzeysel sular.....	3
2.1.3 Yer altı suları.....	3
2.2 Su Döngüsü.....	4
2.3 Su Kirliliği.....	5
2.4 Suyun Dezenfeksiyonu.....	6
2.4.1 Sıcaklık Etkisi İle Dezenfeksiyon.....	6
2.4.2 UV Işımları İle Dezenfeksiyon.....	6
2.4.3 Klor İle Dezenfeksiyon.....	7
2.5 Türkiye’deki İçme ve Kullanma Sularının Potansiyeli.....	8
2.5.1 Diyarbakır Havzasının Su Kaynakları.....	8
2.6 İçme Suyu Standartları.....	9
2.6.1 World Health Organization (WHO)	9
2.6.2 Environmental Protection Agency (EPA)	10
2.6.3 Avrupa Standartları (EU)	11
2.6.4 Türk Standartları (TS-266)	12
2.6.5 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik.....	13
2.6.6 İçme suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik	14
2.7 Suyun Moleküler Yapısı.....	15
2.8 Doğada Bulunan Suların Özellikleri.....	16
2.8.1 Suyun Fiziksel Özellikleri.....	16

2.8.1.1	Renk.....	16
2.8.1.2	Bulanıklık.....	17
2.8.1.3	Sıcaklık.....	17
2.9.1.4	Koku.....	18
2.8.1.5	Tat.....	18
2.8.1.6	Elektriksel İletkenlik.....	18
2.8.1.7	pH.....	19
2.9	Suyun Kimyasal Özellikleri.....	21
2.9.1	Alkalinite.....	21
2.9.2	Sertlik.....	21
2.9.3	Sert suların Yumuşatılması.....	23
2.9.3.1	Soda- Kireç metodu.....	24
2.9.3.2	Alüminyum Sülfat ve Şap Metodu.....	25
2.9.3.3	Trisodyum Fosfat Yöntemi.....	25
2.10	Suda Anyonlar ve Anyon Kirliliği.....	26
2.10.1	Azot Bileşikleri.....	26
2.10.2	Amonyak (NH ₃).....	26
2.10.3	Nitrit (NO ₂ ⁻) ve Nitrat (NO ₃ ⁻).....	26
2.10.4	Sülfat (SO ₄ ⁻²).....	27
2.10.5	Florür (F ⁻).....	28
2.10.6	Klorür (Cl ⁻).....	28
2.10.7	Siyanür (CN ⁻).....	29
2.11	Metaller.....	29
2.11.1	Metallerin Toksik Etkileri.....	31
2.11.2	Alüminyum (Al).....	32
2.11.3	Bor (B).....	33
2.11.4	Kadmiyum (Cd).....	33
2.11.5	Kobalt (Co).....	34
2.11.6	Krom (Cr).....	34
2.11.7	Bakır (Cu).....	35
2.11.8	Demir (Fe).....	35
2.11.9	Mangan (Mn).....	36
2.11.10	Nikel (Ni).....	37

2.11.11	Kurşun (Pb)	38
2.11.12	Çinko (Zn)	39
2.11.13	Selenyum (Se).....	40
3	MATERYAL VE METOT	41
3.1	Su Numunelerinin Toplanması.....	41
3.2	Fiziksel Parametreler.....	43
3.2.1	Elektriksel İletkenlik Tayini.....	43
3.2.2	Bulanıklık Tayini (Formazin Metodu)	44
3.2.3	Renk Tayini.....	45
3.2.4	pH Tayini.....	45
3.3	Kimyasal Parametreler.....	46
3.3.1	Toplam Sertlik Tayini.....	46
3.3.2	Kalsiyum Sertliği.....	47
3.3.3	Magnezyum Sertliği.....	49
3.3.4	Alkalinite Tayini.....	49
3.3.5	Nitrat Tayini (UV Spektrofotometre)	51
3.3.6	Nitrit Tayini (Kolorimetrik Metot)	52
3.3.7	Amonyak Azotu Tayini (Fenat Metodu)	53
3.3.8	Sülfat Tayini.....	55
3.3.9	Klorür Tayini (Arjantometrik Metot)	55
3.3.10	Siyanür Tayini.....	57
3.3.11	Florür Tayini (SPADNS Kolorimetrik Metot).....	58
3.4	Eser Elementler (ICP OES).....	59
3.4.a	Kullanılan standartlar.....	60
3.4.b	Çalışılan Elementler.....	60
3.4.c	Standart Hazırlama Yöntemleri	61
4.	BULGULAR VE TARTIŞMA	63
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	77
6.	KAYNAKLAR	81
	EKLER.....	86
	ÖZGEÇMİŞ.....	87

ÖZET

DIYARBAKIR İLİ ÇEVRESİNDE İÇİLEBİLECEK SONDAJ KUYU SULARININ FİZİKSEL VE KİMYASAL OLARAK İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEHMET SAĞIRDAĞ

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KİMYA ANABİLİM DALI

2011

Bu çalışmada Diyarbakır ve çevresindeki sondaj kuyu sularının fiziksel ve kimyasal analizleri yapılarak içilebilecek su standartlarına uygun olup olmadığı araştırılmıştır. Diyarbakır il ve merkez ilçelere bağlı 30 ayrı yörenin içme su ihtiyacını karşılayan sondaj kuyularından toplam 60 adet su örneği alındı. Bunlardan 30 adet numuneye HNO₃ asit ilave edilerek ağır metallerin (Al, B, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mo, Mn, Ni, Pb, Se, Sn, Zn, Na, K, Ca, Mg As, Hg) düzeyleri araştırıldı. Analizler ICP-OES cihazı ile tayin edildi. Hg ve As elementleri Hidrür sistemi tekniği kullanılarak çalışıldı.

Analiz sonuçları; TS 266, WHO ve EU içme suyu standartları ile karşılaştırıldı. Bu karşılaştırma sonucunda yaklaşık olarak 25 numunede Se oranı yüksek çıkmıştır. Develi, Erimli ve Gözegöl kuyularındaki Pb seviyesi, Çarıklıda Cr seviyesi, Sarıdallı, Develi, Büyükkadı ve Havacılar da Bor seviyeleri standartların üzerinde olduğu görülmüştür. Tüm kuyuların sertlik derecesi ise; çok sert, sert, hafif sert, yumuşak ve çok yumuşak sınıflarda yer aldığı görülmüştür.

Yapılan fiziksel araştırmalarda pH, renk, koku, iletkenlik ve bulanıklık bakımından standartlara uygun olduğu tespit edildi. Ancak Başıl, Tanışık ve Güvercinlik numunelerinin sertliklerinin yüksek oluşu nedeniyle lezzetsiz olduğu görülmüştür. Anyonlar (NO₃⁻, NO₂⁻, Cl⁻, F⁻, SO₄⁻², CN⁻ ve NH₃) içme suları standartlarına uygun olduğu görülmüştür. İncelenen sondaj kuyu sularındaki Develi, Erimli ve Gözegöl hariç diğerleri mikrobiyolojik olarak incelenmesi ve klorlanması halinde sağlık açısından bir sorun yaratmayacağı kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sondaj kuyu suları , içme suyu, eser elementler.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF CHEMICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF WELLBORE DRINKING WATER IN AROUND DIYARBAKIR PROVINCE

MSc THESIS

MEHMET SAĞIRDAĞ

DİCLE UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF CHEMISTRY

2011

In this study, the physical and chemical analysis of wellbore drinking water in Diyarbakır province were investigated. In order to understand whether it is appropriate to the standards for this purpose, sixty samples were collected from wellbore drinking water in thirty different region of Diyarbakır province and districts related the Diyarbakır city. The HNO₃ acid was added thirty these samples and the levels of heavy metal (Al, B, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mo, Mn, Ni, Pb, Se, Sn, Zn, Na, K, Ca, Mg As, Hg) were investigated the samples were analyzed by ICP – OES method the level of Hg and As were investigated by hydride system technique.

The obtained analysis results were compared with TS-266, WHO and EU. The Se ratio in twenty five samples were found to be higher than the standards. The level of Pb in Develi, Erimli and Gözegöl wellbore was found to be above the standards. And the level of Cr in Çarıklı and the level of B in Sarıdallı, Develi, Büyükkadı and Havacılar was also found to be above the standards. The hardness value in all wellbore drinking water was found to be very hard, hard, light hard, soft and very soft.

The pH, colour, odour, conductivity and turbidity values were found to be in the range of standard values. However samples collected from Başıl, Tanışık and Güvercinli was found to be very hard. Therefore, this samples were found to be savorless. The anion values (NO₃⁻, NO₂⁻, Cl⁻, F⁻, SO₄⁻, CN⁻ and NH₃) were found to be in the range of standard drinking water. It can be concluded that it will not cause any risk on public health except of Develi, Erimli and Gözegöl if the wellbore drinking water is examined microbiologically and chlorinated.

Key Words : Wellbore waters, Drinking water, Trace Elements

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>		<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1.	Diyarbakır'da İçme Suyu Olarak Kullanılan Kaynaklar	9
Çizelge 2.2.	Dünya Sağlık Örgütü (WHO) İçme Suyu standartları	10
Çizelge 2.3.	Avrupa Birliği (EU) İçme Suyu Standartları	11
Çizelge 2.4.	TS 266 İçme Suyu Standartları	12
Çizelge 2.5.	İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmeliği İçme Suları İçin Parametrik Değerler	13
Çizelge 2.6.	Kategorilerine Göre Kalite Standartları	14
Çizelge 2.7.	Suyun İyonlar Çarpımının Sıcaklıkla Değişimi	20
Çizelge 2.8.	Karbonik Asit Türevlerinin Ph Değerine Bağlı Olarak Değişimi	20
Çizelge 2.9.	Sertlik Derecelerine Göre Sularda Sınıflandırma	23
Çizelge 2.10.	Bazı Metallerin Yoğunlukları	30
Çizelge 2.11.	İnsan Tarafından Besin, Su ve Hava İle Alınan Metaller	31
Çizelge 3.1.	Numunelerin Alındığı Yerler ve Bu Yerlerle İlgili Bilgiler	42
Çizelge 3.2.	Bulanıklıkta Kullanılan Standartların Değer ve Katalog Numaraları	44
Çizelge 3.3.	Kullanılan Standartların Marka ve Katalog Numaraları	60
Çizelge 4.1.	Numunelerin sertlik derecelerinin sınıflandırılması kriteri	64
Çizelge 4.2.	Çalışılan Numunelerin Sertlik Derecelerinin Sınıflandırılması	67
Çizelge 4.3.	Numunelerin Geçici ve Kalıcı Sertliklerine Göre Sınıflandırılması	68
Çizelge 4.4.	Analiz Sonuçları (Koku, Tat, İletkenlik, Bulanıklık, Renk)	69
Çizelge 4.5.	Analiz Sonuçları (Ph, Toplam Sertlik, Ca Sertliği, Mg Sertliği, Alkalinite)	70
Çizelge 4.6.	Analiz Sonuçları (NO ₃ -N, NO ₂ -N, NH ₃ -N, SO ₄ ⁻² , Cl ⁻ , CN ⁻ , F ⁻)	71
Çizelge 4.7.	Analiz Sonuçları (Al, B, Cd, Co, Cr)	72
Çizelge 4.8.	Analiz Sonuçları (Cu, Fe, Mg, Mn, Mo)	73
Çizelge 4.9.	Analiz Sonuçları (Ni, Pb, Se, Sn, Zn)	74
Çizelge 4.10.	Analiz Sonuçları (Na, K, Ca, As, Hg)	75

ŒEKİL LİSTESİ

<u>Œekil No</u>		<u>Sayfa</u>
Œekil 2.1.	Hidrolojik Döngü	5

EK LİSTESİ

<u>Ek No</u>		<u>Sayfa</u>
EK .1	Numune Alınan Noktaları İçeren Harita	86

KISALTMA VE SİMGELER

ADNKS	Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi
DİE	Devlet İstatistik Enstitüsü
DSİ	Devlet Su İşleri
DS	Dinamik Seviye
DİSKİ	Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İşleri Genel Müdürlüğü
EPA	Environmental Protection Agency
EU	European Union
PMTDI	Provisional Max. Tolerable Daily Intake
PTWI	Provisional Tolerable Weekly Intake
SS	Statik Seviye
TDI	Tolerable Daily Intake
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
UV	Ultraviolet
WHO	World Health Organization

1. GİRİŞ

Su doğada en bol bulunan ve günlük hayatımızda en çok rastlanan bileşiklerden biridir. Atmosferde % 1-2 oranında, canlılarda ise daha büyük oranda bulunur. İnsan vücudunun % 65'i bitkilerin % 90'ı sudur. Ayrıca birçok kaya ve minerallerin kimyasal yapılarında bulunur. Nehir göl ve deniz şeklinde yeryüzünün 3/4 'ü sularla kaplıdır. Bu şekilde bakıldığında, yeryüzündeki mevcut suyun ne kadar çok olduğu tüm insanların gereksinimlerini rahatça karşılayabileceği ve tükenmez bir kaynak olduğu düşünülebilir. Halbuki toplam su miktarının % 97,6'sı denizlerde bulunan tuzlu sulardır. Tuzlu suyun özellikleri insanların gereksinimlerini karşılamak açısından uygun değildir. Karalardaki toplam su miktarı yeryüzünde mevcut suların % 2,4'ünü oluşturmaktadır. Karalarda mevcut suyun teorik kullanılabilir tatlı su kapasitesi ancak karalardaki suyun % 10'u kadardır. Bu miktarda yeryüzündeki toplam su potansiyelinin % 3'ü kadardır. Bu sonuç gelecekte artacak olan su gereksinimlerinin karşılanmasının giderek daha büyük boyutlarda sorunlar yaratacağını ortaya koymaktadır (Erbil 2004).

Su yalnız yaşam için değil, atmosferde meydana gelen bütün meteorolojik olaylarında temelini oluşturur. Atmosferde bulunan diğer bütün gazlar homojen olarak dağılırken, su buharı homojen dağılmaz. Bu farklılık ve enerji alışverişi ile birlikte yürüyen faz değişimleri ekolojik dengenin kurulmasında önemli rol oynar (Yalçın ve Gürü 2002).

Suyun ısı kapasitesi çok yüksek bir değere sahiptir. 1 g suyun sıcaklığını 1°C yükseltmek için gerekli ısı miktarı olarak tanımlanan ısı kapasitesinin yüksek olması, suyun sıcaklık değişimine direndiğinin bir göstergesi. Bu da aynı zamanda suyun fazla miktarda enerji depolayabildiği anlamına gelmektedir. Bu özellik suyun ısı kalkanı ve ısı deposu olarak kullanılmasına olanak sağlıyor. Her şeyden daha önemlisi suyun bu özelliği sayesinde insanların ve büyük oranda su içeren canlı organizmaların vücut sıcaklıklarında büyük değişme olmuyor. Isıyı çok iyi iletmesi, vücudumuzdaki ısının eşit dağılmasına yardımcı oluyor (Ünalın 2011).

Özgül ısı ve buharlaşma entalpisi oldukça yüksek bir akışkan olan su, aynı zamanda yeryüzüne düşen güneş enerjisinin gündüzden geceye ve yazdan kışa transferinde ve böylece iklim koşullarının yumuşatılmasında da etkili rol oynar (Yalçın ve Gürü 2002).

1. GİRİŞ

Ekosistemler de devamlılıklarını suyun yüksek ısı kapasitesine borçludur. Sadece suyun değil su buharının da sıcaklığını değiştirmek zor. Buzun ve su buharının ısı kapasitesi, suyun ısı kapasitesinin yarısı kadardır. Yine de havada ani bir sıcaklık değişimi meydana getirmek için su buharına yüksek bir miktarda ısı enerjisi aktarılması gerekiyor. Buda pek mümkün olmadığından iklim değişimleri yavaş ve sorunsuz bir şekilde gerçekleşmektedir.

Suyun yüksek ısı kapasitesi, okyanuslardaki sıcaklık değişimlerini eksi 1, -2°C ile +35°C arasında sınırlıyor. Buna karşın karalardaki sıcaklık farkı Sibirya'da -70°C, Ekvator'da +58°C'yi görebiliyor. Dünyada hiç su olmamış olsaydı karalarda sıcaklık değişimi -200°C +200°C 'ye kadar daha geniş bir aralıkta gerçekleşecekti (Ünalın 2011).

Diğer sıvılarda ısı kapasitesi sıcaklıkla artarken suda kapasite düşüyor, 35°C'de en düşük değerini alıyor, ısıtmaya devam edildiğinde tekrar artıyor. Benzer bir davranış suyun yoğunluğunun sıcaklıkla değişiminde kendini gösteriyor. Buzun yoğunluğunun sudan daha düşük olması ve +4°C'de sonra yoğunluğun artması, buzun suyun üzerinde yüzmesini sağlıyor. İşte bu durum gezegenimizdeki suların derinlerden yüzeye doğru donmasını ve tüm sualtı yaşamının yok olmasını engelliyor. Suyun donarken genişlemesi de toprak oluşumuna katkıda bulunuyor (Ünalın 2011).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 İçme ve Kullanma Sularının Kaynakları

İçme ve kullanma suları kaynaklardan, nehirlerden, göllerden, yapay veya doğal birikinti bölgelerinden, kuyulardan hatta pahalı olmasına rağmen zorunlu olduğunda, deniz sularının arıtılmasıyla sağlanan sudan elde edilir. Ancak bütün bu su kaynaklarının en önemli kaynağını yağışlar oluşturur (Güler ve Coşkun 1988). Tabiiatta kimyasal saf su yoktur. Her su, çevirimi esnasında geçtiği yerlerden az ya da çok gaz veya katı maddeleri çözünmüş olarak ihtiva eder (Mutluay ve Demirak 1996).

İçme ve kullanma sularını 3 ana grupta toplayabiliriz.

2.1.1 Meteor (Yağış) suları:

Yağmur ve kar sularının yeryüzüne dönmesiyle oluşan sulardır. Kurak bölgelerde yağış suları özel düzeneklerle akıtıldıkları depolarda (Sarnıç) biriktirilirler (Güler ve Coşkun 1988).

Doğal sulardan saf suya en yakın özelliği gösteren sular, yağmur ve kar sularıdır. Ancak günümüzde doğal kirlenmelere ek olarak, hava kirlenmesi sonucu yağmur ve kar sularının özelliği de atmosferde geçtiği yerlere göre çözmüş olduğu maddenin etkisiyle saf sudan uzaklaşır (Yalçın ve Gürü 2002).

2.1.2 Yüzeysel sular:

Akarsular, göller ve derelerin önlerine yapay set çekilerek oluşan baraj suları yüzeysel suları oluşturur. Bunlar yağışlarla ve yer altı sularıyla beslenirler. Bütün yüzeysel sular, yataklarıyla sürekli temas halinde olduklarından, yeraltından su sızar ve bileşimleri yer altı sularınkine benzemekle beraber karakteristik bazı farklar gösterirler.

2.1.3 Yer altı suları:

Yağmur, dolu, kar gibi atmosferik olaylarla yeryüzüne dönen suların toprağın derin tabakalarına süzülmesi ve geçirgen olmayan bir tabakaya rastladığında birikinti ya da yayılım göstermesiyle oluşurlar (Güler 1988 ve Mutluay1996).

Yer altı suları, yüzeysel sulara göre daha temiz ve berraktırlar. Yeraltı sularının diğer bir karakteristik özelliği de sıcaklığın sürekli aynı kalmasıdır (Yalçın ve Gürü 2002).

Genel olarak yer altı sularının yüzeysel sulara göre aşağıdaki avantajları vardır.

- Bütün yer altı suları berrak ve renksizdir.
- Yer altı sularının organik madde ve mikroorganizma içeriği daha azdır.
- Yeraltı sularının kimyasal bileşimi ve sıcaklığı zamanla değişmez.

Buna karşılık yer altı sularının dezavantajları da vardır. Bunlar;

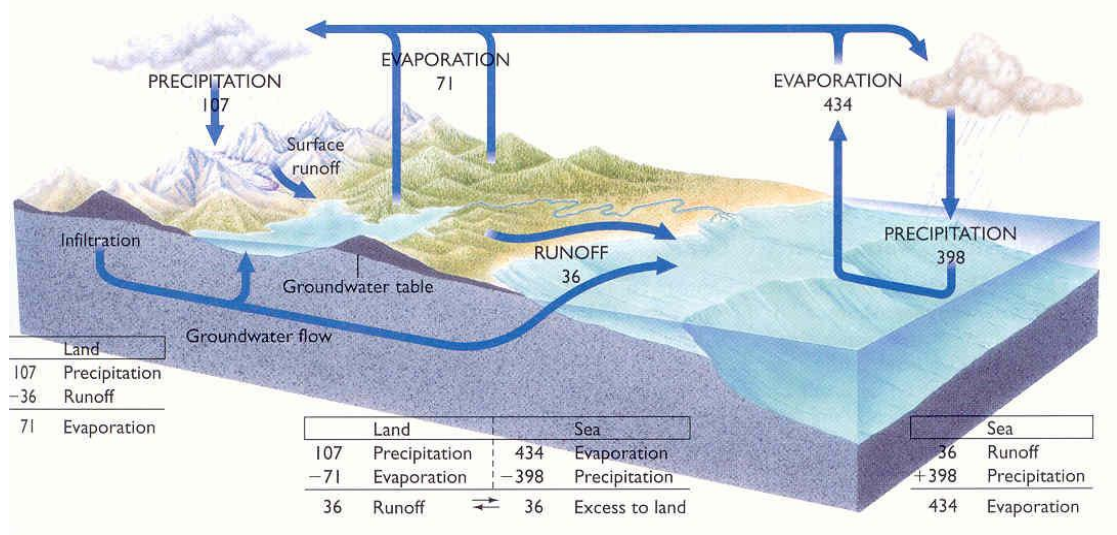
- Çok miktarda yer altı suyu bulmak zordur.
- Yer altı sularının toplam çözünmüş tuzlar (özellikle klorür ve sülfat tuzları) daha yüksektir.
- Yeraltı sularında demir, mangan ve sertlik yapıcı bileşenler daha fazla bulunur.
- Yer altı sularını depolara pompalamak için gerekli enerji daha fazladır (Yalçın ve Gürü 2002).

2.2 Su Döngüsü

Suyun yeryüzünde, buharlaşma, yağış, yeraltına süzülme, kaynak ve akarsu olarak tekrar çıkma, bir göl veya denize akma vs. gibi hareketlerine su döngüsü denir (Şekil 2.1). Bu hareketlerle su bir rezervuardan diğerine taşınır veya aktarılır. Bu hareketlerde su üç halde de (katı, sıvı veya gaz) bulunabilir. Şekil bize, kara ve denizler arasındaki su alışverişinin dengeli olduğunu göstermektedir. Denizlerde (okyanuslarda) yağıştan daha fazla buharlaşma olur (farkı 36 birim). Bu, karalardaki buharlaşmaya göre daha fazla olan yağışın yüzeysel akışla (runoff) denizlere ulaşan su miktarı ile (36 birim) dengelenir. Karalarda yağışın bir kısmı da yeraltına süzülerek (infiltration) yeraltı suyunu besler ve bitki kökleri tarafından emilir. Terleme (transpiration) ile bu su tekrar bitkilerden atmosfere döner.

Su döngüsü, kullanabileceğimiz su miktarı hakkında bize bilgi verir. Su temini; yağış, akarsular, bazı yeraltı suları ve karadaki kar ve buzun erimesi ile oluşan sulardan olmaktadır. Tüm bu sular yağışla beslenmektedirler. Bu durumda, pratik olarak

kullanabileceğimiz su miktarının sınırı, karalara düşen devamlı yağış kadardır.(Dirik 2006)



Şekil 2.1. Hidrolojik döngü (precipitation: yağış, evaporation: buharlaşma, surface runoff: yüzeysel akış, infiltration: süzülme).

2.3 Su Kirliliği

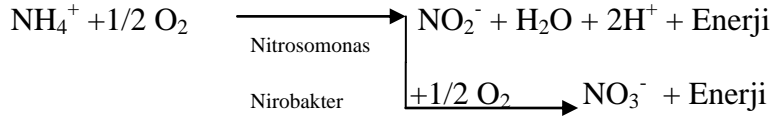
Yeryüzünde bulunan suların tüm insanların ihtiyacı karşılayacak derecede çok olduğunu ve dolayısıyla hiçbir zaman tükenmez bir kaynak oluşturacağını düşünmek yanlıştır. Su kaynakları insanların içme, kullanma, endüstriyel ve tarımsal sulama gibi ihtiyaçlarını karşıladıktan sonra değişik oranlarda kirletilerek yeniden doğaya verilmektedir. Doğada buharlaşarak havaya karışan su, havada buhar halindeyken doğal olarak temizdir. Fakat bu su yağmur, kar vs. halinde yeryüzüne düşerken hava tabakalarında bulunan gazları, tozları, dumanları, radyoaktif serpintileri ve mikroorganizmaları alarak atmosferin kirlilik derecesine göre az veya çok kirlenir. Böylece temiz su kaynakları gittikçe azalmaktadır. Diğer taraftan nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşme sonucu temiz su tüketiminde hızlı bir artış görülmektedir (Yalçın 2002 ve Demirer 1995).

Sularda anorganik kirlenmeye sebep olan metallerin kaynağı topraktır. Topraktan suya geçen başlıca metaller şunlardır. Na, K, Ca, Mg, Bi, Sb, Fe ve kısmen Al. Endüstri ve evsel atıklar yoluyla birçok toksik metal suyu kirletmektedir. Bunlar Al, Pb, Cd, Ni, Cu, Hg, As, Cr, Co, Mn, Zn gibi metallerdir.

Sentetik deterjanlar organik kirlenmeyi oluşturur.

Sağlığa zararlı inorganik parametrelerden biri de NO_3^- iyonlarıdır. Sulardaki NO_3^- kaynağı;

1. Hayvansal ve bitkisel artıkların içerdiği protein ayrışması sonucu ortaya çıkan amonyanın oksidasyonu ile,



2. Zirai alanlarda kullanılan nitratlı gübrelerden,
3. Atmosferdeki elektriksel deşarjlar (şimşek çakmaları) sonucunda Azotun doğrudan doğruya Azot oksitlere yükseltgenmesi ve bu oksitlerin sudaki reaksiyonları sonucu nitrat meydana gelir(Yalçın 2002 ve Gündüz 2008).

2.4 Suyun Dezenfeksiyonu

Dezenfeksiyon hastalık yapıcı organizmaların yok edilmesi veya etkisiz hale getirilmesidir. Dezenfeksiyon bu yönüyle, bakteriler, sistler algler, sporlar ve virüsler gibi bütün mikroorganizmaların yok edildiği sterilizasyon işleminden ayrılır. Dezenfeksiyon işlemi ile etkisiz hale getirilemeyen hastalık yapıcı organizmalar da bulunmaktadır.

2.4.1 Sıcaklık Etkisi İle Dezenfeksiyon

Sular basit olarak 15-20 dakika boyunca kaynatılarak dezenfekte edilebilir. Suyun kaynama sıcaklığında içindeki sağlığa zararlı tüm organizma ve bakterilerden arındırılmış olur. Böylece su dezenfekte edilmiş olur, ancak kaynatmak pahalı ve suyun içinde çözülmüş oksijeni de uzaklaştırır. Bu teknik sonunda suyun havalandırılmasını da gerektireceğinden pek tercih edilmez.

2.4.2 UV Işınları İle Dezenfeksiyon

Suyun UV ışınları karşısında yeterli süre bırakılması da bir dezenfeksiyon yoludur. Cıva lambaları gibi UV ışın yayan lambalar da dezenfeksiyon için kullanılmaktadır. Ancak suda bulunan askıda katı maddeler ve çözülmüş tuzların ışığı absorbe etme nedeniyle uygulama güçlükleri bulunmaktadır. UV ile dezenfeksiyon

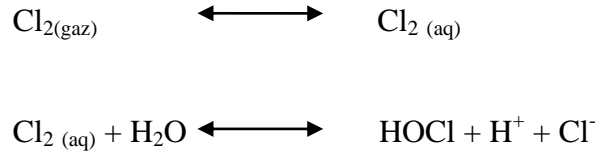
pahalı olmasından kaynaklı olarak kullanımı sınırlı olup küçük tesislerde uygulanabilmektedir.

2.4.3 Klor İle Dezenfeksiyon

Bütün dünyada en yaygın dezenfeksiyon aracı olarak kullanılan klor, sudaki bakterileri öldürmede en etkili dezenfektandır. Klor en eski ve en ucuz dezenfektan maddedir. Klorlamada kullanılan başlıca klor bileşikleri; Elementel klor (Klor Gazı), Hipokloröz asit, Sodyum hipoklorür, Kalsiyum hipoklorür ve kireç kaymağıdır.

Dünya sağlık organizasyonuna (WHO) göre gelişmekte olan ülkelerde temiz içme suları yetersizliği nedeniyle, yılda pek çok insan ve çocuk, hastalıklardan hayatını kaybetmektedir. Klor, koliform bakteri grubu ile bağırsakta yaşayan çoğu bakterileri, sistleri ve amipleri 30 dakika içinde etkisiz hale getirir.

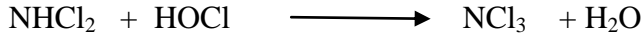
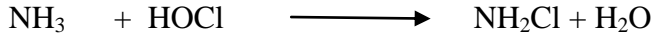
Su içinde çözünen klor, suda hidroliz olarak aşağıdaki denkleme göre hipokloröz asidi oluşturur.



pH < 5,5 iken çözültide yalnızca HOCl bulunur. Buna karşılık pH > 11 den sonra ortamda bütün HOCl, OCl⁻ iyonuna dönüşür. Yani su içinde OCl⁻ ile dengede bulunan hipokloröz asit yüzdesi pH arttıkça azalır.

Dezenfeksiyon gücü en etkili olanı hipokloröz asittir. Hipokloröz asit, hipoklorür iyonuna göre yaklaşık 80 defa fazla dezenfektan gücüne sahiptir. Böyle olunca, hipokloröz asidin etkili olan aktif klor miktarı da pH değerine bağlı olarak gittikçe azalır.

Klorun amonyakla verdiği reaksiyonlar karmaşıktır. İçinde amonyak bulunan suya klor ilave edildiği zaman, klor amonyakla çeşitli reaksiyonlar verir. Bu reaksiyonlar sonucu oluşan ürünler iki grupta incelenir. Bunlar, kloraminler ve amonyağın oksidasyon ürünleridir.



Kloraminlerin dezenfektan etkileri hipokloröz asidin yirmide biri civarındadır. Ancak bu etkilerini çok uzun sürelerde gerçekleştirebilirler.

Klorun amonyak ile oluşturmuş olduğu monokloramin ve dikloramin bileşikleri dezenfeksiyon özelliğine sahip bileşiklerdir. Bu iki bileşiğin içinde bulunan aktif klor toplamına “bağlı aktif klor” adı verilir. Bunlar su içinde uzun süre kalabilir. Bakiye klor, serbest ve bağlı aktif klorların toplamından oluşur (Yalçın 2002 ve Owolabi 2010).

2.5 Türkiye’deki İçme ve Kullanma Sularının Potansiyeli

Devlet Su İşleri (DSİ)’nin resmi internet sitesindeki verilerine göre, 98 milyar m³ yerüstü ve 14 milyar m³ olarak belirlenen yer altı suyu potansiyeli ile birlikte, ülkemizin tüketilebilir su potansiyeli ortalama toplam 112 milyar m³/yıl ’tır. Bu durumda yıllık kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1652 m³ civarındadır (DSİ).

Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE) nüfusumuzun 2030 yılında 100 milyon olacağını öngörmektedir. Bu durumda 2030 yılında kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1120 m³/yıl olacağı söylenebilir (DSİ).

2.5.1 Diyarbakır Havzasının Su Kaynakları

2004 yılına kadar Diyarbakır şehir merkezi içme suyu yeraltı suları ile karşılanmakta iken, bugün Dicle nehrinden getirilen içme suyu hattı projesi ile sağlanmaktadır. Bu proje kapsamında devreye giren içme suyu arıtma tesisi kentin içme ve kullanma suyunun %85’ini karşılamaktadır. %15’lik kısmı da Gözeli havzasından karşılanmaktadır. Oysa köylerdeki içme sularının büyük kısmı yeraltı su kaynaklarından temin edilmektedir (Çelik ve Öztürk 2011).

Çizelge 2.1 Diyarbakır’da İçme Suyu Olarak Kullanılan Kaynaklar (Çelik ve Öztürk 2011.)

1. Serapgüzeli yeraltı suyu	15.7 m ³ /a (0.500 m ³ /s)
2. Gözeli Kaptajı (Belediye)	12.5 m ³ /a (0.400 m ³ /s)
3. Kent içi kaynaklar (işletmeden çıkarıldı)	7.8 m ³ /a (0.250 m ³ /s)
4. Resmi ve özel şahıslara ait kuyular	4.7 m ³ /a (0.150 m ³ /s)
5. Yeniköy’deki YAS (DSİ, hizmet dışı)	4.7 m ³ /a (0.150 m ³ /s)
6. Silvan yolu YAS (DSİ, hizmet dışı)	7.8 m ³ /a (0.250 m ³ /s)
7. Dicle Barajından sağlanan (DİSKİ)	71.4 m ³ /a (3.000 m ³ /s)
TOPLAM	124.6 m³/a (4.700 m³/s)

2.6 İçme Suyu Standartları

İçme sularının renksiz, berrak olması, hastalık yapıcı organizmaları, zararlı kimyasal maddeleri ihtiva etmemesi gerekir. Sularda bu şartları sağlamak ve sularda bulunması arzu edilmeyen maddelerin belirli bir seviyenin altında tutmak için çeşitli standartlar geliştirilmiştir. Ülkemiz için kabul edilen standart TS 266’ dır (Eroğlu 2008).

2.6.1 World Health Organization (WHO)

İlk uluslar arası standartlar 1958 yılında Dünya sağlık Örgütü tarafından yayınlanmış olup, bu standartlar hem Avrupa hem de Dünya standardı olarak düşünülmüştür. Söz konusu standartlar içme suyunda sağlanması gereken fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve radyolojik değerlerin yanı sıra su analiz metotları ile ilgili standartları da içermektedir (Çalık 2005).

Çizelge 2.2. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) İçme suyu standartları

Parametreler	Birim	WHO
Renk	TCU	15
Bulanıklık	NTU	5
İletkenlik	µs/cm	2500 (20°C)
Tat	Suyun kendine has koku ve tadında fark edilebilir bir değişiklik gözlenmemelidir.	
Koku		
pH		-
Nitrat	mg/L	50
Nitrit	mg/L	0,2
Amonyak	mg/L	1,5
Sülfat	mg/L	250
Klorür	mg/L	250
Siyanür	µg/L	-
Florür	mg/L	-
Alüminyum	µg/L	200
Bor	mg/L	0,5
Kadmium	µg/L	3
Krom	µg/L	50
Bakır	µg/L	2000
Demir	µg/L	300
Mangan	µg/L	500
Nikel	µg/L	20
Kurşun	µg/L	10
Selenyum	µg/L	10
Sodyum	mg/L	200
Arsenik	µg/L	10
Cıva	µg/L	1

2.6.2 Environmental Protection Agency (EPA)

Su kalitesi standartlarının bir kaynağı olarak güvenli içme suyu sözleşmesinin (1974) sonucu olarak EPA tarafından çıkarılan standartlar verilebilir. Söz konusu standartlar insan sağlığını korumak için içme suyu yönetmeliklerini geliştirmek amacını taşımaktadır. İnsan sağlığına direk etkisi olan, içme suyunun estetik özelliklerini etkileyen kirlenmeler dikkate alınarak 1977, 1979, 1982, 1986, 2001 yılında düzenlemeler yapılmıştır (Çalık 2005).

2.6.3 Avrupa Standartları (EU)

Avrupa topluluğu tarafından 1978 yılında içme suyu standartları için bir standart belirlenmesine karar verilmiştir. Söz konusu standardın hedefi, fizikokimyasal parametreler, arzu edilmeyen toksik ve mikrobiyolojik parametreler için limitlerin belirlenmesidir. En son 1998 yılında revize edilmiştir (Çalık 2005).

Çizelge 2.3. Avrupa Birliği içme suyu standartları

Parametreler	Birim	EU
Renk	Pt-Co Skalası	Suyun kendine has bulanıklık ve renginde fark edilebilir bir değişiklik gözlenmemelidir.
Bulanıklık	NTU	
Tat	Suyun kendine has koku ve tadında fark edilebilir bir değişiklik gözlenmemelidir.	6,5 ≤ pH ≤ 9,5
Koku		
Ph		
Nitrat	mg/L	50
Nitrit	mg/L	0,50
Amonyak	mg/L	0,50
Sülfat	mg/L	250
Klorür	mg/L	250
Siyanür	µg/L	50
Florür	mg/L	1,5
Alüminyum	µg/L	200
Bor	mg/L	1
Kadmiyum	µg/L	5
Krom	µg/L	50
Bakır	µg/L	2000
Demir	µg/L	200
Mangan	µg/L	50
Nikel	µg/L	20
Kurşun	µg/L	10
Selenyum	µg/L	10
Sodyum	mg/L	200
Arsenik	µg/L	10
Cıva	µg/L	1

2.6.4 Türk Standardı (TS-266)

TS 266’da özellikle suda bulunan zehirli maddeler, sağlığa zararlı maddeler, sağlığa veya içilebilme özelliğine etki eden maddeler ile kirlenmeye sebep olan maddeler olarak gruplandırılmıştır (Çalık 2005). Ülkemizde içme ve kullanma amaçlı sularda kullanılan standart, TS 266’dır (Eroğlu 2008). En son 2005’te revize edilmiştir.

Çizelge 2.4. TS 266 İçme suyu standartları

Özellik	Birim	Maksimum Değer
Arsenik	µg/L	10
Kadmiyum	µg/L	5
Krom	µg/L	50
Bakır	µg/L	2000
Siyanür	µg/L	50
Florür	mg/L	1,5
Kurşun	µg/L	10
Civa	µg/L	1
Nikel	µg/L	20
Nitrat	mg/L	50
Nitrit	mg/L	0,50
Alüminyum	µg/L	200
Amonyum	mg/L	0,50
Klorür	mg/L	250
Renk	mg/L Pt-Co skalası	20
İletkenlik 20 °C’ta en	µS/cm	2500
pH	pH birimi	6,5 ≤ pH ≤ 9,5
Demir	µg/L	200
Mangan	µg/L	50
Koku	Suyun kendine has tadında ve kokusunda fark edilebilir bir değişiklik gözlenmemelidir.	
Tat		
Sülfat	mg/L	250
Sodyum	mg/L	200
Bulanıklık	NTU	5

2.6.5 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik

Bu Yönetmelik, kaynak suları, içme suları ve içme kullanma suları ile ilgili hükümleri kapsar.

Çizelge 2.5. İnsani tüketim amaçlı sular yönetmeliği içme suları için Parametrik Değerler.

Parametreler	Birim	Parametrik Değer
Renk	-	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok.
Bulanıklık	-	
İletkenlik	µs/cm	2500 (20°C)
Tat	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok.	
Koku		
pH		$6,5 \leq \text{pH} \leq 9,5$
Nitrat	mg/L	50
Nitrit	mg/L	0,50
Amonyak	mg/L	0,50
Sülfat	mg/L	250
Klorür	mg/L	250
Siyanür	µg/L	50
Florür	mg/L	1,5
Alüminyum	µg/L	200
Bor	mg/L	1
Kadmiyum	µg/L	5
Krom	µg/L	50
Bakır	µg/L	2000
Demir	µg/L	200
Mangan	µg/L	50
Nikel	µg/L	20
Kurşun	µg/L	10
Selenyum	µg/L	10
Sodyum	mg/L	200
Arsenik	µg/L	10
Cıva	µg/L	1

2.6.6 İçme suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik

Bu Yönetmelik, içme suyu temini amacıyla kullanılan ya da kullanılması planlanan yüzeysel suların karakteristik özelliklerini, suyun dahil olduğu kategoriye göre uygulanacak arıtma tiplerini ve bu sularda izlenmesi gerekli parametreler için referans ölçüm metotları, örnek alma ve analiz sıklıklarını kapsar. Çevre ve Orman Bakanlığı yönetmelikteki EK I' de verilen K değerlerini kılavuz olarak kabul eder.

Çizelge 2.6. Kategorilere Göre Kalite Standartları

Parametreler		A1 K	A1 Z	A2 K	A2 Z	A3 K	A3 Z
PH		6,5-8,5		5,5-9		5,5-9	
Renk (basit filtrasyondan sonra)	mg/L Pt skalası	10	20 (İ)	50	100 (İ)		
Sıcaklık	°C	22	25 (İ)	22	25 (İ)	22	25 (İ)
İletkenlik	20 °C'de µs/cm	1000		1000		1000	
Koku	(25 °C'de seyrelme faktörü)	3		10		20	
Nitratlar	mg/L	25	50 (İ)		50 (İ)		50 (İ)
Floridler (Florür) ¹	mg/L	0,7-1	1,5	0,7-1,7		0,7-1,7	
Mangan	mg/L	0,05		0,1		1	
Bakır	mg/L	0,02	0,05 (İ)	0,05		1	
Çinko	mg/L	0,5	3	1	5	1	5
Bor	mg/L	1		1		1	
Kobalt	mg/L						
Nikel	mg/L						
Arsenik	mg/L	0,01	0,05		0,05	0,05	0,1
Kadmiyum	mg/L	0,001	0,005	0,001	0,005	0,001	0,005
Toplam krom	mg/L		0,05		0,05		0,05
Kurşun	mg/L		0,05		0,05		0,05
Selenyum	mg/L		0,01		0,01		0,01
Cıva	mg/L	0,0005	0,001	0,0005	0,001	0,0005	0,001
Siyanür	mg/L		0,05		0,05		0,05
Sülfat	mg/L	150	250	150	250 (İ)	150	250 (İ)
Klorür	mg/L	200		200		200	

Z = zorunlu

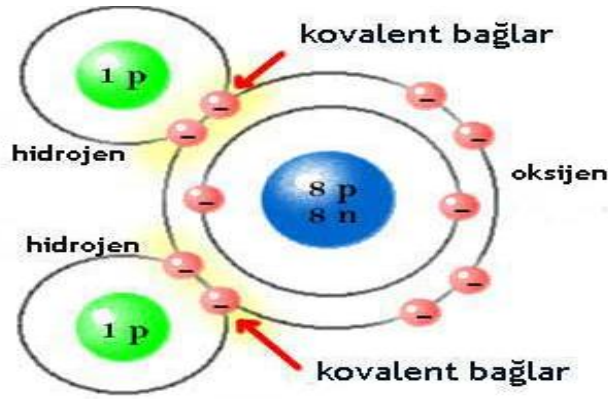
K = kılavuz

İ= istisnai iklimsel yada coğrafik şartlar

¹ Verilen bu değerler yıllık ortalama sıcaklık için belirlenen en yüksek limit değerlerdir. (üst ve alt)

2.7 Suyun Moleküler Yapısı

Su, hidrojenin oksijen ile birleşmesi ile meydana gelen ekzotermik bir reaksiyondur. Tek proton taşıyan hidrojen atomları ile, büyük bir elektron affinitesi olan oksijen atomunun birleşmesinden oluşan su molekülü, düz bir H-O-H bağı biçiminde olmayıp, hidrojen atomları 105° lik bir açı yapar. Bu durum su molekülüne polar özellik kazandırır (Bayraktar 2011).



Yüksek elektronegatiflik gösteren oksijen atomu, hidrojen atomlarının kovalent olarak bağladığı bağ elektronlarını kendine doğru çeker. Böylece elektronsuz kalan protonlar komşu su molekülünde oksijenin ortaklanmamış bir elektron çiftini çeker. Bu durum bir su molekülünü diğer üç su molekülü ile bir düzgün dört yüzlü oluşturmasına neden olur. Böyle bir bağ yapısında bir hidrojen atomu arasında gider gelir, yani su molekülleri serbest halde olmayıp birbirine yakın ve bağlı halde bulunur. Suyun bu özel moleküler yapısı suyun bütün fiziksel ve kimyasal özelliklerinde kendini gösterir. Suyun oluşum entalpisi, buharlaşma entalpisi ve kaynama noktası olmak üzere birçok özelliği aynı gruptaki diğer bileşiklerden (H_2S , H_2Se vb.) oldukça farklıdır. Örneğin diğer bileşikler normal koşullarda gaz halinde iken, su sıvı halde bulunur (Mutluay 1996 ve Yalçın 2002).

Su moleküllerinin polar yapısı en büyük etkisini, hidrasyon özelliğinde kendini gösterir. Su molekülü, negatif ve pozitif yüklü iyonlardan oluşan tuz kristallerini şiddetle çözme özelliğine sahiptir. Su molekülleri kristal yapının negatif yüklü bölümüne pozitif ucu ile negatif yüklü bölümüne de negatif ucuyla bağlanır.

Böylece su molekülleri ile çevrilmiş olan iyonlar kristal kafesini terk ederek çözeltiliye geçer (Mutluay 1996 ve Yaçın 2002).

Çözünen iyonlar, çözelti içinde de su molekülü ile çevrilmiş halde bulunur. Su içinde çözünmüş halde bulunan iyonlar hidratlaşmış haldedir. Bu nedenle çözelti içindeki iyon hareketlerinde de iyonlar tek başlarına olmayıp, merkezde iyonun kendisi, çevresinde su molekülleri ile sarılmış bir bulut şeklinde bulunmaktadır (Mutluay 1996 ve Yaçın 2002).

Su, birçok gazları da eritebilir. Mesela, havada bulunan azot, oksijen, karbondioksit vs gibi gazlar yağmur sularında az veya çok miktarda bulunurlar. Gazların suda erimesi sıcaklıkla azalır, basınçla artar. Buna lityum, sodyum, potasyum ve sezyum gibi alkali madenlerle, kalsiyum, baryum ve radyum gibi toprak alkali madenler adi sıcaklıkta suyu parçalarlar. Suyun oksijenini alarak hidrojenini açıkta bırakırlar (Demirer 1995).

2.8 Doğada Bulunan Suların Özellikleri

Bir suyun içilebilir yahut kullanılabilir olması için, bir takım özellikleri taşıması, diğer bir ifadeyle her yönüyle sağlık için uygun olması gereklidir (Koçak 2007).

2.8.1 Suyun Fiziksel Özellikleri

Doğal sular içinde bulunan safsızlıklar, suların kaynaklarına göre farklı fiziksel özellikler kazanmasına neden olur (Yalçın ve Gürü 2002).

2.8.1.1 Renk

Su saf halde renksizdir. Renk suyun içine karışmış olan inorganik maddelerden meydana geldiği gibi, organik maddelerin ayrışması sonucu da meydana çıkabilir. Sarı ve kahverengimsi renkler organik maddelerin ayrışmasından kaynaklıdır (Owolabi ve Azeez 2010).

Su infrared ışınlarını kırmızı ışıktan daha fazla absorplar. Beyaz ışıktan kırmızı ışık çekilince mavimsi bir renk oluşur. Bu nedenle derin sular mavi görünümlüdür. Suları renkli gösteren asıl neden ise, içerdikleri yabancı maddelerdir. Suda çözünen ve kolloidal olarak asılı olan organik maddeler suyu renklendirirler. Demir, mangan ve krom gibi bazı metal bileşiklerin suda bulunması da suya renk verir. Bu bileşiklerden

kaynaklı renkliliğin giderilmesi daha zor olup bu bileşiklerin kimyasal yöntemlerle uzaklaştırılmalarını gerektirir (Yalçın ve Gürü 2002).

Suyun rengi hakkında karar verebilmek için suya süzöldükten sonra bakılmalıdır. Çünkü suyun rengi genellikle suda kolloidal halde bulunan organik ve inorganik maddelerden bazen de endüstri sularında erimiş kimyasal maddelerden ve boyalardan ileri gelir (Güler 1997). İçme sularında rengin 20 mg/L Pt-Co' dan fazla olması istenmez (TSE).

2.8.1.2 Bulanıklık

Suyun bulanıklığı içerdiği asılı ve kolloidal haldeki organik ve inorganik maddelerden ileri gelir. Organik ve inorganik maddelerden oluşan bulanıklık, süzülerek ayrılabilen (Süspansiyonlar) ve süzilemeyen (kolloidler) olarak ayrılır. Organik maddeler arasında patojen mikroorganizmaların bulunabileceği de ayrıca unutulmamalıdır. Bulanık sular daima şüpheli sular olarak kabul edilmelidir. İçme ve kullanma sularının berrak olması su hijyeni yönünden önemlidir. Kaynağı ne olursa olsun önceden ne gibi temizleme işlemi görmüş olursa olsun bulanık suların içilmemesi, işletme ve ev işlerinde kullanılmaması gerekir. Hatta borularda tortu bırakmaları dolayısıyla endüstride bile kullanılmamalıdır. Canlı organizmalar askı halindeki bulanıklık veren maddeler üzerinde bulduklarından klorun ve dezenfektanın etkisini zorlaştırır. Daha fazla dezenfektan harcanır (Yalçın 2002 ve Güler 1997).

İçme sularında bulanıklığın 5 NTU 'dan fazla olması istenmez (TSE).

2.8.1.3 Sıcaklık

Suyun kendine özgü lezzeti özellikle sıcaklığa bağlıdır. Genel olarak içme suyunun sıcaklığının 7-12 °C'ler arasında olması istenmektedir. Daha sıcak sular ağza yavan gelebildiği gibi 20 °C' den fazla sıcak sular mide bulantısı hissi vermektedir. Bunun tam aksi soğuk sular mide ve bağırsak mukozasını tahriş ettiği gibi bağırsak hareketlerini durdurmakta ve sancı oluşturmaktadır. Sıcaklık su kaynağındaki biyolojik, fiziksel ve kimyasal işlemleri etkileyerek pek çok değişkeninin konsantrasyonunu değiştirir. Suyun sıcaklığı arttığında kimyasal reaksiyonların hızı ve sudaki maddelerin buharlaşması da artar. Ayrıca sudaki CO₂, O₂ gibi gazların çözünürlüğü azalır (Güler 1997).

2.8.1.4 Koku

Genellikle iyi nitelikli su kokusuzdur. Suyun kokulu oluşu birçok nedenden ileri gelir. Bu nedenler genellikle mikroorganizmaların fermantasyonu, dışkı, idrar karışması, organik maddelerin ayrışması, endüstriyel artıkların ve çeşitli artıkların karışması şeklinde sayabiliriz. Ayrıca derin yeraltı sularında sülfatların ayrışmasıyla oluşan kükürtlü hidrojen, suların içinde yaşayan algler ve çeşitli mikroorganizmalar ve bazen de suların nakledilmelerinde kullanılan boru ve kaplarda kokunun oluşmasına neden olur. Ayrıca suların dezenfeksiyonunda kullanılan klor ve iyot da suya kendilerine özgü kokularını verir. Koku muayenesi için şişenin kapağı çıkarılarak hemen koklanır. Ayrıca su bir behere konur, ağzı saat camı ile kapatılır ve 95° C' ye kadar ısıtıldıktan 5 dakika sonra koku muayenesi yapılır (Yalçın 2002 ve Güler 1997).

2.8.1.5 Tat

Suyun lezzeti, suda erimiş oksijen ve karbondioksit gazlarına, içerdiği diğer kimyasal maddelere ve suyun sıcaklığına ve soğukluğuna göre değişmektedir. Suyun lezzeti doğal ve hoş içimli olmalıdır. Aksine ekşi, acı, tuzlu, madeni veya kekremsi lezzetli olmamalı, lezzetini değiştirmemeli, içildiği zaman boğazda kuruluk, buruşukluk ve midede de şişkinlik hissi vermemelidir. İçilen suyun, istenilen taze su lezzeti, içerdiği oksijen ve karbondioksit gazlarından oluşmaktadır. Suyun ısıtılması halinde bu gazlar buharlaşarak uçacağından suda yavan ve tatsız bir lezzet oluşur. Suda bulunan mineral maddelerin oranı az ise suda kabul edilebilir bir lezzet vardır. Mineral maddelerin çokluğu suyu içilemez bir hale getirebilir. Tat ve kokunun giderilmesi için en çok kullanılan yöntemler suyun havalandırılması, klorlanması ve ozonlanması, yabancı maddelerin çökeltilmesi, aktif kömürden geçirilmesi, kille muamele edilmesi ve mikro filtrelerden süzülmesi gibi usullerdir (Yalçın 2002 ve Güler 1997).

2.8.1.6 Elektriksel İletkenlik

Elektriksel iletkenlik, su içinde çözülmüş olarak bulunan iyonların cinsi ve konsantrasyonuna bağlıdır. Çözülmüş tuz konsantrasyonu arttıkça elektriksel iletkenlik de artar. Bir çözeltinin özgül elektriksel direnci 1 cm² yüzey alanı ve 1 cm uzaklıkta bulunan iki elektrot arasında ölçülen dirençtir.(Ohm.cm) Elektriksel iletkenlik ise, elektriksel direncin tersi olarak tanımlanır (1/ Ohm.cm).

İletkenlik birimi Siemens'dir. $1S = 1 / \text{Ohm} = 1 \text{ mho}$ olduğuna göre; Öz iletkenlik = mho.cm^{-1} veya S / cm birimi ile ifade edilir. Doğal suların iletkenliği küçük olduğundan, suların öz iletkenlikleri genellikle $\mu\text{mhos/cm}$ ($\mu\text{S/cm}$) cinsinden ifade edilir.

Seyreltik çözeltilerde çözünmüş tuz konsantrasyonu ile elektriksel iletkenlik arasında yaklaşık olarak lineer bir bağıntı vardır.

$$K = \frac{\text{Elektriksel iletkenlik (S/m)}}{\text{Toplam çözünmüş tuz miktarı(mg/l)}}$$

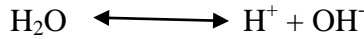
İçme sularında 20°C 'de iletkenlik en fazla $2500 \mu\text{S/cm}$ olabilir (Yalçın 2002 ve TSE).

2.8.1.7 pH

Suların pH değeri asitlik ve alkali derecesinin bir ölçüsüdür. Doğal suların pH değerleri içerdikleri maddelere göre değişir. Belli sıcaklıklarda suyun pH derecesi içinde bulunan hidrojen iyonu aktivitesine bağlıdır.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Saf su çok az olarak iyonlarına ayrışır. Ayrışma sabiti 25°C sıcaklıkta $K_{\text{su}} = 10^{-14}$ tür.



$$K_{\text{su}} = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7}$$

$$\text{pH} = -\log 10^{-7} = 7$$

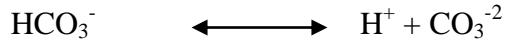
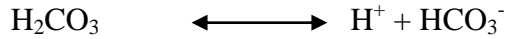
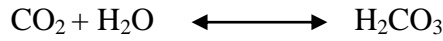
Yukarıda görüldüğü üzere saf suyun pH değeri 7 (Nötral) dir. Suyun iyonlar çarpımı sıcaklıkla değiştiği için pH değeri de sıcaklıkla değişir. Saf suyun pH değeri 0°C de 7,5 60°C de ise 6,5 tur. Suyun iyonlar çarpımının sıcaklıkla değişimi çizelge 2.7' de görülmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Çizelge 2.7 Suyun iyonlar çarpımının sıcaklıkla değişimi.

Sıcaklık °C	K_{su}	Sıcaklık °C	K_{su}
0	$0,112 \cdot 10^{-14}$	25	$1,01 \cdot 10^{-14}$
5	$0,186 \cdot 10^{-14}$	30	$1,47 \cdot 10^{-14}$
10	$0,293 \cdot 10^{-14}$	40	$2,92 \cdot 10^{-14}$
15	$0,452 \cdot 10^{-14}$	50	$5,47 \cdot 10^{-14}$
20	$0,680 \cdot 10^{-14}$	60	$9,61 \cdot 10^{-14}$

Doğal suların pH değerleri $4 < \text{pH} < 9$ arasında değişir. Suların pH derecesini belirleyen en önemli etken $\text{CO}_2 / \text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}$ dengesidir. Suda çözünen karbondioksit, sıcaklığa bağlı bir denge reaksiyonu ile karbonik asit oluşur.



Karbonik asit türevlerinin pH değerine göre değişimi çizelge 2.8' de verilmiştir. Yüksek oranda sertlik içeren yeraltı sularında karbonat ve bikarbonat iyonlarını bağlamak kolaylaşır. Bu nedenle pH daha yüksek olabilir (Yalçın 2002, Samsunlu 1999 ve Muslu 2001).

Çizelge 2.8. Karbonik asit türevlerinin pH değerine bağlı olarak değişimi

Karbonik Asit Türevleri	Ph								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CO_2 ve H_2CO_3	100	95	70	20	2	-	-	-	-
HCO_3^-	-	5	30	80	98	95	70	17	2
CO_3^{2-}	-	-	-	-	-	5	30	83	98

Suyun fazla alkali olması kokuşmanın varlığını gösterir. Asiditesi karbondioksitten başka asitlerden oluşan suların korosif özellikleri vardır. Suyun pH' sı nötr veya hafif alkali olmalıdır (Samsunlu 1999). İçme sularında $6,5 \leq \text{pH} \leq 9,5$ sınırları içinde olmalıdır (TSE).

2.9 Suyun Kimyasal Özellikleri

2.9.1 Alkalinite

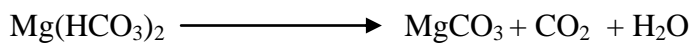
Alkalinite, suyun asit nötrale etme kapasitesidir. Suyun içerdiği OH^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- iyonları suyun alkalinitesini oluşturur. Ayrıca; borat, fosfat, silikat ve diğer bazlar eğer suda mevcut iseler, alkaliniteye katkıda bulunurlar (Yalçın 2002 ve Franson 2005).

2.9.2 Sertlik

Sertlik, su içinde çözülmüş (+2) değerlikli iyonların (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Sr^{+2} , Fe^{+2} , Mn^{+2} vb.), varlığının sonucudur. Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonları doğal sularda diğer iyonlardan daha fazla bulduklarından, çoğunlukla sertlik, Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının konsantrasyonlarının toplamı olarak ifade edilir. Diğer iyonlar genellikle kompleks formda oldukları için sertliğe fazla bir katkıları olmaz.

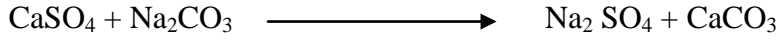
Belirli miktar sertlik insan sağlığı için yararlıdır. Kireç, özellikle çocuklar ve yaşlılar için gereklidir ancak sertliğin belirli değerleri aşması sonucunda suyun tadı bozulur. Bu yüzden sert sular içme ve kullanılma maksatları için elverişli değildir. Bir suyun sertliği, sabunu çökeltme kapasitesinin ölçüsüdür. Sabun suda yaygın olarak kalsiyum ve magnezyum iyonları ile çökeltilir. Diğer bazı metallerin iyonları da (Al, Fe, Mn, Sr, Zn) sabunu çöktürmekle beraber bunlar genelde kompleks formda oldukları için sertliğe fazla katkıları olmaz.

Sertlik geçici ve kalıcı sertlik olmak üzere ikiye ayrılır. Geçici sertlik kalsiyum ve magnezyumun bikarbonat tuzlarından meydana gelir bunlara karbonat sertliği adı da verilir. Su kaynatıldığı zaman bu tuzlar karbonatları teşkil ederek sudan ayrıldığından, bunlara geçici sertlik denilmiştir. Geçici sertlik kimyasal reaksiyonları aşağıdaki gibidir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Kalsiyum ve magnezyum bikarbonat dışındaki sülfat, klorür, hidroksit, nitrat, fosfat ve silikat gibi tuzlarından oluşan sertliğe ise kalıcı sertlik denir. Bunlara da karbonat olmayan sertlik adı verilmiştir ve ısıtılmayla ayrışmazlar. Genellikle toprak alkali maddelerin sülfatlarından ve klorürlerinden ileri gelen kalıcı sertlik sodyum karbonatla giderilir.(Demirer 1995).



Geçici sertlik ile kalıcı sertlik toplamı ise toplam sertliği verir.

Doğal sulara normal pH düzeylerinde alkalinitenin pratik olarak bikarbonattan oluştuğu düşünülürse, alkalinite suda bulunabilecek karbonat sertliğini belirleyecektir. Bu nedenle doğal sulara karbonat sertliği çoğunlukla alkaliniteye eşittir. Alkalinitenin sertlikten büyük olduğu durumlarda fazla alkalinite karbonat olmayan sertlik olarak değerlendirilir. Toplam sertlik ile alkalinite arasında aşağıdaki bağıntılar vardır.

- Toplam Sertlik > Bikarbonat Alkalinitesi olması durumunda;

Geçici Sertlik = Bikarbonat Alkalinitesi

Kalıcı Sertlik = Toplam Sertlik – Bikarbonat Alkalinitesi

- Toplam Sertlik = Bikarbonat Alkalinitesi olması durumunda;

Geçici Sertlik = Bikarbonat Alkalinitesi – Toplam Sertlik

Kalıcı Sertlik = 0

- Toplam Sertlik < Bikarbonat Alkalinitesi olması durumunda;

Geçici = Toplam Sertlik

Kalıcı Sertlik = 0

Suların sertliği, yaygın olarak içerdikleri sertlik veren maddelerin CaCO_3 eşdeğer cinsinden 1 litrede mg (ppm CaCO_3) olarak miktarları ile belirlenir.

Hidrosferde suların sertliği yerel olarak değişim gösterir. Genel olarak yüzeysel sular, yeraltı sularından daha yumuşaktır. Genellikle suyun sertlik derecesi, yağmur suyundan başlayarak izlediği yol boyunca temasta bulunduğu jeolojik yapıyla yakından ilgilidir (Samsunlu 1999).

Suların sertlik derecelerine göre farklı ülkelerde uygulanan kıstaslar farklılık arz etmektedir (Demirer 1995).

Çizelge 2.9. Sertlik Derecelerine Göre Sularda Sınıflandırma

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

Sertlik yaratan maddelerin, eşdeğer kireç türlerinin karşılıklarına göre tanımlanmış sertlik dereceleri, genellikle Fransız, Alman ve İngiliz sertlik dereceleri cinsinden ifade edilir.

1F (Fransız Sertlik Derecesi) = 10 mg/L CaCO₃

1E (İngiliz Sertlik Derecesi) = 14.3 mg/L CaCO₃

1D (Alman Sertlik Derecesi) = 17.8 mg/L CaCO₃

Sertlik artışı, suyun iletkenliğinin de artmasına sebep olur. Sertlik giderilirse;

- Sabun ve deterjan sarfiyatı azalır.
- Korozyon kontrolüne yardımcı olur.
- Taşlaşmanın önüne geçilir(Yalçın 2002 ve Muslu 2001).

2.9.3 Sert Suların Yumuşatılması

Sertlik yapan mineral maddeleri (Katyon ve Anyonları) sudan uzaklaştırma ile su yumuşatılmış olur. Su sertliğinde rol oynayan en önemli bileşenler kalsiyum ve magnezyumun bikarbonat ve sülfatlarıdır. Az miktarda kalsiyum ve magnezyum klorür ve nitrata rastlanır.

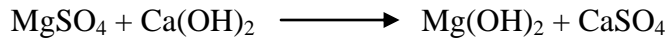
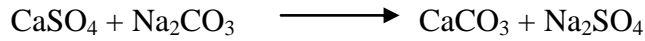
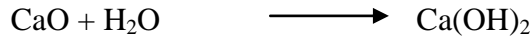
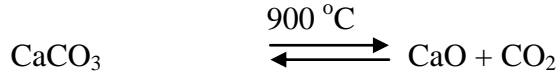
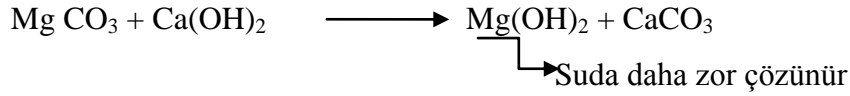
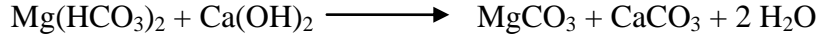
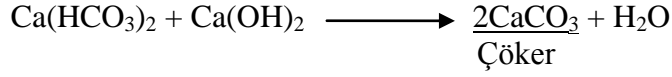
Suların bikarbonatlarından ileri gelen sertlikler havalandırma ile kısmen giderilir. Ayrılan CO₂ yüzünden suda çözünmeyen karbonatlar oluşur.



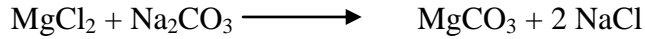
Suları yumuşatmak için kullanılan başlıca metotlar:

2.9.3.1 Soda – Kireç Metodu

Bu metotta sönmüş kireç [Ca (OH)₂] ve soda (Na₂CO₃) kullanılır. Bunlardan kireç karbonat sertliği ve geçici sertliği gidermek, soda ise kalıcı sertliği gidermek için kullanılır. Bu metottaki reaksiyonlar;

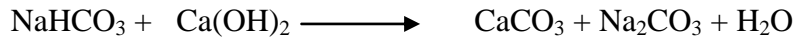
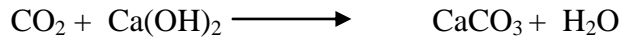


Ca ve Mg klorür ve nitratları, sülfatları gibi etki ederler.



Kireç ve sodanın miktarını hesaplarken suyun CO₂ ile sulara bulunabilen NaHCO₃ 'ı hesaba katmak gerekir.

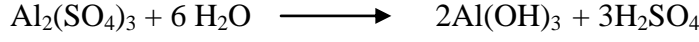
CO₂ ile NaHCO₃ kireçle aşağıdaki reaksiyonları verirler.



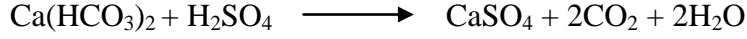
Bu reaksiyonların hızı sıcaklıkla artmaktadır. Genelde sertliğin tamamen gidermek mümkün değildir. Çünkü bir miktar CaCO₃ ve Mg(OH)₂ suda çözünürler (Mutluay ve Demirak 1996).

2.9.3.2 Alüminyum Sülfat ve Şap Metodu

Gerek doğrudan doğruya $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 18 \text{H}_2\text{O}$ ve gerekse şaptaki $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ suda hidrolize uğrarlar.



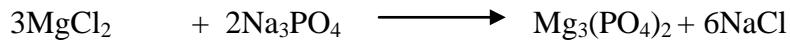
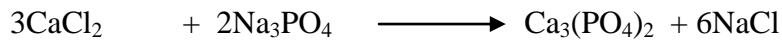
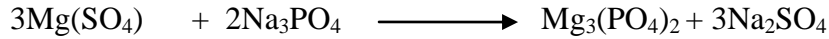
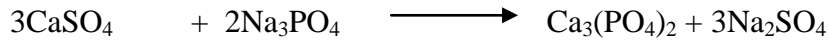
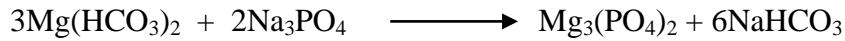
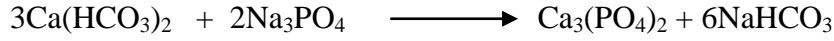
Oluşan H_2SO_4 bikarbonatlara etki ederek



$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{MgSO}_4 + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ reaksiyonlarına göre geçici sertlik giderilmiş olur. Bu metodun diğer bir faydası oluşan $\text{Al}(\text{OH})_3$ 'in çökerken, sularda bulanıklık veren maddeleri birlikte çöktürmesidir. Suda kalan CO_2 ısıtarak veya gaz emicilerden geçirerek uzaklaştırabiliriz (Mutluay ve Demirak 1996).

2.9.3.3 Trisodyum Fosfat Yöntemi

Bu yöntemden iyi sonuç elde etmek için, geçici sertlik önceden giderilmelidir. Bu yüzden bu yöntem diğer yöntemlerle ortaklaşa uygulanır. Yer alan reaksiyonları şunlardır (Mutluay ve Demirak 1996).



2.10 Suda Anyonlar ve Anyon Kirliliği

2.10.1 Azot Bileşikleri

Azot canlı tabiat için çok önemli bir elementtir. Çünkü, canlı yapısında bulunan bütün aminoasitler ve aminler azotlu organik bileşiklerdir. Ayrıca biyolojik metabolizma esnasında da bir ara ürün olarak amonyak açığa çıkar. Bundan dolayı bir suda organik azot ve amonyak bulunması, o suyun kısa bir süre önce atık sularla kirlenmiş olduğu anlamına gelir. Bir suda organik azot aerobik bakteriler vasıtasıyla önce nitrite (NO_2^-), daha sonra da nitrata (NO_3^-) yükseltgenir. Kirlenme uzunca bir zaman önce oluşmuşsa, organik azot bütünüyle nitrata yükseltgenmiştir. Buna göre bir su numunesinde yüksek oranda nitrat ve düşük oranda amonyak bulunması kirlenmenin çok önceden olduğuna dair işaret sayılır (Gündüz 1994).

2.10.2 Amonyak (NH_3)

Amonyak doğal sularda genellikle amonyum azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$) halinde bulunur ki buna serbest veya tuz halindeki amonyak denir. Sularda amonyak, kimyasal ve fiziksel olaylar veya mikroorganizma faaliyetleri sonucunda oluşur. Kimyasal ve fiziksel olaylar sonucunda oluşan amonyağın sağlığa zararı yoktur. Ancak mikroorganizma faaliyetleri sonucunda oluşan amonyak organik madde kaynaklı olma ihtimali bakımından tehlikelidir.

Yer altı sularında amonyak çok azdır. Bu durum amonyak azotunun toprakta bulunan bakteriler yardımı ile amonyak azotunu nitrata dönüştürmesinden ileri gelir. İnsani tüketim amaçlı sularda Amonyak en fazla 0,5 mg / L olabilir. (Yalçın 2002 ve TSE).

2.10.3 Nitrit (NO_2^-) ve Nitrat (NO_3^-)

Nitrat ve nitrit doğada yaygın bir şekilde bulunmaktadır. insan ve hayvan atıkları, endüstriyel kimyasal atıklar ve özellikle azotlu gübrelerin tarımda yaygın olarak kullanılması; toprak, su, tahıl ve bitkilerin azot seviyesinin gittikçe artmasına, aynı zamanda içme ve kullanma sularının nitrat ve nitrit'le kontaminasyonuna neden olmaktadır (Yalçın ve Gürü 2002).

Türkiye’de içme ve kullanma sularının büyük bir kısmının yeraltı sularından temin edildiği ve bu suların sanayi, tarım ve hayvancılık atıkları ile barajların çevresinde oluşturulan yapılaşma ve katı atık depolama sahalarındaki sızıntılar sonucu kirlenmeye maruz kaldığı bildirilmektedir (Tuncay 1994).

Yüksek miktarlarda nitrat ve nitrit kalıntısı içeren gıdaların tüketiciler açısından akut veya kronik zehirlenme riski taşıdıkları belirtilmektedir (Bayraktar ve ark. 1998).

İçme suyu ile alınan yüksek konsantrasyondaki nitratın özellikle bebeklerde nitrite indirildiği, oluşan nitritin de kandaki hemoglobini okside ederek oksijen taşıyamayan methemoglobine dönüştürdüğü bildirilmektedir. (Canter 1997). Methemoglobin şeklinde ağız ve göz çevresinde mavi pullanmalar görülür. Bu duruma mavi bebek sendromu denir (Altıntaş 2004). Methemoglobin konsantrasyonu, normal hemoglobinin %10’una ulaştığında klinik olarak siyanozise ve daha yüksek konsantrasyonda ise asfeksiye neden olabilmektedir. Ayrıca nitritin, kanserojen olarak bilinen nitrozaminlerin oluşumunda da rol aldığı bildirilmektedir (Bassir ve Maduagwu 1978).

Türkiye’de içme ve kullanma sularında bulunabilecek maksimum nitrat ve nitrit miktarları sırasıyla 50 mg/L ve 0.50 mg/L olarak bildirilmiştir (TSE).

2.10.4 Sülfat (SO_4^{-2})

Sülfat su içinde bikarbonat ve klorürden sonra en çok bulunan iyondur. Suya sülfat, topraktan geçer. Toprakta sülfür minerallerinin oksidasyonu ile kükürtlü bileşikler kalsiyum sülfat haline dönüşür. Kalsiyum sülfat doğada iki molekül kristal suyu içeren jips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ve susuz kalsiyum sülfat olan anhidrit mineralleri halinde bulunur.

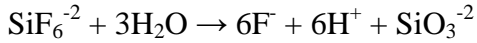
İçme ve kullanma sularında sülfat miktarı 250 mg / L olarak sınır değeri verilmiştir. Çünkü sulardaki fazla sodyum sülfat ve magnezyum sülfat, müshil etkisi göstermektedir. Ayrıca sülfatlar suya acı tat verirler.

Sülfür (S^{-2}) bileşikleri, çeşitli reaksiyonlar sonunda oluşturdukları tat, koku, toksite ve korozyon gibi problemleriyle önemli kirlenici durumundadırlar. Suda yüksek sülfatın anlamı, yüksek sertlik, yüksek sodyum tuzu ve yüksek asiditedir.

Evsel atık suların uzaklaştırdığı beton kanallarda, anaerobik koşulların oluşması ve bakteri faaliyetleri ile SO_2^{-2} , H_2S 'e dönüşür. H_2S kanalın üst bölümünde toplanır ve rutubetle birleşerek H_2SO_4 oluşturur. Bu olay borularda korozyona ve parçalanmaya sebep olur (Yalçın ve Gürü 2002).

2.10.5 Florür (F^-)

Florür iyonuna, yer altı sularında 1 mg/L.den az olan konsantrasyonlardan 48 mg/L'ye kadar olan konsantrasyonlarda rastlanmıştır. Florür, doğada basit florür bileşikleri ve birçok kompleks iyonlarda bulunur. Başlıca bileşikleri NaF , CaF_2 , H_2F_2 , Na_2SiF_6 , H_2SiF_6 , $(\text{NH}_4)_2.\text{Si}_6$ vb. Genellikle florosilikat iyonlarının hidroliziyle florür oluşur (Alkan 2006).



Doğal suların genellikle çok az miktarda florür bulunur. Birçok minerallerin bileşiminde bulunan florürün en önemli kaynağı apatit (CaF_2)'dir.

Florür iyonunun sağlık üzerindeki faydalı etkileri belli bir konsantrasyon aralığındadır. İçme sularında olması gerekenden daha az miktarda bulunduğu zaman (0,01-0,5 mg/L) diş çürümesine sebep olur. Florür konsantrasyonu 0,5-1,5 mg/L arasında olduğu zaman diş çürümeleri önlenir. Diş çürümelerindeki azalma, florür iyonlarının kalsiyum iyonlarıyla bağlanarak diş minelerini kuvvetlendirmesi ile meydana gelir.

Florür konsantrasyonu 1,5-4,0 mg/L arasında olduğu zaman, diş fluorosisi meydana gelir. 4,0-10 mg/L arasında olduğu zaman kemik dokusunda florür birikmesi sonucu iskelet sisteminde, iskelet fluorosisi ortaya çıkmaktadır. 10 mg/L.den fazla olduğunda ise sakatlığa yol açan fluorosis oluşur (Alkan 2006).

2.10.6 Klorür (Cl^-)

Klorür iyonu yeryüzünde en çok rastlanan anyondur. Başta deniz suları olmak üzere bütün sular hatta yağış suları bile klorür içerir. Toprağın üst tabakalarında buharlaşma sonucu klorür iyonlarında artış olur. Bütün klorür tuzları suda çok iyi

çözünür. Bunun sonucu olarak yüzeysel sulara klorür karışır. Klorür sağlık açısından herhangi bir sakınca yaratmaz.

Tamamen klorürsüz su içildiğinde lezzetsiz ve yavandır. Boğazda kuruluk yaptığı gibi, susuzluğu da gidermez. 250 mg/L'den yüksek konsantrasyonlardaki klorür, suya tuzlu bir tat verir. Bu nedenle evsel kullanım için su temin edilen yerlerde klorürler 250 mg/L konsantrasyonu ile sınırlandırılmıştır. (Yalçın ve Gürü 2002, TSE).

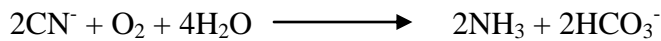
2.10.7 Siyanür (CN⁻)

Suda siyanür, hidrosiyanür asit veya alkali metal tuzları halinde bulunur. Bunlar su içinde kolay çözünen bileşiklerdir. Hidrosiyanür asit zayıf bir asit olup, düşük pH değerlerinde molekül halinde bulunur. Yüksek pH değerlerinde ise, siyanür iyonu haline dönüşür. Birçok organik bileşik siyanür grubu taşır. Bunların ayrışması sonucu da suya siyanür karışır.

Siyanürün zehirleyici etkisi esas olarak oksijen metabolizmasını etkilemesinden ileri gelir. Oksijen yerine hemoglobin ile siyanür kompleksi oluşur. Böylece kanın oksijen taşıma metabolizması durur. Zehir etkisi vücutta birikim yapmayıp ani olarak gerçekleşir.

Su içinde bulunan siyanür iyonu, permanganat ve klor gibi kuvvetli yükseltgen maddeler ile oksitlenerek, CO₂ ve NH₃ haline dönüşür. Eğer çözelti asidik ise, gaz halinde HCN çıkışı olur (Yalçın ve Gürü 2002).

Ayrıca siyanür sulu ortamda aerobik bakteriler etkisiyle parçalanır. Bunun için suyun oksijence doymuş olması gerekir (Gündüz 2008).



2.11 Metaller

Metaller yüksek elektrik iletkenliğine, parlaklığa ve basınç altında kırılmadan şekil değiştirme özelliğine sahiptirler. Al, Ag, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Mn, Pb ve Zn elementleri metaldir (Mortimer 1999).

Yoğunlukları 5 g/cm³ 'ten büyük olan metallere ağır metal adı verilir (Özdemir 1981).

Çizelge 2.10. Bazı metallerin yoğunlukları (Yaşar ve Melek 2000)

Metal	Yoğunluk (g/ cm³)	Metal	Yoğunluk (g/ cm³)
Al	2,69	Cd	8,64
Cu	8,99	Cr	7,19
Ba	3,50	Pb	11,35
Zn	7,14	Mn	7,43
Fe	7,86	Ni	8,90
Ag	10,50		

Ağır metaller çevredeki endüstriyel işletmelerden, pestisitlerden ve insan aktivitelerinden besin zincirine geçebilmektedir. Toksikolojik açıdan farklılık gösteren bu kimyasalların insanlar tarafından alınması sonucu kronik zehirlenmeler ve hastalıklar meydana gelmektedir (Algan 2002).

Toksik metal bileşikleri nehir yağmur ve kar suları ile yüzeysel sulara karıştığı gibi topraktan sızarak eser oranda da olsa bir miktar yeraltı sularına da karışabilir. Bu nedenle yeraltı suları da toksik metaller içerebilir. Çizelge 2.11’de İnsan tarafından alınan metallerin ortalama günlük alınan miktarları, zehirleyici miktarları, vücuttaki normal miktarları, ve yarılanma ömürleri verilmiştir (Gündüz 1994).

Çizelge 2.11. İnsan tarafından besin, su ve hava ile alınan metaller (Gündüz 1994)

Metal	Ortalama günlük alınan miktar (mg)		Zehirleyici miktar (mg)	Vücuttaki normal miktarı(mg)	Yarılanma Ömrü (mg)
	Besin ve Su	Hava			
Antimon	1.000	0.0017	100	7.9	38
Bakır	1.325	0.0014	250-500	72.0	80
Baryum	0.735	0.030	200	22	65
Berilyum	0.012	0.00004	-	0.03	180
Bizmut	0.020	0.00076	-	0.23	5
Civa	0.025	-	-	-	70
Çinko	14.500	0.0168	-	2300	933
Demir	15.000	0.084	-	4200	800
Gümüş	0.600	-	60	1	5
Kadmiyum	0.160	0.0074	3	50	200
Kalay	7.300	0.0006	2000	17	35
Kobalt	0.390	0.00012	500	1.5	9.5
Kurşun	0.300	0.046	-	12.0	1460
Krom	0.245	0.0011	200	1.8	616
Mangan	4.400	0.0288	-	12	17
Molibden	0.335	0.006	-	9.3	5
Nikel	0.600	0.00236	-	10	667
Titan	1.375	0.0014	-	9	320
Uranyum	0.050	-	-	0.7	100
Vanadyum	0.116	0.00916	-	22	42
Zirkonyum	0.490	-	-	420	450

2.11.1 Metallerin Toksik Etkileri

Toksik maddeler suda düşük konsantrasyonlarda bulunmaları durumunda bile insan sağlığına zarar verebilecek zehirlenmelere, hastalıklara hatta ölümlere yol açabilirler. Eser oranda bile toksik etki yapabilen metallerden en önemlileri; Ag, Be, Cd, As, Hg, Pb, Cr, Mn, Ni, Se, V ve Zn' dir. Bu metallerin hepsi ağır metal grubuna girmektedir (Ekşi 1981).

Metallerin diğer toksik bileşiklerden farklı olan özelliği, insanlar tarafından kimyasal yöntemlerle sentezlenemez ve ortadan kaldırılamazlar. Değişik yollarla metallere maruz kalan insanlarda potansiyel sağlık riski söz konusudur. Metaller ilgi duydukları dokulardaki özel komponentlere bağlanarak vücutta birikirler (Burgaz 2000).

Doğal su kaynaklarından temel iyonların (Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-) dışında, çoğu eser düzeyde bulunan diğer iyonların (Fe^{+2} , Ni^{+3} , Mn^{+2} , Cu^{+2} , Zn^{+2} , Co^{+2} , Cd^{+2} , Cr^{+3} , Pb^{+2} , Hg^{+2} , Be^{+2} , Al^{+3} , As^{+3} , Se^{+2} , Li^+ , I^- , PO_4^{2-} , CN^- , NO_3^- , B^{+3} , H_2S) fazla miktarda suda bulunması genel olarak insan sağlığı için olumsuz etki yapabilmektedir. Bununla birlikte bu elementlerin bazıları hormon ve vitaminlerin yapı taşlarını oluşturur. Bazıları da immün sistemi için gereklidir (Soylak ve Doğan 2000).

2.11.2 Alüminyum (Al)

Toprağı oluşturan bütün kil minerallerinde Alüminyum oksit vardır, ancak suda az çözünür. Bu nedenle doğal sularda alüminyum çok az miktarda bulunur.

Alüminyum genelde su arıtma işlemleri sırasında suya geçmektedir. Koagülant olarak kullanılan alüminyum tuzları (Özellikle Alüminyum Sülfat) suda hidroliz olarak Alüminyum Hidroksit jeli olarak çöker, ancak bir miktar alüminyum su içinde kalabilir.

Diğer taraftan Alüminyumun amfoter özelliğinden dolayı hem kuvvetli asitlerle hem de kuvvetli bazlar içinde çözünebilir. Mutfakta kullanılan Alüminyum kaplardan da suya alüminyum karışabilir (Yalçın ve Gürü 2002).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), içme suyunda bulunabilecek Alüminyum düzeyini 200 $\mu g/L$ olarak belirlemiştir. Bu değer içme sularındaki alüminyum tuzlarının pratikte bulunması ve kullanılması ile suyun alüminyuma bağlı olarak renginin değişmesi arasındaki dengeyi sağlamaktadır (WHO 1996).

Bilimsel çalışmalar alüminyum ile Alzheimer hastalığı arasında ilişki olduğunu göstermiştir (Almeida ve Ark 2004).

Alzheimer hastalığında beyin hücrelerinde anormal derecede alüminyum toplandığı tespit edilmiş, beyin hastalıkları ve aktivitesiyle alüminyum arasında bağlantı kurulmuştur. Alüminyum doğrudan beyin hücreleri için beyinde nörofibril

düğümlelerinde lezyonlar oluşturur. Ayrıca, hücrenin genetik yapısına etki edebilir ve hücrenin aktivitesini bozarak ölümüne neden olur (Aksoy 2000).

İngiltere’de 1989 yılında içme suyundaki alüminyum ile ilgili epidemiyolojik bir çalışmada Alzheimer hastalığının oranları bilgisayarlı tomografik tarama ünitelerinin kayıtlarından hesaplanmıştır. İçme suyundaki alüminyum düzeyleri 0,01 mg / L’yi geçtiği bölgelerde alüminyum düzeyinin 0,01 mg/L’nin altında olduğu bölgeye göre Alzheimer hastalığı oranının % 50 daha fazla olduğu tespit edilmiştir (WHO 1996).

2.11.3 Bor (B)

Bor doğada genellikle boraks $\text{NaB}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ve kolemanit $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ mineralleri halinde bulunur. Bu minerallerin çözünen bor bileşikleri sulara geçer. Bitki hayvan artığı ve deterjan atıklarından da bor sulara geçebilir. Ayrıca jeotermel su kaynaklarında da aşırı miktarda bora rastlanır. Bu nedenle bor içeren jeotermel suların sulama sularına karışması istenilmez.

Bitkiler bora ihtiyaç gösterir. Ama aşırı miktardaki bor zehir etkisi yapar. İhtiyaç-zehir sınırı bitkilerin cinsine göre değişir ve çok dardır. 0,5mg / L’ye kadar bor iyi ve yararlı, 3,5 mg / L ve üzeri tüm bitkiler için zararlıdır (Yalçın ve Gürü 2002)

2.11.4 Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum doğada başlıca sülfür tuzu halinde bulunur. Ancak sulara genellikle endüstriyel atık sularından karışır.

Kadmiyum zehirli bir element olup, doku toksikolojisi açısından aşırı toksik gruba girer (Almeida ve ark 2004). Zehir etkisi gıda zehirlenmesine benzer. İnsan vücudunda karaciğer ve böbrekte etkili olur. Kronik kadmiyum zehirlenmesinin en şiddetli şekli ‘itai-itai’ hastalığıdır. Bu hastalık ilk olarak Japonya’da gözlenmiştir. Japonya’da pirinç yetiştirme alanlarını sulayan nehrin kirlenmesi ile meydana gelmiştir (Yalçın ve Gürü 2002)

Kadmiyum ile zehirlenmede, böbrek, kan, solunum yolları, mide, bağırsak, kemik, doku, dolaşım sistemi gibi vücuttaki hemen hemen tüm yapılar etkilenmektedir. Hipokromik anemi, gelişim geriliği, dalakta büyüme, sarılık, mide ülseri, böbrek ve

karaciğerde yağ dejenerasyonu, kemik iliğinde hiperplazi, kalpte büyüme, kemiklerde yumuşama testislerde hasar ve küçülme gibi belirtiler görülür (Kaya ve Ark 1998).

Ayrıca çevre ortamında kadmiyuma sürekli maruz kalmalar, vücutta birikmeye ve bunun sonucu böbrek prostat ve akciğer kanserlerine neden olmaktadır (Dökmeci 2001).

2.11.5 Kobalt (Co)

Kobalt doğada bakır ve nikel mineralleri ile birlikte bulunur. Doğal sulardaki kobalt konsantrasyonu 0,01 mg / L 'den daha düşüktür. Kobalt insan organizmasının etkili biyokatalizörü olan B-12 vitamininin ana yapı taşıdır. Kobalt ve B-12 vitamini kan sistemini kuvvetlendirici etki yapar. Vücut metabolizmasında önemli rol oynar. Yetersizliği halinde kansızlığa sebep olur (Yalçın ve Gürü 2002).

2.11.6 Krom (Cr)

Krom doğal sulara (+3) değerlikli halde bulunur. Bu iyon pH < 4 olduğu zaman kararlı haldedir. Daha yüksek pH değerlerinde hidroliz olur. (+6) değerlikli krom ancak endüstri atık suları ile suya karışabilir. Cr⁺⁶ çok yükseltgen bir maddedir. Cr⁺⁶'nın toksik etkisi Cr⁺³'ün yaklaşık yüz katıdır. Midede ve bağırsakta Cr⁺³ 'e indirgenip zararlı etki yapar (Yalçın ve Gürü 2002).

Krom kandaki glikoz ve lipid (Kolesterol) mekanizmaların düzenlenmesinde önemli rol oynayan Cr³⁺, insülin etkisini güçlendirmektedir. Cr³⁺ yetmezliğine bağlı olarak insüline direnç göstermektedir. İnsülin, kan glikoz düzeyini ayarlama Cr³⁺ a ihtiyaç duymaktadır. Eksikliği yada fazlalığı bu mekanizmaları bozmaktadır ve pek çok hastalıklara neden olmaktadır (Almeida ve ark 2004).

Kromun damar sertliğine karşı koruyucu etkisi olduğu da kaydedilmektedir (Yensan 1995).

Dünya Sağlık Örgütü içme sularında bulunabilecek maksimum Cr³⁺ düzeyini 50 µg/ L olarak belirlemiştir (WHO 1996).

Ağızdan verilen kromun sindirim kanalından yaklaşık % 1 'i emilir. Cr⁺⁶ ve Cr³⁺ 'ün organik bileşikleri daha yüksek oranda emilmektedir. Dokularda +6 değerli Cr +3

değerli şekline indirgenir. Vücutta başlıca kas, akciğer deri ve yağ dokularında birikir (Kaya ve ark 1998).

2.11.7 Bakır (Cu)

Bakır esas itibariyle suya bakır minerallerinden geçer ve dezenfektan özelliği vardır. Bu nedenle havuzlarda yosunlaşmayı önlemede bakır sülfat çözeltisi kullanılmaktadır. Bakırın dezenfektan etkisi suyun pH derecesi ve alkalinite değerine bağlıdır. Ancak bu bakır sülfat zamanla hidroksit halinde çökelerek etkisini kaybeder (Yalçın ve Gürü 2002).

Bakır bitkilerin yaşaması ve klorofil oluşumu başta olmak üzere birçok enzimin gelişimi için mutlaka eser miktarda bulunması gereken temel elementtir (Yalçın ve Gürü 2002).

Bakır canlı organizmalar için gerekli bir elementtir. Bakır bazı metaloenzimlerin ve proteinlerin bileşenidir. Ayrıca hemoglobin sentezi için de gereklidir (Belce 2002).

Deneysel çalışmalarda, bakır içeriği düşük diyetin hiperkolesterolemi ve kardiyak anomalilere neden olduğu belirlendiği için bakır eksikliğinin kardiyovasküler hastalıklarda risk faktörü olabileceği düşünülmektedir (Belce 2002). Bakır yetersizliğinde demirin bağırsaklarda emilmesi ve hemoglobin yapımında kullanımının azalmasına bağlı olarak demir yetersizliği anemisi görülmektedir (Baysal 2000).

Bakırın fazlalığı da toksik olup vücuttaki bazı enzimlerin etkinliğini engellemektedir. Hayati öneme sahip enzimlerin etkinliklerinin bakır tarafından engellenmesi karaciğerin görevinin bozulmasına sebep olur. Bu durum karaciğer nekrozunu başlatır ve bu organda bakırın depolanmasına yol açar. Vücutta gereğinden fazla bakır birikmesi “ Wilson Hastalığı ” olarak bilinmektedir. Bu hastalığın belirtileri arasında sinir sistemi bozuklukları, karaciğer sirozu, gözde renk halkası oluşması sayılabilir (Baysal 1999).

2.11.8 Demir (Fe)

Demir yer kabuğunda en çok bulunan dördüncü metaldir. Toprakta bir çok mineralde, özellikle killer içinde demir bileşikleri bulunur. Bu mineraller içinden geçen

sular değişik oranlarda demiri, Fe^{+2} ve Fe^{+3} iyonları halinde çözer (Yalçın ve Gürü 2002).

Demir insan vücudu için gerekli bir elementtir. Hücrel oksidatif mekanizmalar ve dokulara oksijen taşınması gibi, yaşamsal önemi olan birçok olayda yer almaktadır. Miyogloblin ve hemogloblin gibi oksijen taşıyan kromoproteinlerin, sitokrom oksidaz, ksantin oksidaz, peroksidaz ve katalaz gibi çeşitli enzimlerin yapısında bulunmaktadır. Eritrosit ağırlığının % 0,34 kadarını demir oluşturmaktadır. Bir çok enzim ve koenzim molekülünde demir, bir bileşen yada kofaktör olarak görev yapmaktadır. Krebs döngüsündeki enzimlerin yaklaşık yarısı için demir gereklidir (Belce 2002).

Dünyada bir çok insanın yaşam kalitesini ve iş gücünü etkileyen demir eksikliği, insanlarda yaygın görülen hastalıklardan biridir. (Belce 2002).

Demir için belirlenen PMTDI (Provisional max. Tolerable Daily İntake -Geçici kabul edilebilir maksimum günlük doz) değerinin % 10'u içme suyu ile verildiği zaman 2 mg / L referans değerine ulaşır.Bu değer sağlık açısından olumsuz bir etki oluşturmaz. Ancak demir düzeyi 1-3 mg / L olduğunda, suda tat ve renk bozukluğu oluşturur (WHO 1996).

Demir'in kendisi mide bağırsak kanalında hasar yapıp vücudun fazla demir emilimine sebep olarak, zehirlenmelere yol açar (Kaya ve Akar 1998). Ağız yoluyla yüksek miktarda alınan demir bileşikleriyle akut zehirlenmelerin erken dönemlerinde; bulantı, kusma (mavi yeşil renkte), karın ağrısı, dizanterik tipte ishal (Siyah), ağızda metalik tat ve bazı nörolojik bozukluklar ortaya çıkar. Kanın pıhtılaşma mekanizması üzerinde olumsuz etkisi vardır. Bu hemodinamik bozukluklara sıklıkla bir akut böbrek yetmezliği de eşlik eder (Dökmeci 2001).

Vücudun çeşitli dokularında fazla miktarda demir birikmesi, karaciğer sirozu, pankreas bozuklukları, doğum öncesi fetüsün sağlığında bozukluklar ve bazı hormonal bozukluklar ortaya çıkmaktadır. Vücutta aşırı miktarda demirin birikmesi daha çok kalıtsal olduğu sanılmaktadır (Baysal 1999).

2.11.9 Mangan (Mn)

Mangan toprakta sedimentler ve metamorfik kayalar içinde rastlanır. Yeraltı suları içinde 2-3 mg / L bulunabilir. Oksijen içermeyen sularda Mn^{+2} iyonu halinde

çözünmüş olarak bulunur. Oksijen içeren sularda kolaylıkla yükseltgenerek hidroksit halinde çökeler (Yalçın ve Gürü 2002).

Suda fazla miktarda mangan bulunması suyun tadını bozduğu gibi, çamaşırlarda demir gibi, leke yapar (Yalçın ve Gürü 2002).

Mangan insan vücudu için gerekli elementlerden biridir. Başlıca bağ ve kemik doku oluşumu, büyüme ve üreme fonksiyonları, karbonhidrat ve lipid metabolizmasıyla ilişkili olan Mn, biyolojik sistemlerde +2 ve +3 değerlikli olarak bulunmaktadır (Belce 2002).

Mangan başta gelişmiş canlılar olmak üzere, pek çok canlı organizma için esansiyel olan iz elementlerden biridir. Ancak, günlük gereksinimden fazla miktarda alındığında veya uzun süreli maruz kalındığında yüksek düzeyde zehir etkisi göstererek şiddetli kramplar, tremorlar ve farklı derecelerde halüsinasyonlarla kendini gösterir (Şanlı 2002).

2.11.10 Nikel (Ni)

Doğal sularda nikel çok az rastlanır. Az miktardaki nikel, demirin canlı tarafından daha iyi değerlendirilmesini sağlar. Nikelin yağ çevirimi ve hormonları etkilediği tahmin edilmektedir (Yalçın ve Gürü 2002).

Nikel pek çok canlı için gerekli olan iz elementlerden biridir(Şanlı 2002). İnsanların nikel gereksinimlerinin günde 150 µg civarında olduğu belirlenmiştir (Belce 2002).Nikel eksikliğinde karaciğer dehidrogenaz enzimlerinin azaldığı bilinmektedir. Nikel yetersizliğinin, hepatositlerde; mitokondri ve endoplazmik redikulum üzerinde olumsuz etkisi olduğu bildirilmiştir. Karaciğer lipid içeriğini değiştirmesinden dolayı, lipid metabolizmasında da kısmen yer aldığı sanılmaktadır (Aksoy 2000).

Dünya Sağlık Örgütüne göre belirlenen TDI (Tolerable Daily İntake- Kabul edilebilir günlük alım miktarı) değerinin % 10'unun içme suyu ile alındığı varsayılarak, nikel duyarlı bireyler için yeterli koruma sağlaması gereken referans değer 20 µg /L olarak belirlenmiştir (WHO 1996).

Nikel hemen her türden canlıda yüksek düzeylerde alınma durumunda veya uzun süreli maruziyetlerde zehir etkisi gösterir. Etkilenen hayvanlarda ve insanlarda dermatitler ve solunum sistemi bozukluklarıyla kendini gösteren zehirlenmelere neden

olur.(Şanlı 2002). Nikel bileşiklerinde en toksik olanı nikel karbonil (Ni[CO]₄)' dir. Kronik nikel karbonil zehirlenmeleri kalp ve karaciğer bozuklukları ve dermatitlere neden olur (Dökmeci 2001).

2.11.11 Kurşun (Pb)

Kurşun doğal sulara bulunmaz. Kurşun, sulara çevre kirliliği nedeniyle karışır. Su içinde fazla miktarda kurşun bulunması, söz konusu suyun endüstriyel olarak kirlenmiş olduğunu gösterir (Yalçın ve Gürü 2002).

İçme ve kullanma suları boru ve ekipman olarak kurşun boru kullanılması halinde pH'ı ve sertliği düşük sular, bikarbonat halinde kurşun çözebilir (Yalçın ve Gürü 2002).

Az miktarda vücutta bulunabilecek kurşunun normal büyüme ve sağlık için gerekli olduğu ileri sürülmektedir. Yetersizliği hematopoitik sistemi etkilemekte ve hafif hipokromik anemiye yol açmaktadır. Bunun nedeni, karaciğer ve dalaktaki demir düzeyinin azalmasıdır (Aksoy 2000).

Dünya Sağlık Örgütü içme suyunda bulunabilecek maksimum kurşun düzeyini 10 µg /L olarak belirlemiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda insan vücut ağırlığı için PTWI (Provisional Tolerable Weekly İntake – Geçici kabul edilebilir haftalık Alım Miktarı) değeri 25 µg /kg olarak belirlenmiştir. Bu değerin % 50'sinin içme suyu ile alındığı varsayılarak günlük 0,75 litre su tüketen bebekler için referans değeri 10 µg /L olarak hesaplanmıştır (WHO 1996).

Sindirim yoluyla organizmaya giren kurşun, midenin asit ortamında ve safra asitlerinin etkisiyle daha toksik bileşiklere dönüşebilmektedir. Büyük çoğunluğu (%90-95) çözünmez bileşikler halinde emilmeden dışkı yoluyla atılır. Çözünür özellikteki kurşun bileşikleri ise bağırsaklardan emilerek karaciğere ulaşır. Karaciğere tekrarlanan yüksek miktarlarda kurşun ulaşırsa detoksifikasyon olayı tam olarak yapılamayacağından kurşunun bir kısmı kana geçer ve organizmaya dağılarak zararlı etkilere yol açar. Dolaşımında kurşun büyük ölçüde alyuvarlara (% 80-90) ve az bir kısmı da plazma proteinlerine bağlanır. Organizmaya giren kurşun karaciğer, dalak, kemik iliği, böbrekler, kas, MSS ve keratinize yapılarda birikir. Daha sonra buralardan serbest hale geçen kurşun, kalsiyuma bağlanarak kemik dokuda birikir. Kurşun, uzun süre

organizmada kalabilen bir maddedir. İçeceklerle alındığı zaman daha çok çözünür formda olduğu için besinlerle alındığından daha toksik olabilmektedir. Bu durum içeceklerden ileri gelen kurşun zehirlenmelerinin daha sık ve daha kolay olmasının nedenini açıklamaktadır. Çocuklar, kadınlar ve böbrek yetmezliği olanlar kurşuna daha duyarlıdır (Dökmeci 2001).

Kurşunun kan üzerinde olumsuz etkileri belirtilmiştir. Na⁺, K⁺, ATPaz pompasını ve eritrositlerin membran yapısını bozarak eritrositlerin yaşam süresini kısaltır. Buna ek olarak kurşun, hemoglobine yüksek oranda bağlanarak hemoglobinin görev yapmasını engeller. Kurşunun oluşturduğu bu etkiler sonucu anemi oluşur (Dökmeci 2001).

2.11.12 Çinko (Zn)

Çinko bileşikleri suda az çözünür. Çinko, suya daha çok galvanizleme ve metalürji sanayi atık sularından girer (Yalçın ve Gürü 2002).

Çinko insan sağlığı için gerekli bir elementtir. İnsanda testisler ve deri çinko eksikliğine duyarlı dokulardır. Yaklaşık 300 enzimin yapısında çinko bulunmaktadır. Çinko bir çok metalloenzimin yapısına girer ve bu enzimlerin dayanıklılığını artırır. Protein sentezinde fonksiyonu bulunan çinko, gen ekspresyonunda yapısal ve enzimatik rol oynamaktadır. Katalitik ve gen ekspresyonundaki rolünün yanı sıra çinko, diğer proteinlerin ve nükleik asitlerin yapılarını ve hücre alt birimlerinin bütünlüğünü korumakta, transport işlemlerinde yer almakta ve bağışıklık sistemindeki olaylarda önemli rol oynamaktadır. Yara iyileşmesinde görevi olan çinko, bağ dokusu biyosentezi ve bütünlüğünün sağlanmasında önem taşımaktadır (Belce 2002).

İnsanda çinko yetersizliğinde cücelik, cinsiyet organlarının gelişiminde gerilik, hastalıklara dirençsizlik ve yaraların iyileşmesinde gecikme gözlenir (Baysal 2000).

Yetişkin bir insanın günlük çinko ihtiyacı 15-22 mg'dır. Dünya Sağlık Örgütü içme suyunda bulunabilecek maksimum çinko düzeyini 3 mg /L olarak belirlemiştir. İçme suyunda çinko konsantrasyonu bu değer üstüne çıktığı zaman, istenmeyen bir tat hissedilmekte ve kaynatıldığında ince bir yağ tabakası oluşmaktadır (WHO 1996).

Çinko, zehirliliği fazla olan bir madde değildir. Yetişkin bir insan için günlük tavsiye edilen alım miktarı 12 mg'dır. Beslenmede çinko eksikliği sonucunda

büyümenin yavaşlaması, iştahsızlık, zihinsel yorgunluk, deri değiştirme ve gece körlüğü oluşur. Çinkonun fazla miktarda alımı sakıncalıdır. Günlük 50 mg alındığında HDL kolesterolde düşüş gözlenmiştir (Baysal 1999). İnsanlarda yüksek miktarda çinko alınması sonucu mide bulantısı, kusma, ishal, elektrolit kaybı, uyuşukluk, kas ve mide krampları oluşabilir. Çinkoya uzun süre maruz kalındığında bakır eksikliği anemisi oluşmaktadır (Prasad ve Oberlas 1976, Australian Drinking Water Guidelines 2002).

Akut zehirlenme, aşırı miktarda çinko tuzunun ($ZnSO_4$) kazara, kusturucu ilaç veya diyet olarak kasten alınmasıyla ortaya çıkar. Genelde 500 mg $ZnSO_4$ 'tan fazlasının alınmasıyla kusma meydana gelir. Galvanizli kaplarda saklanan asitli içeceklerin içilmesi ardından kitlesel Zn zehirlenmeleri kaydedilmiştir. Alınmasından 3-12 saat sonrasında ateş, mide bulantısı, kusma, mide krampları ve ishal görülmüştür (Elinder 1986).

2.11.13 Selenyum (Se)

Selen bileşiklerine doğada az rastlanır. Daha çok 2. Jeolojik zamanda yaşayan hayvan kabuklarında selen vardır. Genellikle selenürler sülfürlerle beraber bulunur. Suda selenyum, en son oksitlenme kademesi olan selenat (SeO_4)⁻² anyonu şeklindedir. Doğal sularda genellikle bulunmaz yada çok az konsantrasyonlarda bulunur. Bu bulunuş suyun pH' sı ve demir gibi bazı metal tuzlarının mevcudiyeti gibi bazı faktörlerin etkisindedir.

Selenyum sağlık için gerekli olan bir mineraldir. Selenyum protein ve DNA sentezine katkıda bulunur. Selenyum vücutta bazı proteinlerin yapısına girer ve bunlara selenoprotein denir. Bunlar antioksidan özelliği olan proteinlerdir ve hücreyi hasardan korurlar. Bağışılık sistemini güçlendirir, antioksidan özelliği vardır ve tiroid bezinin iyi çalışmasını sağlar (Özata 2008).

Selenyum, karaciğerimizin iyi çalışmasını sağladığı gibi, kanserden ve bazı metal zehirlenmelerinden bizi korur. Selenyumun beyin çalışmasında da etkileri vardır. Selenyum eksikliğinde guatr oluşabilir. İyot yetmezliği ile beraber selenyum eksikliği varsa guatr daha fazla görülür. Selenyum yetmezliğimde psikolojik değişiklik ve kalp kas bozukluğu saptanmıştır. Günlük 55 mikrogram kadar selenyum gereklidir (Özata 2008).

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Su Numunelerinin Toplanması

5216 sayılı Büyükşehir belediyesi kanununun geçici 2. maddesi uyarınca belirlenen ve Diyarbakır Büyükşehir Belediye sınırları içinde kalan ve köy tüzel kişiliği sona ererek mahalleye dönüşen köyler, bu köylerin yararlandığı sondajlar ve numunelerin alındığı yerlerle ilgili bilgiler, Çizelge 3.1’ de verilmiştir (DİSKİ).

Su numuneleri 2010 yılı eylül ayında, Diyarbakır ili merkez ilçelerine bağlanan 30 mahalleden 60 adet (1 L) su numunesi toplandı. Numuneler, 1:1’lik (v/v) HNO₃ çözeltilisinden geçirildikten sonra saf su ile yıkanan ve kurutulan polietilen kaplar ile alınmıştır. Bunlardan 30 adet (1 L) numune eser element analizleri için HNO₃ ile asitlendirilerek buzdolabında (+4 °C) saklandı.

3. MATERYAL VE METOT

Çizelge 3.1. Numunelerin alındığı yerler ve bu yerlerle ilgili bilgiler.

S. No	Bağlı Olduğu İlçe	Mahalle	İl Merkezinden Uzaklığı (Km)	Nüfus (ADNKS2009)	Hane Sayısı	Sondaj				Depo Hacmi (m ³)	Numunenin Alındığı Yer
						Derinlik	S.S (m)	D.S. (m)	Q (lt/sn)		
1	BAĞLAR	Develi	26	586	73	180	105	130	8,0	100	Depo Çıkışı
2		Kabahıdır	28	532	61	152	90	140	1,0	50	Depo Çıkışı
3		Eğertutmaz	20	347	35	140	100	120	4,0	50	Depo Çıkışı
4		Taşdirek	20	595	60	140	28	70	4,5	50	Depo Çıkışı
5		Körtepe	20	880	112	148	50	108	5,0	50	Depo Çıkışı
6		Pınaroğlu	25	154	24	152	64	76	3,0	50	Depo Çıkışı
7		Sarıdallı	13	441	62	384	10	62	7,0	100	Depo Çıkışı
8		Yukarımollaali	20	194	72	180	35	100	1,5	75	Depo Çıkışı
9	KAYAPINAR	Beneklitaş	20	199	71	78	33	35	5,0	50	Depo Çıkışı
10		Gözegöl	20	166	51	400	20	38	4,0	50	Depo Çıkışı
11		Alçak	31	124	15	100	10	60	5,0	50	Depo Çıkışı
12		Yolboyu	21	2773	460	114	26	96	8,0	150	Depo Çıkışı
13	SUR	Büyükkadı	17	544	137	258	90	155	1,5	75	Depo Çıkışı
14		Doğuçanakçı	25	79	46	300	20	168	5,0	50	Depo Çıkışı
15		Erimli	18	953	203	300	33	144	7,0	50	Depo Çıkışı
16		Hacıosman	19	227	60	290	10	148	4,0	50	Depo Çıkışı
17		Kozan	13	761	189	106	14	67	2,0	75	Depo Çıkışı
18		Kurtkayası	26	93	18	400	38	76	4,5	50	Depo Çıkışı
19		Nahırkıracı	21	429	72	152	20	120	2,2	50	Depo Çıkışı
20		Sati	19	941	195	180	30	72	10,0	50	Depo Çıkışı
21		Bağıvar	9	8832	1044	352	19	48	10,0	700	Depo Çıkışı
22		Çarıklı	10	4457	763	400	70	120	4,5	50	Depo Çıkışı
23	YENİŞEHİR	Alpu	18	304	52	455	32	105	6,0	50	Depo Çıkışı
24		Bahçelievler	24	293	44	40	15	30	8,0	100	Depo Çıkışı
25		Başil	30	517	89	412	6	45	10,0	50	Depo Çıkışı
26		Güvendere	23	1042	147	54	6	41	4,5	75	Depo Çıkışı
27		Güvercinlik	12	372	117	28	10	16	10,0	100	Depo Çıkışı
28		Sancar	18	142	38	150	0	115	3,0	50	Depo Çıkışı
29		Tanışık	21	21	5	168	8	55	8,0	50	Depo Çıkışı
30		Yukarımasırlar	18	128	119	80	22	70	10,0	50	Depo Çıkışı

3.2 Fiziksel Parametreler

3.2.1 Elektriksel İletkenlik Tayini

3.2.1.a Yöntemin Prensibi

Elektriksel iletkenlik, su numunesinin elektrik akımını iletme yeteneğinin bir ölçüsüdür. Bu sayı iyonize olmuş maddenin toplam konsantrasyonuna ve sıcaklığa bağlıdır. Çözülmüş iyonların mobilitesi, yükü ve konsantrasyonu iletkenliğe etki eden faktörlerdendir.

Elektriksel direncin birimi ohm olduğundan iletkenlik birimi bunun tersi olan mho ya da siemens olmaktadır. Su analizlerinde siemens birimi çok büyük olduğu için sonuçlar mikrosiemens cinsinden ifade edilmektedir. Elektrolitik iletkenlik, metalik iletkenliğin tersine sıcaklık artınca artar. 1°C için, % 1,9 artış gösterir. Bu nedenle iletkenlik ölçümlerinin 25°C'ta verilmesi uygundur.

3.2.1.b Araç ve Gereçler

Kondüktometre: Kondüktometre ve elektrottan oluşan sistem, sıcaklık ayarı içermelidir. Laboratuvarda kullanılan cihaz ve üzerindeki elektrot, 0,1 hassasiyette ölçüm yapabilen kendinden bir termometreye sahip olup, iletkenliği doğrudan okuyabilmektedir.

3.2.1.c Kullanılan Reaktifler

Saf Su

Standart Sodyum Klorür Çözeltisi: $1000 \pm 10\mu\text{S} / \text{cm}$ (Hach Lange Cat. No: 14400-42)

3.2.1.d Deneyin Yapılışı

Elektrot saf su ve su numunesi ile yıkanıp numuneye daldırıldı. Numune elektrot ile karıştırıldı (Homojenliği sağlamak için). Karıştırma işlemi durdurulduktan sonra elektriksel iletkenlik değeri okunarak sonuçlar çizelge 4.4'te kaydedildi.

3.2.2 Bulanıklık Tayini (Formazin Metodu)

3.2.2.a Yöntemin Prensibi

Bulanıklık ölçümünün temel prensibi, numuneye gelen ışığın, bulanıklık tarafından absorbe edilmesine ve dağılmasına dayanır. Bu yöntemde formazin polimeri, standart bulanıklık süspansiyonu olarak kullanılır. Işığı dağıtma özelliği kilden ve bulanık doğal su standartlarından daha iyidir.

Bulanıklığı tayin edilecek su numunelerinin hızla çökelebilen iri sediment ve kalıntı çamur içermemesi gerekir. Hava kabarcıklarının olması ve kullanılan cam kaplardaki lekeler okumada hatalı sonuçlara neden olur. Suda gerçek rengin bulunması da, bulanıklık ölçümlerinin düşük değerler vermesine neden olur.

3.2.2.b Araç ve Gereçler

Türbidimetre: Hagh Lange marka 2100 AN model olan cihaz 0,02 NTU bulanıklık farklarını ölçebilen hassasiyette olup, 0-7500 NTU bulanıklık aralığını ölçmektedir.

Numune Tüpleri : Renksiz cam tüplerdir.

3.2.2.c Kullanılan Reaktifler

Standart bulanıklık çözeltileri: Hagh Lange hazır bulanıklık standart çözeltileri kullanıldı (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Bulanıklıkta kullanılan standartların değer ve katalog numaraları

Değer	Katalog No
0,1 NTU	26597-01
20 NTU	26601-01
200 NTU	26604-01
1000 NTU	26606-01
4000 NTU	24601-02
7500 NTU	25842-01

3.2.2.d Deneyin Yapılışı

Cihazın çalışma talimatnamesine uygun olarak kalibrasyonu yapıldı. Kalibrasyon eğrisi hazırlanarak cihaz ayarlanır. Numune iyice karıştırıp, hava kabarcıkları kayboluncaya kadar beklendi. Numune türbidimetre tüpüne yerleştirilerek, bulanıklık doğrudan doğruya cihazın skalasından okundu. Sonuçlar çizelge 4.4'te görülmektedir.

3.2.3 Renk Tayini

3.2.3.a Deneyin Yapılışı

Hach Lange DR 3800 marka visible spektrofotometre cihazı ile renk tayini yapıldı. 25 ml'lik numune hücresine saf su doldurularak 455 nm'de cihaza okutularak sıfırlama yapıldı. Daha sonra, 25 ml'lik numune ile dolu hücreler, cihaza okutularak sonuçlar çizelge 4.4' te kaydedildi.

3.2.4 pH Tayini

3.2.4.a Yöntemin Prensibi

Hidrojen iyonlarının elektrot yardımıyla potansiyometrik olarak ölçülmesine dayanır.

3.2.4.b Deneyin Yapılışı

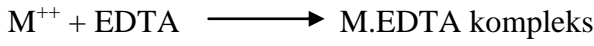
Hach Lange marka LQ 40 modeli ile pH ölçümleri yapıldı. Numuneler laboratuvara varır varmaz pH'larına bakıldı. Ölçüme başlanmadan önce pH'sı bilinen bir tampon çözelti ile kalibre edildi. Gelen numunelerin oda sıcaklığına (25°C) gelmeleri sağlandıktan sonra behere alınan numunelere pH elektrotu daldırılarak okuma yapıldı. Çözeltide homojenliği sağlamak için sürekli karıştırıldı. Cihazın göstergesinde okunan değerler çizelge 4.5'e kaydedildi.

3.3 Kimyasal Parametreler

3.3.1 Toplam Sertlik Tayini

3.3.1.a Yöntemin prensibi

Suyun toplam sertliği genellikle suda çözülmüş olarak bulunan kalsiyum ve magnezyum tuzlarından ileri gelir. Titrasyon yöntemi olarak bilinen bu yöntemde, titrasyon çözeltisi olarak etilen diamin tetraasetik asit (EDTA) ve bunun sodyum tuzları kullanılmaktadır. Burada EDTA Ca^{++} ve Mg^{++} ve sertliğe sebep olan diğer iki değerlikli kompleksler verirler. Dolayısıyla kalsiyum ve magnezyum miktarı da bu yöntemle belirlenmiş olur.



Rutin analizlerde, ayarlı EDTA çözeltisi, 1 ml EDTA 1 Fr^o'ne yani 10 ppm $CaCO_3$ 'a ekivalent olacak şekilde hazırlanır. Bu da 1/50 N veya 0,01 M EDTA çözeltisidir.

3.3.1.b Kullanılan Malzemeler

- Manyetik Karıştırıcı
- Otomatik Büret (0,01 bölmeli)
- Erlenmayer

3.3.1.c Kullanılan Reaktifler

EDTA çözeltisi, 0,01M: 3,723 g analitik saflıkta disodyum etilendiamintetraasetat dihidrat distile suda çözülür ve 1000 ml ye seyreltilir.

Tampon Çözeltisi ($NH_4OH + NH_4Cl$) : 143 ml konsantre amonyum hidroksit (NH_4OH) içinde 16,9 g amonyum klorür (NH_4Cl) çözülür. 1,25 g EDTA magnezyum tuz ekleyerek saf su ile 250 ml ye tamamlanır.

Eriochrome Black T. İndikatörü : 0,2 g Eriochrome Black T. 80 g NaCl ile bir havanda pudra haline getirilir, koyu renkli bir şişede muhafaza edilir.

0,01 M EDTA' nın Ayarlanması için Standart Kalsiyum Çözeltisi : 1 g susuz $CaCO_3$ tuzu 500 ml'lik erlenmayere konur. Huni yardımıyla yavaş yavaş 1+1 HCl tüm $CaCO_3$ çözüne kadar ilave edilir. 200 ml saf su ilave edilir, birkaç dakika kaynatılarak

içindeki CO₂ 'nin uçması sağlanır. Daha sonra soğutulur ve birkaç damla metil kırmızısı indikatörü eklenir ve 3 N NH₄OH yada 1+1 HCl ilavesi ile renk, turuncu rengine ayarlanır. Bir litrelik volumetrik kaba boşaltılır ve işaret çizgisine kadar saf su ile doldurulur. Bu standart çözeltinin 1,0 ml'si 1 mg CaCO₃'a eşdeğerdir.

3.3.1.d Deneyin Yapılışı

25 ml numune, saf su ile 50 ml'ye seyreltilir. 1 ml tampon çözelti eklenerek pH'ın 10-10,1 arasında ayarlandı. Spatül ucuyla bir miktar indikatör (EBT) ilave edilerek standart EDTA çözeltisi ilavesi ile sürekli karıştırılarak titre edildi. Sarı kırmızımtırak renk kaybolana kadar (en son damlalar 3-5 saniye arayla) ilave edilir. Çözeltinin rengi maviye döndüğü (dönüm noktası) değer okunarak kaydedildi. Sonuçlar çizelge 4.5' te görülmektedir.

3.3.1.e Hesaplamalar

$$\text{Toplam Sertlik; mg CaCO}_3 / \text{L} = \frac{\text{A} \times \text{B} \times 1000}{\text{ml numune}}$$

A = EDTA Sarfıyatı

B = 1 ml EDTA çözeltisinin mg CaCO₃ eşdeğeri

3.3.2 Kalsiyum Sertliği

3.3.2.a Yöntemin Prensibi

EDTA kalsiyum ve magnezyumun her ikisini de içeren suya ilave edildiğinde, önce kalsiyum ile birleşir. pH yeterince yüksek olduğunda kalsiyum doğrudan doğruya EDTA ile tayin edilebilir. Çünkü yüksek pH'ta magnezyum, magnezyum hidroksit şeklinde çöker.

Kalsiyum, yüksek pH'ta ve sadece kalsiyum ile birleşen bir indikatör yardımıyla EDTA ile titrasyon vasıtasıyla tayin edilir.

Deney pH koşulu uygun ise Ca⁺⁺ ile beraber ortofosfat çökelecektir. Alkalinite 300 mg / L 'den fazla ise titrasyon dönüm noktasının belirlenmesinde girişime neden olur. Stronsiyum ve baryum iyonları kalsiyum tayinine girişim yapabilen diğer iyonlardır.

3.3.2.b Kullanılan Reaktifler

Sodyum hidroksit (NaOH) 1N : 40 g NaOH bir miktar suda çözülür ve 1 L'ye tamamlanır.

Müreksit (Amonyum Purpurat) İndikatörü: Bu indikatör son dönüm noktasında pembeden mora doğru renk değiştirmektedir. İndikatör 150 mg boyayı 100 gr saf etilen glikolde çözerek hazırlanır. Bu boyanın su ile hazırlanmış çözeltileri 1 gün den fazla dayanamaz. Boya tozu ve NaCl' nin öğütülmüş tozu daha fazla dayanıklı olur. Bu nedenle 200 mg müreksit 100 g NaCl ile karıştırılır ve 40-50 mesh iriliğe kadar öğütülür. Titrasyon sırasında indikatör ilave edildikten hemen sonra titrasyon yapılmalıdır, çünkü indikatör alkali koşullarda dayanıklı değildir.

EDTA çözeltisi (0,01M): 3,723 g analitik saflıkta disodyumetilendiamintetraasetatdihidrat distile suda çözülür ve 1000 ml ye seyreltilir. Standart EDTA 400,8 mg/ L 'ye eşdeğerdir.

3.3.2.c Deneyin Yapılışı

50 ml numuneye alkali ve indikatör ilave edildikten hemen sonra titrasyon yapıldı. Numunelerin alkalinitesi asit ile nötralize edilir, 1 dakika kaynatılır, soğutulur ve daha sonra EDTA ile titrasyonu yapılır. pH'ı 12-13 'e ayarlamak üzere yeteri kadar NaOH ilave çözeltisi ilave edilir. Seçilen indikatör karışımından 0,2 mg eklenir ve 0,01 M EDTA çözeltisi ile titrasyon yapılır. Sonuçlar çizelge 4.5'te görülmektedir.

3.3.2.d Hesaplamalar

$$\text{mg Ca}^{++} / \text{L} = \frac{\text{A} \times \text{B} \times 100}{\text{ml numune}}$$

$$\text{Kalsiyum Sertliği; mg CaCO}_3 / \text{L} = \frac{\text{A} \times \text{B} \times 1000}{\text{ml numune}}$$

Burada;

A = EDTA Sarfiyatı

B = 1 ml EDTA çözeltisinin mg CaCO₃ eşdeğeridir.

3.3.3 Magnezyum Sertliği

3.3.3.a Yöntemin Prensibi

Magnezyum doğal sulara bulunan önemli elementlerden biridir. Magnezyum tuzları ısıtıldıklarında parçalanırlar ve kazanlarda tabaka oluşumuna yol açarlar. 125 mg /L 'den büyük magnezyum konsantrasyonları katartik ve diüretik etki gösterirler.

3.3.3.b Hesaplama ile Magnezyum Sertliği Tayini

Magnezyum sertliği ;toplam sertlik ve kalsiyum sertliği arasındaki farktan hesap yolu ile bulunabilir. Bunun için sertlik titrasyonunda uygun inhibitörlerin kullanılması kalsiyum sertliğinde girişimlerin önlenmesi gerekir. Sonuçlar çizelge 4.5'te görülmektedir.

3.3.3.c Hesaplamalar

Mg sertliği = TS – Kalsiyum sertliği yada

$$\text{mg Mg}^{++} / \text{L} = [\text{TS (mg CaCO}_3 / \text{L)} - \text{Ca}^{++} \text{ Sertliği (mg CaCO}_3 / \text{L)}] \\ \times 0,244$$

TS: Toplam Sertlik

3.3.4 Alkalinite Tayini

3.3.4.a Yöntemin Prensibi

Alkalinite, suyun asit nötrale etme kapasitesidir. Yani belirlenen bir pH değerine kadar suyun kuvvetli asitlerle reaksiyona girmesinin kantitatif kapasitesi olarak tanımlanır. Alkalinite, karbonat, bikarbonat ve hidroksil içeriğinin bir fonksiyonu olduğundan bu bileşenlerin konsantrasyonunun bir ölçüsü olarak da ele alınır.

Bir su numunesinin alkalinitesi; önceden belirlenmiş bir pH değerine kadar numunenin standart asit ile titrasyonunda harcanan asit miktarından belirlenir. Titrasyon oda sıcaklığında ve önceden kalibre edilmiş bir pH- metre yardımı ile renk indikatörü kullanılarak yapılır. Numunenin titrasyonu için 0,02 N veya 0,01 N sülfürik asit veya hidroklorik asit standart madde olarak kullanılır. Düşük alkaliniteli numunelerin

taininde 200 ml numunenin 0,02 N H₂SO₄ ile, 10 ml 'lik büret kullanılarak titrasyonu uygun olur.

3.3.4.b Kullanılan Malzemeler

- a.Erlenmayer
- b.Manyetik karıştırıcı
- c.Dijital büret
- d.Volumetrik pipetler

3.3.4.c Kullanılan Reaktifler

Metiloranj Çözeltisi : 0,4 g metiloranj 100 ml saf su içinde çözülerek hazırlandı.

Sodyum Karbonat Çözeltisi (0,05 N) : 3-5 g Na₂CO₃ reaktifi 250 °C de 4 saat kurutulur ve desikatörde soğutulur. 2,5 g ± 0,2 g tartılır işaretli kaba konarak 1L'ye saf su ile tamamlanır. Bir haftadan uzun süre saklanmaması gerekir.

Standart Sülfürik Asit Çözeltisi (0,1 N) : 3 ml derişik H₂SO₄ destile su ile 1 L 'ye tamamlanır. 40 ml 0,05 N Na₂CO₃ çözeltisine karşı 60 ml su ile beherde potansiyometrik olarak pH 5.0 civarına kadar titre etmek suretiyle standardize edilir. Elektrotlar çıkarılır, durulanır ve durulama suyu aynı beherin için alınır. Beherin üzerine saat camı kapatılmış olarak 3-5 dakika kadar kaynatılır. Oda sıcaklığına kadar soğutulup, saat camı kapağı durulanarak suyu behere alınır ve pH dönüm noktasına kadar titre edilir.

Normalite aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$N = \frac{A \times B}{53,0 \times C}$$

Burada ;

A : 1 litrelik kaba tartılan g Na₂CO₃ miktarı

B : Titrasyon için alınan ml Na₂CO₃ çözeltisi

C : Kullanılan ml asit miktarıdır.

Ölçülen normalite hesaplamalarda kullanılır veya 0,1 N'e ayarlanır. 1 ml 0,1 N çözelti = 5mg CaCO₃'a eşdeğerdir.

Standart Sülfürik Asit Çözeltisi (0,02 N) : 200 ml 0,1 N standart H₂SO₄ destile su ile 1000 ml'ye seyreltilir. 15 ml 0,05 N Na₂CO₃' ın potansiyometrik titrasyonu ile standardize edilir. 1ml çözelti = 1 mg CaCO₃

3.3.4.d Deneyin Yapılışı

100 ml numune alınarak 250 ml 'lik bir erlene alındı. Üzerine 5 damla metiloranj indikatörü eklenerek 0,02 N H₂SO₄ ile titre edilerek harcanan değer kaydedildi. Sonuçlar çizelge 4.5'te görülmektedir.

3.3.4.e Hesaplamalar

$$\text{Alkalinite, mg CaCO}_3 / \text{L} = \frac{A \times N \times 50.000}{\text{ml numune}}$$

Burada ;

A : Kullanılan standart asit , ml

N : Standart asidin normalitesi

3.3.5 Nitrat Tayini (UV Spektrofotometre)

3.3.5.a Yöntemin Prensibi :

Bu metot, düşük organik madde içerikli az kirletilmiş sular ve içme suyu temin edilen sularda nitrat tayini için uygundur. 220 nm 'de spektrofotometrede UV absorpsiyonunun ölçümü nitratın hızlı bir şekilde tayin edilmesini sağlar. Numunenin filtrasyonu süspanse katı maddeler nedeni ile olan girişimleri ortadan kaldırmak üzere yapılır. 1000 mg/L CaCO₃'a kadar karbonat veya hidroksit konsantrasyonlarının neden olabileceği girişimleri ortadan kaldırmak üzere numunelere 1N HCl ile asitlendirilir. Bu yöntemde minimum tayin edilebilen konsantrasyon 40 µg/L nitrat azotudur.

3.3.5.b Kullanılan Malzemeler

- UV Spektrofotometre: Perkin Elmer marka lambda 35 modeli kullanıldı.
- Membran filtre
- Nessler tüpleri (50 ml'lik tüpler)

3.3.5.c Kullanılan Reaktifler

Saf su

Stok Nitrat Çözeltisi : 721,8 mg anhidro potasyum saf suda çözülür ve 1 L'ye tamamlanır. Bu çözeltinin 1ml'si = 100 µg NO₃-N yada 44,3 µg NO₃'e eşdeğerdir.

Standart Nitrat Çözeltisi : 100 ml stok çözeltisi saf su ile 1000 ml'ye seyreltilir. Çözeltinin 1 ml'si = 10 µg N 'a eşdeğerdir.

Hidroklorik asit çözeltisi : 1 N

3.3.5.d Deneyin Yapılışı

Numunenin hazırlanması: 50 ml'lik berrak numuneye veya 50 ml'lik filtrelenmiş numuneye renk giderme işleminden sonra, 1ml 1N HCl ilave edilir ve karıştırılır.

Standart eğrinin hazırlanması : standart nitrat çözeltisinden 0,5 - 1.0 - 2.0 - 4.0 - 7.0 ml alınarak 50 ml'ye seyreltilir. Böylece 0,5 - 7.0 mg NO₃⁻ -N /L' lik Nitrat kalibrasyon standartları hazırlandı.

Spektrofotometrik Ölçüm: Saf su şahit numunesiyle UV spektrofotometre 0 absorbans veya % 100 geçirgenliğe ayarlanır. 220 nm dalga boyunda nitrat standartları okunarak, kalibrasyon eğrisi hazırlandı.

Kalibrasyon eğrisi yardımı ile numunenin nitrat konsantrasyonu bulunarak sonuçlar çizelge 4.6'ya kaydedildi.

3.3.6 Nitrit Tayini (Kolorimetrik Metot)

3.3.6.a Yöntemin Prensibi

Nitrit pH 2-2,5'ta diazosülfanilamid N-(1-Naftil) etilendiamindihidroklorür (NED dihidroklorür) bağlantısıyla üretilen kırmızımsı azo boyar maddelerin oluşumu vasıtasıyla belirlenir. Spektrofotometrik ölçüm aralığı 543 nm'de 5-50 µg/L arasındadır.

3.3.6.b Kullanılan Malzemeler

Spektrofotometre : Perkin Elmer marka lambda 25 modeli kullanıldı.

3.3.6.c Kullanılan Reaktifler

Saf su : Nitrit içermeyen saf su.

Renk Geliştirici Ayraç: 800 ml saf su içerisinde 100 ml % 85'lik fosforik asit ve 100 g sülfanilamid eklenerek tamamen çözülmesi sağlandı. Sonra 1 g N-(1 Naftil)-etilendiamin dihidroklorür eklendi, çözülünceye kadar karıştırıldı ve saf su ile 1 L'ye tamamlandı.

Stok Nitrit Çözeltisi: 1,232 g NaNO₂ saf suda çözülerek 1000 ml'ye tamamlandı. Çözeltide 250 µg / ml N hesaplandı.

Standart Nitrit Azotu Çözeltisi: Stok nitrit çözeltisinden 0,01 mg/L, 0,02 mg/L, 0,04 mg/L ve 0,08 mg/L' lık NO₂-N standartları hazırlandı.

3.3.6.d Deneyin Yapılışı

Hazırlanan standartlar ve numunelere renk reaktifleri ilave edildi. 543 nm' de 10 dakika ile 2 saat arasında, cihaza önce standartlar okutularak kalibrasyon eğrisi oluşturuldu. Daha sonra numuneler okutularak numunelerin konsantrasyonları eğriden direkt olarak hesaplandı. Sonuçlar çizelge 4.6' da görülmektedir.

3.3.7 Amonyak Azotu Tayini (Fenat Metodu)

3.3.7.a Yöntemin Prensibi

Koyu mavi renkli bileşik olan indofenol, sodyum nitroprusside tarafından katalizlenen fenol, hipoklorit ve amonyak reaksiyonu ile oluşur.

Bulanıklık renk ve hidroksil iyonları ile çökebilen kalsiyum ve magnezyum gibi maddeler girişim yaptıkları için ön destilasyona tabii tutulmalıdır. Özellikle alkalinitenin 500 mg CaCO₃ /L'yi geçmesi durumunda ön destilasyon gereklidir.(Numune saklama amacı ile asitlendirilmişse dahi destilasyon gereklidir.)

3.3.7.b Kullanılan Malzemeler

UV Spektrofotometre (Perkin Elmer Marka Lambda 25 Modeli)

Quartz küvetler

Erlen

Parafin film

3.3.7.c Kullanılan Reaktifler

Fenol Çözeltisi: 11.1 ml'li sıvı fenolu (\geq % 89) 95% v/v' etil alkol ile seyrelterek 100 ml'ye tamamlanarak hazırlandı.(Fenol ile çalışırken eldiven takılmalı ve uçucu toksik maddelere karşı çeker ocakta çalışılmalı ve ortam iyice havalandırılmalıdır.)

Sodyum Nitroprusside Çözeltisi % 0,5 (w/v): 0,5 g sodyum nitroprusside 100 ml deiyonize suda çözülerek 100 ml' ye tamamlanır.

Alkalin sitrat Çözeltisi: 200 g trisodyumsitrat ve 10 g sodyum hidroksiti bir miktar saf suda çözülerek 1000 ml'ye tamamlanır.

Sodyum hipoklorit Çözeltisi : % 5'lik solusyon

Oksidasyon Çözeltisi: 100 ml alkalin sitrat solusyonu ile 25 ml sodyum hipoklorit çözeltisi karıştırılarak hazırlanır.

Stok Amonyum Çözeltisi: 3,819 g susuz NH_4Cl (100 °C'de kurutulmuş) saf suda çözülerek 1000 ml'ye tamamlanır. 1 ml = 1 mg N ve 1,22 mg NH_3

Standard Amonyum Çözeltisi : Hazırlanmış olan stok amonyum çözeltisi seyreltilerek standart çözeltiler (0,01 – 0,16 mg / L) hazırlanır.

3.3.7.d Deneyin Yapılışı

50 ml'lik erlenmayere 25 ml numune alındı. Bunun üzerine 1 ml fenol çözeltisi, 1ml Sodyum Nitroprusside çözeltisi ve 2,5 ml oksidasyon çözeltisi eklendi. Her ekleden sonra, iyi bir dağılım için çözeltiler karıştırıldı. Numunelerin ağzı parafin film ile kapatıldı. Loş bir oda ışığında ve 22-27 °C'de 1 saat beklenerek rengin gelişmesi sağlandı. Renk 24 saat stabil kalmaktadır. Numuneler ölçüm absorbanası: 640 nm. Numune konsantrasyonu aralığında, stok amonyum çözeltisi seyreltilerek bir blank hazırlandı. Numunenin konsantrasyonu eğriden direkt olarak hesaplandı. Sonuçlar çizelge 4.6 ya kaydedildi.

3.3.8 Sülfat Tayini

3.3.8.a Metodun Prensibi

Numunedeki sülfat iyonları SulfaVer 4 (Ürün Kodu:21067-69)'teki baryum ile reaksiyona girer ve baryum sülfat çökeltisini oluşturur. Oluşan bulanıklık miktarı sülfat konsantrasyonu ile orantılıdır.

3.3.8.b Deneyin Yapılışı

Hagh Lange DR 3800 marka visible spektrofotometre cihazında 450 nm'de çalışıldı.10 ml'lik numune hücreesine SulfaVer4 (Ürün Kodu:21067-69) reaktifi eklendi. Numune şişesi karıştırılarak tam çözünme sağlanarak reaksiyonun gerçekleşmesi için 5 dakika beklendi. Daha sonra 10 ml numune ile doldurulmuş numune hücresi ile cihaz sıfırlandıktan sonra, numuneler okunarak gösterge değerleri çizelge 4.6' ya kaydedildi.

3.3.9 Klorür Tayini (Arjantometrik Metot)

3.3.9.a Metodun Prensibi :

Nötral veya hafif alkali çözeltilerde potasyum kromat, gümüş nitratın klorürle titrasyonunun dönüm noktasını belirtmek üzere indikatör olarak kullanılabilir. Kırmızı gümüş kromat oluşmasından önce gümüş klorür çöktürülür. Normal olarak sularda bulunan maddeler bu metotla girişim yapmazlar. Sülfür, tiyosülfat ve sülfat iyonları, klorür tayininde girişim yaparlar. Ancak numune hidrojen peroksit ile muamele edilirse bu girişim uzaklaştırılabilir. 25 mg/L 'den daha yüksek konsantrasyonundaki ortofosfatlar, gümüş fosfat çökmesi sureti ile girişim yaparlar. 10 mg /L 'den daha yüksek demir konsantrasyonları ise son dönüm noktasını maskeleyerek girişim etkisi yaparlar.

3.3.9.b Kullanılan Malzemeler

- a. Erlen (250 ml)
- b. Dijital Büret (0,01 bölmeli)
- c. Manyetik karıştırıcı

3.3.9.c Kullanılan Reaktifler

Klorür içermeyen su: Saf su

Potasyum Kromat Çözeltisi: 50 g K_2CrO_4 bir miktar saf suda çözülür. Belli bir kırmızı çökelek oluşuncaya kadar gümüş nitrat çözeltisi ilave edilip 12 saat bekletilir. Çözelti daha sonra süzülür ve saf su ile bir litreye tamamlanır.

Standart Gümüş Nitrat Titrasyon Çözeltisi (0,0141 N): 2,395 g $AgNO_3$ saf suda çözülür ce 1 litreye seyreltilir. 0,0141 N NaCl standardize edilir. Bu çözelti kahverengi şişede saklanmalıdır.

Standart Sodyum Klorür Çözeltisi (0,0141 N): 0,824 g NaCl 140 °C'de kurutulur, klorür içermeyen saf suda çözülür ve 1000 ml 'ye seyreltilir. Bu çözeltinin 1 ml'si 0,5 mg Cl^- 'e eşdeğerdir.

3.3.9.d Deneyin Yapılışı

100 ml numune alındı. (Eğer numune renkli ise, 3 ml $Al(OH)_3$ süspansiyonu eklenir, karıştırılır, dinlendirilir ve filtrelenir. Eğer numunede sülfür, sülfid veya tiyosülfat mevcut ise, 1 ml H_2O_2 ilave edilir ve bir dakika karıştırılır). pH'ı 7-10 civarında olan numuneler doğrudan doğruya titre edildi. pH'ları bu aralıkta olmayan numunelerin pH değerleri NaOH veya H_2SO_4 ile bu aralığa getirildi ve 1 ml K_2CrO_4 indikatör çözeltisi ilave edilerek standart $AgNO_3$ çözeltisi ile kiremit kırmızısı-sarı renkli dönüm noktasına kadar titre edildi. Şahit numune ile aynı titrasyon işlemi tekrarlanır. Bu metotta genellikle şahit numune için $AgNO_3$ sarfiyatı 0,2-0,3 ml 'dir.

2.3.9.e Hesaplamalar

$mg\ Cl^- / L = \frac{(A-B) \times N \times 35450}{ml\ Numune}$ Bağıntısı ile klorür konsantrasyonu hesaplanır.

Burada ;

A : Numune için sarfedilen $AgNO_3$ miktarı (ml)

B : Şahit numune için sarfedilen $AgNO_3$ miktarı (ml)

N : $AgNO_3$ 'ün Normalitesi

$mg\ NaCl / L = (mg\ Cl^- / L) \times 1,65$ Formülü kullanılır.

Sonuçlar çizelge 4.6'da görülmektedir.

3.3.10 Siyanür Tayini

3.3.10.a Yöntemin Prensibi

Ön işlemden geçmiş alkali destilattaki CN^- , kloramin T ilavesi ile $CNCl$ 'ye dönüştürülür. Reaksiyon tamamlandıktan sonra $CNCl$, piridin-barbitürik asit ilavesiyle kırmızı mavi bir renk oluşturur. 578 nm 'de absorbans değerleri okunarak, CN^- tayin edilir.

3.3.10.b Kullanılan Malzemeler

Spektrofotometre (Perkin Elmer Lambda 35)

3.3.10.c Kullanılan Reaktifler

Kloramin-T çözeltisi : 1 g beyaz toz reaktif, 100 ml destile suda çözülür.

Stok Siyanür Çözeltisi : 2 g KOH ve 2,51 g KCN 1 L destile suda çözülür.(KCN toksik olduğundan dikkatli olunmalı ve solunmamalıdır.) Bu çözelti $AgNO_3$ titrantı ile Standardize edilir.1 ml çözelti = 1 mg CN^- (Bu çözelti zamanla kuvvetini kaybettiğinden her hafta kontrol edilmelidir.)

Standart Siyanür Çözeltisi : Hazırlanmış olan stok siyanür çözeltisi seyreltilerek standart çözeltiler hazırlanır.

Piridin – Barbitürik Asit Reaktif : 15 g barbitürik asit 250 ml'lik balon jojeye alınır. Bir miktar destile su ile ıslatılır, 75 ml piridin ilave edilerek karıştırılır.15 ml derişik HCl ilave edilir. Destile su ile işarete kadar tamamlanır.(Bu reaktif 1 ay dayanır çökelek oluştuğunda atılır.)

Sodyum di Hidrojen Fosfat (1 M) : 138 g $NaH_2PO_4 \cdot H_2O$ 1 L destile suda çözülerek hazırlanır. Çözelti buzdolabında saklanmalıdır.

Sodyum Hidroksit Çözeltisi : 2 g NaOH ,1 L destile suda çözülür.

3.3.10.d Deneyin Yapılışı

Sodyum hidroksit çözeltisinden bir şahit hazırlandı. Bütün seyreltmelerde 2g NaOH /L çözeltisi kullanılmak suretiyle, KCN çözeltisi kullanılarak 0,2 -0,5 μg / 20 ml standartlar hazırlandı. Aşağıda belirtilen şekilde renk oluşturularak absorbans,

konsantrasyon kalibrasyon eğrisi hazırlandı. Fotometre, hem başlangıçta, hem de her okumadan sonra NaOH seyreltme çözeltisi (şahit) ile sıfırlandı.

Numune ve standart çözeltilerden alınan 20 ml'lik kısım, 50 ml'lik bir erlene alındı. 4 ml fosfat tamponu ilave edilip, karıştırıldı. 2 ml kloramin T ilave edilerek karıştırıldı. Hemen arkasından 5 ml piridin-barbitürik asit çözeltisi ilave edilerek İşarete kadar destile su konularak karıştırıldı. (8 dakika sonra, fakat 15 dakikadan önce fotometrede 578 nm'de absorbans ölçülür. 8 ile 15 dakika arasında bile absorbansta az bir değişme olur. Bunu en aza indirmek için bütün okumalarda zamanın standardize edilmesi gerekir.) Kalibrasyon eğrisi ve formül yardımıyla siyanür konsantrasyonu hesaplanarak sonuçlar çizelge 4.6' ya geçirildi.

3.3.10.e Hesaplamalar

$$\text{CN}^- \text{ mg / L} = \frac{\text{A} \times \text{B}}{\text{C} \times \text{D}}$$

Burada;

A : Kalibrasyon eğrisinde okunan CN⁻ miktarı, µg (50 ml numune hacmindeki)

B : Destilasyonda elde edilen çözeltinin toplam hacmi, ml

C : Destilasyonda kullanılan orijinal numunenin hacmi.

D : Kolorimetrik testte kullanılan ml çözelti hacmidir.

3.3.11 Florür Tayini (SPADNS Kolorimetrik Metot)

3.3.11.a Yöntemin Prensibi

Florür renkli zirkonyum boyası ile reaksiyona girerek, onun bir kısmını renksiz kompleks anyona dönüştürmektedir. Çözeltideki florür konsantrasyonu arttıkça oluşan rengin yoğunluğu azalmaktadır. Florür ve zirkonyum iyonları arasındaki reaksiyonun hızı çözeltinin asiditesinden etkilenir. Reaktifteki asit içeriğini arttırarak reaksiyon hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilir. Bu metotta kullanılan boya SPADNS'dır.

3.3.11.b Kullanılan Malzemeler

a.Kolorimetrik teçhizat

b.Spektrofotometre (Perkin Elmer Lambda 35)

3.3.11.c Kullanılan Reaktifler

Stok Florür Çözeltisi: 221 mg NaF saf suda çözülür, 1 L 'ye tamamlanır. 1ml stok florür çözeltisi = 0,1 mg F⁻

SPADNS Çözeltisi: Hazır Spadns çözeltisi kullanıldı (Ürün Kodu :444-49).

Zirkonil-asit Reaktifi: 133 mg zirkonil klorür ortohidrat (ZrOCl₂.8H₂O) yaklaşık 25 ml safsuda çözülür, 350 ml derişik HCl ilave edilir, saf su ile 500 ml'ye tamamlanır.

Zirkonil-asit- SPADNS: Eşit hacimlerde SPADNS çözeltisi ile zirkonil-asit reaktifi karıştırılır.

Referans Çözeltisi: 10 ml SPADNS çözeltisine 100 ml saf su ilave edilir. 7 ml derişik HCl 10 ml'ye tamamlanarak seyreltilmiş SPADNS çözeltisi üzerine ilave edilir. Bu çözelti spektrofotometrenin referans (Şahit) çözeltisi olup uzun süre saklanabilir.

Sodyum Arsenit Çözeltisi: 5 g NaAsO₂ saf suda çözülür ve 1 L'ye tamamlanır.(Dikkat Çözelti oldukça zehirlidir.)

3.3.11.d Deneyin Yapılışı

Standart Eğrinin Hazırlanması: 50 ml'lik, 0,05 mg/l – 0,1 mg/l – 0,25 mg/l – 0,5 mg/l - 1 mg/l'lik konsantrasyonlarda standart florür çözeltileri hazırlanarak her birine 10 ml SPADNS – zirkonil-asit reaktifinden eklenip, karıştırıldı. Referans çözeltisi ile spektrofotometre sıfırlandı. Standartların florür konsantrasyonları, okunan absorbans değerlerine karşı grafiğe geçirildi.

Renk Geliştirme: 50 ml numune alındı. Numunenin sıcaklığı standartların sıcaklığı ile aynı olmalıdır. Her numuneye 10 ml asit-zirkonil SPADNS çözeltisinden ilave edildi, karıştırılıp vakit geçirilmeden absorbans değeri okundu. Sonuçlar çizelge 4.6'da görülmektedir.

3.4 Eser Elementler (ICP OES)

Perkin Elmer 2100 DV cihazı ile çalışıldı.

3.4.a Kullanılan standartlar

1000 mg / L'lik Merck ve İnorganik Ventures marka sertifikalı standartlar ile çalışıldı.

Çizelge 3.3. Kullanılan standartların marka ve katalog numaraları

Element	Konsantrasyon	Marka	Katalog No
Al	1000 mg/L	İnorganik Ventures	CGALCL1-1
As	1000 mg/L	İnorganik Ventures	CGAS1-5
B	1000 mg/L	İnorganik Ventures	CGB1-5
Ca	1000 mg/L	İnorganik Ventures	CGCA1-5
Cd	1000 mg/L	İnorganik Ventures	CGCD1-5
Pb	1000 mg/L	İnorganik Ventures	CGPB1-5
Sn	1000 mg/L	İnorganik Ventures	CGSE41-5
Cr	1000 mg/L	Merck	170312
Co	1000 mg/L	Merck	170313
Cu	1000 mg/L	Merck	170314
Fe	1000 mg/L	Merck	170326
Mg	1000 mg/L	Merck	170331
Mn	1000 mg/L	Merck	170332
Hg	1000 mg/L	Merck	170333
Mo	1000 mg/L	Merck	170334
Ni	1000 mg/L	Merck	170336
K	1000 mg/L	Merck	170342
Se	1000 mg/L	Merck	170350
Zn	1000 mg/L	Merck	170369
Na	1000 mg/L	Merck	170353

3.4.b Çalışılan Elementler:

I.Grup : Al, B, Fe, Mg, Mn, Zn

II.Grup : Cd, Co, Ni, Cu, Pb, Se

III.Grup : Cr, Mo, Sn

IV Grup : Na, K, Ca

3.4.c Standart Hazırlama (I, II, III.Gruplar İçin):1000 mg/L'lik stok standart çözeltilerden; 0,05 mg/L - 0,1 mg/L - 0,25 mg/L - 0,5 mg/L ve 1 mg/L 'lik standartlar hazırlandı.

Standart Hazırlama (IV. Grup İçin): 1000 mg/L'lik stok standart çözeltilerden; 0,25 mg/L - 0,5 mg/L ve 1 mg/L – 1,5 mg/L ve 2 mg/L 'lik standartlar hazırlandı.

3.4.d Deneyin Yapılışı

100 ml'lik numuneler derişik HNO₃ ile asitlendirildi (çökmeyi engellemek). Sonra her bir grup için ayrı ayrı standartlar okutulurak kalibrasyon eğrisi çizildi. Tüm gruptaki parametreler için numunelerin okumaları yapıldı. Sonuçlar; analiz sonuçları çizelgelerine (Çizelge 4.7, 4.8, 4.9, 4.10) geçirildi.

Cıva ve Arsenik; hidrür oluşturmali ICP-OES ile okundu.

As Standart Çözeltileri: 1, 5, 10, 50 µg/L aralığında standart As çözeltileri % 5 HCl içerisinde hazırlandı.

3.4.d.1 Deneyin Yapılışı

ICP – OES cihazı ile hidrür yöntemi kullanılarak çalışıldı. Numunelerde % 5 HCl içerecek şekilde derişik HCl eklendi. Numune ve standartlara 1 ml KI -askorbik asit karışımı (%5 KI - %5 askorbik asit) ilave edildi ve 30 dakika bekletildikten sonra cihaza verildi. İndirgeyici olarak % 0.2 NaBH₄ (%1 NaOH içerisinde) çözeltisi kullanıldı.

Hg Standart Çözeltileri: 1, 5, 10, 50 µg/L aralığında standart Hg çözeltileri % 5'lik HCl içerisinde hazırlandı.

3.4.d.2 Deneyin Yapılışı

ICP – OES cihazı ile hidrür yöntemi kullanılarak çalışıldı. Numuneler de % 5 HCl içerecek şekilde derişik HCl eklendi. Numune ve standartlara 2-3 damla KMNO₄ (%5) eklendi ve cihaza verildi. İndirgeyici olarak % 0,2 NaBH₄ (%1'lik NaOH içerisinde) çözeltisi kullanıldı.

Hg ve As için de okunan sonuçlar; analiz sonuçları çizelgesine (Çizelge 4.10) geçirildi.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Su numunelerinde gerçekleştirilen analizler sonucunda bulunan değerler, çizelge 4.4., 4.5., 4.6., 4.7., 4.8., 4.9, 4.10.'da gösterilmiştir. Çizelge 4.4.'de Koku, Tat, İletkenlik, Bulanıklık, Renk, çizelge 4.5.'de pH, Toplam sertlik, Kalsiyum sertliği, Magnezyum sertliği, Alkalinite, çizelge 4.6.'da Nitrat azotu, Nitrit azotu, Amonyak azotu, Sülfat, Klorür, Siyanür, Florür, çizelge 4.7.'de Al, B, Cd, Co, Cr, çizelge 4.8.'de Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, çizelge 4.9.'da Ni, Pb, Se, Sn, Zn, çizelge 4.10.'da Na, K, Ca, As, Hg için bulunan değerler gösterilmiştir.

Başıl, Tanışık ve Güvercinlik mahallelerinden alınan su numunelerinin lezzetlerinin iyi olmadığı gözlemlenmiştir. Tatlarının çok iyi olmaması, sertliklerinin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 4.3). Bu mahallelerden toplanan numunelerin kokusunda fark edilebilir bir değişiklik gözlenmemiştir. Diğer mahallelerde toplanan numunelerin kendine has kokusunda ve tadında herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir.

Elektriksel iletkenlik açısından değerlendirildiğinde; tüm numuneler Sağlık Bakanlığı insani tüketim amaçlı sular yönetmeliği, İnsani tüketim amaçlı sular (TS 266), WHO ve Avrupa Birliği standartlarının belirlediği sınırların altında yer almaktadırlar. Ancak Başıl, Tanışık, Güvercinlik ve Beneklitaş mahallelerinin elektriksel iletkenlikleri diğer mahallelere nazaran yüksek çıkmıştır (Çizelge 4.4). Diyarbakır ilinin kuzeyinde yer alan bu mahallelerin iletkenliklerinin yüksek çıkması, suyun izlediği yol boyunca temasta bulunduğu jeolojik yapıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Çünkü bu mahallerdeki suların toplam sertliği Fransız sertlik derecesine göre çok sert su sınıfına girmektedir.

Çalışılan numunelerin renk ve bulanıklık değerleri, Sağlık Bakanlığı insani tüketim amaçlı sular yönetmeliği, İnsani tüketim amaçlı sular (TS 266), WHO ve Avrupa Birliği standartlarının belirlediği sınırların altında yer almaktadırlar (Çizelge 4.4). Ancak Alçak mahallesinde bulanıklık ve renk standartların belirlediği üst sınıra yaklaşmış durumdadır.

Çalışılan tüm numunelerin pH, Nitrat azotu, Nitrit azotu, Amonyak azotu, Sülfat, Klorür, Siyanür, Florür değerleri Sağlık Bakanlığı insani tüketim amaçlı sular yönetmeliği, İnsani tüketim amaçlı sular (TS 266), ve Avrupa Birliği standartlarının

belirlediği sınırların altında yer almaktadırlar. Ancak çalışılan numunelerden Yukarı Mollaali'den alınan numunedeki Florür miktarı 0,54mg /l, diğer numuneler 0,5 mg/l altında kalmaktadır (Çizelge 4.5-4.6). Florür' ün sağlık üzerinde faydalı etkileri, belirli bir konsantrasyon (0,5-1,5 mg/l) aralığında yer almaktadır (Alkan 2006).

Sağlık Bakanlığı insani tüketim amaçlı sular yönetmeliği, İnsani tüketim amaçlı sular (TS 266), WHO ve Avrupa Birliği standartlarının hiç birisinde sertliğin üst limiti belirlenmemiştir. Suların sertlik derecelerine göre farklı ülkelerde uygulanan kıstaslar farklılık göstermektedir. Suyun sertlik derecesi yağmur suyundan başlayarak izlediği yol boyunca temasta bulunduğu jeolojik yapıyla yakından ilgilidir (Samsunlu 1999).

Çizelge 4.1. Numunelerin sertlik derecelerinin sınıflandırılması kriteri

Fransız sertlik derecesi	Sınıflandırma
0-7	Çok Yumuşak su
7-14	Yumuşak
14-22	Hafif sert su
22-32	Sert su
32-54	Çok sert su
> 54	Çok aşırı sert su

Çalışılan numunelerin Fransız sertlik derecesine göre hangi sınıfta yer aldığı çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Sertlik geçici ve kalıcı olmak üzere ikiye ayrılır. Geçici sertlik; kalsiyumun ve magnezyumun bikarbonat tuzlarından meydana gelmektedir. Toplam sertlik ile alkalinite arasında aşağıdaki bağıntılar vardır.

- Toplam Sertlik > Bikarbonat Alkalinitesi ise;

Geçici Sertlik = Bikarbonat Alkalinitesi

Kalıcı Sertlik = Toplam Sertlik – Bikarbonat Alkalinitesi

- Toplam Sertlik = Bikarbonat Alkalinitesi olması durumunda

Geçici Sertlik = Bikarbonat Alkalinitesi = Toplam Sertlik

Kalıcı Sertlik = 0

- Toplam Sertlik < Bikarbonat Alkalinitesi olması durumunda

Geçici = Toplam Sertlik

Kalıcı Sertlik = 0 (Samsunlu 1999)

Yukarıdaki bilgiler ışığında numunelerdeki toplam sertlik ile alkalinite karşılaştırılarak numunelerin geçici ve kalıcı sertlik durumları çizelge 4.3.'te verilmiştir.

($1\text{Fr}^\circ = 10 \text{ mg/L CaCO}_3$)

Sarıdallı, Büyükkadı, Develi ve Havacılardan alınan numunelerin toplam sertlikleri düşük olmasına rağmen alkalinite değerleri yüksek çıkmıştır. Alkalinite değerlerinin yüksek çıkmasının nedeni boratlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü Sarıdallı numunesinde 0,075 mg/l B, Büyükkadı numunesinde 0,065mg/l, Develi numunesinde 0,051 mg/l, Havacılar numunesinde ise 0,089 mg/l alkalinite ölçülmüştür ve boratlar alkaliniteye katkıda bulunurlar.

Sarıdallı, Büyükkadı, Develi, Havacılar numunelerinin Bor değerleri, Sağlık Bakanlığı insani tüketim amaçlı sular yönetmeliği, İnsani tüketim amaçlı sular (TS 266) ve Avrupa Birliği standartlarının belirlediği sınırların altında yer almaktadırlar. Ancak bu numunelerdeki B değeri, Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün belirlediği üst sınırın (0.5 mg/l) üstünde çıkmıştır.

Çarıklı numunesinin Cr değeri (0.067 mg/l), Sağlık Bakanlığı insani tüketim amaçlı sular yönetmeliği, İnsani tüketim amaçlı sular (TS 266), WHO ve Avrupa Birliği standartlarının belirlediği sınırların (0,050 mg/l) üstünde çıkmıştır. Diğer tüm numunelerin krom miktarları standartların altında ölçülmüştür.

Develi (0.212 mg/l) ve Pınaroğlu (0,202 mg/l) numunelerinin Demir değerleri, Sağlık Bakanlığı insani tüketim amaçlı sular yönetmeliği (0,2 mg/l), İnsani tüketim amaçlı sular (TS 266) ve Avrupa Birliği standartları (0,2 mg/l)'nın belirlediği sınırların üstünde çıkmıştır. Ancak bu numunelerdeki Fe değeri, Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün belirlediği üst sınırın (0.3 mg/l) altında çıkmıştır.

Develi (0,053 mg/l), Erimli (0,052 mg/l), Güzegöl (0,054 mg/l), Pınaroğlu (0,049 mg/l) numunesinin Kurşun değerleri, Sağlık Bakanlığı insani tüketim amaçlı sular yönetmeliği, İnsani tüketim amaçlı sular (TS 266), WHO ve Avrupa Birliği standartlarının belirlediği sınırların (0,010 mg/l) üstünde çıkmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yolboyu, Beneklitaş, Büyükkadı, Develi, Havacılar numunelerinin dışındaki tüm numunelerde; ölçülen selenyum miktarı Sağlık Bakanlığı insani tüketim amaçlı sular yönetmeliği, İnsani tüketim amaçlı sular (TS 266), WHO ve Avrupa Birliği standartlarının belirlediği sınırların (0,010 mg/l) üstünde çıkmıştır.

Çinko, Sodyum, Arsenik ve Cıva açısından tüm numunelerde yapılan analiz sonucunda ölçülen miktarlar, standartların belirlediği üst sınırların altında yer almaktadır.

Çizelge 4.2. Çalışılan numunelerin sertlik derecelerinin sınıflandırılması

NUMUNE İSMİ	Toplam Sertlik Fr°	Sınıflandırma
YUKARI NASIRLAR	22,75	Sert Su
ALPU	14,87	Hafif Sert su
SANCAR	27,77	Sert Su
BAŞIL	39,70	Çok Sert Su
TANIŞIK	41,50	Çok Sert Su
GÜVENDERE	19,63	Hafif Sert Su
BAHÇELİEVLER	18,85	Hafif Sert Su
GÜVERCİNLİK	32,57	Çok Sert Su
BENEKLİTAŞ	31,55	Sert Su
GÖZEGÜL	20,10	Hafif Sert Su
HAVACILAR(Nahırkıracı)	4,04	Çok Yumuşak Su
ALÇAK	16,84	Hafif Sert Su
BÜYÜKKADI	9,88	Yumuşak Su
ERİMLİ	15,27	Hafif Sert Su
YOLBOYU	7,93	Yumuşak Su
EĞERTUTMAZ	17,48	Hafif Sert Su
KABAHIDIR	17,07	Hafif Sert Su
DEVELİ	4,61	Çok Yumuşak
KÖRTEPE	28,27	Sert Su
TAŞDİREK	20,38	Hafif Sert Su
SARIDALLI	14,33	Hafif Sert Su
PINAROĞLU	8,43	Yumuşak Su
KURTKAYASI	19,10	Hafif Sert Su
YUKARI MOLLAALİ	15,04	Hafif Sert Su
ÇARIKLI	26,53	Sert Su
SATİ	26,00	Sert Su
DOĞUÇANAKÇI	24,04	Sert Su
KOZAN	23,28	Sert Su
BAĞIVAR	20,63	Hafif Sert Su
HACIOSMAN	18,99	Hafif Sert Su

Çizelge 4.3. Numunelerin geçici ve kalıcı sertliklerine göre sınıflandırılması

NUMUNE İSMİ	Toplam Sertlik Fr°	Alkalinite mg / l	Geçici /Kalıcı Sertlik
YUKARI NASIRLAR	22,75	165,20	Kalıcı Sertlik
ALPU	14,87	157,20	Geçici Sertlik
SANCAR	27,77	205,80	Kalıcı Sertlik
BAŞİL	39,70	212,60	Kalıcı Sertlik
TANIŞIK	41,50	244,80	Kalıcı Sertlik
GÜVENDERE	19,63	186,70	Kalıcı Sertlik
BAHÇELİEVLER	18,85	174,0	Kalıcı Sertlik
GÜVERCİNLİK	32,57	224,20	Kalıcı Sertlik
BENEKLİTAŞ	31,55	195	Kalıcı Sertlik
GÖZEGÜL	20,10	202,6	Geçici Sertlik
HAVACILAR(Nahırkıracı)	4,04	92,3	Geçici Sertlik
ALÇAK	16,84	165,4	Kalıcı Sertlik
BÜYÜKKADI	9,88	138,7	Geçici Sertlik
ERİMLİ	15,27	192,4	Geçici Sertlik
YOLBOYU	7,93	114,0	Geçici Sertlik
EĞERTUTMAZ	17,48	184,5	Geçici Sertlik
KABAHIDIR	17,07	175,0	Geçici Sertlik
DEVELİ	4,61	126,9	Geçici Sertlik
KÖRTEPE	28,27	177,2	Kalıcı Sertlik
TAŞDİREK	20,38	185,4	Kalıcı Sertlik
SARIDALLI	14,33	187,4	Geçici Sertlik
PINAROĞLU	8,43	138,6	Geçici Sertlik
KURTKAYASI	19,10	218,1	Geçici Sertlik
YUKARI MOLLAALİ	15,04	159,2	Geçici Sertlik
ÇARIKLI	26,53	244,2	Kalıcı Sertlik
SATI	26,00	233,0	Kalıcı Sertlik
DOĞUÇANAKÇI	24,04	219,20	Kalıcı Sertlik
KOZAN	23,28	215,10	Kalıcı Sertlik
BAĞIVAR	20,63	218,21	Geçici Sertlik
HACIOSMAN	18,99	219,1	Geçici Sertlik

Çizelge 4.4. Analiz sonuçları (Koku, Tat, İletkenlik, Bulanıklık, Renk)

NUMUNE İSMİ	Koku	Tat	İletkenlik µs/cm	Bulanıklık NTU	Renk mg/l Pt-Co Skalası
YUKARI NASIRLAR	Uygun	Uygun	451(23,1 C)	< 0,1	0
ALPU	Uygun	Uygun	383 (23,5 C)	0,7	4
SANCAR	Uygun	Uygun	474(23,2 C)	0,37	0
BAŞIL	Uygun	Lezzetsiz	808(22,8 C)	0,15	0
TANIŞIK	Uygun	Lezzetsiz	782 (22,4 C)	0,14	0
GÜVENDERE	Uygun	Uygun	577(22,9 C)	0,18	0
BAHÇELİEVLER	Uygun	Uygun	400(23 C)	0,20	0
GÜVERCİNLİK	Uygun	Lezzetsiz	697(22,7 C)	0,10	0
BENEKLİTAŞ	Uygun	Uygun	641 (22,3 C)	0,25	0
GÖZEGÜL	Uygun	Uygun	493 (22,8 C)	0,30	0
HAVACILAR(Nahırkıracı)	Uygun	Uygun	377 (22,9 C)	0,25	0
ALÇAK	Uygun	Uygun	379 (23,0 C)	3,24	16
BÜYÜKKADI	Uygun	Uygun	393 (23,4 C)	0,18	0
ERİMLİ	Uygun	Uygun	511 (23,2 C)	0,43	3
YOLBOYU	Uygun	Uygun	211 (24,7 C)	< 0,1	0
EĞERTUTMAZ	Uygun	Uygun	496 (24,7 C)	0,26	0
KABAHIDIR	Uygun	Uygun	369 (24,1 C)	0,28	0
DEVELİ	Uygun	Uygun	264 (23,4 C)	0,16	0
KÖRTEPE	Uygun	Uygun	549 (23,3 C)	< 0,1	0
TAŞDİREK	Uygun	Uygun	424 (23,1 C)	0,19	0
SARIDALLI	Uygun	Uygun	532 (19,2C)	0,11	1
PINAROĞLU	Uygun	Uygun	317 (19,3C)	0,16	4
KURTKAYASI	Uygun	Uygun	429 (19,5C)	0,21	4
YUKARI MOLLAALİ	Uygun	Uygun	334 (19,4C)	< 0,1	0
ÇARIKLI	Uygun	Uygun	549 (19,5C)	0,21	4
SATİ	Uygun	Uygun	527 (19,9 C)	0,12	0
DOĞUÇANAKÇI	Uygun	Uygun	455 (19,9 C)	< 0,1	0
KOZAN	Uygun	Uygun	516 (20,2 C)	< 0,1	0
BAĞIVAR	Uygun	Uygun	555 (20,2 C)	0,69	5
HACIOSMAN	Uygun	Uygun	464 (20,4 C)	0,18	1

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çizelge 4.5. Analiz sonuçları (pH, Toplam sertlik, Ca sertliği, Mg sertliği, Alkalinite)

NUMUNE İSMİ	pH pH Birimi	Toplam Sertlik Fr°	Ca Sertliği Fr°	Mg Sertliği Fr°	Alkalinite mg / l
YUKARI NASIRLAR	7,86	22,75	15,30	7,45	165,20
ALPU	8,32	14,87	9,41	5,46	157,20
SANCAR	7,98	27,77	16,00	11,77	205,80
BAŞIL	7,78	39,70	24,96	15,01	212,60
TANIŞIK	7,81	41,50	22,59	18,91	244,80
GÜVENDERE	8,45	19,63	18,03	1,60	186,70
BAHÇELİEVLER	8,31	18,85	12,10	6,75	174,0
GÜVERCİNLİK	7,93	32,57	25,08	7,49	224,20
BENEKLİTAŞ	8,02	31,55	17,85	13,7	195
GÖZEGÜL	8,07	20,10	12,26	7,84	202,6
HAVACILAR(Nahrırkıracı)	8,65	4,04	2,65	1,39	92,3
ALÇAK	8,16	16,84	8,29	8,55	165,4
BÜYÜKKADI	8,50	9,88	6,85	3,03	138,7
ERİMLİ	8,34	15,27	11,92	3,35	192,4
YOLBOYU	8,46	7,93	4,63	3,30	114,0
EĞERTUTMAZ	8,16	17,48	12,74	4,74	184,5
KABAHIDIR	8,22	17,07	11,31	5,76	175,0
DEVELİ	8,62	4,61	2,29	2,32	126,9
KÖRTEPE	8,01	28,27	18,55	9,72	177,2
TAŞDİREK	8,00	20,38	15,45	4,93	185,4
SARIDALLI	8,56	14,33	7,96	6,37	187,4
PINAROĞLU	8,64	8,43	5,33	3,10	138,6
KURTKAYASI	8,37	19,10	11,52	7,58	218,1
YUKARI MOLLAALİ	8,58	15,04	8,54	6,50	159,2
ÇARIKLI	8,00	26,53	16,08	10,45	244,2
SATİ	8,23	26,00	16,61	9,39	233,0
DOĞUÇANAĞCI	7,96	24,04	17,45	6,59	219,20
KOZAN	7,81	23,28	11,02	12,26	215,10
BAĞIVAR	7,88	20,63	11,90	8,73	218,21
HACIOSMAN	8,20	18,99	13,26	5,73	219,1

Çizelge 4.6. Analiz sonuçları (NO₃-N, NO₂-N, NH₃-N, SO₄⁻, Cl⁻, CN⁻, F⁻)

NUMUNE İSMİ	NO ₃ -N mg/l	NO ₂ -N mg/l	NH ₃ -N mg/l	SO ₄ ⁻ mg/l	Cl ⁻ mg/l	CN ⁻ µg/l	F ⁻ mg/l
YUKARI NASIRLAR	1,30	<0,01	0,01	38,0	4,0	11	0,29
ALPU	1,80	<0,01	0,08	23,0	4,0	< 10	0,45
SANCAR	2,20	<0,01	0,10	37,0	3,0	< 10	0,25
BAŞIL	3,80	<0,01	0,04	108,0	5,0	22	0,34
TANIŞIK	4,40	<0,01	0,11	102,0	5,0	18	0,32
GÜVENDERE	5,90	<0,01	0,12	48,0	6,0	< 10	0,37
BAHÇELİEVLER	1,90	<0,01	0,08	28,0	3,0	< 10	0,31
GÜVERCİNLİK	3,60	<0,01	0,11	74,0	3,0	15	< 0,05
BENEKLİTAŞ	2,90	<0,01	< 0,01	79,0	5,0	10	< 0,05
GÖZEGÜL	< 0,5	<0,01	< 0,01	26,0	3,0	< 10	< 0,05
HAVACILAR(Nahrkıracı)	0,70	<0,01	< 0,01	58,0	5,0	< 10	0,08
ALÇAK	2,30	<0,01	< 0,01	12,0	3,0	10	0,16
BÜYÜKKADI	3,90	<0,01	< 0,01	48,0	4,0	< 10	0,12
ERİMLİ	2,70	<0,01	< 0,01	21,0	4,0	10	< 0,05
YOLBOYU	0,90	<0,01	0,05	0	3,0	< 10	< 0,05
EĞERTUTMAZ	0,80	<0,01	0,06	0	3,0	< 10	0,22
KABAHIDIR	2,60	<0,01	0,06	11,0	2,0	< 10	0,20
DEVELİ	0,90	<0,01	0,02	9,0	2,0	< 10	< 0,05
KÖRTEPE	6,70	<0,01	0,08	25,0	3,0	< 10	0,07
TAŞDİREK	2,80	<0,01	0,01	25,0	2,0	26	0,20
SARIDALLI	0,80	<0,01	< 0,01	44,0	8,0	< 10	0,45
PINAROĞLU	< 0,5	<0,01	< 0,01	19,0	4,0	10	0,43
KURTKAYASI	1,0	<0,01	< 0,01	12,0	5,0	10	0,45
YUKARI MOLLALİ	0,80	<0,01	< 0,01	13,0	4,0	10	0,54
ÇARIKLI	1,80	<0,01	< 0,01	16,0	6,0	12	0,38
SATİ	1,90	<0,01	0,01	25,0	3,0	15	0,26
DOĞUÇANAKÇI	2,30	<0,01	< 0,01	6,0	2,0	< 10	0,05
KOZAN	< 0,5	<0,01	0,01	49,0	3,0	< 10	0,20
BAĞIVAR	0,70	<0,01	0,01	60,0	5,0	< 10	0,46
HACIOSMAN	2,30	<0,01	0,01	10,0	4,0	< 10	< 0,05

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çizelge 4.7. Analiz sonuçları (Al, B, Cd, Co, Cr)

NUMUNE İSMİ	Al (396,153 nm) mg/L	B (249,677nm) mg/L	Cd (228,802 nm) mg/L	Co (228,616nm) mg/L	Cr (267,716 nm) mg/L
SATI	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
DOĞUÇANAKÇI	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
KOZAN	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
HACIOSMAN	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
BAĞIVAR	< 0,05	0,053	< 0,05	< 0,05	< 0,05
YK. MOLLAALİ	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
ÇARIKLI	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,067
KURTKAYASI	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
KABAHIDIR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
EĞERTUTMAZ	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
TANIŞIK	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
BAHÇELİEVLER	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
SANCAK	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
BAŞİL	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
GEVENDERE	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
GÜVERCİNLİK	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
YK. NASIRLAR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
ALPU	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
KÖRTEPE	0,018	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
TAŞDİREK	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
YOLBOYU	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
BENEKLİTAŞ	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
SARIDALLI	< 0,05	0,075	< 0,05	< 0,05	< 0,05
BÜYÜKKADI	< 0,05	0,065	< 0,05	< 0,05	< 0,05
DEVELİ	< 0,05	0,051	< 0,05	< 0,05	< 0,05
HAVACILAR	< 0,05	0,089	< 0,05	< 0,05	< 0,05
ALÇAK	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
ERİMLİ	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
GÜZEGÖL	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
PINAROĞLU	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

Çizelge 4.8. Analiz sonuçları (Cu, Fe, Mg, Mn, Mo)

NUMUNE İSMİ	Cu (327,393 nm) mg/L	Fe (238,204 nm) mg/L	Mg 285,213 nm mg/L	Mn 257,610nm mg/L	Mo 202,031 nm mg/L
SATI	< 0,05	< 0,05	20,18	< 0,05	< 0,05
DOĞUÇANAKÇI	< 0,05	< 0,05	15,32	< 0,05	< 0,05
KOZAN	< 0,05	< 0,05	23,73	< 0,05	< 0,05
HACIOSMAN	< 0,05	< 0,05	20,08	< 0,05	< 0,05
BAĞIVAR	< 0,05	< 0,05	25,28	< 0,05	< 0,05
YK. MOLLAALI	< 0,05	< 0,05	17,32	< 0,05	< 0,05
ÇARIKLI	< 0,05	0,085	28,62	< 0,05	< 0,05
KURTKAYASI	< 0,05	< 0,05	23,92	< 0,05	< 0,05
KABAHIDIR	< 0,05	< 0,05	15,76	< 0,05	< 0,05
EĞERTUTMAZ	< 0,05	< 0,05	18,66	< 0,05	< 0,05
TANIŞIK	< 0,05	0,099	38,70	< 0,05	< 0,05
BAHÇELİEVLER	< 0,05	< 0,05	21,32	< 0,05	< 0,05
SANCAK	< 0,05	< 0,05	22,80	< 0,05	< 0,05
BAŞIL	< 0,05	< 0,05	41,85	< 0,05	< 0,05
GEVENDERE	< 0,05	< 0,05	33,12	< 0,05	< 0,05
GÜVERCİNLİK	< 0,05	< 0,05	33,82	< 0,05	< 0,05
YK. NASIRLAR	< 0,05	< 0,05	23,14	< 0,05	< 0,05
ALPU	< 0,05	< 0,05	13,11	< 0,05	< 0,05
KÖRTEPE	< 0,05	< 0,05	23,80	< 0,05	< 0,05
TAŞDİREK	< 0,05	< 0,05	19,09	< 0,05	< 0,05
YOLBOYU	< 0,05	< 0,05	12,79	< 0,05	< 0,05
BENEKLİTAŞ	< 0,05	0,049	38,55	< 0,05	< 0,05
SARIDALLI	< 0,05	< 0,05	16,87	< 0,05	< 0,05
BÜYÜKKADI	< 0,05	< 0,05	6,996	< 0,05	< 0,05
DEVELİ	< 0,05	0,212	5,207	< 0,05	< 0,05
HAVACILAR	< 0,05	< 0,05	2,689	< 0,05	< 0,05
ALÇAK	< 0,05	< 0,05	26,43	< 0,05	< 0,05
ERİMLİ	< 0,05	0,097	10,52	< 0,05	< 0,05
GÜZEGÖL	< 0,05	< 0,05	27,88	< 0,05	< 0,05
PINAROĞLU	< 0,05	0,202	12,11	< 0,05	< 0,05

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çizelge 4.9. Analiz sonuçları (Ni, Pb, Se, Sn, Zn)

NUMUNE İSMİ	Ni 231,604 nm mg/L	Pb 220,353 nm mg/L	Se 196,026 nm mg/L	Sn 189,927 nm mg/L	Zn 206,200 nm mg/L
SATI	< 0,05	< 0,05	0,108	< 0,05	< 0,05
DOĞUÇANAKÇI	< 0,05	< 0,05	0,118	< 0,05	0,163
KOZAN	< 0,05	< 0,05	0,116	< 0,05	< 0,05
HACIOSMAN	< 0,05	< 0,05	0,108	< 0,05	< 0,05
BAĞIVAR	< 0,05	< 0,05	0,096	< 0,05	0,122
Yk.MOLLAALI	< 0,05	< 0,05	0,074	< 0,05	< 0,05
ÇARIKLI	< 0,05	< 0,05	0,108	< 0,05	0,521
KURTKAYASI	< 0,05	< 0,05	0,085	< 0,05	< 0,05
KABAHIDIR	< 0,05	< 0,05	0,078	< 0,05	< 0,05
EĞERTUTMAZ	< 0,05	< 0,05	0,081	< 0,05	< 0,05
TANIŞIK	< 0,05	< 0,05	0,101	< 0,05	< 0,05
BAHÇELİEVLER	< 0,05	< 0,05	0,092	< 0,05	0,078
SANCAK	< 0,05	< 0,05	0,079	< 0,05	< 0,05
BAŞIL	< 0,05	< 0,05	0,089	< 0,05	< 0,05
GEVENDERE	< 0,05	< 0,05	0,076	< 0,05	< 0,05
GÜVERCİNLİK	< 0,05	< 0,05	0,120	< 0,05	0,060
Yk.NASIRLAR	< 0,05	< 0,05	0,074	< 0,05	< 0,05
ALPU	< 0,05	< 0,05	0,074	< 0,05	< 0,05
KÖRTEPE	< 0,05	< 0,05	0,081	< 0,05	< 0,05
TAŞDİREK	< 0,05	< 0,05	0,079	< 0,05	< 0,05
YOLBOYU	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
BENEKLİTAŞ	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
SARIDALLI	< 0,05	< 0,05	0,072	< 0,05	0,149
BÜYÜKKADI	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,167
DEVELİ	< 0,05	0,053	< 0,05	< 0,05	< 0,05
HAVACILAR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
ALÇAK	< 0,05	< 0,05	0,080	< 0,05	< 0,05
ERİMLİ	< 0,05	0,052	0,073	< 0,05	0,420
GÜZEGÖL	< 0,05	0,054	0,088	< 0,05	< 0,05
PINAROĞLU	< 0,05	0,049	0,074	< 0,05	< 0,05

Çizelge 4.10. Analiz sonuçları (Na, K, Ca, As, Hg)

NUMUNE İSMİ	Na 589,592 nm mg/L	K 766,490 nm mg/L	Ca 317,933 nm mg/L	As 188,979 nm mg/L	Hg 194,168 nm mg/L
SATI	35,30	1,647	54,48	<0,001	<0,001
DOĞUÇANAKÇI	12,71	0,901	60,22	<0,001	<0,001
KOZAN	39,38	1,765	46,71	<0,001	<0,001
HACIOSMAN	46,30	0,961	40,22	<0,001	<0,001
BAĞIVAR	46,28	2,297	50,44	<0,001	<0,001
Yk.MOLLAALİ	18,01	1,397	31,98	<0,001	<0,001
ÇARIKLI	30,79	2,016	59,46	<0,001	<0,001
KURTKAYASI	20,33	1,992	40,79	<0,001	<0,001
KABAHIDIR	20,97	0,764	41,60	<0,001	<0,001
EĞERTUTMAZ	39,95	1,074	50,68	<0,001	<0,001
TANIŞIK	24,66	2,609	103,2	<0,001	<0,001
BAHÇELİEVLER	22,38	1,114	42,79	<0,001	<0,001
SANCAK	19,64	1,054	57,71	<0,001	<0,001
BAŞIL	21,28	2,351	115,5	<0,001	<0,001
GEVENDERE	21,65	2,511	60,90	<0,001	<0,001
GÜVERCİNLİK	17,74	2,164	95,88	<0,001	<0,001
Yk.NASIRLAR	19,34	1,353	53,93	<0,001	<0,001
ALPU	34,84	0,936	37,26	<0,001	<0,001
KÖRTEPE	18,25	4,622	71,06	<0,001	<0,001
TAŞDİREK	16,14	0,794	55,48	<0,001	<0,001
YOLBOYU	18,84	3,065	14,37	<0,001	<0,001
BENEKLİTAŞ	35,01	2,986	57,33	<0,001	<0,001
SARIDALLI	87,24	3,023	34,62	<0,001	<0,001
BÜYÜKKADI	73,21	1,226	28,54	<0,001	<0,001
DEVELİ	66,02	1,718	9,623	<0,001	<0,001
HAVACILAR	111,4	0,922	11,17	<0,001	<0,001
ALÇAK	19,13	1,607	36,62	<0,001	<0,001
ERİMLİ	72,09	1,305	52,65	<0,001	<0,001
GÜZEGÖL	22,84	2,685	59,23	<0,001	<0,001
PINAROĞLU	53,45	1,542	19,93	<0,001	<0,001

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Diyarbakır çevresinde bulunan sondaj kuyu sularının yapılan fiziksel ve kimyasal analizleri sonucunda çizelge 4.5'te de görüldüğü gibi Başıl, Tanışık ve Güvercinlik mahallelerinden alınan su numunelerinin lezzetlerinin iyi olmadığı gözlemlenmiştir. Suda bulunan mineral maddelerin oranı az ise suda kabul edilebilir bir lezzet vardır. Mineral maddelerin çokluğu suyu içilemez bir hale getirebilir. Adı geçen numunelerin sertliklerine bakıldığında Fransız sertlik derecesine göre çok sert su sınıfına girmektedirler ve tatlarının güzel olmamasının sertlikten kaynaklandığı düşünülmektedir. Suyun lezzetini arttırmak için; havalandırma, aktif kömürden geçirme, klorlama yöntemlerinin kullanılması önerilir.

Alçak mahallesinde bulanıklık ve renk standartların belirlediği üst sınıra yaklaşmış durumdadır. Üst sınırın altında olması her ne kadar içilebilir olduğunu gösterse de, bulanıklık ve rengin koloidal haldeki organik maddelerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca organik maddeler arasında patojen mikroorganizmaların olabileceği düşünülerek, bakteriyolojik çalışmanın yapılması önerilir.

Çalışılan tüm numunelerin pH, Nitrat azotu, Nitrit azotu, Amonyak azotu, Sülfat, Klorür, Siyanür, Florür değerleri standartların belirlediği sınırların altında çıkmıştır. Florür, içme sularında olması gerekenden daha az (0,01- 0,5 mg/l) bulunduğu dış çürümelerine neden olur. Florür miktarı 0.5- 1.5 mg/l arasında olduğunda dış çürümelerine engel olur. Ancak yukarı Mollaali numunesinin (0.54 mg/l) haricindeki tüm numunelerin florür miktarı 0.5 mg/l 'den düşüktür. Dış sağlığı açısından çok önemli bir yere sahip olan florür eksikliğinin dışarıdan ekleme yapılarak giderilmesi önerilir. Ama eklem işinin konuya uzman kişilerce yapılması gerekmektedir. Çünkü florür miktarı 1,5-4 mg/l den fazla olduğunda dış fluorosisi, 4,0-10 mg/l'den fazla olması durumunda kemik fluorosisi, 10 mg/l'den fazla olduğunda ise sakatlığa neden olmaktadır.

Standartlarda sertlik ile ilgili alt ve üst sınırlar belirtilmemekle beraber sertlik dereceleri farklı ülkelerde uygulanan kıstaslar farklılık göstermektedir. Yapılan ölçümlerde Fransız sertlik derecesinin (1 Fr^o = 10 mg/l CaCO₃) kıstas alınmıştır. Bir miktar sertlik insan sağlığı için yararlıdır. Kireç özellikle çocuklar ve yaşlılar için

gereklidir. Ancak sert sular, tadının bozuk olması, fazla deterjan sarfiyatı, borularda korozyona ve taşlaşmanın olmasına sebep olduğundan pek tercih edilmezler.

Alkalinite de bikarbonatlardan kaynaklı sertlikten oluştuğu bilinmektedir. Ancak Sarıdallı, Büyükkadı, Develi ve Havacılar'dan alınan numunelerin toplam sertlikleri düşük olmasına rağmen alkalinite değerleri yüksek çıkmıştır. Bunun temel nedeni borun alkaliniteye katkı sağladığından dolayı olduğu düşünülmektedir. Çünkü bu numunelerin B miktarları; sarıdallı (0.075 mg/l), Büyükkadı (0,065 mg/l), Develi (0,051 mg/l), Havacılar (0,089 mg/l) olarak ölçülmüştür. Bor bileşikleri bitki, hayvan ve toprakta bulunan bor minerallerinden geçmiş olabileceği düşünülmektedir. Bu numunelerdeki bor miktarı, toksik etki yapabilecek miktarlarda değildir.

Çarıklı numunesinin Cr değeri (0.067 mg/l), Sağlık Bakanlığı insani tüketim amaçlı sular yönetmeliği, İnsani tüketim amaçlı sular (TS 266), WHO ve Avrupa Birliği standartlarının belirlediği sınırların (0,050 mg/l) üstünde çıkmıştır. Krom kandaki glikoz ve lipit mekanizmaların düzenlenmesinde önemli rol oynar, insülin etkisi yapar. İnsülin, kan glikoz düzeyini ayarlama da Cr'a ihtiyaç duyar ve fazlalığı yada eksikliği bu mekanizmayı bozmaktadır. Bu suyun içme suyu olarak kullanılmaması, yada bir şekilde kromun uzaklaştırılması önerilir. Yada krom oranı düşük olan bir kaynak ile bir depoda birleştirilerek krom konsantrasyonu düşürülebilir.

Develi (0.212 mg/l) ve Pınaroğlu (0,202 mg/l) numunelerinin Demir değerleri, Sağlık Bakanlığı insani tüketim amaçlı sular yönetmeliği (0,2 mg/l), İnsani tüketim amaçlı sular (TS 266) ve Avrupa Birliği standartları (0,2 mg/l)'nın belirlediği sınırların üstünde çıkmıştır. Ancak bu numunelerdeki Fe değeri, Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün belirlediği üst sınırın (0.3 mg/l) altında çıkmıştır. Ancak demir düzeyinin 3 mg/l olması sağlık açısından olumsuz bir etki oluşturmaz (WHO 1996). Suda tat ve renk bozukluğu oluşturabilir.

Yolboyu, Beneklitaş, Büyükkadı, Develi, Havacılar numunelerinin dışındaki tüm numunelerde; ölçülen selenyum miktarı Sağlık Bakanlığı insani tüketim amaçlı sular yönetmeliği, İnsani tüketim amaçlı sular (TS 266), WHO ve Avrupa Birliği standartlarının belirlediği sınırların (0,010 mg/l) üstünde çıkmıştır.

Çinko, Sodyum, Arsenik ve Cıva açısından tüm numunelerde yapılan analiz sonucunda ölçülen miktarlar, standartların belirlediği üst sınırların altında yer almaktadır.

KAYNAKLAR

1. Aksoy, M. 2000. Beslenme Biyokimyası. Hatipoğlu yayınevi, 554-561, Ankara
2. Algan, G. 2002 Konya Yöresi Sütlerinde Bazı Ağır Metallerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya 3.
3. Alkan, E. 2006. İyon Değiştirici Membranlar Kullanarak Sudaki Florür İyonunun Uzaklaştırılması. Yüksek lisans, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 3-7.
4. Almeida Pereira, L. Amorim I. G. Silva J. B. B. 2004. Development Of Methodologies To Determine Aluminium , Cadmium, Chromium And Lead İn Driking Water By ET AAS Using Permanent Modifiers. Science of Direct, Vol. 64(2): 395-400
5. Anonim, 2011a. Su Kaynakları. <http://www2.dsi.gov.tr/topraksu.htm>, Erişim: Ocak, 2011.
6. Anonim, 2011b. 2009 edition Of The Driking Water standards and Health Advisories. <http://www.water.epa.gov/action/advisories/driking/upload/dwstandards2009.pdf>. Erişim: Ocak, 2011.
7. Australian Driking Water Guidelines, 2002. National Health and Medical Research Council, National Resource Management Ministerial Council, Canberra, Fact Sheet 35-67.
8. Bassir, O. Maduagwu E.N. 1978. Occurence of Nitrate, Nitrite Dimethylamine and Dimethylnitrosamines in Some Fertilized Nigerian Beverages J. Agric Food. Chem (26) 1: 200-203

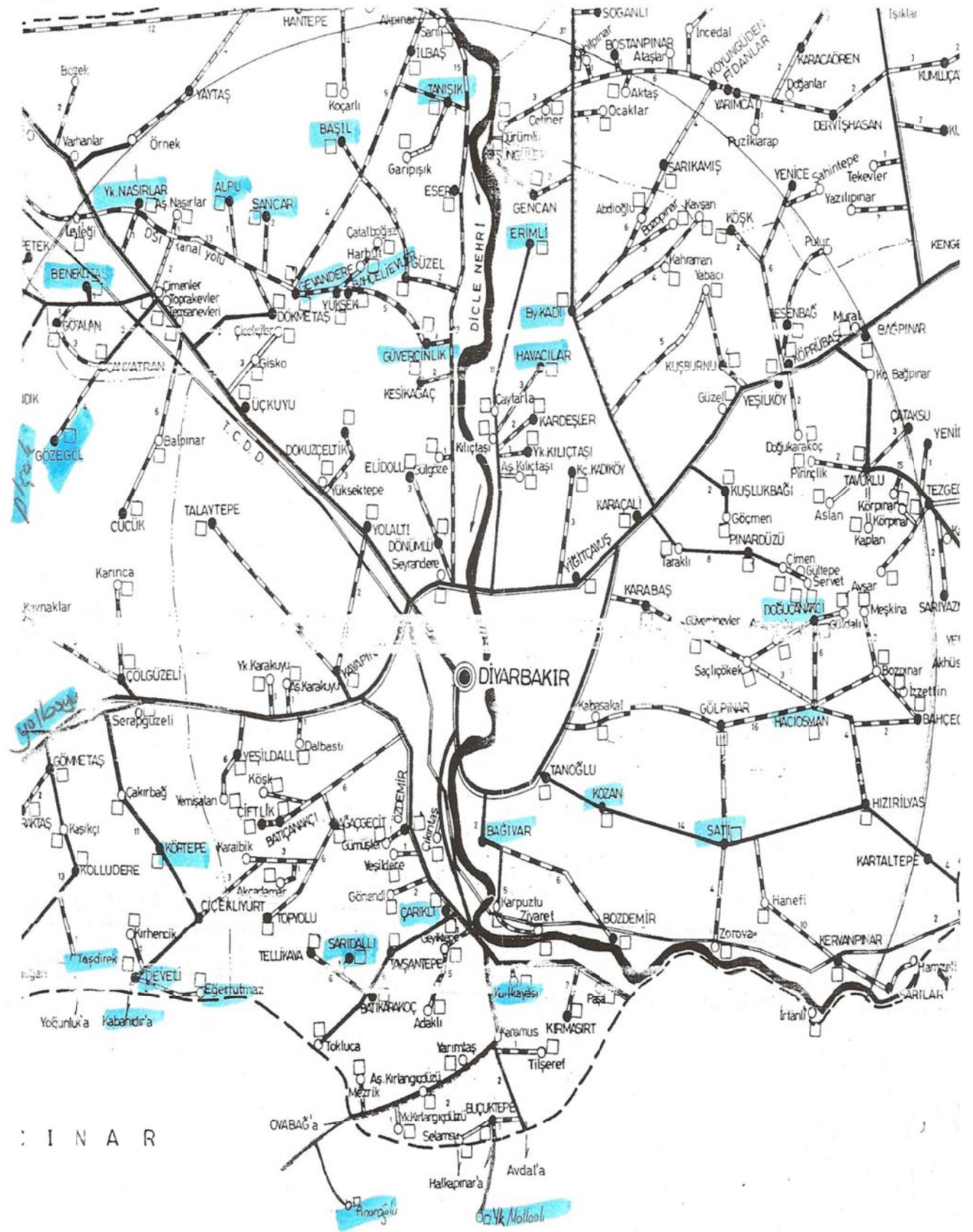
9. Bayraktar, H. Aral, H. 2011 Canlılığın Hayati Özü: Su. http://www.yaklasansaat.com/dunyamiz/hayatioz_su/su.asp. Erişim: Ocak.2011.
10. Baysal, A.1999. Beslenme. Hatipoğlu Yayınevi, 131-147, Ankara.
11. Baysal, A.2000. Genel Beslenme. 10. Baskı, Hatipoğlu Yayınevi, 45-50, Ankara.
12. Belce, A. 2002. Mineraller, In “İnsan Biyokimyası” Ed. By Onat, T. Emerk, K. ve Sözman EY, Palme Yayıncılık, 529-537, Ankara.
13. Burgaz, S. 2000. Ağır Metal zehirlenmeleri ve Kullanılan antidotlar, In Farmakoloji Ders Kitabı. Ed. By Bökesoy, A. Çakıcı, İ. Ve Melli, M. Gazi Kitabevi, 105. Ankara.
14. Connel, G. F. 1996. The Chlorination / Chloramination Handbook, water disinfection Series. American Water Works association, 9-28 Amerika.
15. Çalık, O. 2005. Diyarbakır Kent Merkezindeki İçme Suyu Şebekesi İle Konut Su Depolarının Fiziki Özelliklerinin Bakteriyolojik Kirlilik Üzerine Etkileri. Uzmanlık Tezi, D.Ü. Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı Diyarbakır, 74-16.
16. Çelik, R. Öztürk, M. 2011. Diyarbakır Ovasının Yeraltı su seviye haritalarının Coğrafik Bilgi Sistemi İle Tespiti. <http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/10921.pdf>. Erişim : Ocak 2011.
17. Demirer, A. 1995. Su Hijyeni. Teksir, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi. Ankara.
18. Dirik, K. 2006. Su Döngüsü Ve Yeraltı Suyu Hydrologic Cycle And Groundwater. http://yunus.hacettepe.edu.tr/~kdirik/12_yeraltisuyu.pdf, Erişim: Ocak, 2011.
19. Dökmeci, İ. 2001. Toksikoloji. Palme Yayıncılık, 333-370, İstanbul.

20. Erbil, Ö.2004. Endüstriyel Anorganik kimya. Ege Üniversitesi Basımevi, Yayın No:182, 1, İzmir.
21. Elinder, C. G. 1986. Zinc, In ‘‘Handbook On The Toxicology Of Metals ‘‘ Ed. By friberg, L. Nordberg, G.F. and Vouk V.B. Elsevier Science Publishers, 664-679 Amsterdam.
22. Ekşi, A.1981. Bazı toksik Metal İyonlarının Gıdalara Bulaşma kaynakları, Bilim ve Teknik Dergisi, (168): 35,36.
23. Eroğlu, V. 2008. Su Tasfiyesi. Çevre ve Orman Bakanlığı, Yayın No: 359, 436, Ankara
24. Franson M.A. H. 2005. 2320 Alkalinity. Ed:Eaton, A. D. Clesceri, L. S. Rice, E. W. Greenberg, A. E. Standard Methods For The Examination Of Water And wastewater. American Public Health Association , 2-27, Washington
25. Gündüz, T. 2008. Ağır Metallerin Zehirlilikleri. Çevre Kimyası. Gazi Kitabevi, 145-160, Ankara.
26. Gündüz, T. 1994. Çevre sorunları, Bilge Yayıncılık
27. Güler, Ç. Coşkun, Y. 1988. İçme ve Kullanma Sularının Canlılar ve Çevre İle İlişkisi ve Sağlık Açısından Önemi. Su Bilgisi. Hatipoğlu Yayınevi, 11-23, Ankara.
28. Güler, Ç. 1997. Su Kirliliği, Çevre Sağlığı Temel Kaynak dizisi No: 43. T.C. sağlık Bakanlığı, Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, T.C. sağlık Bakanlığı, Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
29. Kaya, S. Akar, F. 1998. Metaller In ‘‘ Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji’’ Ed. By Kaya, S. Piriçci, İ ve Bilgili, A. 1. Baskı, Medisan, 119-143, Ankara.

30. Koçak, Ö. 2007. Erzurum İl Merkezindeki İçme ve Kullanma Sularının Kimyasal, Fiziksel ve Mikrobiyolojik Kalitesi. Yüksek Lisans, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 56, Konya.
31. Kaya, S. Pirinçci, İ. ve Bilgili, A. 1998. Çevre Bilimi ve Çevre Toksikolojisi, 1. Baskı, Medisan Yayıncılık, 49-52, Ankara.
32. Mortimer, CE. 1999. Modern Üniversite Kimyası Cilt: 2 Çev: Altınata, T.(Ed), Çağlayan Kitabevi, 271-274, İstanbul.
33. Muslu, Y. 2001. Su ve Atıksu Mühendisliği Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü 2.cilt Su vakfı yayınları, 356, İstanbul.
34. Mutluay, H. Demirak, A. 1996. Su Kimyası. İstanbul Üniversitesi, 132, İstanbul.
35. Owolabi, R.U. Azeez, L.A. 2010. Transit Monitoring of Residual Chlorine in Awe-Oyo Area of Nigeria Water Township Supply. International Journal of Chemical Engineering and applications, Vol.1, No:2 ISSN 2010-0221
36. Özata R. 2008. Vitamin, Mineral, Bitkisel Ürün kullanım Rehberi, Gürer yayınları
37. Özdemir, İ. 1981. Genel Anorganik ve Temel Kimya. Matbaa Teknisyenleri Basımevi, 506, İstanbul.
38. Prasad, A.S and Oberleas, D. 1976. Trace Elements In Human Health And Disease, Vol:1 Zinc and Copper, Academic Pres, 470, New York.
39. Soylak, M. Doğan, M. 2000. Su Kimyası. Erciyes Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 120, 79-83, Kayseri.
40. Samsunlu, A. 1999. Çevre Mühendisliği Kimyası, Sam- Çevre Teknolojileri Yayınları, 4 Baskı, 373, İstanbul
41. Şanlı, Y. 2002. Veteriner Klinik Toksikolojisi.2. Baskı, Mesipres Yayıncılık, 744-751, Ankara.

42. Tuncay, H. 1994. Su Kalitesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:512. İzmir.
43. Türk Standardı, 2005. Sular- İnsani Tüketim Amaçlı Sular TS266. TSE, Ankara.
44. Ünalın Z.2011. Suyun Gariplikleri. Bilim ve Teknik Dergisi, (518): 25-31
45. Yalçın, H. Gürü, M. 2002. Su Teknolojisi. Palme Yayıncılık, 500, Ankara.
46. Yaşar, H. Melek, S. 2000. Elementlerin Bilimsel ve Teknolojik Özellikleri, Pelin Ofset, 10-12. Ankara.
47. Yensan, M. 1995. İnsan Biyokimyası. Genişletilmiş 7. Baskı, Güneş Kitabevi,644-646, Ankara.
48. WHO World health Organization. 1996. Health Criteria And Other Information İn Guidelines For driking – Water Quality,Vol.:2, 136-271, Geneva.

Ek 1: Numune Alınan Noktaları İçeren Harita



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mehmet SAĞIRDAĞ

Doğum Yeri : Diyarbakır / Silvan

Doğum Tarihi : 01.01.1973

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Silvan Lisesi, 1990

Ön Lisans : D.Ü Batman Meslek Yüksek Okulu Rafineri Bölümü, 1995

Lisans : Dicle Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, 2000

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı 2006-2008

DİSKİ Genel Müdürlüğü Tesisler Daire Başkanlığı Su Kontrol Laboratuvarı 2008 -

Yayımları (SCI ve diğer):