

**T.C.**  
**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ARMAĞANKÖY BARAJI SULARININ KAREKTERİZASYONU VE SU  
KALİTESİNİN AĞIR METALLER BAKIMINDAN İZLENMESİ**

**Ahmet Serhat AKAR**

**ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Doç. Dr. Füsun EKMEKYAPAR**

**TEKİRDAĞ – 2015**

**Her Hakkı Saklıdır**

Doç. Dr. Füsün EKMEKYAPAR danışmanlığında, Ahmet Serhat AKAR tarafından hazırlanan “Armağanköy Barajı Sularının Karakterizasyonu ve Su Kalitesinin Ağır Metaller Bakımından İzlenmesi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Doç. Dr. Füsün EKMEKYAPAR (Danışman)

*İmza :*

Üye : Yrd. Doç. Dr. Funda IRMAK YILMAZ

*İmza :*

Üye : Yrd. Doç. Dr. Tuba ÖZTÜRK

*İmza:*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### ARMAĞANKÖY BARAJI SULARININ KAREKTERİZASYONU VE SU KALİTESİNİN AĞIR METALLER BAKIMINDAN İZLENMESİ

**Ahmet Serhat AKAR**

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Füsun EKMEKYAPAR

Her geçen gün yüzeysel suların daha fazla tüketilmesi ve kirlenmesi, kalitesi bozulmamış su kaynaklarına olan ihtiyacın artması, kaliteli suların ulaşılabilirliğinin zorlaşması ve ekonomik olmayışı insanoğlunu, mevcut su kaynaklarını daha dikkatli yönetme stratejilerine itmektedir. Ağır metallerin arıtma işlemleri ile giderilemediği durumlarda çevre sularında birikimi ve besin zincirine dâhil olması kaygı uyandırmaktadır. Ürkütücü, potansiyel eko-toksikolojik etkilerinden dolayı gittikçe popüler hale gelen bu kirleticiler günümüzde birçok yüzeysel su kaynağında izlenmektedir. Bu çalışmada; Kırklareli İli'ne kısa vadede içme suyu sağlaması planlanan Armağanköy Barajı sularının, bazı su kalite parametreleri bakımından karakterizasyonu yapılmış ve ağır metal içeriği izlenmiştir. Barajın kirliliği, baraja deşarj olan dereler ve barajın nispeten daha temiz bölgelerinden seçilen 6 noktadan, 3 aylık dönemde numuneler alınarak; pH, EC, AKM, ÇO, Ca, Mg, Na, K, Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, S, Pb, Cd, Cr, As, Hg, ve Ni ölçümleri yapılmıştır. Tüm ölçümler Standart Metodlar'da belirtilen esaslara göre gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar "Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği" ve "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmeliği" doğrultusunda değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçları; Armağanköy Baraj sularının, analiz edilen kriterler ve ağır metaller bakımından yönetmeliklere göre değerlendirildiğinde içme suyu olarak kullanımında herhangi bir risk teşkil etmediğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yüzeysel sular, İçme suları, Su kirliliği, Su kalite izleme, Ağır metaller.

2015, 83 sayfa

## **ABSTRACT**

MSc. Thesis

### **CHARACTERIZATION OF THE ARMAĞANKÖY DAM WATER AND WATER QUALITY MONITORING TERMS OF HEAVY METALS**

**Ahmet Serhat AKAR**

Namık Kemal Üniversitesi

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Main Science Division of Environmental Engineering

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Füsün EKMEKYAPAR

Daily more use up and pollution of surface waters, the difficult of availability of good quality waters and they are uneconomical, human beings are obligated more carefully the water resources management strategies. In the case heavy metals cannot be removed by treatment process raises concerns which their accumulation in the environment waters and they are entry into the food chain. Today these popular pollutants are monitoring due to their worrying effects and their potential ecotoxicological. In this study, Armağanköy Dam waters planned as drinking water to Kırklareli province in the short term were characterized and analyzed in terms of some water quality parameters and heavy metals. The samples taken from six points of Dam that is dirty region, relatively clean region and streams discharged to Dam were analyzed. The analysis of pH, EC, AKM, ÇO, Ca, Mg, Na, K, S, Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, S, Pb, Cd, Cr, As, Hg, Ni were made in three month period. All analyses were performed according to the standard methods. All results were evaluated according to the “Turkish Water Pollution Control Regulation” and “Water Intended for Human Consumption Regulation”. The research results showed that Armağanköy Dam waters doesn't pose any risk as the use of drinking water when evaluated according to the regulations in terms of the analyzed criteria and heavy metals.

**Key words:** Surface water, Drinking water, Water pollution, Monitoring of water quality, Heavy metals.

**2015, 83 pages**

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>v</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>1.GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KURAMSAL TEMELLER</b> .....	<b>5</b>
2.1 Su Kalitesiyle İlgili Genel ve Mikrobiyolojik Özellikler.....	6
2.2 Suların Kalite Özelliklerine Göre Sınıflandırılması.....	9
2.2.1 Yüzeysel sular.....	9
2.2.1.1 Yüksek kaliteli sular (I. Sınıf).....	10
2.2.1.2 Az kirlenmiş sular (H. Sınıf).....	10
2.2.1.3 Kirlenmiş sular (m. Sınıf).....	10
2.2.1.4 Çok kirlenmiş sular (IV. Sınıf).....	10
2.3 Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Bakımından Su.....	10
2.3.1 Suyun pH' ı.....	11
2.3.2 Elektiriksel iletkenlik.....	12
2.3.3 Çözünmüş oksijen.....	13
2.4 Katyonlar.....	14
2.4.1 Kalsiyum.....	14
2.4.2 Magnezyum.....	16
2.4.3 Sodyum.....	16
2.4.4 Potasyum.....	17

2.5 Ağır metaller ve özellikleri.....	17
2.5.1 Demir.....	17
2.5.2 Bakır.....	19
2.5.3 Çinko.....	19
2.5.4 Krom.....	21
2.5.5 Kurşun.....	21
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>23</b>
3.1 Çalışma Alanı.....	23
3.2 Numunelerin Toplanması ve Numune Alma Noktaları.....	26
3.3 Yöntem.....	33
3.3.1 Elektriksel iletkenlik.....	33
3.3.2 AKM ölçümü.....	33
3.3.3 Katyon ve anyon ölçümleri.....	33
3.3.4 Ağır metal ölçümü.....	34
3.3.5 İstatistiksel analizler .....	36
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....</b>	<b>37</b>
4.1 Analiz Sonuçları.....	37
4.2 Analiz Sonuçlarının Yorumlanması.....	41
4.3 Kalite Parametreleri Arasında Belirlenen Korelasyonlar.....	61
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>68</b>
<b>6.KAYNAKLAR.....</b>	<b>69</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>73</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>83</b>

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma sürecinde;

Bana her türlü desteği ve yardımı sağlayan, problem çözme odaklı ve planlı çalışması ile örnek aldığım tez danışman hocam Sayın Doç.Dr. Füsun EKMEKYAPAR' a, değerli hocam Sayın Prof.Dr. Süreyya Meriç PAGONA' ya, laboratuvar analizlerinden elde etmiş olduğum verilere istatistiksel analizlerin yapılmasında desteklerini esirgemeyen Uzman Elif Burcu BAHADIR' a,

Teknik ve arazi çalışmalarında desteğini benden esirgemeyen Göksal CİDEM' e ve tez yazım aşamasında büyük fedakarlık yaparak desteğini esirgemeyen Endüstri Mühendisi Ali İlbey ÇABALAR' a

Teşekkür ederim.

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 : Suların Özgül Elektriksel İletkenliği Esas Alınarak Yapılan Sınıflandırılma.....	13
Çizelge 2.2 : Sıcaklıkla Oksijenin Sudaki Çözünürlüğü Arasındaki İlişki.....	13
Çizelge 3.1 : Kırklareli İli Sulama Alanları .....	24
Çizelge 3.2 : Kırklareli İli'ndeki Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünler Üretimi.....	25
Çizelge 3.3 : Su Kaynakları Potansiyeli.....	28
Çizelge 3.4 : Damlama Yağmurlama veya Basınçlı Sulama Yapılan Alan ve Kullanılan Su Miktarları.....	28
Çizelge 3.5 : Kırklareli Armağanköy Barajı'na Ait Teknik Bilgiler .....	28
Çizelge 3.6 : 2013 Yılı Kırklareli İli Tarım Alanlarının Sınıfsal Dağılımı .....	29
Çizelge 4.1 : Kırklareli Armağanköy Barajı Sularının Şubat 2015 Döneminde İzlenen Su Kalite Parametreleri.....	37
Çizelge 4.2 : Kırklareli Armağanköy Barajı Sularının Mart 2015 Döneminde İzlenen Kalite Parametreleri.....	38
Çizelge 4.3 : Kırklareli Armağanköy Barajı Sularının Nisan 2015 Döneminde İzlenen Su Kalite Parametreleri.....	39
Çizelge 4.4 : Kıtaİçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri.....	55
Çizelge 4.5 : İnsani Tüketim Amaçlı Suların Parametrik Değer Kriterleri.....	56
Çizelge 4.6 : TSE 266 Standartlarına Göre Parametresel Sınıflandırma Kriterleri.....	57
Çizelge 4.3.1 : 1'inci Numune Alım Noktası İçin Korelasyon Değerleri.....	61
Çizelge 4.3.2 : 2'nci Numune Alım Noktası İçin Korelasyon Değerleri.....	62
Çizelge 4.3.3 : 3'üncü Numune Alım Noktası İçin Korelasyon Değerleri.....	63
Çizelge 4.3.4 : 4'üncü Numune Alım Noktası İçin Korelasyon Değerleri.....	64
Çizelge 4.3.5 : 5'inci Numune Alım Noktası İçin Korelasyon Değerleri.....	65
Çizelge 4.3.6 : 6'ncı Numune Alım Noktası İçin Korelasyon Değerleri.....	66



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 : Suyun Doğadaki Döngüsü.....	5
Şekil 3.1 : Kırklareli Armağanköy Barajı.....	24
Şekil 3.2 : Armağanköy Barajı ve Numune Alım Noktaları.....	26
Şekil 3.3 : İçme Suyu Temin Edilen Kaynağın Adı, Mevcut Durumu.....	27
Şekil 3.4 : Kırklareli İli'nin 2012 Yılı Arazi Kullanım Durumu.....	31
Şekil 3.5 : Kırklareli İli Yıllık Yağışları.....	35
Şekil 3.6 : Ağır Metal Ölçümünde Kullanılan ICP Cihazı.....	36
Şekil 4.1 : Su Numunelerinde pH Değerlerinin Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi.....	40
Şekil 4.2 : Su Numunelerinde EC Değerlerinin Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi.....	41
Şekil 4.3 : Su Numunelerinde ÇO Değerlerinin Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi.....	42
Şekil 4.4 : Su Numunelerinde AKM Değerlerinin Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi.....	42
Şekil 4.5 : Kalsiyum Konsantrasyonunun Numune Alım ve Aylara Göre Değişimi.....	43
Şekil 4.6 : Magnezyum Konsantrasyonunun Numune Alım ve Aylara Göre Değişimi.....	44
Şekil 4.7 : Sodyum Konsantrasyonunun Numune Alım ve Aylara Göre Değişimi.....	44
Şekil 4.8 : Potasyum Konsantrasyonunun Numune Alım ve Aylara Göre Değişimi.....	45
Şekil 4.9 : Kükürt Konsantrasyonunun Numune Alım ve Aylara Göre Değişimi.....	46
Şekil 4.10 : Mangan Konsantrasyonunun Numune Alım ve Aylara Göre Değişimi.....	47
Şekil 4.11 : Molibden Konsantrasyonunun Numune Alım ve Aylara Göre Değişimi.....	47
Şekil 4.12 : Demir Konsantrasyonunun Numune Alım ve Aylara Göre Değişimi.....	48
Şekil 4.13 : Bakır Konsantrasyonunun Numune Alım ve Aylara Göre Değişimi.....	49
Şekil 4.14 : Çinko Konsantrasyonunun Numune Alım ve Aylara Göre Değişimi.....	50
Şekil 4.15 : Arsenik Konsantrasyonunun Numune Alım ve Aylara Göre Değişimi.....	51
Şekil 4.16 : Civa Konsantrasyonunun Numune Alım ve Aylara Göre Değişimi.....	51
Şekil 4.17 : Kadminyum Konsantrasyonunun Numune Alım ve Aylara Göre Değişimi.....	52
Şekil 4.18 : Nikel Konsantrasyonunun Numune Alım ve Aylara Göre Değişimi.....	53

Şekil 4.19 : Krom Konsantrasyonunun Numune Alım ve Aylara Göre Değişimi.....	54
Şekil 4.20 : Kurşun Konsantrasyonunun Numune Alım ve Aylara Göre Değişimi.....	55

## **SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ**

pH	: Asit – Baz Dengesi
AKM	: Askıda Katı Madde
ÇO	: Çözünmüş Oksijen
EC	: Elektriksel İletkenlik

## **EKLER**

Ek 3.1. Elementlerin LOD ve LOQ Parametresel Değerleri.....	73
Ek 3.2. Elementlerin LOD ve LOQ Parametresel Değerleri.....	73
Ek 3.3. Elementlerin Ölçüm Yapılan Dalga Boyları.....	74
Ek 3.4. Ca Ölçüm Değerleri.....	74
Ek 3.5. Mg Ölçüm Değerleri.....	75
Ek 3.6. Na Ölçüm Değerleri.....	75
Ek 3.7. K Ölçüm Değerleri.....	76
Ek 3.8. Fe Ölçüm Değerleri.....	76
Ek 3.9. Cu Ölçüm Değerleri.....	77
Ek 3.10. Zn Ölçüm Değerleri.....	77
Ek 3.11. Mn Ölçüm Değerleri.....	78
Ek 3.12. Mo Ölçüm Değerleri.....	78
Ek 3.13. S Ölçüm Değerleri.....	79
Ek 3.14. Pb Ölçüm Değerleri.....	79
Ek 3.15. Cd Ölçüm Değerleri.....	80
Ek 3.16. Cr Ölçüm Değerleri.....	80
Ek 3.17 As Ölçüm Değerleri.....	81
Ek 3.18. Hg Ölçüm Değerleri.....	81
Ek 3.19. Ni Ölçüm Değerleri.....	82

## 1. GİRİŞ

Özellikle son yıllarda kendini daha çok hissettirmeye başlayan küresel iklim değişikliği, dünyanın birçok bölgesinde su kıtlığı sorununu bu yüzyılın önemli meselelerinden biri haline getirmiştir. Günümüzde kıt olan su kaynakları için devam etmekte olan rekabet bütün dünya ülkeleri ile birlikte ülkemizde de görülmektedir. Kullanılabilir doğal su kaynakları ile su ihtiyacı arasında giderek büyüyen açık diğer bazı tedbirler arasında içme sularının önemini gündeme getirmiştir.

Bugün, göl ve denizlere ulaşacak miktarda su akışına sahip olan pek çok nehir; var olan su ihtiyacını yeterince sağlayamaz durumdadır. Su ihtiyacının fazla olduğu kurak bölgelerde bu baskı daha da şiddetlidir. Su kirliliği özellikle 1990' lı yıllardan beri öngörülemeyen nüfus artışı, kentleşme ve endüstrileşme sonucu artış gösteren nispeten yeni bir problemdir. Ancak devam eden kentleşme, su kirliliği olaylarının artışı ve ciddi çevresel/ekolojik sorunlara neden olmaktadır. Endüstriyel üretim sadece su ve hava kirliliği gibi çevresel etkileri artırmakla kalmaz, arazi bozulumu, küresel iklim değişimi, asit yağmurları ve ozon tabakasının delinmesi gibi küresel ölçekli olaylara da neden olur .

Kilonzo vd., (2014), Kenya'da Mara Nehri Havzası'nda fiziksel, kimyasal su kalite parametrelerine ilave olarak nehrin ekolojik durumunu ortaya çıkarmak amacıyla bentik canlıların mevsimsel dağılımını izlemişlerdir. Elektriksel iletkenlik (EC), pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen (ÇO), bulanıklık, toplam katılar gibi fiziksel parametrelere ilave olarak toplam azot, toplam fosfor, bazı anyon ve katyonlar bakımından nehir suyunu analiz etmişlerdir. Araştırmaya konu olan Mara Nehri başta olmak üzere tüm nehirlerin antropojenik uygulamalarla her geçen gün kalitelerinin kötüye gittiğini ve özellikle tarım yapılan alanlarda su kalitesi açısından tampon bölgelere ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır.

Yüzeysel su kalitesi konusunda günümüze gelinceye kadar yapılan çalışmalar AKM, EC gibi belli kalite parametreleri üzerinde yoğunlaşırken, günümüzde ekolojik parametreler de aynı önemde izlenmektedir. Tarımsal üretimin artma potansiyeli gösterdiği havzalarda azot, fosfor ve çözülmüş katı maddeler su kirliliği ve ötrofikasyona neden olurken, kentleşme ise nehir sularının gittikçe daha fazla tuzlanmasına neden olmaktadır (Li vd., 2012).

Artan tarımsal uygulamalar ve kötü arazi kullanımları ile yüzeysel su kaynaklarının su kalitesi arasında doğrudan ilişki bulunmakta, geçmiş yıllarda yapılan su kalite çalışmaları hem bu ilişkiyi doğrulamakta hem de su kalitesinin bozulmakta olduğunu belirgin bir şekilde

ortaya koymaktadır. Bu nedenle araştırmalar, arazi kullanımının ve özellikle askıda katı madde ve nutrientlerin su kalitesi üzerine etkilerine daha fazla dikkat çekmektedir (Li vd., 2009).

Evsel ve endüstriyel atıksuların sürekli deşarj edildiği su kaynakları kirlenirken, tarımsal alanlardan gelen yüzeysel akış suları da mevsimsel iklim değişikliklerinden büyük ölçüde etkilenen bir diğer kirletici faktördür. Yağışlarda, yüzeysel akışlarda ve yer altı suyu akışlarındaki mevsimsel değişimler su kaynaklarında bulunan kirletici konsantrasyonları üzerine kuvvetli etkide bulunurlar (Shrestha vd., 2007).

Nehir havzalarında su kalitesi ve sucul ekosistem üzerine arazi kullanımının da önemli etkileri olduğu bu vd., (2014) tarafından belirtilmektedir. Yanı sıra nehir havzalarında hızlı nüfus artışı ve kentleşme, endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerin yoğunluğu su kalitesi ile ilgili pek çok problemle doğrudan ilişkili bulunmaktadır. Tarımsal faaliyetler su kaynaklarında azot ve fosforun artışına neden olurken, havzadaki endüstriyel faaliyetler su kaynaklarında organik kirlenme ve ağır metallerin artışı ile sonuçlanmaktadır. Havzalardaki yoğun kentleşme ise su kaynaklarında *Escherichia coli* ve *Enterococci bacteria* artışına sebep olmaktadır.

Nüfusun giderek daha fazla artmakta olduğu, ekonomik gelişme potansiyeli olan baskı altındaki alanlarda planlı bir gelişmeye ihtiyaç olduğunu belirten Gyawali vd., (2014), su havzalarında sürdürülebilir gelişmenin ekonomik olduğu kadar aynı zamanda sosyal ve ekolojik de olması ve bu gelişmenin çevresel elemanları gelecek kuşaklar için korumayı da kapsamayı gerektiğini ifade edilmektedir.

Avrupa Birliği'nce su kaynaklarının korunması ve kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla çıkarılan Su Çerçevesi Direktifi (WFD2000/60/EC) (ECC, 2000) yüzeysel su kaynaklarında “iyi ekolojik durum” ve “iyi kimyasal durum” a 2015 yılına kadar ulaşmayı planlamaktadır.

Bu yasa ölkemize adapte edilme aşamasında olup T.C. Çevre ve şehircilik Bakanlığı'nca hazırlanan Su Havzaları Yönetim düzeninde bu yasayı uygulamak üzere Su Kalite İzleme ve İyileştirme çalışmalarını yürütmektedir. Su Çerçeve Direktifine göre öncelikli 33 kirletici tanımlanmış ve bunların yüzey sularında bulunabileceği limitler de tariflenmiştir. Buna göre başta ağır metaller, 6 poliaromatik hidrokarbonlu bileşikler (PAH), ve pek çok pestisit bu listede yer almaktadır.

Ülkemizde mevcut büyüme hızı, su tüketim alışkanlıklarının değişmesi gibi faktörlerin etkisi ile su kaynakları üzerine olabilecek baskıları tahmin etmek mümkündür. Ayrıca tüm bu tahminler mevcut kaynakların hiç tahrip edilmeden aktarılması durumunda söz konusu olabilecektir. Bu durum suyun son derece dikkatli, tasarruflu ve kirlenmeden kullanılmasını çok açık bir şekilde ortaya koymaktadır (URL 1). Son yıllarda; su kıtlığının etkisinden dolayı buğday, zeytin, zeytinyağı, incir, üzüm, ayçiçeği ve ayçiçeği yağı üretiminde ülke bazında ciddi düşüşler gözlemlenmektedir. Bu sebeple, su kaynaklarının sulama amaçlı kullanılmasının azaltılması ve içme sularının kalitelerinin izlenmesinin önemi ortaya çıkmaktadır. Bilindiği gibi, atık suların arıtılarak veya arıtılmadan deşarjı göl, baraj, nehir ve deniz gibi doğal su kaynakları ve çevresi üzerinde ciddi çevresel problemlere yol açmaktadır. Ancak kirlenmiş yüzeysel suların sulama gibi alanlarda kullanılması birçok risk faktörünü de beraberinde getirmektedir. Bazı risk faktörlerinin etkileri insan, hayvan veya çevresel temas potansiyeline bağlı olarak kısa vadeli ve değişik şiddetlerde (örneğin patojenler) olabildiği gibi, bazılarının ise uzun vadeli etkileri bulunmaktadır (topraktaki tuzluluk artışı gibi). Halk sağlığı ve çevre üzerine olumsuz etkilerin en aza indirilmesi için kirli yüzeysel suların sulamada kullanımı ile ortaya çıkacak patojen ve kimyasallardan kaynaklanan risklerin iyi değerlendirilmesi gereklidir.

Varol vd., (2012), Dicle Nehri Baraj'ında yürüttükleri su kalite izleme çalışmalarında bazı fiziksel ve kimyasal kalite parametrelerinin zamansal ve uzaysal dağılımlarını incelemişlerdir. Etkin bir su kalite yönetiminin, kirlilik kaynaklarına bütüncül ve zamansal/uzaysal bir bakış açısı yaklaşımı ile sağlanacağını belirtmişlerdir.

İstanbuluoğlu vd., (2006), tarafından Trakya Alt Bölgesi'ndeki mevcut toprak ve su kaynakları potansiyeli gözden geçirilmiş, suyun bölgesel temelde sulamada kullanılmasıyla ilgili sorunları irdelenmiştir. Anılan konularda yapılan bilimsel çalışmalara ait veriler analiz edilerek tespit edilen sorunlara pratik çözüm önerileri sunulmuştur. Sorunlar ve çözüm önerileri, doğal kaynakların yeterince kullanılmaması ile ilgili sorunlar, işletme aşamasında meydana gelen sorunlar ve suyun uygulanması sırasında ortaya çıkan sorunlar olarak üç ana başlık altında değerlendirilmiştir. Gelecekte bölgede ortaya çıkması kesin olarak beklenen su krizini ortadan kaldırmak için, su artırımını sağlayacak çalışmalara şimdiden başlanması, konu ile ilgili bilimsel projeler üretilmesi ve öncelikli olarak desteklenmesi önemle vurgulanmıştır.

Türkiye’de ve özellikle sanayisi yoğun olan ve iyi kalitede su bulma konusunda sıkıntı yaşanan Trakya Alt Bölgesi’nde içme sularının kalitesinin belirlenmesi ve kirliliğinin önlenmesi konusunda planlanan bu çalışma sayılan nedenlerden dolayı önem arz etmektedir.

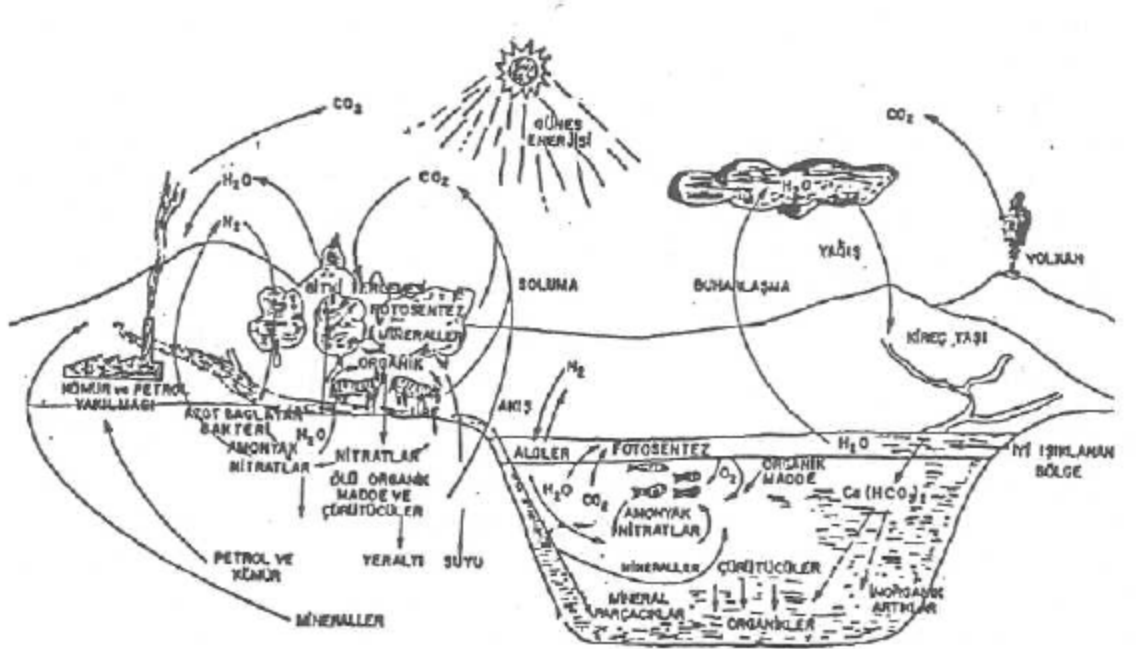
Bu araştırmada Kırklareli İli’ne kısa vadede içme suyu temin edecek Armağanköy Barajı’nın ağır metaller bakımından incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla üç aylık periyotda barajın değişen noktalarından yönetmeliklere uygun olarak alınan numunelerde; pH, EC, AKM ve ÇO gibi bazı fiziksel kalite parametrelerine ilave olarak Ca, Mg, Na, K, S, Mn, Mo, Fe, Cu, Zn, As, Hg, Cd, Ni, Cr ve Pb gibi ağır metaller izlenmiştir.



## 2.KURAMSAL TEMELLER

Su kalitesi kriterleri ile su kalitesi standartları arasında ayırım yapmak çok önemlidir. Kriterler suyun güvenli olarak kullanımını sağlayan ve suyun kalitesini bozan değişik maddeler üzerinde getirilen kalitatif ve kantitatif sınırlamalardır. Standartlar ise, bu kriterlerle beraber belirli kullanım amaçlarını ve kalitesini koruyabilecek şekilde planlanmış gerekli arıtmalar ile denetim yollarıdır. Kriterler bilimsel kararlardır, standartlar su kullanımlarında uyulması gereken kuralları kapsayan uygulanabilir açıklamalardır. Kriterler ancak yeni bilimsel veriler elde edildikçe değişebilir. Kriterler belirli koşullar altındaki değişimleri ve bazı faktörlerin birbirleri ile olan etkileşimlerini de gözönünde bulundurur. Diğer taraftan, standartlar daha statik olup, çoğunlukla etkenlerin, istatistiksel değişme miktarları için açıklama yapmaksızın normal sonuçlarını veya etkenlerini gösterirler (Güler 1997).

Doğadaki su döngüsü Şekil 2.1.' de görüldüğü üzere bir çevrim halinde süreklilik arz etmektedir.



Şekil 2.1. Suyun Doğadaki Döngüsü (Güler 1997)

İçilen suyun kalitesi hemen hemen bütün canlılar için önem taşımaktadır. Birçok canlı sudaki kirliliğe bağlı olarak varlıklarını sürdüremez hale gelmekte, belirli bir su kütlesinde yok olmaktadır. Bazı su yosunu türleri su kirliliği sonucunda seçici olarak üremektedir.

Gelişmiş ülkelerde de su kalitesi giderek en çok üzerinde durulan çevre sağlığı sorunlarından birisi olma özelliğini sürdürmektedir. Halen patojenik mikroorganizmalar en önemli kirletici öge olma özelliğini sürdürmekle birlikte, artan endüstrileşme, hatalı endüstriyel yerleşim, aşırı gübre ve pestisit kullanımına bağlı olarak su kaynaklarının kimyasal kirlenmesi giderek artmaktadır. Suyun kimyasal izlenmesi giderek patolojik izlenmesine yakın bir izleme sıklığı kazanmaktadır. Endüstri ve tarımda günümüzde 60.000' in üzerinde kimyasal kullanılmaktadır.

Suyun kalitesi:

- 1.Yer altı depolama tanklarından sızıntı
- 2.Tarımsal akıntılar
- 3.Uygun olmayan endüstriyel uygulamalar
- 4.Madencilik İşlemleri
- 5.Atık kimyasalların yer altına enjeksiyonu
- 6.Korozif su nedeniyle büyük oranda etkilenebilir. İçme suyunun işlenmesiyle ilgili uygulamaların kendisi de doğrudan su kirliliği nedeni olabilir.

1.İçme suyu

2.Yemek

3.Banyo sırasında deriden emilim

4.Aerosol ve su buharının inhalasyonu ile bazı kimyasallar su aracılığıyla insan vücuduna girebilmektedir (Güler 1997).

İspanya'da Violada Havzası'nda sulama suları, yeraltı suları ve drenaj sularını EC, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve SAR bakımından izleyen sulama sularında tuzluluğu çok düşük (EC=0.38 dS/m), drenaj sularında Ca<sup>+2</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> konsantrasyonunu yüksek, yer altı sularında ise Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> konsantrasyonunu yüksek bulmuşlardır (Isidoro vd., 2010).

## **2.1. Su Kalitesiyle İlgili Genel ve Mikrobiyolojik Özellikler**

Su kalitesiyle ilgili ölçütlerin temel amacı suyun halk sağlığını tehlikeye düşürebilecek bazı olumsuzluklardan arındırılmasından ibarettir. Sağlığa zararlı bazı maddelerden suyun arındırılması, halk sağlığını tehlikeye düşürebilecek sonuçların engellenebilmesi açısından özellikle önem taşımaktadır. Su niteliği ile ilgili ölçütlerin belirlenmesinde ulusal risk-

kazanç analizlerinin esas alınması gereği birçok uluslararası kaynakta özellikle vurgulanmaktadır (Anonim 1996).

Temel amaçlardan ilki suyun kirlenmekten korunmasıdır. Çünkü ne kadar özenle kirlilikten arındırılırsa arındırılırsın suyun kirlenmesine neden olabilecek depolama, taşıma, kullanma kurallarına uyulmadıkça ve bu koşullar sağlanmadıkça kolay kirlenebilir bir maddedir. Eğer kirlilik söz konusu olabileceksen bu kirliliğin erken belirlenmesini sağlayacak izleme ve değerlendirme kurallarının yerine getirilmesi gerekir. Eğer böyledir kirlilik durumu tespit edilecek olursa gerekli önlemler alınmalı, alınması gereken önlemleri kişi, toplum düzeyinde tüm sağlık personeli bilmelidir. Diğer amaç suyun insan ve hayvan atıktan ile kirlenmesinin engellenmesidir. Eğer bu sağlanamayacak olursa tüm enfeksiyon hastalıkları özellikle gastroentistinal hastalıklardan toplumun korunması mümkün olmayacaktır. Özellikle bebek, çocuk; yaşlı ve düşükün kişiler su ile kirlilikten en kolay etkilenebilecek grubu oluşturmaktadır. Bu gruplar için enfektif doz genel popülasyondan çok düşüktür (Anonim 1984).

Yeraltı sularından tarımsal sulama suyu elde edilen Murzuq Havzası'nda (Libya), toplam çözünmüş katılar, elektriksel iletkenlik, sodyum karbonat kalıntısı, anyon ( $Cl^-$ ,  $SO_4^{-2}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $NO_3^-$ ) ve katyonlara ( $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ) ilave olarak SAR parametrelerinin değişimi Shaki and Adeloye., (2006) tarafından incelenmiştir. Su örneklerinin çoğunluğunun sınıfı, C<sub>1</sub>-S<sub>1</sub> (düşük tuzlu ve düşük sodyum içeriği) olarak belirlenmiş, toprak ve yer altı sularının kalitesinin korunması için bu parametreler açısından devamlı izleme ve kontrol çalışmalarının gerekliliği vurgulanmıştır.

Birçok yerde akarsular kanalizasyon atıkları da dahil olmak üzere, organik maddeler tarafından aşırı derecede kirletilmektedirler. Sanayi kentlerinde de yine akarsular organik ve inorganik maddelerle kirlenmektedir. Göl sularında akarsulara göre daha az bakteri bulunmaktadır. Göllerin ortalarından alınan sular, kıyılara yakın yerlerden alınan sulardan daha temizdir. Yüksek miktarda sodyum içeren sulama suları ile sürekli sulanan topraklarda geçirgenlik (permeabilite) azaltmakta, bu durumda toprak kalitesi düşmekte ve ürün verimi azalmaktadır. Suudi Arabistan'da yapılan bir araştırmada 72 yeraltı su kuyusundan alınan örneklerde EC, SAR, anyon ve katyonlara ilave olarak bor konsantrasyonu izlenmiştir. Elektriksel iletkenlik bakımından yüksek tuzluluk (EC= 2250  $\mu$ S/cm-C4 sınıfı) seviyesi ve SAR parametresi ise nispeten düşük bulunmuştur (SAR<%15). Yer altı sularının pH

değerlerinin ise 6.5-8.0 arasında olduğu belirtilmiştir. Tarımsal uygulamaların başarısı toprak geçirgenliğinin artırılmasına bağlanmıştır (Al-Bassam ve Al-Rumikhani, 2003).

Sudaki başlıca mikroorganizmalar bitkiler {yosun veya diğer tek hücreliler) ve hayvanlar (protozoaler, kurtlar veya kabuklular) dahildir. Suda patojenik mikroorganizmalar hariç bu canlılardan az miktarda; bulunmasının bir zararı yoktur. Ancak, fazla olursa tad, koku ve filtreleri tıkaması vb. bakımından bazı sorunlar ortaya çıkabilir. Diğer taraftan bu organizmaların çoğu su sistemleri için yararlıdır. Örneğin, protozoaler bakterileri yok ettiklerinden suların kendi kendine temizlenmesine yardım ederler (Anonim 1984).

İçme suyundaki kimyasalların neden olduğu sağlık riski mikrobiyolojik kirleticilerin neden olduğundan az olmakla birlikte giderek miktar ve etkisi artmaktadır. Kimyasalların özellikle sağlığı tehlikeye düşürebilecek boyuta çıkmaları durumunda renk, koku ve tad olarak suyu bozmaları oldukça önemli bir şanstır. Belki de büyük kitlelerin suyun ani kimyasal kirliliğine bağlı olarak meydana gelebilecek salgınlardan korunabilmelerini sağlayan en önemli durumlardan birisini bu oluşturmaktadır. Ancak akut etkiye neden olmaması sorunun çözümü açısından yeterli değildir. Bir takım kimyasalların biyomagnifikasyon ve diğer etkileri nedeniyle insan ve canlı dokularında birikebilme özelliğine sahip olmaları, kanserojen bir takım kimyasallar için eşik değerin bulunmaması, günümüzde kimyasal kirletici riskinin giderek artması sorunun önemini artırmaktadır. Özellikle uzun süre etkileşime bağlı olarak önemli sağlık etkileri ortaya çıkabilmektedir. Kimyasal dezenfeksiyona bağlı olarak ta istenilmeyen bazı yan ürünler ortaya çıkabilmektedir. Bunların bazıları tehlikeli olabilme eğilimindedir. Ancak bunların neden olabileceği risk suyun dezenfekte edilmemesinin yaratabileceği riskle karşılaştırıldığında çok düşük oranda kalmaktadır. Radyolojik sağlık riski özellikle doğal olarak suda bulunabilecek radyonüklidlerin varlığıyla ilişkilidir. Normal koşullarda bu gibi etkenlerle karşılaşılma riski çok düşüktür. Sudaki kirlilikle ilgili olarak tüketicinin beş duyusuyla algıladığı özellik değişimlerine önem vermesi gerekmektedir. Bu nedenle bilinmeyen her suyun önce koklanması, gözle incelenmesi ve çok küçük miktarda tadılmasıyla yapılan değerlendirme küçümsenmemelidir. İleri derecede bulanık, renk değişimi olan, kokusu bozuk, tadı bozuk olan bütün sular baştan içilebilir nitelikte olmayan sular olarak kabul edilmeli ve sağlık kuruluşlarınca tam bir değerlendirmeden geçirilmeksizin içilmesinden kaçınılmalıdır (Güler 1994).

## **2.2. Suların Kalite Özelliklerine Göre Sınıflandırılması**

Sular kullanım amaçlarına ve kriterlerine göre sınıflandırılabilir. Ancak, kalite kriterleri kullanım amaçlarını da belirlediğinden kalite kriterlerinin suların sınıflandırılmasında esas alınması gerekir. Buna göre sular;

1. Kullanım amaçlarına göre;

1.1. İçme suları

1.2. Rekreasyon suları

1.3. Şifalı özellikleri bulunan sular,

1.4. Sulama suyu

2. Kaynaklarına göre;

2.1. Yüzeysel suları (Dere, çay, nehir, göl, baraj vb. )

2.2. Yeraltı suları şeklinde incelenebilir (Güler 1994).

Suları amacımıza uygun olarak yüzeysel sular ve yeraltı suları olarak iki grupta inceleyebiliriz.

### **2.2.1. Yüzeysel sular**

Ülkemizde deniz sularından içme suyu kaynağı olarak yararlanılmadığı için; akarsu, göl ve baraj rezervuarlarında biriken suları yüzeysel sular olarak tanımlıyoruz (Anonim 1988).

Mayer vd., (2008)'e göre, kentsel alanlardan akışlarla nehir ekosistemlerine gelen yağmur suları yüksek tuz içermekte bu nedenle de sedimentte tuzlar akümüle olabilmekte ve su canlılarına toksik etki yaratabilmektedir. Tuzla zenginleşme şeklinde izlenen antropojenik faktörler mevsimlere bağlı olarak da değişmektedir.

Kısacası, yüzeysel suların kalitesi çoğunlukla düşüktür, çünkü kirli ve mikroplu olması yanında çok defa askıdaki katı maddeler içermesi nedeniyle bulanıktır. Genellikle suyu bir yerde bekleterek içindeki maddeleri çöktürmek ve güneşin renk giderme özelliğinden yararlanarak da rengini açmak suretiyle kalitesini düzeltmek mümkündür. Bekletmekle aynı zamanda suyun içindeki bakteriler, doğal ömürlerini tamamlayarak ölürlür. Sular kalitelerine

göre yüksek kaliteli, az kirlenmiş, kirli ve çok kirlenmiş su olmak üzere dört sınıfta değerlendirilir (Anonim 1988).

#### **2.2.1.1. Yüksek kaliteli sular (I. Sınıf)**

- a. Yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu olarak
- b. Rekreatif amaçlar için (yüzme gibi vücut teması gerektirenler)
- c. Alabalık üretimi
- d. Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı

#### **2.2.1.2. Az kirlenmiş sular (H. Sınıf)**

- a. İleri veya uygun bir arıtma ile içme suyu olarak
- b. Rekreatif amaçlar için
- c. Balık üretimi (Alabalık hariç)
- d. Sulama suyu olarak
- e. I. Sınıf sular dışında kalan diğer kullanımlar için

#### **2.2.1.3. Kirlenmiş sular (m. Sınıf)**

Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren sanayiler hariç, uygun bir arıtmadan sonra sanayide kullanılabilir (Anonim 1988).

#### **2.2.1.4. Çok kirlenmiş sular (IV. Sınıf)**

Yukarıda açıklanan sular dışında kalan kalite olarak düşük kalitedeki sulardır (Anonim 1988).

### **2.3. Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Bakımından Su**

İçme suyu tüketimi ile ilgili veriler yeterli değildir. Kanada, Hollanda ve İngiltere'de yapılan çalışmalar günlük kişi başına içme suyu tüketiminin 2 litreden az olduğunu göstermektedir. Su alımı iklim, fiziksel aktivite, kültür vb. Özelliklere bağlı olarak değişim göstermektedir. 25 °C üzerindeki sıcaklık değerlerinde su tüketiminde hızlı bir artım meydana gelmektedir. Çocuklar yetişkinlere göre daha büyük oranda su tüketmektedirler. Bu nedenle sulardaki kimyasal kirlilik nedeniyle en büyük risk grubunu bu grup oluşturmaktadır. 10 kg

ağırlığında bir çocuk günlük olarak 1 litre 5 kg ağırlığındaki bir çocuk ise günlük olarak 0,75 litre su tüketmektedir (Anonim 1990).

İçme suları, genel olarak içme, yemek yapma, temizlik vb. amaçlar için kullanılan ve TS 266' daki koşullara uygun, toplumun içme ve kullanma gereksinimleri için kullanıldığı şehir şebekeleri, kuyu, çeşme ve yine aynı amaçlarla kullanılmak üzere teknik usullerle arıtılmış dere, nehir ve göl, baraj suları ile kaynak sularıdır (Anonim 1996a).

İçme suları berrak, tortusuz, renksiz olmalı, çürük, yosun, küf, H<sub>2</sub>S, Amonyak, bataklık vb. kokular bulunmamalıdır. Buna suyun organoleptik özellikleri de denilir.

Renksiz ve kokusuz bir madde olan suyun, lezzetini içerisinde eriyik halinde bulunan karbondioksit ve ısıyı vermektedir. Suyun içerisindeki karbondioksitin 300 mg/litreden az olmaması istenir. Suyun fazla bulanık olmasının kirlilik göstergesi olarak alınması gerekmektedir. Toplam katı madde miktarının litrede 500 mg' ı aşmaması gerekmektedir. Su normalde renksizdir ve suyun renginin 5 platin kobalt ünitesini aşması durumunda renk özelliğini yitirmesi nedeniyle içilebilir olarak kabul edilmemesi gerekmektedir. Çok bulanık yüzeysel suları arıtım işleminden sonra özel çöktürme İşlemlerine tabi tutularak içerisindeki asılı parçacıklarının ve bulanıklık nedenlerinin giderilmesi sağlanır. Toplam katı maddeler, renk, bulanıklık derecesi, tad, koku, demir, manganez, bakır, çinko, kalsiyum , magnezyum, sülfatlar suyun kirlilik göstergesi olarak alınmaktadır. Ayrıca sülfatlar, klorürler, fenolik gruplarda suyun kalitesini ve içilebilirliğini azaltan önemli kirlilik göstergeleri olarak ele alınmalıdır. Suyun pH değeri de önemli bir değerlendirme faktörüdür. pH ölçümü su değerlendirmesinde basit ve kolay uygulanabilir bir yöntem olarak oldukça yararlıdır.

Suların bakteriyolojik özelliği özellikle sağlık açısından önemlidir. Suların bakteriyolojik standardını korumadan toplum bireylerinin sağlığını güvenceye alabilmemiz mümkün değildir. Dünyanın birçok ülkesinde bakteriyolojik kirlilik nedenli hastalık salgınları önemli hastalıklara ve can kayıplarına neden olmayı sürdürmektedir. Bebek ölüm nedenleri arasında su ile bulaşan hastalıklar önemli bir yer tutmaktadır. Sulara insan ve hayvan dışkı ve idrarı karışmamalıdır. Ayrıca suların içerisinde insanda hastalık yapıcı hiçbir bakterinin bulunmaması gerekmektedir (Çobanoğlu 1995).

### **2.3.1. pH**

Sular şu şekilde tanımlanmaktadır; pH=7 olan sular Nötr sular olarak bilinir. Bunlarda H<sup>+</sup> ve OH<sup>-</sup> iyonları denge halindedir. Bu tür suların asit ve alkali reaksiyonları yoktur. H<sup>+</sup> iyonu konsantrasyonunun artması ile pH'nın değeri 7'nin altına düşer ve su asit karakter

kazanır. OH- iyonu konsantrasyonunun artması ile pH 7 nin üzerinde değer alır ve su bazik karakter taşır. pH değerleri 0-14 arasında değişir. Genel olarak yeraltı suları pH sı 7 den küçük olan ve asit özelliği taşıyan sulardır. Yüzeysel sularda genellikle pH 8 den büyük değer taşıyan bazik sulardır. İçme sularındaki pH değeri 6.5-8.5 arasında uygun görülmektedir.

Yer altı sularındaki pH değeri, çözülmüş karbondioksit ve diğer karbonat ve bikarbonat bileşikleri arasındaki dengeye bağlı olarak değişmektedir. Bu denge, sıcaklık ve basınç değişmelerine göre kolayca değişim göstermektedir. Örneğin bir kuyuda pompaj sırasında oluşan alçalışla basınç düşeceğinden çözülmüş karbondioksitin bir kısmında serbest hale geçmektedir. Böylelikle akan ya da açık olarak bekletilmiş sudan alınan numunenin pH değeri kaynaktaki suyun pH değerinin aynı değildir (Anonim 1996a).

### **2.3.2. Elektriksel iletkenlik (EC)**

Genel olarak bütün sular elektrik içerir. İyon konsantrasyonu ile bu iletkenlik artar. Özgül elektriksel iletkenliğin ölçüsü olarak microohm/cm. kullanılır. Bu, +25°C deki 1 cm<sup>3</sup> suyun iletkenliğini ifade eder. İletkenlik, bir dereceye kadar sudaki iyon konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. Ancak, bu orantı, iletkenliği 50. 000 microohm/cm. den fazla olan sular için geçerli değildir. Özgül elektriksel iletkenlik (EC) de, içme ve sulama suları sınıflandırılmasında bir ölçüt olarak kullanılmaktadır. Elektriksel iletkenlik suyun elektrik akımını iletme kapasitesi veya çözeltinin elektrik akımını geçirmeye karşı gösterdiği dirençtir. Bu özellik suda iyonize olan maddelerin toplam konsantrasyonuna ve sıcaklığa bağlıdır, iyonların yer değiştirme hızı üzerine sıcaklığın etkisi vardır. Yeni damıtılmış damıtık suyun iletkenliği 0, 5-2 mikroohm/cm olur. Zamanla havanın karbondioksitinin absorpsiyonu ile bu değer 2-4mikroohms/cm olur. İletkenliği muayyen ampirik formüllerle çarpılarak (0,55-0, 9) sudaki çözülmüş madde miktarı bulunabilir. Suyun özgül elektriksel iletkenliğine göre de su sınıflandırılması yapılabilir (Erguvanlı 1987). Elektriksel iletkenliğe bağlı olarak suların sınıflandırma aralıkları Çizelge 2.1.' de açıklanmıştır.



**Çizelge 2.1.** Suların özgül elektriksel iletkenliği esas alınarak yapılan sınıflandırılması (Erguvanlı 1987).

EC (25°C de Microohm/cm)	Sınıf
250 den az	Çok iyi
250-750	İyi
750-2000	Kullanılabilir
2000-3000	Şüpheli
3000 den fazla	Kullanılamaz

### 2.3.3. Çözünmüş Oksijen (ÇO)

Çözünmüş oksijen su kirlenmesi ile ilgili en önemli parametrelerden birisidir. Doğal sularda oksijen, azot ve karbondioksit gibi gazlar da erimiş halde bulunurlar. Oksijenin suda erime derecesi suyun sıcaklık ve tuzluluk derecesine bağlıdır. Sıcaklık yükseldikçe suda daha az oksijenin eridiği görülmektedir. Sıcaklıkla oksijenin sudaki çözünürlüğü arasındaki ilişki Çizelge 2.2.'de sunulmaktadır.

**Çizelge 2.2.** Sıcaklıkla Oksijenin Sudaki Çözünürlüğü Arasındaki İlişki

Sıcaklık	Çözünebilen Oksijen mg/1	Sıcaklık °C	Çözünebilen Oksijen mg/3	Sıcaklık °C	Çözünebilen Oksijen mg/1
0	14.6	12	10.8	24	8.5
1	14.2	13	10.6	25	8.4
2	13.8	14	10.4	26	8.2
3	13.1	15	10.2	27	8.1
4	13.1	16	10.0	28	7.9
5	12.8	17	9.7	29	7.8
6	12.5	18	9.5	30	7.6
7	12.2	19	9.4	35	7.1
8	11.9	20	9.2	40	6.6
9	11.6	21	9.0	45	6.1
10	11.3	22	8.8	50	5.6
11	11.1	23	8.7		

Çizelge 2.2' nin incelenmesinde görüleceği üzere 0 °C derecedeki suda çözünebilir oksijen miktarı 14.6 mg/1 iken 50 °C derecedeki suda çözünebilir oksijen miktarı 5.6 mg/1 ye düşmektedir. Bununla beraber, sularda Hidrojen sülfid varlığı istenmeyen bir şeydir. Çünkü suda bu gazın varlığının sağlık açısından bazı yararlar sağlayacağı düşünülürse de kendine has kötü bir kokusu vardır. Bu gazın 70 mg/1 lik miktarı sindirim sistemini olumsuz yönde etkiler; daha fazla miktarlarda tehlike artar, 700 mg /l lik miktarı yüksek bir zehirleyicidir.

Sudaki çözülmüş oksijen (ÇO) suda yaşayan bakterilerin fotosentez olayı sonucu verdikleri oksijen ve havadaki oksijenden gelir. Oksijenin sudaki çözünürlüğü, havadaki oksijenin kimyasal basıncı, suyun sıcaklığı ve suyun kapsamındaki minerallerin derişimlerine bağlıdır. Sudaki aerobik organizma vb. aerobik canlı yaşamı için çözülmüş oksijene gereksinim vardır. Atık su alıcı ortamda oksijen talebi yaratır, alıcı ortamda yeterli oksijenin olmaması halinde septik şartlar, dolayısıyla koku oluşur.

## 2.4. Katyonlar

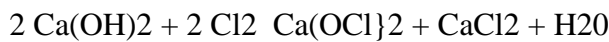
### 2.4.1. Kalsiyum

Doğadaki başlıca kalsiyum kaynakları karbonatlar (CaCO<sub>3</sub> yani kireç taşı veya mermer) aragonit, dolomit (CaCO<sub>3</sub> MgCO<sub>3</sub>) Jips (CaSO<sub>4</sub> yani alçı taşı) anhidrit, apatit mineralleridir. Ayrıca silikat taşlarında % 1-10 Ca iyonunu içeren kalsiyum silikatlar şeklinde de bulunur. Kalsiyum silikatlar hava ve yağmurun etkisiyle çözünebilen kalsiyum tuzlarına ve kil minerallerine dönüşür. Genellikle sudaki kalsiyum iyonu kaynağını karbonatlı ve sülfatlı kalsiyum mineralleri teşkil eder. Bu nedenle sularda, çok değişik konsantrasyonlarda Ca bulunabilir. Kalsiyum suya sertlik özelliği veren en önemli iyondur. Kalsiyumlu sularda karbonat ve sülfat da bulunuyorsa CaCO<sub>3</sub> ve SO<sub>4</sub> kabuk meydana getirir. Borularda az miktarda CaCO<sub>3</sub> in çökerek, iç yüzeyi bir tabaka halinde örtmesi halinde boruların korozyona uğramasını engeller, Kalsiyum sulama sularında toprağın yapısı ve geçirgenliği yönünden yararlıdır.

Kalsiyum metali eritilmiş bulunan halojenürün elektrolizi ile elde edilir. Kalsiyumun teknikte en önemli bileşikleri kalsiyum oksit (CaO) ile kalsiyum hidroksit (Ca(OH)<sub>2</sub>) dir. Bu oksit doğada bulunan CaCO<sub>3</sub>' ün 10 metre yüksekliğindeki özel fırınlarda 1000-1100°C ye kadar ısıtılmasıyla, yani yakılması ile elde edilir.

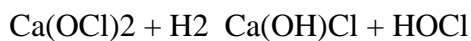
Bu şekilde elde edilen CaO' e sönmemiş kireç denilir. Bu cisim suda çözüldüğü takdirde fazla miktarda ısı (18 KCal/mol) açığa çıkarak kalsiyum hidroksit yani sönmüş kireç meydana gelir.

Yukarıda söz edilen sönmüş kirecin süspansiyonundan klor geçirilecek olursa kalsiyum hipoklorit ve kalsiyum hipoklorit + kalsiyum klorür karışımı olur.



(Kalsiyum hipoklorit, kireç kaymağı)

Sulph ve beyaz bir madde olan bu karışıma kireç kaymağı da denir. Bu cisim su ile iki yönlü reaksiyon vererek HOCl verir.



Oluşan HOCl yükseltgen olduğundan kireç kaymağı hem mikroorganizmaları tahrip eder (dezenfektan) hemde boyaları oksidasyon ile bozmak suretiyle mensucat maddelerine ağartıcı olarak etki eder.

Havada % 0, 03 kadar mevcut olan CO<sub>2</sub> etkisiyle, nemli bulunan CaCO<sub>3</sub> yüzeylerinde eser miktarda kalsiyum bikarbonat oluştuğundan kireç taşları ile temasta bulunan bütün sular çözülmüş halde kalsiyum bikarbonat içerirler. Çözülmüş bulunan kalsiyum bikarbonatın büyük bir kısmı suyun buharlaşmasında suda çözünmeyen CaCO<sub>3</sub> haline geçtiğinden bu şartın oluştuğu yerlerde kireç taşı meydana gelir. Mağaralardaki stalagtit ve stalagmitlerin oluşumu veya nemli taş binaların üzerinde veya kalsiyum bikarbonat içeren sıcak kaynakların aktıkları yerlerde veya buhar kazanlarında kazan taşı denilen CaCO<sub>3</sub> m oluşumu bu esasa dayanır. Bu şekilde meydana gelen kazan taşı ısıyı iyi iletmediğinden kazan cidarları su ile temas edemez ve aşırı ısınmalar meydana gelir nihayet taşın ani olarak çatlaması sonucunda su ani olarak buharlaşır ve kazan patlayabilir.

Kalsiyumun büyük bir biyolojik önemi vardır ve insan organizmasında en yoğun şekilde bulunan katyondur. Vücutta bulunan kalsiyumun çok büyük kısmı, kemik dokusunda "hidroksiapatit" kristalleri halinde fosfatlarla birlikte bulunur. Hidroksiapatit kristallerinin formülü yaklaşık olarak C<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>(OH)<sub>2</sub> şeklindedir. Kemiğin yapısında başlıca tuzu teşkil eden kalsiyum fosfatın (3 Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>) kalsiyum karbonat, florid, sitrat, Na, K, Mg da bulunur. CaF<sub>2</sub> de az miktarda diş minesinde bulunur. Kalsiyumun plazmadaki düzeyi % 10 mg civarındadır. Kalsiyum özellikle kanın pıhtılaşmasında önemli bir rol oynar. Kalsiyum kasların fonksiyonu yönünden de önemlidir. Ayrıca hücre zarının permeabilitesinde ve sinirsel aktivite dede kalsiyum rol oynar. Normal bir diyetle beslenen, bir kişi günde 800 mg kadar kalsiyum alır. Bunun 700 mg kadarı gaita ile tekrar vücut dışına atılır. Vücutta net olarak 100 mg kalsiyum sağlanmış olur. Vücutta, kalan ve kemiklerde depo edilen 100 mg kalsiyumun bir bölümü de yine gaita ile dışarı atılır. Böbrek yolu ile çok az kalsiyum dışarı atılır (Güler 1997).

#### **2.4.2. Magnezyum**

Suda bulunan karbondioksit, karbonatlı ve silikatlı minerallerdeki magnezyumun suya geçmesinde rol oynar. Granit ve silisli kumlarda bulunan suların kapsamında 5 mg kadar magnezyum bulunur. Kireç taşı ve dolomitlerde (MgCa(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) bulunan sulardaki magnezyum miktarı 10-15mg civarındadır. Magnezyumun sülfat ve klorürleri suda kolay çözülür.

Magnezyum suyun sertliğini meydana getiren iyonlardan birisidir. Sıcak sularda kırılğan bir kabuk meydana getirir.

İnsan biyolojisinde magnezyum, sağlık için gerekli minerallerden birisidir. İnsan organizmasında başlıca kemiklerde, kaslarda ve sinirsel dokularda bulunur. Magnezyum daha çok bir hücre içi elemanıdır. Alyuvarlarda da magnezyum vardır. Magnezyumun plazmadaki miktarı % 2, 5 mg kadardır. Hücrelerdeki miktarı daha fazladır. Kas hücrelerinde % 20 kadar magnezyum bulunur. Yetişkin bir insanın günde 50 mg magnezyuma gereksinimi vardır (Anonim 1975).

### **2.4.3. Sodyum**

Yerkabuğunda en fazla bulunan elementlerdendir. Deniz suyunda % 2, 6-2, 7 arasında NaCl vardır. Jeolojik zamanlardaki iç denizlerin kuruması ve sonradan üzerlerinin çözünmeyen kil tabakalarıyla örtülmesiyle kaya tuzu maden ocakları oluşmuştur.

Sodyumun toplam kayyonlara oranı tarımda önemlidir. Ayrıca sodyum oranının yüksek olması, toprağın geçirgenliğinde rol oynar. Yüksek basınçlı buhar kazanlarında, beslenme suyundaki sodyumun miktarı 2-3 mg/lt limit konsantrasyon önemlidir. Gerekğinde sudaki sodyum, hidrojenle değişme prosesi ve destilasyon ile giderilebilir.

Su ve sodyum dengesinin kontrolü sinirsel ve hormonal sistem dahil çok karışık olaylar sonucu meydana gelir. Denge emilmeden çok sodyum atılması sağlanır. İnsan sağlığına açısından ve tat eşiği yönünden en normal ve önerilen sodyum miktarı 200 mg/lt dir (John 1970).

### **2.4.4. Potasyum**

Potasyum yerkabuğunda en fazla bulunan elementlerin yedincisidir. Bununla birlikte doğal suların kapsamındaki potasyum miktarı azdır. Bazı jeokimyasal prosesler ve absorpsiyon nedeniyle potasyum toprakta kalır ve suya fazla geçmez. Suların çoğunluğundaki potasyum miktarı 20 mg/lt den daha azdır. Ancak daha yüksek konsantrasyonlarda potasyumun bulunduğu da görülebilir. Bu durum suyun bulunduğu jeolojik formasyonlarla ilgilidir.

70 kg ağırlığında bir şahsın vücudunda toplam 4000 meq potasyum bulunur. Bunun sadece % 2 sinden az bir miktarı ekstrasellüler sıvıda yer alır. Besinlerle alınan ve absorbe edilemeyen % 5-10 oranında potasyum gaita ile dışarı atılır. Diğer bir kısım potasyumda

böbrekler yolu ile dışarı atılır. Potasyumun insan sağlığı için etkisi kanda az veya çok olması ile ilgilidir (Güler 1997).

## 2.5. Ağır metaller ve özellikleri

Sulama kaynağı olarak kullanılan su ağır metal içeriyor ise bitkisel ürünler ve toksisite bakımından önem taşır. Sulama amaçlı kullanılan sularda bulunan ağır metaller zamanla toprakta birikme eğilimi gösterir ve tahıllar tarafından kullanılabilirler. Angelova vd., (2004) pamuk gibi ürünlerin ağır metal kirliliği olan topraklarda ağır metalleri bünyelerine alma özelliği gösterdiklerini gözlemlemişlerdir. Ancak yapraklar ve tohumlarda bulunan ağır metal konsantrasyonunun topraktaki miktarın küçük bir kısmını oluşturduğunu tespit etmişlerdir.

Dünya'nın değişik ülkelerinde nehir, göl ve baraj suları gibi kıta içi yüzeysel su kaynakları üzerinde ağır metal kirliliği araştırmaları yapan bir çok çalışma mevcuttur (Hussain vd., 2008; Xiao vd., 2014; Palma vd., 2014).

### 2.5.1. Demir

Doğada çok bulunmasına rağmen, doğal suların kapsamında az miktarda bulunur. Bunun nedeni demirin sudan hızla çökerek ayrılmasıdır. Suda demir 2 değerlikte olabilir. Bunlar, iki değerlikli demir (ferro) ve üç değerlikli demir (ferri) halidir. Ferro demir kararlı bir iyon olmayıp ortamda oksijen varsa



reaksiyonu gereğince

demir -3- hidroksit halinde çökerek sudan ayrılır. İndirgeyici koşullar altında yukarıdaki reaksiyon tersine dönerek, suda bol miktarda ferro demir bulunabilir, pH değerinin 6-8 değerlikleri arasında üç değerlikli ferro demirin çözünürlüğü sınırlandırılmış olup, çözünürlük çarpımı  $4.10^{10}$  dan  $5.10^6$  dolayında olur. Daha düşük pH değerlerinde ferri demirin çözünürlüğü artar, çoğunlukla alkali karakterdeki sularda ferri demir, kolloidal halde görülür. Havanın etkisi veya klor ilavesiyle demir, ferri (+3) haline yükseltgenir ve hidrolize olarak çözünmeyen demir 3 oksit haline döner. Özel koşullar altında hava almaksızın toplanan laboratuvar numunelerinin çoğunda demir bu şekilde bulunur. Alkali yüzey sularında demir ender olarak 1 mg/lt değerinden daha fazla konsantrasyonlarda bulunur. Diğer taraftan bazı yeraltı sular ve asidik yüzey sularında fazla miktarda Fe bulunabilir. Litrede 0.3 mg dan itibaren demir içeren suların lezzeti hoş değildir. Böyle sular sanayi ve günlük gereksinim

bakımından kullanılmaya da uygun değildir. Çünkü bazı küçük canlıların oluşumuna yardım ettikleri gibi bunların çoğalarak (alg oluşumu) çöken hidroksitle beraber boruları tıkama tehlikesi vardır.

Dokuma, boya, yıkama, tutkal, yapay ipek, fotoğraf malzemesi, cam, seramik maddeleri imal eden sanayiler litresinde 0,1 mg' dan daha fazla demirli suları kullanamazlar. Bu gibi sular çöküp tıkama olasılığından dolayı kalorifer tesislerinde de kullanılmaz. En uygun litresinde 0,05 mg' dan fazla demiri olmayan suları kullanmak, bulunmadığı takdirde demiri tasfiye yoluna gitmektir.

Demir insan organizmasında özellikle alyuvarların yapısında bulunan, hemoglobinin fonksiyonel bir parçası olması yönünden önemlidir. Bunun dışında demir, kasların myoglobininde, sitokrom, peroksidaz ve katalaz sistemlerinde yer alan yaşamsal önemde bir mineraldir. Bütün insan vücudundaki total miktarının ancak 4-5 gram arasında olmasına karşın bunun 700 mg kadarı karaciğerdedir. Demirin biyokimyasal reaksiyonlar yönünden özellikle solunum sistemi yönünden büyük görevleri vardır. Hayvansal organizma büyük kısmıyla alyuvarlarda yer alan demir içeriğini tekrar tekrar kullanma yeteneğindedir. Bu nedenle günlük demir gereksinimi oldukça ufaktır. Bu çocuklar için 10-15 mg arasında değişir, büyüklerin demir gereksinimi de kadın, erkek, genç veya yaşlı oluşuna göre farklılık gösterir. Genç kadınlarda ve emziren annelerde 18 mg kadardır. Vücuttan dışkı, idrar ve terle atılan demir miktarı ise sadece 1 mg civarındadır. Fazlası karaciğer, kemik iliği ve dalakta toplanır. Demirin büyük miktarının sindirilmesi sonucu haemochromatosis olarak bilinen (normal düzenleyici mekanizmasının etkisiz işlemi) demir birikiminden dolayı dokuya zararlı durum ortaya çıkar (Güler 1997).

### **2.5.2. Bakır**

Bakır ve bileşikleri çevrede dolayısıyla yüzeysel sularda bulunabilirler. Sudaki bakır, suyun pH sı ve karbonat konsantrasyonu ve diğer anyonlarla ilgilidir. Musluk suyunda bulunan bakır miktarı ham su kaynağında ve arıtılmış suda bulunan bakır miktarından fazla olabilir. Çünkü bakır tuzları dağıtım sistemlerindeki çamur kontrolü ve manganezin yükseltgenmesini katalizlemesi yönünden, depolardaki bakteri büyümelerinin kontrolünde kullanılır. Pirinç, bronz borular ve bağlantılarının korozyonu sonucunda, suda ölçülebilecek miktarlarda bakır bulunabilir.

Jeolojik konuma, sanayiye ve gübre kullanımına, yiyeceğe göre topraktan değişik miktarlarda bakır alınır, inorganik esaslı gübrelere Cu miktarı 0.01-0.05 mg/gr' dır. Sebzeler, un, süt ve et ürünlerinde normal olarak bakır miktarı 0.01 mg/gr' dan azdır.

Suda bulunan bakır zararlı değildir. Ancak alüminyum, çinko gibi boruların korozyonunu artırır. Suda litrede 1 mg' dan fazla bakır çamaşırlarda leke yapar. Bu değer 5mg/gr olması halinde bakır suya belirgin bir şekilde acı bir lezzet verir.

İnsan metabolizmasında bakır esas elementlerden birisidir. Yetişkinlerin günde 2.0 mg bakıra ihtiyaç duyduğu tahmin edilmektedir. İnsan kanında ise litrede 0.8 mg Cu<sup>++</sup> iyonu vardır. Eritrosit oluşumunda doku demirinin serbest bırakılmasında, kemik, merkezi sinir sistemi ve bağdoku gelişmesinde önemli rol oynar. Fazla miktarda alınması halinde mukoza iltihaplanması, damar hastalıkları, karaciğer ve böbrek hastalıkları ve depresyonla seyreden merkezi sinir sistemi irritasyonları görülebilir (Güler 1997).

### 2.5.3. Çinko

Bol miktarda bulunan çinko yeryüzü kabuğunun % 0,004 ünü oluşturur. En çok bulunan minerali safirit (ZnS) dir. Bu bileşik Pb, Cu, Cd ve demir sülfürle beraberdir. Topraktaki çinko miktarı 1-300 mikrogram/gr arasında hesaplanmıştır. Atmosferdeki çinko miktarı kaynak noktasına bağlı olarak değişir. Çinko sülfür, oksit ve karbonatları yüksek klorürlü suda çözünür, çinko sülfat tuzları çinko hidroksit ve çinko karbonat şeklinde hidrolize olmaya meyillidir. Doğal sularda çinko az bulunur. Adsorbsiyonla çözülmüş çinkonun miktarı düşer. Musluk suyunda çinko miktarı, galvenizli pirinç borular ve diğer çinkolu yapılardan gelen çinko nedeniyle yüzey sularından daha fazladır. Musluk suyunda çinko miktarı 0,01-1,0 mg/lt arasında genel olarak değişiklik gösterir. Çinko gerek insan ve gerekse hayvanlar için gerekli esansiyel elementlerdendir. Et ve süt ürünleri çinko yönünden zengindir. Baklagiller ve balık zengin çinko kaynağıdır. Bazı önemli yiyecek gruplarındaki çinko miktarları; Sığır etinde 20-60 mikro gr/gr, Süt 3-5 mikro gr/gr, balık ve deniz ürünlerinde 15 mikro gr/gr dan fazla baklagiller ve buğdayda 15-50 mikro gr/gr, yapraklı sebze ve meyvelerde 2 mikro gr/gr dan az olarak saptanmıştır. Normal bir insan gıdalarla ortalama günde 12 mg çinko almaktadır. İçme suyuyla alınan miktar 400 mikro gramı geçmez. Hava ise insanlar için düşük gıda kaynağıdır.

Biyokimyasal yönden çinkonun önemi bazı enzimlerin aktivasyonu için, vazgeçilmez bir madde olduğundan kaynaklanmaktadır. Çinko karbonik anhidraz, alkol ve laktat dehidrogenaz enzimlerinin önemli yapı taşlarından birini oluşturur.



En fazla çinko prostat da bulunur. Pankreas da oldukça büyük miktarda bulunur. Pankreastaki çinko insülin ile birleşmiş haldedir. İnsülin pankreasta çinko bileşiği halinde depo edilir. Ayrıca kemik, adale ve karaciğerde de bulunur. Yaş ve cinsiyete bağlı olarak gerekli olan günlük çinko miktarı 4-15 mg olarak önerilmektedir. Hamileler ve yeni doğum yapmış annelerin günlük gereksinimi 16 mg a kadar çıkar. Gerek insan ve gerekse hayvanlarda çinkonun absorpsiyonu, protein, vitamin ve metallerin alınması gibi birçok faktörlerden etkilenmektedir. Alman çinkonun fazlası vücuttan atılır, dokularda birikim olmaz. Serum ve plazmadaki çinko miktarı litrede 1 mg dır. Kandaki miktarı bunun 5 katıdır. Kırmızı kan hücrelerinde ise litrede 10 mg dır. Çinko zehirli değildir. İnsanlarda çinko zehirlenmesinin belirtisi, kusma, su eksikliği, elektrolit dengesizliği, karın ağrısı, bulantı, uyuşukluk, baş dönmesi, adale kondisyonunda eksiklik şeklinde görülür. Çinko klorürün neden olduğu böbrek yetersizliği görülmüştür. 150 mg günlük çinko dozu bakır ve demir metabolizmasında karışıklık yapar, çünkü bu iki metale metabolizmada ters etki gösterir. Çinko kadmiyum metabolizmasında ters etki gösterir. Çevreden alınan kadmiyumun zehirli etkilerine karşı yüksek çinko dozu belki bazı önlemler getirebilir. Çinko suya arzu edilmeyen ilaç tadı verir. Litrede 5 mg dan fazla çinko opelesans görünüşe neden olur. Ve kaynama esnasında yağlı bir film tabakası meydana getirir. Bu değer tavsiye edilen limit değer olup problem çıkmaması için çinko miktarı bu değerın altında tutulmalıdır (Güler 1997).

#### **2.5.4. Krom**

Krom suda 3 ve 6 değerlikli hallerde bulunur. Ancak 3 değerlikli kroma çok nadir rastlanır. Krom 6 tuzları kanserojenik özelliktedir. Bu nedenle içme sularının krom kirliliğinden korunması gerekir. pH değeri düşük doğal sularda eser miktarda bulunabilir. Sularda kromat bileşiklerinin bulunuşu ancak suyun kirlenmesi sonucunda olabilir. Krom tuzları endüstriyel proseslerde çok miktarda kullanılır. Krom tuzları özellikle metalik kaplamalarda, boya fabrikalarında, boyalarda, patlayıcı maddeler, seramik kağıt gibi endüstrilerde kullanılır. Krom 3 tuzları da tekstil boyalarında mordan olarak, cam ve seramik endüstrisinde ve fotoğrafçılıkta kullanılır. Soğutma sularının korozyon kontrolünde de suya sık sık krom tuzları ilave edilir. Biyolojik olarak krom sindirim ve solunum sistemlerinden absorbe olur. Emilme krom şekline ve emildiği yola bağlıdır. İnsanlar için trivalan krom esas elementtir. Hexavalan krom (Cr) ise toksiktir. Trivalan krom nisbeten az emilir. Trivalan krom tuzlarının % 1-2miktarı emilmektedir. Gıda içindeki kromun en az %10' unun absorbe edildiği tahmin edilmektedir. İçme sularına 1 yıl süre ile hexavalan krom ilave edilen

rastlanan dokularındaki krom seviyesi (25 mg/lit olarak, trivalan kromdan 9 kat fazla olarak tespit edilmiştir. Bu nedenle su içindeki hexavalan kromun emilmesi trivalan kromdan 9 kat (%10) fazladır, solunum sistemlerinden emilme oranı bilinmemektedir. Bu emilme krom partiküllerinin eriyebilmelerine ve büyüklüklerine bağlıdır. Solunan miktarın %50' sinin emildiği sanılmaktadır. Emilen kromun büyük bir miktarı deri, adale ve yağ dokusunda toplanır. Hemostatik mekanizma, karaciğer ve intestinal nakil mekanizmalarla birlikte fazla trivalan krom birikimini önler. Krom başta idrarla olmak üzere gaita ile de atılmaktadır. Krom glikoz ve yağ metabolizması için gerekli bir madde olduğu gibi çeşitli sistemlerde amino asitlerin kullanılması için de gereklidir. Keza insanlarda hafif şeker hastalığı ve arteriosclerosis den korunmak için de gerekli bir elementtir. İnsanlara zararlı etki yapabilecek krom sularındaki hexavalan (+6) krom dur. Trivalan krom ise nisbeten daha az toksik ve lokal veya yaygın sistemik bir etkisi olmayan ve gerekli olan krom şeklidir, dokularda krom seviyesi yüksek olan şahıslarda arteriosderosis nisbeten daha azdır (Güler 1997).

#### **2.5.5. Kurşun**

Toprağın doğal elementlerinden olan kurşun yaklaşık olarak toprakta kilogramda 16 mg miktarında bulunur. Dünya üzerinde göl ve nehir sularının ortalama kurşun içeriği ise litrede 1-10 mikrogramdır. Ancak sulardaki bu değer nadir olmakla beraber endüstriyel bulaşma sonucu daha yüksekte olabilir. Ancak arıtma işleminden sonra suyun dağıtım şebekesine verilmeden önce bu değer çok düşüktür. Evlere verilen çeşme suyunda ise, eğer dağıtım Pb borularla yapılıyorsa veya kurşunla kaplı depolarda bekletiliyorsa bu miktar daha yüksek olmaktadır. Özellikle bu miktar suyun yumuşak, bol oksijenli, nitrat miktarı fazla ve asidik karakterde olması durumunda korozyonun artmasından dolayı daha fazla olmaktadır. Kurşun borular su dağıtımında artık genelde kullanılmasa da bazı ülkelerde henüz kullanılmaktadır.

Birçok ülkede çeşme suyunda Pb seviyesi ortalama 10-20 mikrogramdır. Ancak; İskoçya gibi bazı ülkelerde suyun son derece yumuşak ve pH sınırının düşük olduğu, keza Pb boru ve Pb kaplı su depoları kullanılan ülkelerde bu, normal miktarlardan çok yüksek değerler bulunur. İskoçya' da bu şekilde olan çeşme sularında 300 mg/lit' ye kadar çeşitli değerler bulunmaktadır. Bu değerler suyun kurşun borularda bekleme süresine, depoda bekleme süresine bağlı olduğundan evden eve dahi farklı bulgular tespit edilmiştir.

Günde ortalama 2 litre su içilebileceği dikkate alındığında su ile günde 10-20 mikrogramdan 1 mg' a kadar kurşun alınabileceği tahmin edilmektedir. İçme suyu içindeki

kurşunun sindirim sisteminden olduğu gibi emilmesi önemli bir noktadır. Her ne kadar su içindeki çok ince kurşun partiküllerinin emilebilmesi hakkında fazla bilgi yoksa da suda erimiş kurşunun kolayca emildiği bilinmektedir. Yaşlılarca alınan kurşunun % 10'unun tamamen emilebildiği kabul edilmekte ise de bu midenin dolu veya boş olmasına bağlıdır. Örneğin 6 saat bir açlıktan sonra ağızdan alınan kurşunun emilmesi çok daha artacaktır. Bu oran % 50'ye kadar çıkabilir. Bu durum fareler üzerinde yapılan deneyle tespit edilmiştir. Keza kurşunun sindirim sisteminden emilmesine, kurşun ile birlikte kalsiyum, fosfor, demir, bakır ve çinkonun bulunuşu, yaş ve kişinin fiziksel durumu gibi daha birçok faktörler etki yaparlar. Emilen kurşun kan dolaşımına karışarak yumuşak dokulara ve kemiğe yayılır. Uzun süre kurşun alındığında kan ve yumuşak dokulardaki miktar arasında bir denge sağlanır. Buna karşılık zamanla kemiklerde bir birikim olmaktadır. Bu birikimin yaşla da ilgisi vardır. Alınan kurşunun % 90' ı kemiklerde birikir. Kurşunun kandaki yarı ömrü 2-4 hafta, yumuşak dokularda 4 hafta, kemiklerde ise 27,5 yıldır. Kurşun plasenta ile kolayca yavruya geçer. Alınan kurşun idrar, gaita ve ter ile atılır. Saç ve tırnak kesilmesiyle de buralardaki kurşun atılır.

Yüksek dozda alınan kurşunun biriken genel bir zehir olduğu asırlardır bilinmektedir. Akut kurşun zehirlenmesinde yorgunluk, halsizlik, karın ağrıları, hassasiyet, kansızlık ve çocuklarda davranış bozuklukları bilinen semptomlardır. Düşük seviyelerde kurşun alınması porphobilinogen sentezine gerekli bir enzimin aktivitesini azaltmaktadır. Bu enzim kan sisteminde aminolevulinic asidin porphobilinogene dönüştürülmesinde gerekli bir enzimdir. Keza kurşunun kükürt içeren amino asitlere de bir affinitesi vardır. Keza kurşun mitokondrilere bağlanarak oksijen nakli ve enerji oluşumuna da etki yapmaktadır. Deney hayvanlarında kurşunun çeşitli vücut sistemlerine etkisi araştırılmışsa da insanlarda henüz geniş çapta epidemiyolojik bir inceleme yapılamamıştır. Daha çok işyeri etkilenimiyle ilgili bilgiler bulunmaktadır. Yaşlı ve çocukların kanlarındaki kurşun oranı ile içtikleri su içindeki kurşun arasında kesin bir ilgi açıklığa kavuşmamıştır. Ancak suda fazla kurşun varsa kandaki seviyede bir miktar artış olduğu saptanmıştır. Örneğin yaşlılarda 100 mikrogram/litre kurşun bulunduran suların içilmesi durumunda desimetreküpte 25 mikrogram bir artıştan söz edilmektedir. Litrede suda 100 mikrogram kurşunlu su alan çocukların kanında 40 mikrogram, hamile kadınların kanında 50 mikrogram artış saptanmıştır. Çevreden toplam alınan kurşuna bağlı kandaki oran 1 litre kanda 200 mikrogram olarak tespit edilmiştir (Anonim 1977).

### 3.MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1.Çalışma Alanı

Araştırma 10 Şubat 2015 tarihinde başlamak üzere Şubat, Mart ve Nisan aylarını kapsayacak şekilde numuneler alınarak Kırklareli İli Armağanköy Baraj alanında başlamıştır. Çalışmanın yapıldığı bölge 41°54'59" Kuzey enlemi ile 27°21'16" Doğu boylamı arasında yer almaktadır. Armağanköy Barajı Şekil 3.1 de sunulmaktadır.



Şekil 3.1. Armağanköy Barajı (Anonim 2015)

Trakya Alt Bölgesi'nde hizmet alanı içinde 14 560 km<sup>2</sup> yüzölçümü ile Meriç-Ergene Havzası ve 4 105 km<sup>2</sup> yüzölçümü ile Kuzey Marmara Havzası bulunmaktadır. Türkiye'de yıllık ortalama yağış oranının 643 mm olduğu düşünüldüğünde bölgenin yağış ortalaması 621 mm ile ülke ortalamasının altında kalmaktadır. Kırklareli İl'inin yüzölçümü 655.000 hektar olup yüzölçümünün %41'i kültür arazisi, %40'ı orman, %5'i mera ve geriye kalan %14'ü ise kültür dışı arazidir. Kırklareli İl'inde tarım arazilerinin %82'sinde nadasız kuru tarım, %18'inde sulu tarım yapılmaktadır. Arazilerin 337.554 dekarı devlet tarafından, 150.638 dekarı halk sulaması olmak üzere toplam 488.192 dekarında sulama yapılmaktadır. Kırklareli İli'ne ait sulama alanları Çizelge 3.1.' de verilmiştir.

Araştırmanın yapıldığı Armağanköy Barajı suları Armağan Köy 'üne içme suyu olarak planlanırken diğer taraftan tarımsal sulama suyu olarak da kullanılmaktadır (URL 2).

**Çizelge 3.1.** Kırklareli İli Sulama Alanları (Anonim 2012)

Arazi Kullanım Şekli	Ha	
Tarım Alanı	Sulu Tarım Alanı	48.819
	Kuru Tarım Alanı	215.713
	Toplam	264.532
Çayır Mer'a Arazisi	35.526	
Orman Arazisi	260.079	
Diğer Araziler	94.863	
Toplam Yüzölçümü	655	

Kırklareli İli' nde kuru tarım alanlarının yoğunluğu nedeniyle en çok tarla bitkileri üretilmektedir. Kırklareli İli' nde yetiştirilen ürünlere ait bilgiler Çizelge 3.2.' de sunulmuştur. Kırklareli İli' nde toplam 1.914.187 dekarlık tarım alanının, 1.747.917 dekarı tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin ekilen alanını, 36.338 dekarı sebze bahçeleri alanını ve 21.187 dekarı ise meyveler, içecek ve baharat bitkileri alanları oluşturmaktadır.

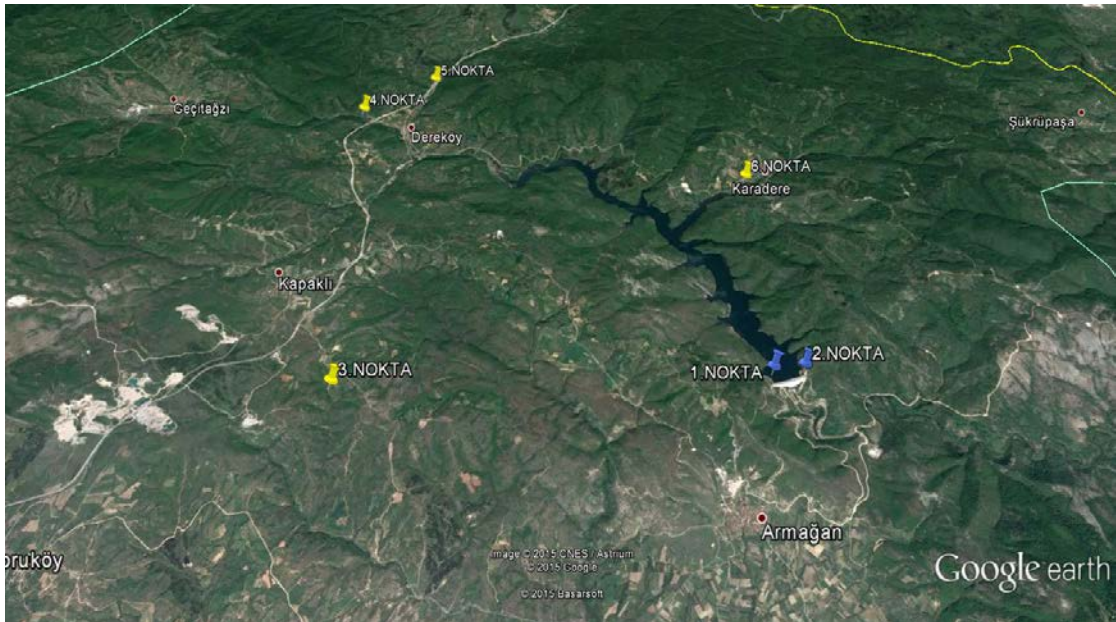
**Çizelge 3.2.** Kırklareli İli'ndeki Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünler Üretimi (Anonim 2012a)

Grup Adı	Ürün Adı	Ekilen Alan (da)	Hasat Alan (da)	Edilen Üretim (ton)	Verim (kg/da)
Patates-Kuru Bakla	Fasulye (kuru)	4.075	4.075	582	143
	Nohut	458	458	55	120
Giller-Yumrular	Patates	2.871	2.844	5.446	1.915
	Buğday	570	564	826	1,465
Hayvan	Fiğ (yeşil ot)	17.902	17.732	25.197	1.421
	Pancar	735	728	2.788	3.83
Saman ve Ot	Korunga	223	222	188	847
	Mısır (silajlık)	83.711	83.711	322.961	3.978
Şeker İmalatında Kullanılan Bitkiler	Sorgun	698	692	2.051	2.964
	Yem Şalgamı	66	66	221	3.348
	Yonca	16.182	16.032	32.059	2
	Yulaf	639	633	847	1.338
	Şekerpancarı	2.887	2.887	10.516	3.643

Tahıllar	Arpa	112.116	112.116	52.76	471
	Buğday	1.033.267	1.033.267	415.52	402
	Çavdar	3.25	3.25	1.039	320
	Çeltik	24.98	24.98	22.806	913
	Mısır (dane)	39.029	39.029	31.388	804
	Tritikale (dane)	1.85	1.85	628	339
	Yulaf	7.071	7.071	2.555	361
Yağlı Tohumlar	Ayçiçeği	454.116	454.116	103.314	228
	Kolza (kanola)	17.4	17.4	6.405	368

### 3.2. Numunelerin Toplanması ve Numune Alma Noktaları

Numuneler; Kırklareli Armağanköy Barajı üzerinde belirlenen 6 noktadan "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliğine" uygun olarak alınmıştır (Şekil 3.2). Barajın sulama suyuna ayrılan kısmından, karışım veya kirli kısmından ve nispeten daha temiz kısmından olmak üzere toplanan numuneler cam kavanozlar içinde uygun koşullar altında laboratuara getirilerek ışık almayacak şekilde buzdolabında +4 °C'de muhafaza edilmiştir.



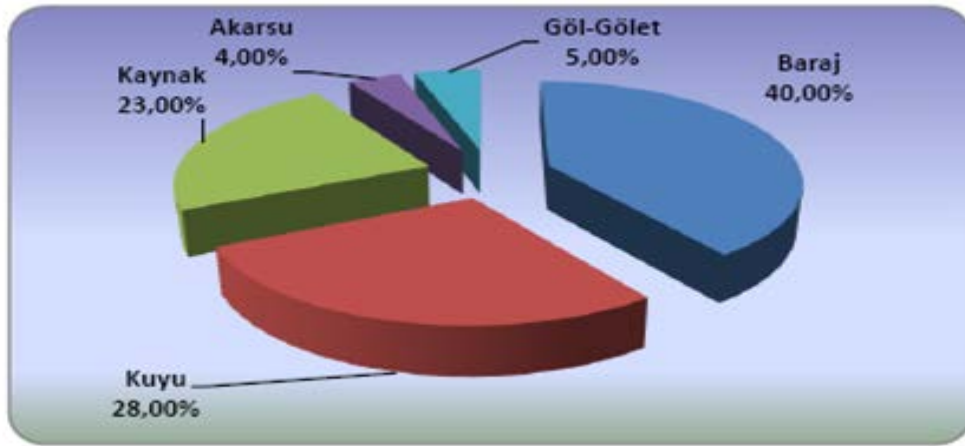
**Şekil 3.2.** Armağanköy Barajı ve Numune Alım Noktaları

Armağanköy Barajı, Kırklareli İli'nde, Kocadere üzerinde, sulama amacıyla 1986-1998 yılları arasında inşa edilmiş bir barajdır. Kaya gövde dolgu tipi olan barajın gövde hacmi

1.553.000 m<sup>3</sup>, akarsu yatağından yüksekliği 61,00 m., normal su kotunda göl hacmi 51,00 hm<sup>3</sup>, normal su kotunda göl alanı 3,00 km<sup>2</sup>'dir. İsmi Dereköy'e bağlı eski adıyla hediye köyünden alan Armağanköy Barajı, baraj suyu tamamen kaynak ve dağ sularıyla beslenmektedir. Baraj içerisinde tatlı su balığı olarak Turna, Levrek, Kefal, Sazan balıkları ile birlikte zararlı tür olarak kabul edilen menekşe levreği yaşamaktadır. Baraj çevresi tamamen doğal ormanlık olduğundan yaban hayatı izlemeniz mümkündür. Özellikle soyu tükendi olarak kabul edilen yaban kedisini, karacaları bu bölgede görebileceğiniz gibi bir çokda keşfedilmemiş mağara bulmak mümkündür. Baraj 5.623 hektarlık bir alana sulama hizmeti vermektedir (Anonim 2013).

Kırklareli İli' nin içme ve kullanma suyu 2013 yılında %95 oranında yüzeysel su kaynağı olan Kırklareli barajından sağlanmaktadır. Kırklareli barajı dışında kullanma suyu olarak gerektiğinde su şebekesine verilen ve kapasiteleri yaklaşık olarak 10lt/sn olan Bademlik Mah. Karahıdır Mah., Pınar Mah. Karacaibrahim Mah. Su kuyuları bulunmaktadır. 2013 yılında içme suyu arıtma tesisinden verilen toplam su miktarı 6.780.210 m<sup>3</sup> tür. 350.000-400.000 m<sup>3</sup> kadar su ise mahalle çeşmeleri ve su kuyularından tedarik edilmiştir. Genel olarak içme ve kullanma suyu kaynakları, yüzey ve yer altı sularından oluşmaktadır (Anonim 2013).

İçme suyu temin edilen kaynakların potansiyel yüzdeleri Şekil 3.3.' de gösterilmiştir.



**Şekil 3.3.** İçme Suyu Temin Edilen Kaynağın Adı, Mevcut Durumu (Anonim 2013)

Kırklareli İli'ne ait mevcut yeraltı ve yerüstü su kaynakları potansiyeli Çizelge 3.3.'de belirtilmiştir.

### Çizelge 3.3. Su Kaynakları Potansiyeli (Anonim 2013)

SU KAYNAKLARI POTANSİYELİ			
Yerüstü suyu ( il çıkışı top. ort. akım )	:	1.137	hm <sup>3</sup> /yıl
Yeraltı suyu	:	125	hm <sup>3</sup> /yıl
<b>Toplam su potansiyeli</b>	:	<b>1.262</b>	<b>hm<sup>3</sup>/yıl</b>
<b>Doğal göl yüzeyleri</b>	:	<b>363</b>	<b>ha</b>
<b>Baraj rezervuar yüzeyleri</b>	:	<b>1.907</b>	<b>ha</b>
Kayalıköy Barajı	:	1.022	ha
Kırklareli Barajı	:	580	ha
Armağan Barajı	:	305	ha
<b>Gölet rezervuar yüzeyleri</b>	:	<b>54</b>	<b>ha</b>
<b>Akarsu yüzeyleri</b>	:	<b>114</b>	<b>ha</b>
Ergene Nehri	:	114	ha
<b>Toplam su yüzeyleri</b>	:	<b>2.438</b>	<b>ha</b>

Kırklareli İli'ne ait sulama alanları dekar cinsinden Çizelge 3.4.' de verilmiştir.

### Çizelge 3.4. Damlama, yağmurlama veya basınçlı sulama yapılan alan ve kullanılan su miktarları (Anonim 2013)

#### 2013 YILI KIRKLARELİ İLİ SULAMA ALANLARI ( Dekar )

	Merkez	Babaeski	Demirköy	Koçfaz	Lüleburgaz	P.Köy	Pınarhisar	Vize	TOPLAM
<b>DEVLET SULAMASI</b>	201.190	43.078	2.160	0	51.506	14.000	7.950	17.670	<b>337.554</b>
<b>HALK SULAMASI</b>	17.835	65.802	9.300	796	28.940	13.145	7.950	6.870	<b>150.638</b>
<b>Toplam</b>	219.025	108.880	11.460	796	80.446	27.145	15.900	24.540	<b>488.192</b>

Tarım arazilerinin %82'sinde nadassız kuru tarım, %18'sinde ise sulu tarım yapılmaktadır. Arazilerin, 337.554 hektarı devlet, 150.638 dekarı ise halk sulaması olmak üzere toplam 488.192 dekarında sulama yapılmaktadır (Anonim 2013).

Armağanköy barajı teknik bilgileri Çizelge 3.5.' de verilmiştir.



### Çizelge 3.5. Kırklareli Armağanköy Barajı'na Ait Teknik Bilgiler

ARMAĞANKÖY BARAJI	
Adı	ARMAĞAN
Yeri	Kırklareli
Akarsu	Kocadere
Amaç	Sulama
İnşaatın Başlama-Bitiş Yılı	1986 – 1998
Gövde Dolgu Tipi	Kaya
Gövde Hacmi	1553 dam <sup>3</sup>
Yükseklik (Talvegden)	61 m
Normal Su Kotunda Göl Hacmi	51 hm <sup>3</sup>
Normal Su Kotunda Göl Alanı	3 km <sup>2</sup>
Sulama Alanı	5623 ha
Güç	MW
Yıllık Üretim	GWh

2013 yılı Kırklareli İli'ne ait tarım alanlarının sınıfsal dağılımı Çizelge 3.6' de verilmiştir.

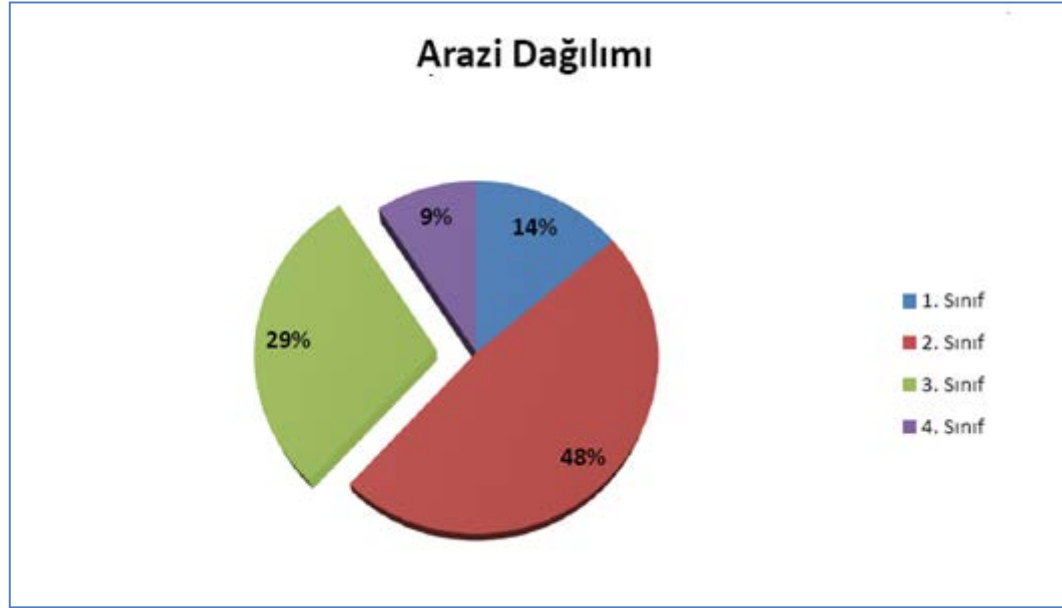
### Çizelge 3.6. 2013 Yılı Kırklareli İli Tarım Alanlarının Sınıfsal Dağılımı (Anonim 2013)

2013 Yılı Kırklareli İli Tarım Alanlarının Sınıfsal Dağılımı

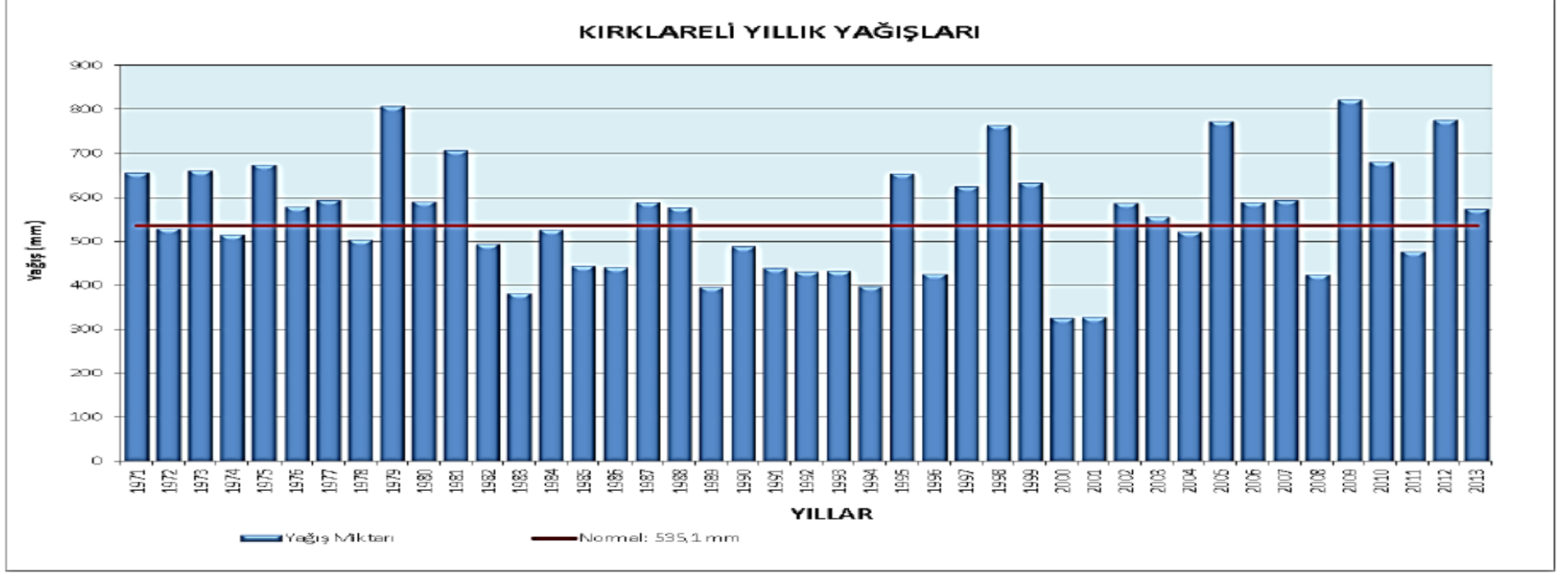
	Toplam	Merkez	Babaeski	Demirköy	Koççaz	Lüleburgaz	Pehlivan köyü	Pınarhisar	Vize
Toplam Tarım Alanı (hektar)	655.000	160.400	65.200	94.500	55.100	98.400	11.400	58.100	111.900
I. Sınıf	62.434	8.158	16.165	152	25	21.603	3.199	7.309	5.823
II. Sınıf	217.067	49.679	38.491	9.429	5.651	57.271	4.710	22.917	28.919
III. Sınıf	129.976	34.356	9.001	15.642	18.173	16.660	3.183	8.093	24.868
IV. Sınıf	41.784	7.913	1.352	9.340	3.510	2.060	284	380	16.945
V. Sınıf	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VI. Sınıf	129.875	37.803	134	36.649	26.196	0	0	7.099	21.994
VII. Sınıf	71.792	22.158	0	22.854	1.545	0	0	12.074	13.161
VIII. Sınıf	2.072	333	57	434	0	806	24	228	190

### Kırklareli İli 2012 yılına ait sınıfsal arazi dağılımı

Şekil 3.4.' de görüldüğü gibi 2. Sınıf topraklar arazinin hemen hemen yarısını oluşturmaktadır.



Şekil 3.4. Kırklareli İli'nin 2012 Yılı Arazi Kullanım Durumu (Anonim 2013)



**Şekil 3.5. Kırklareli İli Yıllık Yağışları (Anonim 2014)**

Kırklareli İli'nin Karadeniz kıyıları, iç kesimlere göre daha yağışlıdır. Bu durum büyük ölçüde denizin varlığına bağlıdır. Deniz üzerinden gelen nemli hava kütleleri, Yıldız Dağları'nın da etkisi ile kıyı kesimlere yağış bırakmaktadır. Kıyıların, Ergene yöresine göre daha ılık olması da yine denizin etkisiyledir. Deniz suyu, Güneşten gelen sıcakların bir bölümünü tuttuğu için bünyelerinde enerji yıllık sıcaklık farkı kıyıda daha azdır. Karadeniz kıyılarında don olayları, iç kesimlere göre daha az görülmektedir. Kırklareli İli'ne ait yıllık yağışlar Şekil 3.5.' da verilmiştir (Anonim2014).

### **3.3. Yöntem**

Ca, Mg, Na, K, S, Mn, Mo, Fe, Cu, Zn, As, Hg, Cd, Ni, Cr ve Pb ölçümleri Namık Kemal Üniversitesi Merkez Laboratuvarı'nda (NABİLTEM), pH, EC, ÇO ve AKM ölçümleri Namık Kemal Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında Standart Metodlar'da belirtilen esaslara göre gerçekleştirilmiştir (APHA, 1992).

#### **3.3.1. pH, Elektriksel iletkenlik (EC) ve Çözünmüş oksijen (ÇO) ölçümü**

ÇO ölçümleri Standart Metot 4500 O-B İodometric Metota göre yapılmıştır. pH metre olarak Thermo Orion 3 star, iletkenlik ölçümünde ise Thermo Orion 3 star EC metre kullanılmıştır (Standart Metot 2540 D).

#### **3.3.2. Askıda katı madde (AKM) ölçümü**

Askıda katı madde standart metotlarda belirtildiği üzere belirli miktardaki su örneğinin filtreden geçirilerek 103-105 °C'de kurutularak tartılması ile belirlenmiştir (Standart Metot 2540 D).

#### **3.3.3. Katyon ve anyon ölçümleri**

Kasyonlar (Na, Ca, Mg, K) ve Anyonlar (S) ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy) ile belirlenmiştir (APHA,1992). Ölçüm değerleri Ek 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8.' de gösterilmiştir.

Ölçümleri yapılan elementlerin LOD (ppb) ve LOQ (ppb) değerleri Ek 3.1. ve 3.2' de verilmiştir. Örnekler bulanık olmadığından dolayı asit ile ön işlem yapılmamıştır. Cihazda metod oluşturulurken Ek 3.3.' de dalga boyları kullanılmıştır. Uygun konsantrasyonlarda standartlar hazırlandıktan sonra dalga boylarında numuneler okutulmuş ve standart grafik çizilmiştir. Standart grafik çizildikten sonra bir standart ile cihaz kontrol edilmiş ve sonra numuneler okunmuştur.

Cihaz koşulları aşağıdaki gibidir:

Cihaz parametreleri:

Plasma power: 1400 W

Pump speed: 30 Rpm

Coolant flow: 12 l/min

Auxiliary flo

w: 1 l/min

Nebulizer flow: 1 l/min

### 3.3.4. Ağır metal ölçümü

Numuneler, nitrik ve hidrolik asit karışımı ile digestion edildi. Bu yöntemle, toplam metallerin ölçümü için örnek hazırlanmıştır. Toplam metaller inorganik ve organik bağlı, çözülmüş yada partikül halde bulunurlar. Sıcak seyreltik mineral asit ile geri akışa alınarak filtrelenmiş sulu örnek işlemlere tabi tutulmuştur. Bulanıklık > 1NTU veya gözle görülür herhangi bir renk yada koku varsa ölçüm doğrulamak için bulanıklık <1 NTU veya herhangi gözle görülür rengi olmayan ve de kokusuz numuneye belirlenmiştir. Ölçüm değerleri Ek 3.9, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15 ve 3.16' da sunulmuştur. Bu digestion işlemi tüm partikül metalleri çözünürleştirmek için yeterince güçlü olmayabilir. Fakat bu durumda bile, bu yöntemin bir sınırlaması yoktur çevresel veya ekolojik metaller için kullanılabilir. Bu yöntem, gümüş ihtiva eden konsantrasyonu 0.1 mg /L'ye kadar olan sulu bir numune digestionu için uygundur. Yüksek miktarlarda gümüş içeren numuneler digestion öncesi seyreltilir. Baryumun çözünürlük ve stabilitesi serbest sülfat mevcudiyetinde sınırlıdır. Bu yöntem uçucu, kaynama noktası düşük organik civa bileşikleri için uygun değildir. Bazı uçucu selenyum türünün ( dimetil selenid gibi ) kısmen kaybolması görülebilir fakat bu yöntemle kurtarılabilir.

#### Deneyde Kullanılan Malzemeler;

1. Isıtma kaynağı (örneğin blok çürütücü, ocak, su banyosu).
2. Asit dağıtıcı.
3. Digestion kapları (örneğin blok çürütücü tüp, bardak, şişe vb.).
4. Eldiven.
5. Filtreler (isteğe baskı, büyük gözenekli filtrasyon tüpleri) analiz öncesi bazı örnekler için filtrasyon gerekebilir.
6. Filtre hunileri (isteğe bağlı).
7. Cam termometre veya uygun sıcaklık sensörü.

## Deneyin Yapılışı;

Asitlenmemiş numuneler  $\text{HNO}_3$  ile asitleştirilerek  $\text{pH} < 2$  ye dengelendi. Örnek karıştırılmak için çalkalandı. Numuneler en az 16 saat boyunca kendi orijinal kaplarında bekletildi. Bu yöntemde 50 ml alt numune kullanıldı. Örneklenen numune hacmi değişmemesi için  $\text{HNO}_3$  veya  $\text{HCl}$  ile aşağı yada yukarı ölçümlendirildi. Ölçümlerde ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy) cihazı (Şekil 3.7.) kullanılmıştır.

1. Digestion öncesi örnekleme homojen olması için iyice çalkalandı.
2.  $50 \pm 1$  ml alt numune alınır digestion için digesiton kabına konulur ve kapağı kapatıldı ve kap işlemlere dayanıklı olmalıdır. Bir digesiton örneği yanında yine aynı numuneden şahit numune, bir cam kaptayada erlenmayerde izlenmek üzere alındı. Şahit numune, her örnek için referanslı laboratuvarlarca kontrol edildi.
3. Her numune için  $1.0 \pm 0.1$  ml derişik  $\text{HNO}_3$  ve  $0.50 \pm 0.05$  ml konsantrasyonlarda  $\text{HCl}$  eklendi.
4. Her örnek için şahit numune hazırlandı. Digestion kabına  $50 \pm 1$  ml deiyonize su eklenir.  $1.0 \pm 0.1$  ml  $\text{HNO}_3$  ve  $0.50 \pm 0.05$  ml  $\text{HCl}$  eklendi.
5. Her örnek için referans malzeme ve laboratuvar kontrol numunesi hazırlandı. Bir digestion kabına 1 ml RM veya LCS çözeltisinden eklendi.
6. En az bir numune her parti için çoğaltılarak hazırlandı.
7. Numuneler 2-2.5 saat  $95 \pm 5^\circ \text{C}$  de kapaklı digestion kabında saklandı.
8. 2-2.5 saat  $95 \pm 5^\circ \text{C}$  de bekletilen örnekler ısı kaynağından çıkarıldı ve en az 30 dakika soğumaya bırakıldı (bu yöntem herhangi bir potansiyel zararlı duman oluşumunu azaltmak için yapıldı).
9. Digestion kapağı çıkarıldı ve deiyonize su ile geri kazanmak için  $50 \pm 1$  ml ye numune tamalandı. Karıştırmak için örnekler çalkalandı.
10. Uygun analitik yöntemler kullanılarak digestion numunesi analiz edildi.
11. Digestion ve analiz sırasında gözlenen herhangi anormal durum rapor yada kayıt edilmedi (US EPA Method 200.2).



**Şekil 3.6.** Ağır Metal Ölçümünde Kullanılan ICP Cihazı (US EPA Method 200.2).

### **3.3.5. İstatistiksel analizler**

Deney sonuçlarına istatistiksel analiz uygulanmış ve su kalite kriterleri arasındaki regresyonel ilişkiler hem lineer hem de yarı logaritmik olarak Windows Excel programında eğri çizilerek belirlenmiştir.

## **4. BULGULAR VE TARTIŞMA**

### **4.1. Analiz Sonuçları**

Yöntem kısmında tanımlanması yapılmış olan baraj suyu numunelerinin Şubat ayı analiz sonuçları Çizelge 4.1.' de, Mart ayı sonuçları Çizelge 4.2.' de ve Nisan ayı analiz sonuçları Çizelge 4.3.' de sunulmaktadır.



**Çizelge 4.1.** Kırklareli İli Armağanköy Barajı Sularının Şubat 2015 Döneminde İzlenen Su Kalite Parametreleri

Numune No	Koordinatlar	Rakım	pH	EC µS/cm	ÇO mg/L	AKM mg/L	Ca ppm	Mg ppm	Na ppm	K ppm	S ppm	Mn ppm	Mo ppm	Fe ppm	Cu ppm	Zn Ppm	As-Hg-Cd- Ni-Cr-Pb ppm
1	415301 K 272601 D	424 m	7.3	1.07	4.12	0.0037	50614	6449	3783	1.197	3363.40	4.126	4.493	201.545	1.925	0	0
2	415051 K 272558 D	424 m	7.37	1.39	6.98	0.00255	48636	6207	3609	1.129	3412.35	2.798	2.326	169.240	1.694	0	0
3	415251 K 272141 D	429 m	7.24	0.39	7.54	0.00692	79273	13300	3693	0.759	3202.13	8.371	1.738	73.409	0	0	0
4	415609 K 272121 D	433 m	7.55	0.29	6.84	0.04085	83024	10577	3052	1.701	3339.65	23.292	0	120.881	0	3.609	0
5	415638 K 272213 D	428 m	7.35	0.43	7.20	0.00065	43928	5372	7571	0.528	3402.11	43.633	2.100	219.150	1.283	0	0
6	415510 K 272608 D	431 m	7.03	0.39	5.77	0.05235	55375	6506	4938	1.267	3638.26	5.338	2.404	68.703	0	0	0

**Çizelge 4.2.** Kırklareli İli Armağanköy Barajı Sularının Mart 2015 Döneminde İzlenen Su Kalite Parametreleri

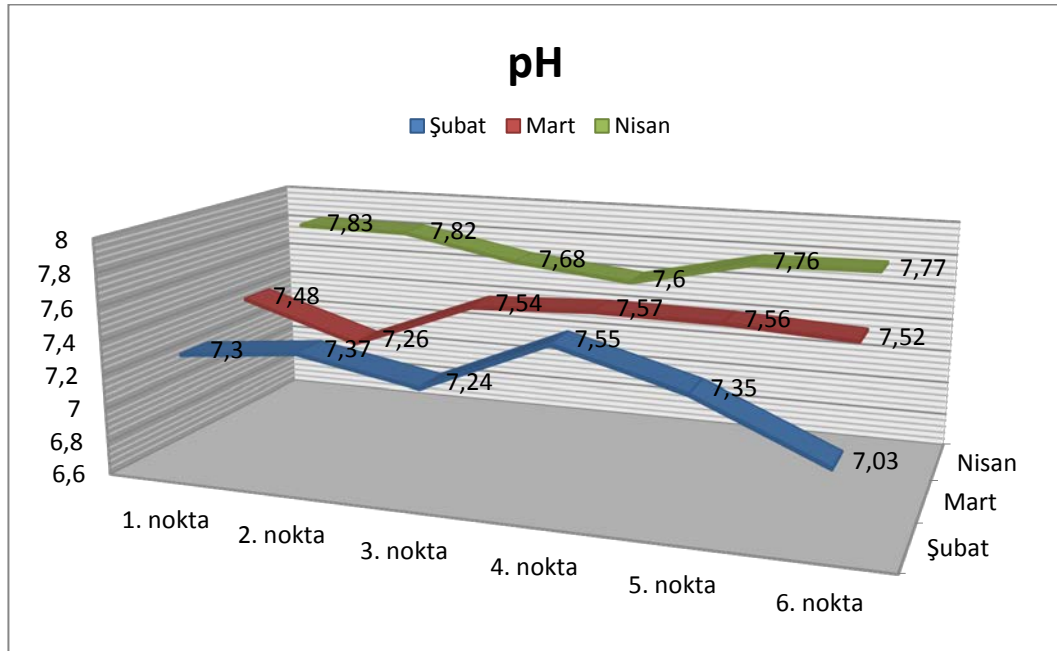
<b>Numune No</b>	<b>Koordinatlar</b>	<b>Rakım</b>	<b>pH</b>	<b>EC µS/cm</b>	<b>ÇO mg/L</b>	<b>AKM mg/L</b>	<b>Ca ppm</b>	<b>Mg ppm</b>	<b>Na ppm</b>	<b>K ppm</b>	<b>S ppm</b>	<b>Mn ppm</b>	<b>Mo ppm</b>	<b>Fe ppm</b>	<b>As Ppm</b>	<b>Cu-Zn-Hg- Cd-Ni-Cr- Pb ppm</b>
1	415301 K 272601 D	424 m	7.48	4.26	3.90	0.1540	47154	6857	3515	1.199	3395	1.740	3.993	128.137	1.199	0
2	415051 K 272558 D	424 m	7.26	3.72	6.30	0.0055	47241	6787	3548	1.151	3402	0.000335	0	17.505	1.151	0
3	415251 K 272141 D	429 m	7.54	5.33	7.20	0.0130	49931	5687	4237	0.975	3597	5.998	0	31.671	0.975	0
4	415609 K 272121 D	433 m	7.57	5.09	6.30	0.0385	66133	13213	3617	0.716	3245	0.000504	0	56.026	0.716	0
5	415638 K 272213 D	428 m	7.56	3.06	6.60	0.0060	71043	10761	3035	0.968	3561	32.640	0	109.314	0.968	0
6	415510 K 272608 D	431 m	7.52	2.92	5.40	0.1500	36209	5138	5192	0.449	3053	5.861	0	41.017	0.449	0

**Çizelge 4.3.** Kırklareli İli Armağanköy Barajı Sularının Nisan 2015 Döneminde İzlenen Su Kalite Parametreleri

Numune No	Koordinatlar	Rakım	pH	EC $\mu$ S/cm	ÇO mg/L	AKM mg/L	Ca ppm	Mg ppm	Na ppm	K ppm	S ppm	Mn ppm	Mo ppm	Fe ppm	Cu ppm	Zn ppm	As ppm	Cd Ppm	Hg-Ni ppm	Cr ppm	Pb ppm
1	415301K272601D	424 m	7.83	3.69	6.3	0.006	51931	6335	3692	0.854	3.198	5.523	0.000782	44.962	0	0	6.893	0	0	0.000965	0
2	415051K272558D	424 m	7.82	3.70	6	0.004	51297	6268	3555	0.853	3.155	2.915	0.000336	35.128	0	0	5.955	0	0	0	0
3	415251K272141D	429 m	7.68	5.27	6.3	0.0045	68543	12167	4246	0.540	2.927	1.654	0	45.089	0	0	9.332	0	0	0.000082	0
4	415609K272121D	433 m	7.60	4.74	5.7	0.023	68843	9850	3064	0.858	3.167	1.121	0	42.395	0	0	7.692	0,00008	0	0.000792	0
5	415638K272213D	428 m	7.76	1.29	3.6	0.056	24289	2846	4408	0.549	2.382	7.499	0	660.581	3,09	0	3.459	0	0	0.001649	0
6	415510K272608D	431 m	7.77	3.78	6.6	0.002	50213	5985	4485	1.072	3.179	0.000353	0.000183	43.904	0	0	3.579	0	0	0.000494	0.002704

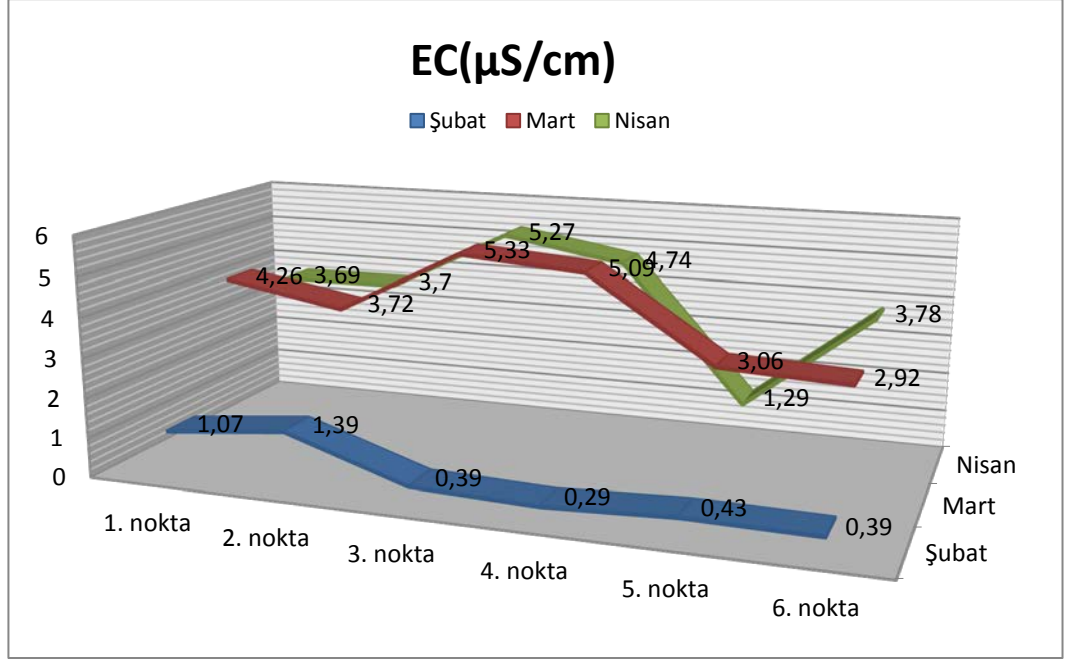
## 4.2. Analiz Sonuçlarının Yorumlanması

Yüzeysel su kalite kriterleri ile kıyaslaması yapılan ve farklı 6 noktadan toplanan su numunelerinin aylara göre pH değerlerinin değişimi Şekil 4.1.'de sunulmaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere pH değerleri 7.03-7.83 aralığında değişmektedir. pH'nın 3 ayda ki en yüksek değeri Nisan ayında 5. numune alım noktasında belirlenmiştir.



**Şekil 4.1.** Su Numunelerinde pH Değerlerinin Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi

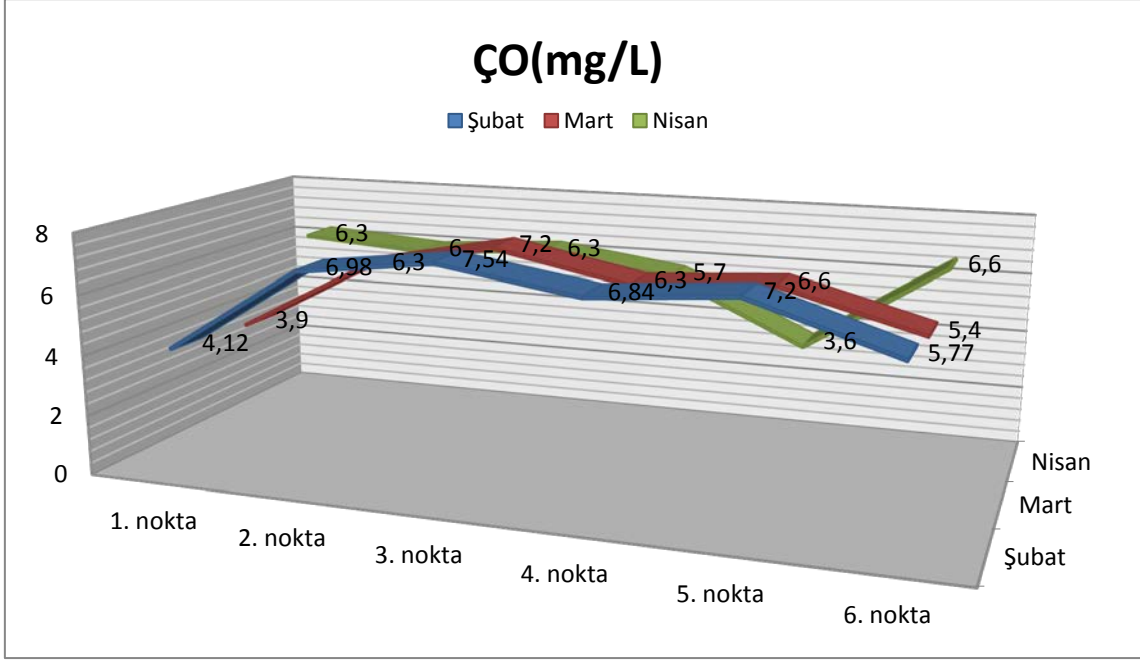
Yüzeysel su kalite kriterleri ile kıyaslaması yapılan ve farklı 6 noktadan toplanan su numunelerinin aylara göre Elektriksel İletkenlik (EC) değerleri değişimi Şekil 4.2.'de sunulmaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere EC değerleri 0.29-5.33  $\mu\text{S}/\text{cm}$  aralığında değişmektedir. EC'in 3 ayda ki en yüksek değeri Mart ayında 3. numune alım noktasında belirlenmiştir.



**Şekil 4.2.** Su Numunelerinde EC Değerlerinin Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi

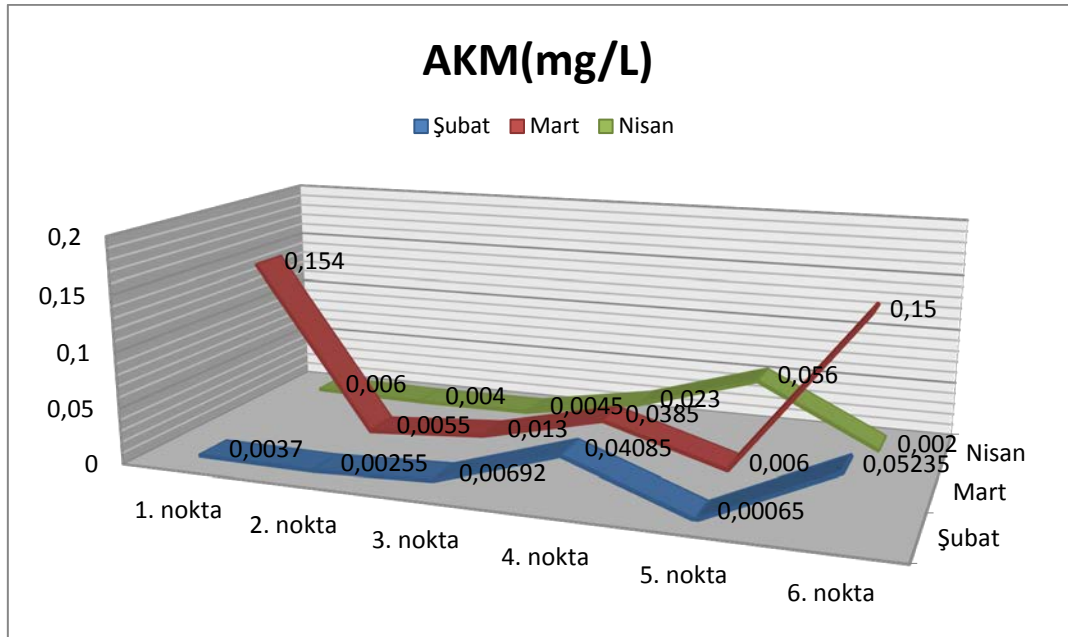
Yüzeysel su kalite kriterleri ile kıyaslaması yapılan ve farklı 6 noktadan toplanan su numunelerinin aylara göre Çözünmüş Oksijen (ÇO) değerlerinin değişimi Şekil 4.3.'de sunulmaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere ÇO değerleri 3.6-7.54 mg/L aralığında değişmektedir. ÇO'nin 3 aydaki en yüksek değeri Şubat ayının 3. numune alım noktasında belirlenmiştir.

Çözünmüş Oksijen parametresinde Şubat ayından Mart ve Nisan aylarına doğru bütün numune alım noktalarında azalma görülmektedir. Bu durum hava sıcaklığının giderek artışı ile birlikte oksijenin sudaki çözünürlüğünün azalmasına bağlanabilir.



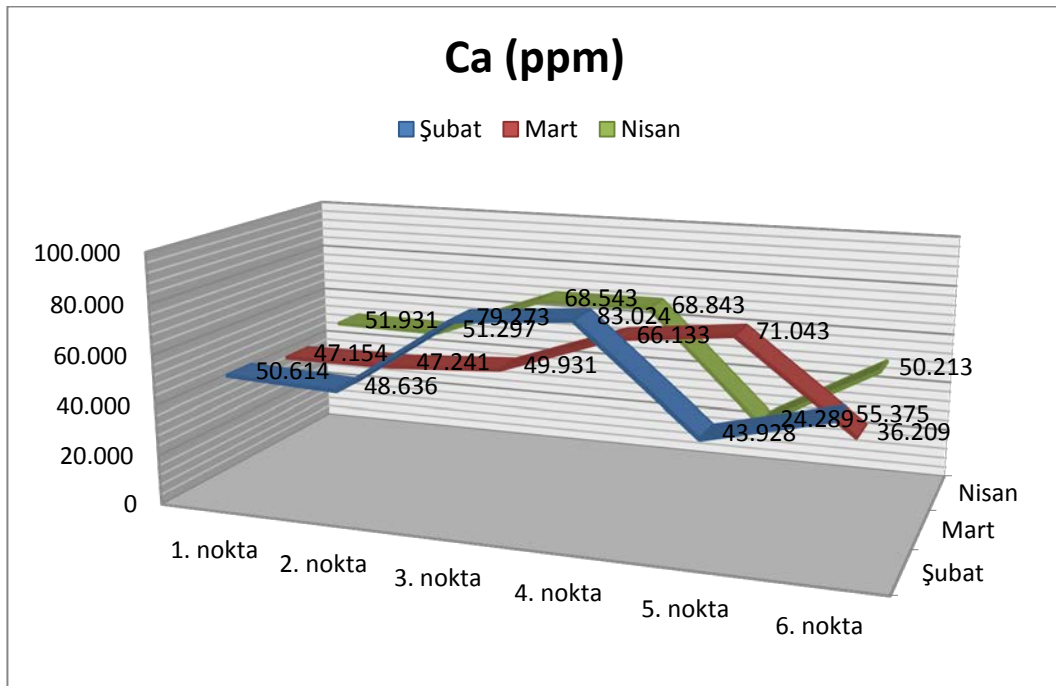
**Şekil 4.3.** Su Numunelerinde ÇO Değerlerinin Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi

Yüzeysel su kalite kriterleri ile kıyaslaması yapılan ve farklı 6 noktadan toplanan su numunelerinin aylara göre AKM değerlerinin değişimi Şekil 4.4.'de sunulmaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere AKM değerleri 0.002-0.154 mg/L aralığında değişmektedir. AKM'nin 3 ayda ki en yüksek değeri, Mart ayında ve 1. numune alım noktasında belirlenmiştir.



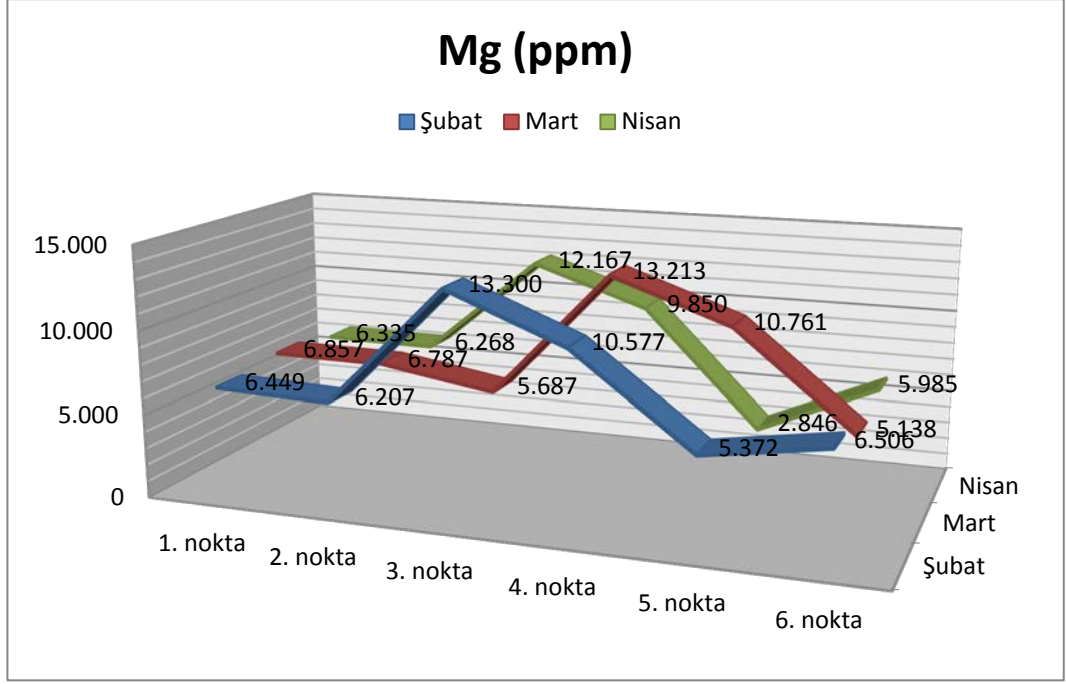
**Şekil 4.4.** Su Numunelerinde AKM Değerlerinin Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi

Yüzeysel su kalite kriterleri ile kıyaslaması yapılan ve farklı 6 noktadan toplanan su numunelerinin aylara göre Ca değişimi Şekil 4.5.'de sunulmaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere Ca konsantrasyonu 24.289-83.024 ppm aralığında değişmektedir. Kalsiyum'un 3 ayda ki en yüksek konsantrasyonu Şubat ayının 4. numune alım noktasında belirlenmiştir. Armağanköy baraj sularının katyon konsantrasyonları her üç ayda da (Şubat-Mart-Nisan) sırasıyla  $Ca^{2+} > Mg^{2+} > Na^{+} > K^{+}$  olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar Ma v.d., (2009), Ekmekyapar v.d., (2014) tarafından yüzeysel su havzalarında yapılan benzer çalışmalar ile uyumludur.



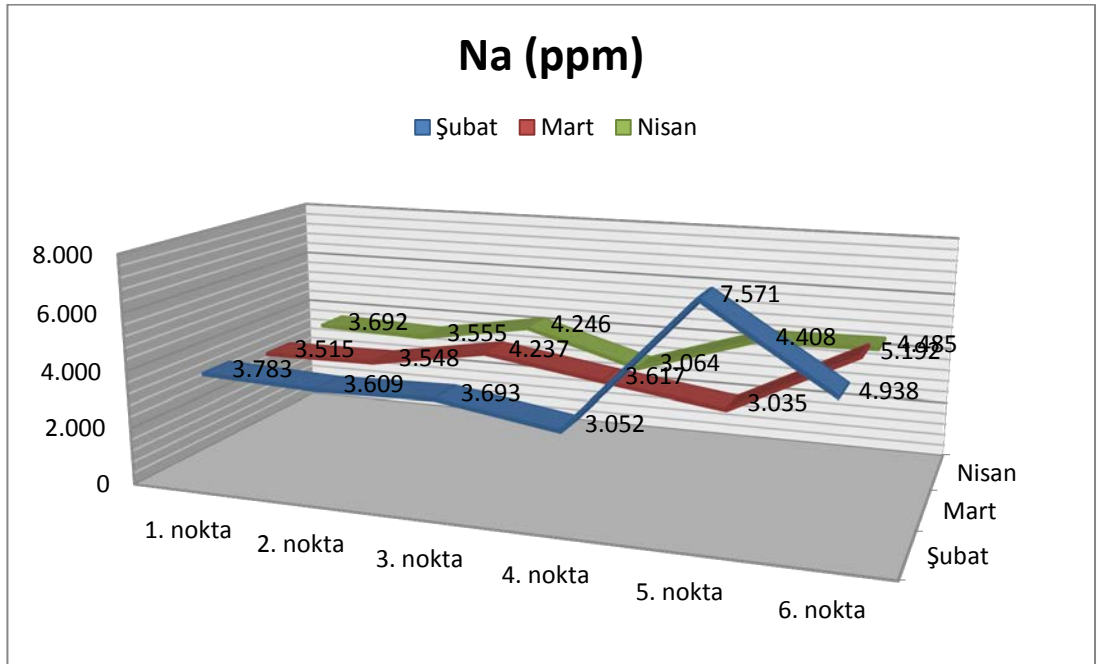
**Şekil 4.5.** Kalsiyum Konsantrasyonunun Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi

Yüzeysel su kalite kriterleri ile kıyaslaması yapılan ve farklı 6 noktadan toplanan su numunelerinin aylara göre Mg konsantrasyonu değişimi Şekil 4.6.'de sunulmaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere Mg konsantrasyonu 2.846-13.300 ppm aralığında değişmektedir. Magnezyum'un 3 ayda ki en yüksek konsantrasyonu Şubat ayının 3. numune alım noktasında belirlenmiştir.



**Şekil 4.6.** Magnezyum Konsantrasyonunun Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi

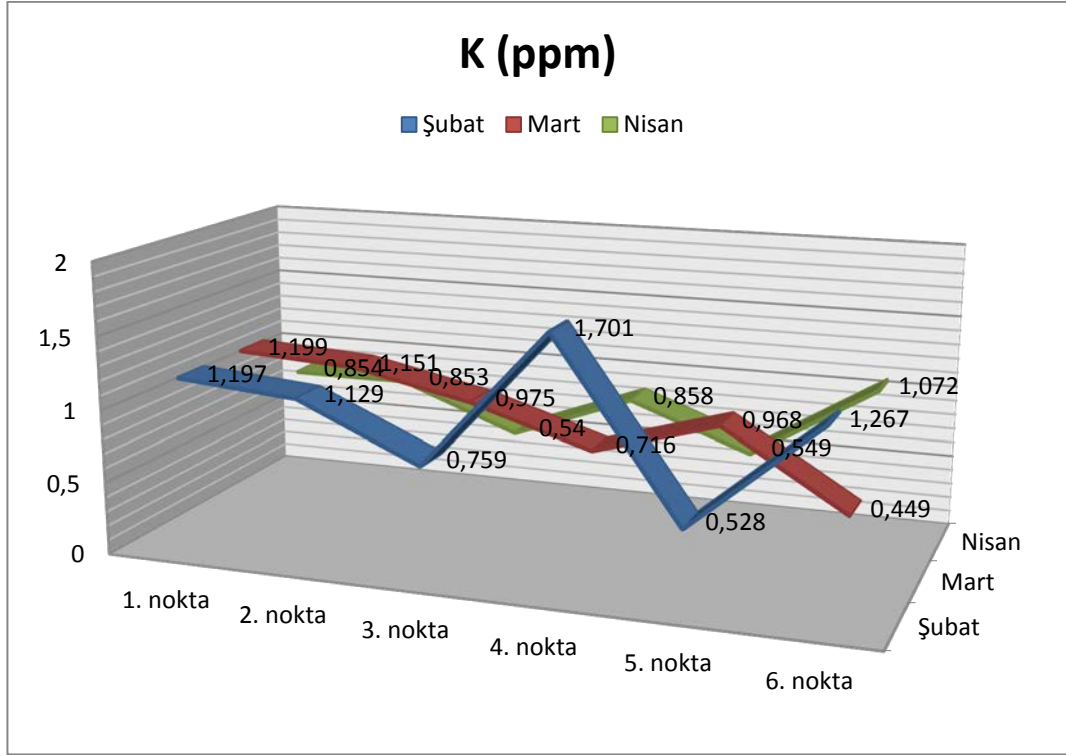
Yüzeysel su kalite kriterleri ile kıyaslaması yapılan ve farklı 6 noktadan toplanan su numunelerinin aylara göre Na konsantrasyonu değişimi Şekil 4.7.'de sunulmaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere Na konsantrasyonu 3.052-7.571 ppm aralığında değişmektedir. Sodyum'un 3 ayda ki en yüksek konsantrasyonu Şubat ayının 5. numune alım noktasında belirlenmiştir.



**Şekil 4.7.** Sodyum Konsantrasyonunun Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi

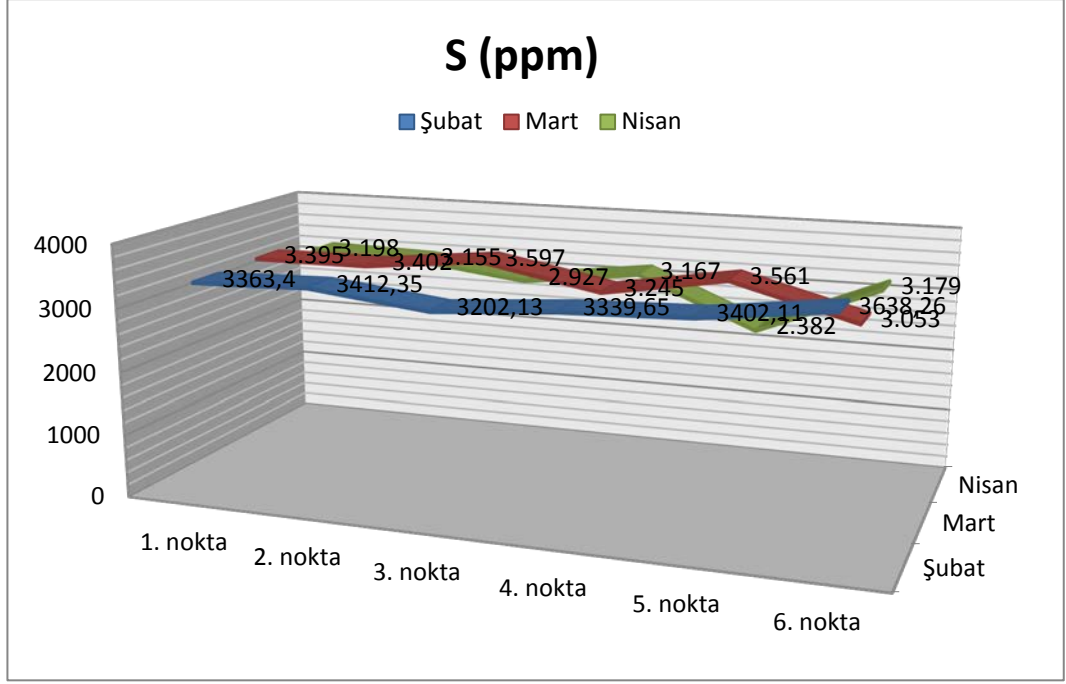


Yüzeysel su kalite kriterleri ile kıyaslaması yapılan ve farklı 6 noktadan toplanan su numunelerinin aylara göre K konsantrasyonu değişimi Şekil 4.8.'de sunulmaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere K konsantrasyonu 0.449-1.701 ppm aralığında değişmektedir. Potasyumun 3 ayda ki en yüksek konsantrasyonu Şubat ayının 4. numune alım noktasında belirlenmiştir.



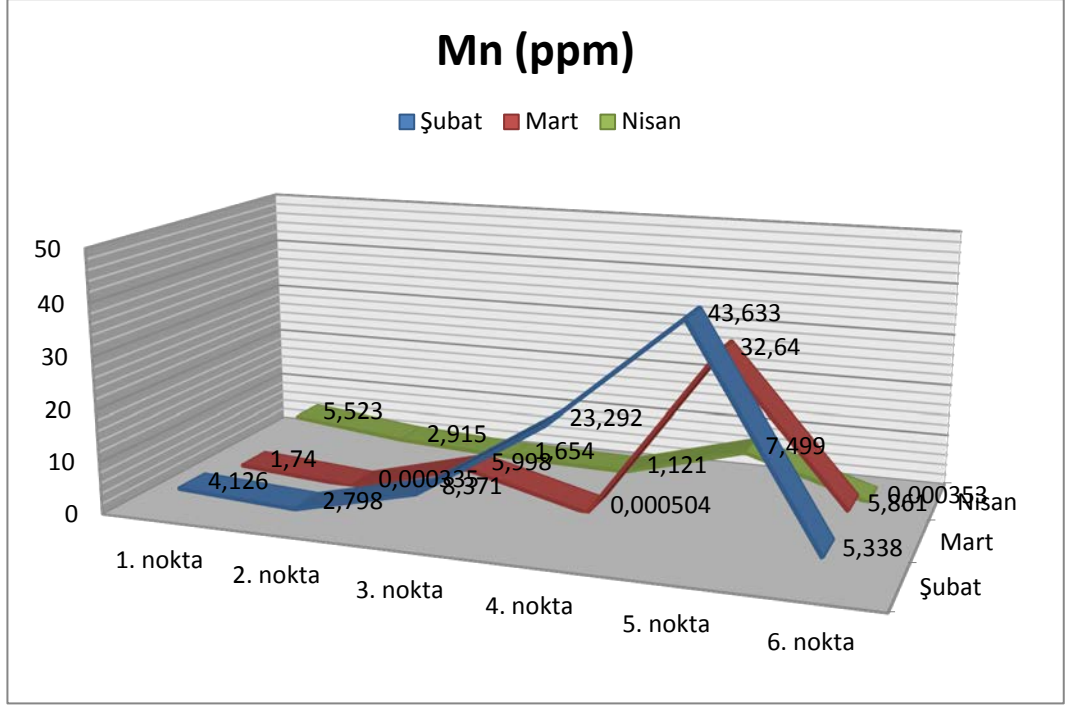
**Şekil 4.8.** Potasyum Konsantrasyonunun Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi

Yüzeysel su kalite kriterleri ile kıyaslaması yapılan ve farklı 6 noktadan toplanan su numunelerinin aylara göre S konsantrasyonu değişimi Şekil 4.9.'de sunulmaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere S konsantrasyonu 2.382-3.651 ppm aralığında değişmektedir. Kükürt'ün ayda ki en yüksek konsantrasyonu Nisan ayında 5. numune alım noktasında belirlenmiştir.



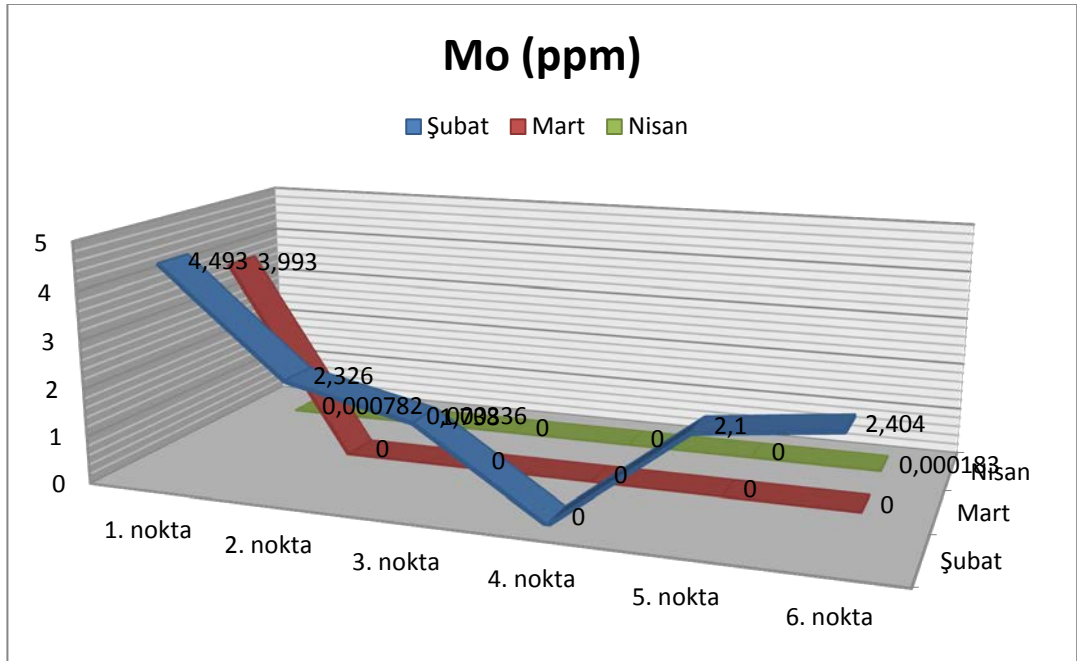
**Şekil 4.9.** Kükürt Konsantrasyonunun Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi

Yüzeysel su kalite kriterleri ile kıyaslaması yapılan ve farklı 6 noktadan toplanan su numunelerinin aylara göre Mn konsantrasyonu değişimi Şekil 4.10.'de sunulmaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere Mn konsantrasyonu 0.000335-43.633 ppm aralığında değişmektedir. Manganın her 3 ayda da en yüksek konsantrasyonu 5. numune alım noktasında belirlenmiştir.



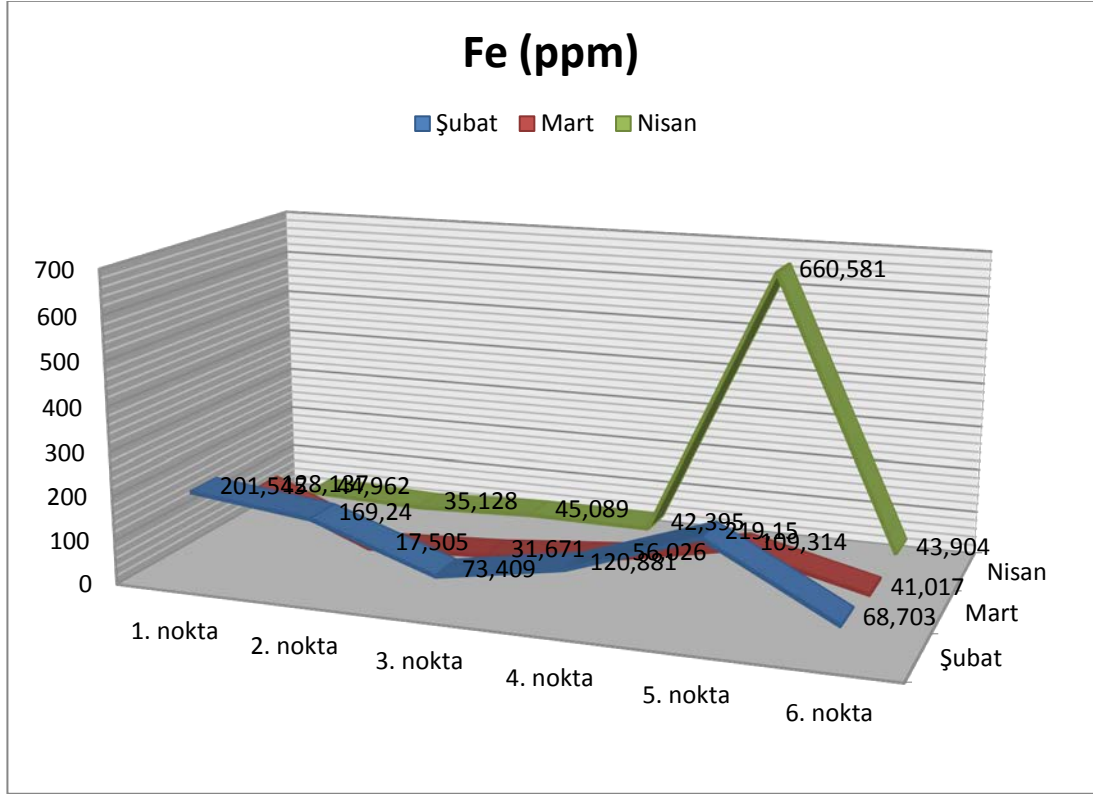
**Şekil 4.10.** Manganez Konsantrasyonunun Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi

Yüzeysel su kalite kriterleri ile kıyaslaması yapılan ve farklı 6 noktadan toplanan su numunelerinin aylara göre Mo değişimi Şekil 4.11.'de sunulmaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere Mo konsantrasyonu 0.000183-4.493 ppm aralığında değişmektedir. Molibdenin her 3 ayda da en yüksek konsantrasyonu 1. numune alım noktasında belirlenmiştir.



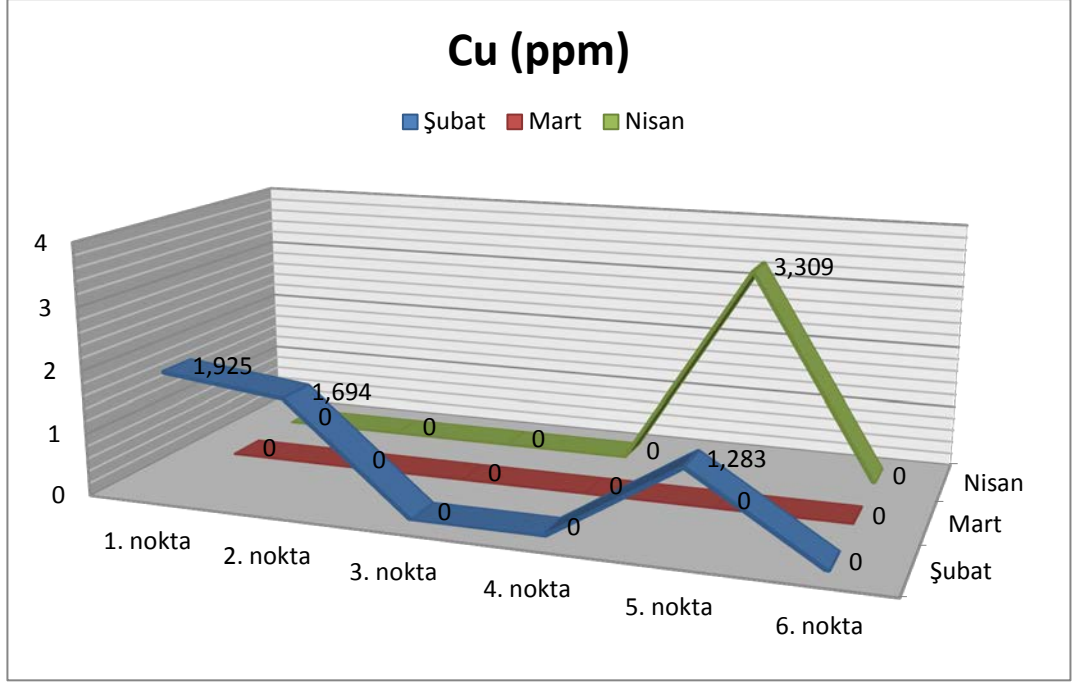
**Şekil 4.11.** Molibden Konsantrasyonunun Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi

Yüzeysel su kalite kriterleri ile kıyaslaması yapılan ve farklı 6 noktadan toplanan su numunelerinin aylara göre Fe konsantrasyonu değişimi Şekil 4.12.'de sunulmaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere Fe konsantrasyonu 31.671-660.581 ppm aralığında değişmektedir. Demir'in 3 ayda ki en yüksek konsantrasyonu Nisan ayında 5. numune alım noktasında belirlenmiştir.



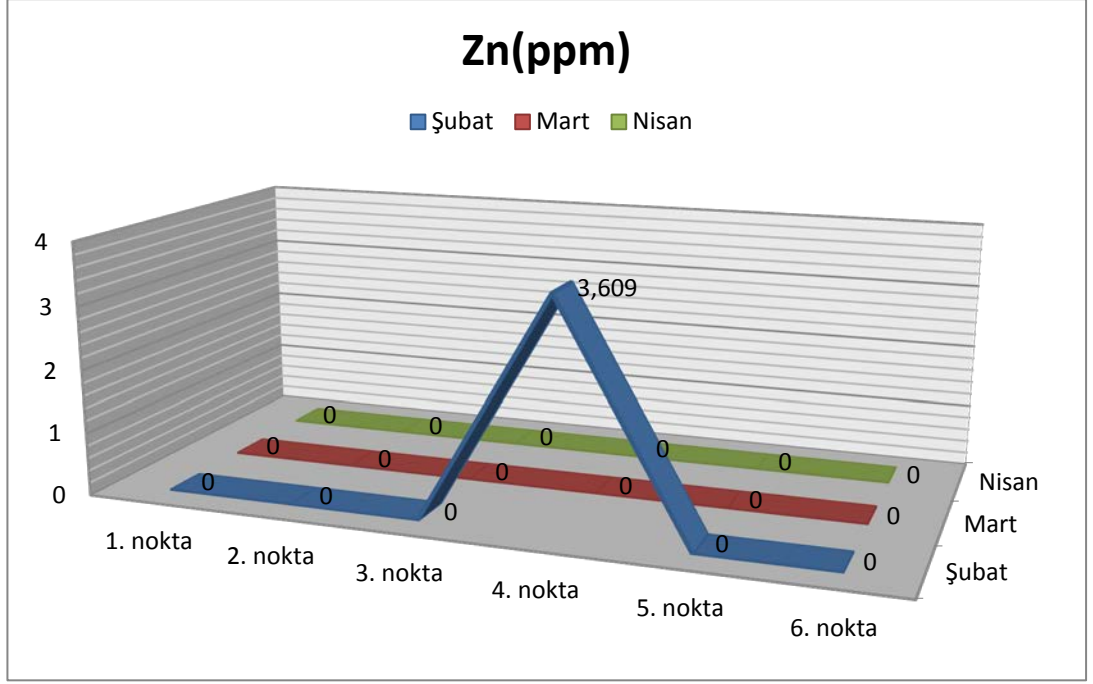
**Şekil 4.12.** Demir Konsantrasyonunun Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi

Yüzeysel su kalite kriterleri ile kıyaslaması yapılan ve farklı 6 noktadan toplanan su numunelerinin aylara göre Cu konsantrasyonu değişimi Şekil 4.13.'de sunulmaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere Cu konsantrasyonu 0-3.309 ppm aralığında değişmektedir. Bakır'ın 3 ayda ki en yüksek konsantrasyonu Nisan ayının 5. numune alım noktasında belirlenmiştir.



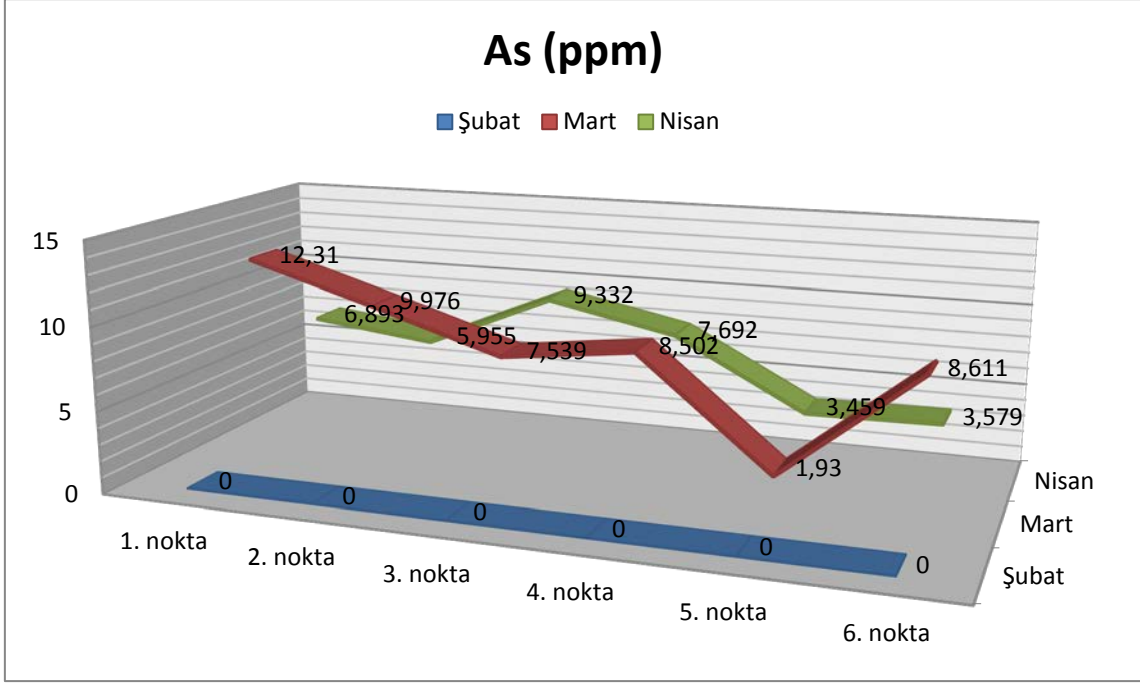
**Şekil 4.13.** Bakır Konsantrasyonunun Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi

Yüzeysel su kalite kriterleri ile kıyaslaması yapılan ve farklı 6 noktadan toplanan su numunelerinin aylara göre Zn konsantrasyonu değişimi Şekil 4.14.'de sunulmaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere Zn konsantrasyonu 0-3.609 ppm aralığında değişmektedir. Çinko'nun 3 ayda ki en yüksek konsantrasyonu Şubat ayının 5. numune alım noktasında belirlenmiştir.



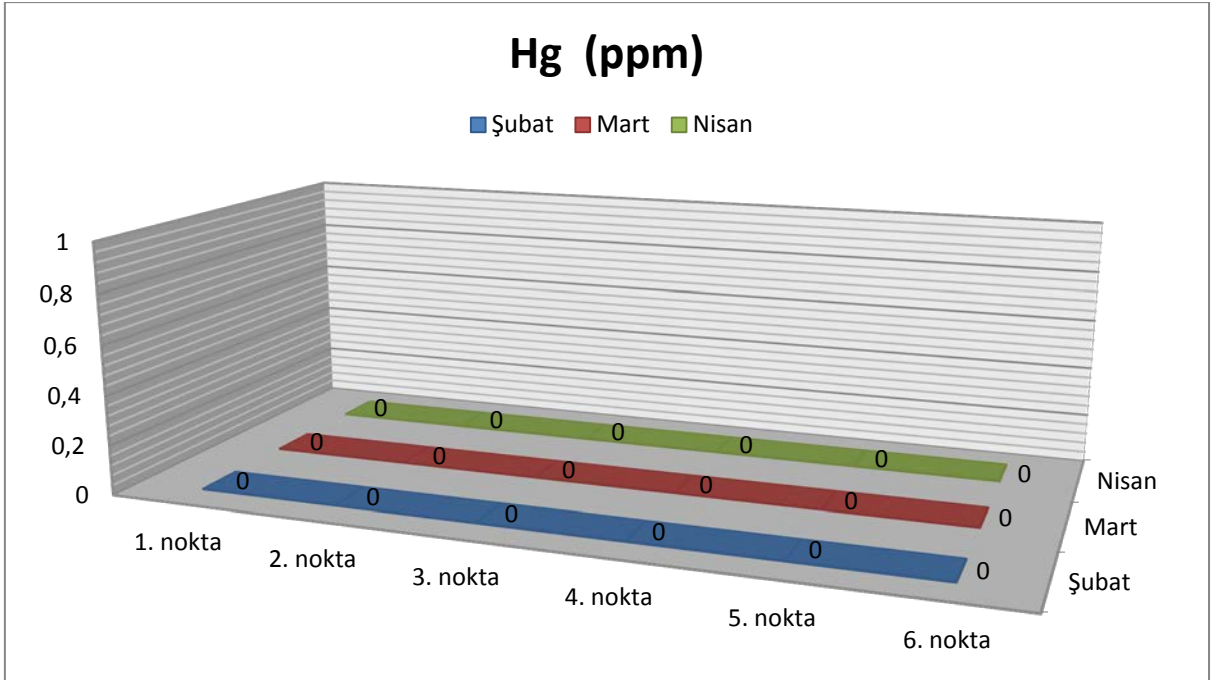
**Şekil 4.14.** Çinko Konsantrasyonunun Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi

Yüzeysel su kalite kriterleri ile kıyaslaması yapılan ve farklı 6 noktadan toplanan su numunelerinin aylara göre As konsantrasyonu değişimi Şekil 4.15.'de sunulmaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere As konsantrasyonu 0-12.31 ppm aralığında değişmektedir. Arsenik'in 3 ayda ki en yüksek konsantrasyonu Mart ayında 1. numune alım noktasında belirlenmiştir.



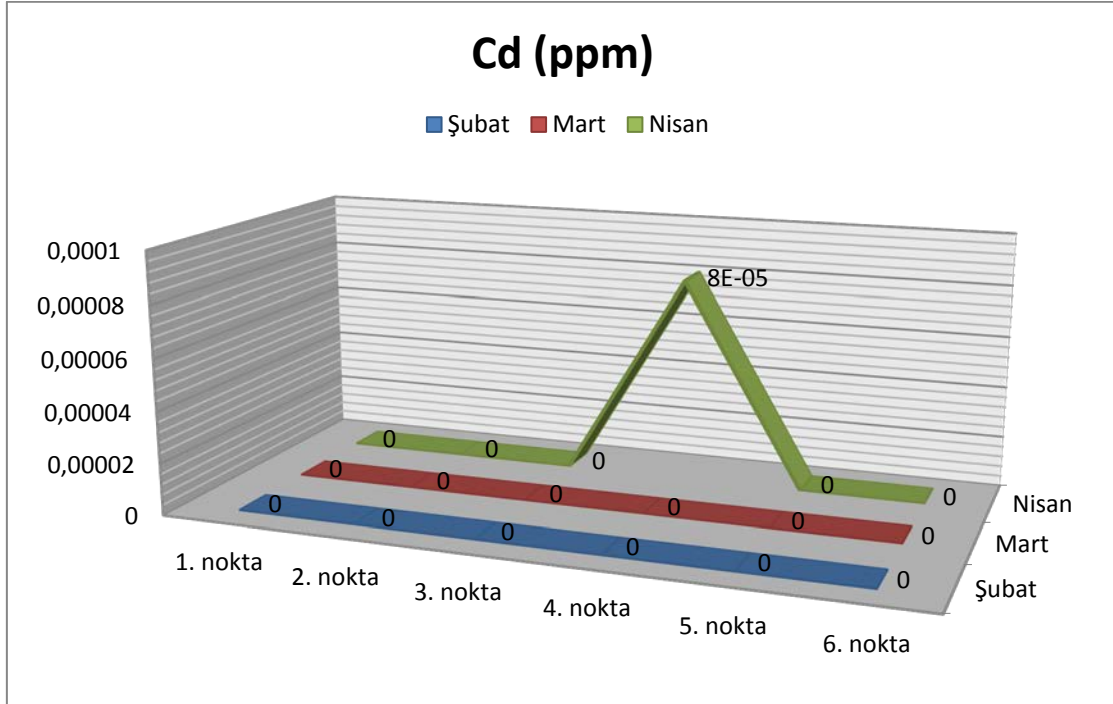
**Şekil 4.15.** Arsenik Konsantrasyonunun Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi

Yüzeysel su kalite kriterleri ile kıyaslaması yapılan ve farklı 6 noktadan toplanan su numunelerinin aylara göre Hg konsantrasyonu değişimi Şekil 4.16.'de sunulmaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere Hg konsantrasyonu her 3 ayda tüm numune alım noktalarında 0 ppm olarak belirlenmiştir.



**Şekil 4.16.** Civa Konsantrasyonunun Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi

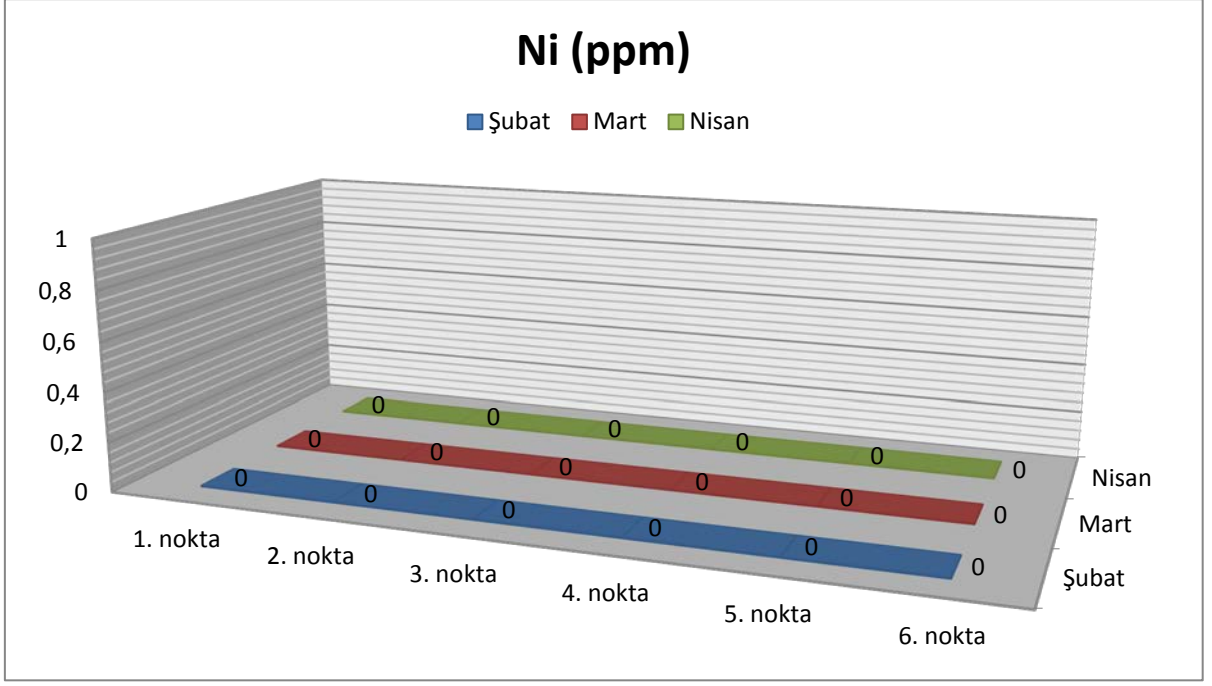
Yüzeysel su kalite kriterleri ile kıyaslaması yapılan ve farklı 6 noktadan toplanan su numunelerinin aylara göre Cd konsantrasyonu değişimi Şekil 4.17.'de sunulmaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere Cd konsantrasyonu 0-8.05 ppm aralığında değişmektedir. Kadmiyum'un 3 ayda ki en yüksek konsantrasyonu Nisan ayında 4. numune alım noktasında belirlenmiştir.



Şekil 4.17. Kadmiyum Konsantrasyonunun Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi

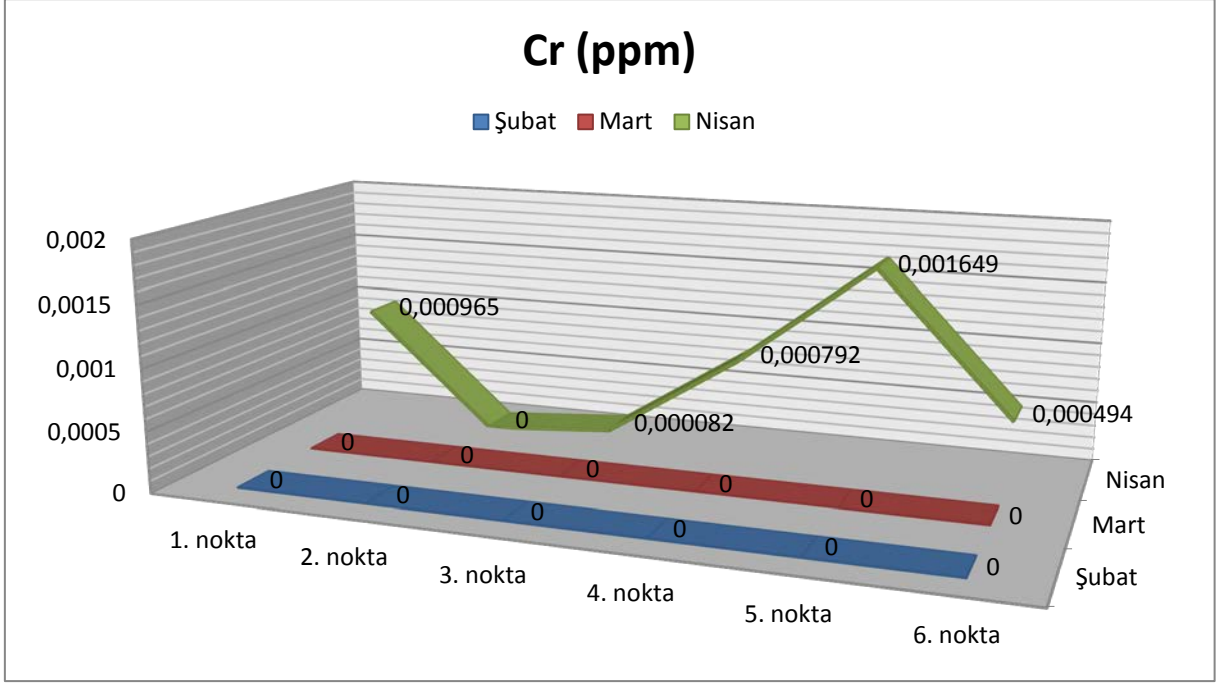
Yüzeysel su kalite kriterleri ile kıyaslaması yapılan ve farklı 6 noktadan toplanan su numunelerinin aylara göre Ni konsantrasyonu değişimi Şekil 4.18.'de sunulmaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere Ni konsantrasyonu her 3 ayda tüm numune alım noktalarında 0 ppm olarak belirlenmiştir.





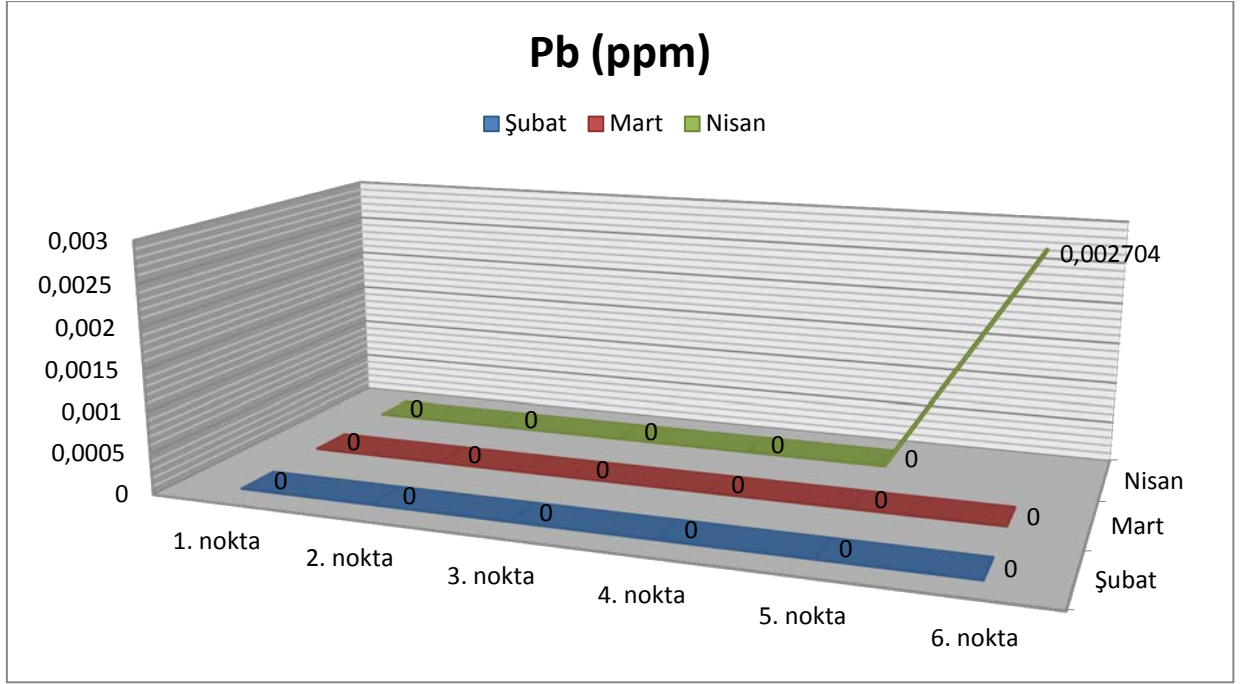
**Şekil 4.18.** Nikel Konsantrasyonunun Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi

Yüzeysel su kalite kriterleri ile kıyaslaması yapılan ve farklı 6 noktadan toplanan su numunelerinin aylara göre Cr konsantrasyonu değişimi Şekil 4.19.'de sunulmaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere Cr konsantrasyonu 0-0.001649 ppm aralığında değişmektedir. Krom'un 3 ayda ki en yüksek konsantrasyonu Nisan ayında 5. numune alım noktasında belirlenmiştir.



**Şekil 4.19.** Krom Konsantrasyonunun Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi

Yüzeysel su kalite kriterleri ile kıyaslaması yapılan ve farklı 6 noktadan toplanan su numunelerinin aylara göre Pb konsantrasyonu değişimi Şekil 4.20.'de sunulmaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere Pb konsantrasyonu 0-0.002704 ppm aralığında değişmektedir. Kurşun'un 3 ayda ki en yüksek konsantrasyonu Nisan ayında 6. numune alım noktasında belirlenmiştir.



**Şekil 4.20.** Kurşun Konsantrasyonunun Numune Alım Noktaları ve Aylara Göre Değişimi

Ölçümleri gerçekleştirilen bütün yüzeysel su kalite parametreleri bakımından Armağanköy Barajı sularının Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmeliği'nde (Çizelge 4.4. ve 4.5) ve uluslararası standartlarda (Çizelge 4.6.) verilen değerlerle kıyaslandığında I. Sınıf Su kalitesinde olduğu gözlenmektedir.

**Çizelge 4.4.** Kıtaçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (SKKY, 2015)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
<b>Genel Şartlar</b>				
Sıcaklık (°C)	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30
Ph	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında
İletkenlik (µS/cm)	< 400	400-1000	1001-3000	> 3000
Renk	RES 436 nm: 1.5 RES 525 nm: 1.2 RES 620 nm: 0.8	RES 436 nm: 3 RES 525 nm: 2.4 RES 620 nm:	RES 436 nm: 4.3 RES 525 nm: 3.7 RES 620 nm:	RES 436 nm: 5 RES 525 nm: 4.2 RES 620 nm:

		1.7	2.5	2.8
<b>(A) Oksijenlendirme Parametreleri</b>				
Çözünmüş oksijen (mg O <sub>2</sub> /L) <sup>a</sup>	> 8	6-8	3-6	< 3
Oksijen doygunluğu (%) <sup>a</sup>	90	70-90	40-70	< 40
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	< 25	25-50	50-70	> 70
Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ <sub>5</sub> ) (mg/L)	< 4	4-8	8-20	> 20
<b>B) Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri</b>				
Amonyum azotu (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N/L)	< 0,2 <sup>b</sup>	0,2-1 <sup>b</sup>	1-2 <sup>b</sup>	> 2
Nitrit azotu (mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N/L)	< 0,002	0,002-0,01	0,01-0,05	> 0,05
Nitrat azotu (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/L)	< 5	5-10	10-20	> 20
Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
Toplam fosfor (mg P/L)	< 0,03	0,03-0,16	0,16-0,65	> 0,65
<b>C) İz Elementler (Metaller)</b>				
Cıva (µg Hg/L)	< 0,1	0,1-0,5	0,5-2	> 2
Kadmiyum (µg Cd/L)	≤ 2	2-5	5-7	> 7
Kurşun (µg Pb/L)	≤10	10-20	20-50	> 50
Bakır (µg Cu/L)	≤20	20-50	50-200	> 200
Nikel (µg Ni/L)	≤20	20-50	50-200	> 200
Çinko (µg Zn/L)	≤200	200-500	500-2000	> 2000
<b>D) Bakteriyolojik Parametreler</b>				
Fekal koliform (EMS/100 mL)	≤10	10-200	200-2000	> 2000
Toplam koliform (EMS/100 mL)	≤100	100-20000	20000-100000	> 100000
Tehlikeli maddeler	Tehlikeli maddeler ve bu tabloda verilmeyen diğer kirlenmelerle ilgili ülke envanteri (referans değerler) oluşturulduktan sonra, 1 Ocak 2015'den itibaren değerlendirilecektir.			

**Çizelge 4.5.** İnsani Tüketim Amaçlı Suların Parametrik Değer Kriterleri (Anonim 2013)

Parametre	Parametrik Değer	Birim	Notlar
Alüminyum	200	µg/L	
Amonyum	0,50	mg/L	
Klorür	250	mg/L	Not 1
C. perfringens (sporlular dahil)	0	sayı/100 ml	Not 2
Renk	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok		
İletkenlik	2500	20 °C'de µS/cm <sup>-1</sup>	Not 1
pH	≤ 9,5-6,5≤	pH birimleri	Not 1 ve 3
Demir	200	µg/L	
Mangan	50	µg/L	
Koku	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok		
Oksitlenebilirlik	5,0	mg/L O <sub>2</sub>	Not 4
Sülfat	250	mg/L	Not 1
Sodyum	200	mg/L	
Tat	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok		
22 °C'de koloni sayımı	Anormal değişim yok		Not 11
Koliform bakteri	0	Sayı/100 ml	Not 5
Toplam Organik Karbon (TOC)	Anormal değişim yok		Not 6
Bulanıklık	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok		Not 7

Parametreler	Parametrik değerlerin doğruluk yüzdesi (Not 1)	Parametrik değerlerin hassasiyet yüzdesi (Not 2)	Parametrik değerlerin deteksiyon limiti (Not 3)	Şartlar	Notlar
Akrilamid				Ürün belirleme ile kontrol edilecektir.	
Alüminyum	10	10	10		
Amonyum	10	10	10		
Antimon	25	25	25		
Arsenik	10	10	10		
Benzoprin	25	25	25		

Benzen	25	25	25		
Bor	10	10	10		
Bromat	25	25	25		
Kadmiyum	10	10	10		
Klorür	10	10	10		
Krom	10	10	10		
İletkenlik	10	10	10		
Bakır	10	10	10		
Siyanür	10	10	10		Not 4
1,2 dikloreten	25	25	10		
Epikloridin				Ürün belirleme ile kontrol edilecektir.	
Florür	10	10	10		
Demir	10	10	10		
Kurşun	10	10	10		
Mangan	10	10	10		
Cıva	20	10	20		
Nikel	10	10	10		
Nitrat	10	10	10		
Nitrit	10	10	10		
Oksitlenebilirlik	25	25	10		Not 5
Pestisitler	25	25	25		Not 6
Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar	25	25	25		Not 7
Selenyum	10	10	10		
Sodyum	10	10	10		
Sülfat	10	10	10		
Tetrakloreten	25	25	10		Not 8

**Çizelge 4.6.** TSE 266 Standartlarına Göre Parametresel Sınıflandırma Kriterleri (Anonim 2014)

	<b>Türk Standartları</b>	<b>Dünya Sağlık</b>	<b>ABD Çevre Koruma</b>
	<b>TSE 266</b>	<b>Örgütü WHO</b>	<b>Ajansı EPA</b>
<b>BERRAKLIK (NTU)</b>			
Bulanıklık	25	5	5
<b>MİKROBİYOLOJİK PARAMETRELER</b>			
Koliform Bakteri	<1	0	<1

<b>ORGANİK KİMYASAL PARAMETRELER (mg/lt.)</b>			
Toplam Trihalometanlar		400	100
<b>İNORGANİK KİMYASAL MADDELER (mg/lt.)</b>			
Alüminyum,Al	0.2	0.2	1
Arsenik, As	0.05	0.05	0.05
Baryum,Ba	0.3		1
Kadmiyum,Cd	0.01	0.01	0.01
Krom (Toplam)	0.05	0.05	0.05
Florür,F	1.5	1.5	0.7-2.4
Kurşun,Pb	0.05	0.05	0.05
Civa,Hg	0	0	0
Nitrat,NO <sub>3</sub>	50	50	45
Selenyum,Se	0.01		0.01
Gümüş,Ag	0.01		0.05
Antimon,Sb	0.01		0.01
Berilyum,Be			0
Asbest > 10 mikron			7 milyon lif/lt.
<b>RADYOLOJİK PARAMETRELER</b>			
Gross Alfa			15
Gross Beta			50
<b>ESTETİK PARAMETRELER (mg/lt.)</b>			
Klorür,Cl	600	250	250

Renk (Birim)	20	15	15
Bakır,Cu	3		1
Deterjanlar	0.2		0.5
Demir,Fe	0.2		0.,3
Mangan,Mn	0.05	0.5	0.05
Koku Eşik Değeri (Birim)			3
pH	6.5-9.2	6.5-8.8	6.5-8.5
Sülfat,SO <sub>4</sub>	250	250	250
TDS	1500	1000	500
Çinko,Zn	5		5
<b>İLAVE PARAMETRELER (mg/lt.)</b>			
Kalsiyum,Ca	200		
Sertlik,CaCO <sub>3</sub>		500	
Magnezyum,Mg	50		
Potasyum,K	12		
Sodyum,Na	175	200	
Bakiye Klor	0.1-0.5	5	
Amonyum,NH <sub>4</sub>	0.05-0.5	1.5	

### 4.3. Kalite Parametreleri Arasında Belirlenen Korelasyonlar

Numune alınan altı farklı noktaya ait kalite parametreleri arasındaki korelasyon değerleri Çizelge 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4, 4.3.5 ve 4.3.6' da sunulmaktadır.



**Çizelge 4.3.1.** 1 Numaralı Numune Alım Noktası İçin Korelasyon Değerleri

	pH	EC	ÇO	AKM	Mn	Mo	S	As	Hg	Cd	Ni	Fe	Cu	Zn	Ca	Mg	Na	K	Cr	Pb
pH	1,00	0,411	0,831	-0,029	0,279	-0,944	-0,778	0,159	0,00	0,00	0,00	-0,979	-0,578	0,00	0,912	-0,146	-0,025	-0,885	0,889	0,00
EC		1,00	0,072	0,420	-0,098	-0,195	-0,042	0,920	0,00	0,00	0,00	-0,557	-0,972	0,00	-0,168	0,216	-0,737	-0,118	0,121	0,00
ÇO			1,00	-0,313	0,690	-0,966	-0,996	-0,0002	0,00	0,00	0,00	-0,708	-0,182	0,00	0,591	-0,530	0,069	-0,994	0,993	0,00
AKM				1,00	-0,858	0,158	0,376	0,700	0,00	0,00	0,00	0,001	-0,262	0,00	-0,922	0,951	-0,897	0,243	-0,239	0,00
Mn					1,00	-0,510	-0,750	-0,322	0,00	0,00	0,00	-0,158	0,022	0,00	0,989	-0,973	0,571	-0,616	0,611	0,00
Mo						1,00	0,938	-0,028	0,00	0,00	0,00	0,858	0,342	0,00	-0,407	0,348	-0,006	0,988	-0,989	0,00
S							1,00	0,006	0,00	0,00	0,00	0,645	0,133	0,00	-0,655	0,596	-0,106	0,979	-0,977	0,00
As								1,00	0,00	0,00	0,00	-0,279	-0,807	0,00	-0,422	0,483	-0,937	-0,004	0,004	0,00
Hg									1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cd										1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ni											1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe												1,0	0,718	0,00	-0,090	0,058	0,089	0,776	-0,780	0,00
Cu													1,0	0,00	0,062	-0,095	0,578	0,245	-0,25	0,00
Zn														1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca															1,0	-0,996	0,671	-0,513	0,508	0,00
Mg																1,0	-0,727	0,452	-0,447	0,00
Na																	1,0	-0,035	0,033	0,00
K																		1,0	1,0	0,00
Cr																			1,0	0,00
Pb																				1,0

**Çizelge 4.3.2.** 2 Numaralı Numune Alım Noktası İçin Korelasyon Değerleri

	pH	EC	ÇO	AKM	Mn	Mo	S	As	Hg	Cd	Ni	Fe	Cu	Zn	Ca	Mg	Na	K	Cr	Pb
pH	1,00	0,105	-0,357	-0,038	0,460	-0,109	-0,952	-0,006	0,000	0,000	0,000	-0,052	-0,109	0,000	0,975	-0,332	-0,053	-0,986	0,00	0,00
EC		1,00	-0,907	0,748	-0,226	-1,000	-0,275	0,845	0,000	0,000	0,000	-0,990	-1,000	0,000	0,029	0,344	-0,991	-0,189	0,00	0,00
ÇO			1,00	-0,449	0,334	0,911	0,577	-0,570	0,000	0,000	0,000	0,841	0,911	0,000	-0,215	-0,097	0,842	0,475	0,00	0,00
AKM				1,00	-0,727	-0,742	-0,001	0,985	0,000	0,000	0,000	-0,829	-0,742	0,000	-0,121	0,835	-0,828	0,006	0,00	0,00
Mn					1,00	0,220	-0,249	-0,613	0,00	0,00	0,00	0,313	0,219	0,00	0,617	-0,982	0,312	-0,342	0,000	0,00
Mo						1,00	0,281	-0,839	0,00	0,00	0,00	0,988	1,000	0,00	-0,031	-0,337	0,989	0,194	0,000	0,00
S							1,00	-0,021	0,00	0,00	0,00	0,191	0,281	0,00	-0,861	0,146	0,192	0,989	0,000	0,00
As								1,00	0,00	0,00	0,00	-0,909	-0,839	0,00	-0,053	0,736	-0,908	-0,002	0,000	0,00
Hg									1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cd										1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ni											1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe												1,0	0,988	0,00	-0,005	-0,440	1,000	0,118	0,000	0,00
Cu													1,0	0,00	-0,031	-0,337	0,989	0,195	0,00	0,00
Zn														1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca															1,0	-0,487	-0,005	-0,924	0,000	0,00
Mg																1,0	-0,439	0,224	0,000	0,00
Na																	1,0	0,119	0,000	0,00
K																		1,0	0,0	0,00
Cr																			1,0	0,00
Pb																				1,0

**Çizelge 4.3.3.** 3 Numaralı Numune Alım Noktası İçin Korelasyon Değerleri

	pH	EC	ÇO	AKM	Mn	Mo	S	As	Hg	Cd	Ni	Fe	Cu	Zn	Ca	Mg	Na	K	Cr	Pb
pH	1,00	0,897	-0,801	-0,005	-0,866	-0,903	-0,045	0,982	0,00	0,00	0,00	-0,646	0,000	0,000	-0,297	-0,115	0,911	-0,099	0,555	0,00
EC		1,00	-0,496	0,063	-0,583	-1,000	0,013	0,963	0,00	0,00	0,00	-0,907	0,000	0,000	-0,617	-0,388	0,999	1,000	0,241	0,00
ÇO			1,00	0,260	0,992	0,507	0,391	-0,684	0,00	0,00	0,00	0,207	0,000	0,000	0,013	-0,014	-0,521	0,497	-0,930	0,00
AKM				1,00	0,187	-0,058	0,980	0,004	0,00	0,00	0,00	-0,286	0,000	0,000	-0,634	-0,835	0,052	0,940	-0,518	0,00
Mn					1,00	0,593	0,308	-0,762	0,00	0,00	0,00	0,281	0,000	0,00	0,040	0,000	-0,607	0,410	-0,878	0,00
Mo						1,00	-0,010	-0,967	0,00	0,00	0,00	0,900	0,000	0,00	0,607	0,377	-0,999	0,000	-0,250	0,00
S							1,00	-0,006	0,00	0,00	0,00	-0,168	0,000	0,00	-0,494	-0,718	0,007	0,988	-0,656	0,00
As								1,00	0,00	0,00	0,00	-0,768	0,000	0,00	-0,426	-0,213	0,972	-0,034	0,420	0,00
Hg									1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cd										1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ni											1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe												1,0	0,000	0,00	0,877	0,691	-0,892	-0,096	-0,040	0,00
Cu													1,0	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00
Zn														1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca															1,0	0,947	-0,593	-0,389	0,023	0,00
Mg																1,0	-0,364	-0,618	0,141	0,00
Na																	1,0	0,000	0,262	0,00
K																		1,0	-0,753	0,00
Cr																			1,0	0,00
Pb																				1,0

**Çizelge 4.3.4.** 4 Numaralı Numune Alım Noktası İçin Korelasyon Değerleri

	pH	EC	ÇO	AKM	Mn	Mo	S	As	Hg	Cd	Ni	Fe	Cu	Zn	Ca	Mg	Na	K	Cr	Pb
pH	1,00	0,581	-0,993	-0,920	-0,603	0,000	-0,971	0,560	0,000	0,842	0,000	-0,791	0,000	-0,645	-0,497	-0,100	-0,009	-0,513	0,842	0,00
EC		1,000	-0,663	-0,300	-1,000	0,000	-0,741	1,000	0,000	0,196	0,000	-0,949	0,000	-0,996	-0,993	0,139	0,326	-0,995	0,196	0,00
ÇO			1,000	0,868	0,684	0,000	0,993	-0,643	0,000	-0,776	0,000	0,855	0,000	0,723	0,581	0,055	0,000	0,597	-0,776	0,00
AKM				1,000	0,321	0,000	0,805	-0,281	0,000	-0,985	0,000	0,523	0,000	0,362	0,226	0,327	0,140	0,239	-0,985	0,00
Mn					1,00	0,000	0,761	-0,998	0,00	-0,214	0,00	0,958	0,000	0,998	0,988	-0,123	-0,304	0,998	-0,214	0,00
Mo						1,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
S							1,00	-0,772	0,00	-0,70	0,00	0,910	0,000	0,796	0,664	0,022	-0,005	0,796	-0,700	0,00
As								1,00	0,00	0,179	0,00	-0,939	0,000	-0,992	-0,996	0,153	0,345	-0,992	0,179	0,00
Hg									1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cd										1,0	0,000	-0,402	0,00	-0,250	-0,133	-0,445	-0,234	-0,249	1,00	0,00
Ni											1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe												1,0	0,000	0,973	0,905	-0,023	-0,136	0,973	-0,402	0,00
Cu													1,0	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00
Zn														1,0	0,977	-0,097	-0,266	1,00	-0,250	0,00
Ca															1,0	-0,202	-0,407	0,977	-0,133	0,00
Mg																1,0	0,950	-0,097	-0,445	0,00
Na																	1,0	-0,266	-0,234	0,00
K																		1,0	-0,249	0,00
Cr																			1,0	0,00
Pb																				1,0

**Çizelge 4.3.5. 5 Numaralı Numune Alım Noktası İçin Korelasyon Değerleri**

	pH	EC	ÇO	AKM	Mn	Mo	S	As	Hg	Cd	Ni	Fe	Cu	Zn	Ca	Mg	Na	K	Cr	Pb
pH	1,00	0,112	-0,861	0,811	-0,945	-0,762	-0,622	0,997	0,000	0,000	0,000	0,558	0,355	0,000	-0,164	-0,089	-0,476	0,003	0,738	0,000
EC		1,000	0,002	-0,012	-0,011	-0,564	0,100	0,147	0,000	0,000	0,000	-0,142	-0,311	0,000	0,527	0,639	-0,833	0,921	0,038	0,000
ÇO			1,000	-0,995	0,979	0,395	0,923	-0,823	0,000	0,000	0,000	-0,885	-0,726	0,000	0,514	0,400	0,138	0,102	-0,976	0,000
AKM				1,000	-0,955	-0,329	-0,956	0,768	0,000	0,000	0,000	0,925	0,785	0,000	-0,582	-0,468	-0,094	-0,015	0,992	0,000
Mn					1,00	0,539	0,829	-0,918	0,00	0,000	0,00	-0,778	-0,589	0,000	0,370	0,264	0,251	0,032	-0,911	0,00
Mo						1,00	0,151	-0,805	0,00	0,00	0,00	-0,107	-0,016	0,00	-0,008	-0,041	0,912	-0,287	-0,250	0,00
S							1,00	-0,570	0,00	0,00	0,00	-0,995	-0,928	0,000	0,777	0,676	0,009	0,324	-0,984	0,00
As								1,00	0,00	0,000	0,00	0,505	0,305	0,000	-0,127	-0,061	-0,529	0,011	0,690	0,00
Hg									1,0	0,00	0,00	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
Cd										1,0	0,00	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
Ni											1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe												1,0	0,958	0,000	-0,829	-0,735	-0,001	-0,386	0,964	0,00
Cu													1,0	0,00	-0,952	-0,892	0,028	-0,590	0,852	0,00
Zn														1,0	0,000	0,000	0,000	0,00	0,000	0,00
Ca															1,0	0,987	-0,145	0,791	-0,666	0,00
Mg																1,0	-0,234	0,875	-0,555	0,00
Na																	1,0	-0,579	-0,049	0,00
K																		1,0	-0,214	0,00
Cr																			1,0	0,00
Pb																				1,0

**Çizelge 4.3.6.** 6 Numaralı Numune Alım Noktası İçin Korelasyon Değerleri

	pH	EC	ÇO	AKM	Mn	Mo	S	As	Hg	Cd	Ni	Fe	Cu	Zn	Ca	Mg	Na	K	Cr	Pb
pH	1,00	0,992	0,279	-0,024	-0,496	-0,890	-0,732	0,330	0,000	0,000	0,000	-0,824	0,000	0,000	-0,188	-0,293	-0,230	-0,163	0,576	0,576
EC		1,00	0,201	-0,004	-0,405	-0,940	-0,809	0,419	0,000	0,000	0,000	-0,888	0,000	0,000	-0,265	-0,380	-0,157	-0,236	0,485	0,485
ÇO			1,00	-0,848	-0,950	-0,047	0,000	-0,154	0,000	0,000	0,000	-0,015	0,000	0,000	0,288	0,183	-0,997	0,318	0,909	0,909
AKM				1,00	0,657	-0,033	-0,143	0,518	0,000	0,000	0,000	-0,075	0,000	0,000	-0,677	-0,557	0,887	-0,708	-0,579	-0,579
Mn					1,00	0,183	0,055	0,031	0,00	0,000	0,00	0,116	0,000	0,000	-0,111	-0,046	0,922	-0,133	-0,993	-0,993
Mo						1,00	0,958	-0,661	0,00	0,00	0,00	0,991	0,000	0,00	0,501	0,623	0,025	0,468	-0,249	-0,249
S							1,00	-0,837	0,00	0,00	0,00	0,987	0,000	0,000	0,701	0,807	-0,002	0,670	-0,097	-0,097
As								1,00	0,00	0,000	0,00	-0,748	0,000	0,000	-0,973	-0,998	0,196	-0,962	-0,009	-0,009
Hg									1,0	0,00	0,00	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
Cd										1,0	0,00	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
Ni											1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe												1,0	0,000	0,000	0,595	0,713	0,004	0,563	-0,172	-0,172
Cu													1,0	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
Zn														1,0	0,000	0,000	0,000	0,00	0,000	0,00
Ca															1,0	0,984	-0,340	0,998	0,066	0,066
Mg																1,0	-0,229	0,975	0,018	0,018
Na																	1,0	-0,371	-0,874	-0,874
K																		1,0	0,083	0,083
Cr																			1,0	1,00
Pb																				1,0

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Baraj suları analiz edilen kriterler açısından, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmeliği'ne ve uluslararası standartlara göre içme suyu olarak kullanımında herhangi bir risk teşkil etmemekle birlikte ilerleyen zaman içerisinde Kırklareli İli'ne içme suyu sağlaması planlandığından barajda su kalitesi düzenli olarak izlenmelidir. Trakya Alt Bölgesi ve Ergene Havzası'nda mevcut olan endüstriye ilave olarak ÇED gerekli/gerekli değil onayı almış işletmelerin ve özellikle maden endüstrilerinin bölgedeki su kaynaklarının miktar ve kalitesi üzerine ilerleyen zaman içerisinde olası etkileri yapılacak düzenli izlemeleri zorunlu kılmaktadır.

Avrupa Birliği'ne üye ülkelerde Su Çerçeve Direktifi doğrultusunda yüzeysel suların ekolojik olarak da “iyi durum”a getirilmesi hedeflenmekte bu nedenle nehir, baraj, göl ve göletlerde yapılacak izleme çalışmaları üzerinde önemle durulmaktadır. Su Çerçeve Direktifine göre Armağanköy Baraj suları analiz edilen parametreler bakımından mevcut durumda; “*çok iyi statü*” lü su durumundadır. Ancak suyun bu mevcut durumu, gelecek kuşakların içme suyu ihtiyacı için özenle korunmalıdır.

## 6. KAYNAKLAR

- (Anonim 1971). İçme Suları, TS 266/1984 (Nisan 1986-1996), Uluslararası İçme Suyu Standardları (1971)
- (Anonim 1975). Hardness of Drinking Water and Public Health, Proceedings of the European Scientific Colloquium, Luxembourg, 1975.
- (Anonim 1977). WHO, Lead, Environmental Health Criteria 3, ISBN 92-4-154063X, Geneva,1977.
- (Anonim 1984). WHO, Guidelines for Drinking-Water Quality Vol 2. (Health Criteria and Other Supporting Information)Geneva, 1984.
- (Anonim 1988). Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (4 Eylül 1988 gün ve 19919 sayılı RG)
- (Anonim 1990). Principles of Toxicological Assessment of Pesticide Residues in Food,WHO, Environmental Health Criteria, No. 104, Geneva, 1990.
- (Anonim 1996). Guidelines for Drinking- Water Quality, Volume 2, Health Criteria and Other Supporting Information, Second ed. WHO, Geneva, 1996
- (Anonim 1996a). İçme Suları, TS 266/Haziran 1984 (Nisan 1986, Son değişiklik 1996).
- (Anonim 1998). Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (4 Eylül 1988 gün ve 19919 sayılı RG).
- (Anonim 2012). Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Kırklareli Çevre Durum Raporu, 2012.
- (Anonim 2012a).Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri, 2012.
- (Anonim 2013). Kırklareli Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Çevre Durum Raporu.
- (Anonim 2013). İnsani Tüketim Amaçlı Sular, (Değişik ek:RG-7/3/2013-28580) ,2013.
- (Anonim 2014). Kırklareli Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Çevre Durum Raporu.
- (Anonim 2015). Devlet Su İşleri 11.Bölge Müdürlüğü Kırklareli Armağanköy Barajı Teknik Veriler.
- Al-Bassam, A.M. and Al-Rumikhani, Y.A. Integrated hydrochemical method of water quality assessment for irrigation in arid areas : application to the Jilh aquifer, Saudi Arabia. Journal of African Earth Sciences, 36, 345-356. 2003.
- Angelova, V., Ivanov, R., Delibaltova, V. and Ivanov, K. Bio-accumulation and distribution of heavy metals in fibre crops (flax, cotton and hemp), Ind. Crops Prod., 19, 197– 205. 2004.
- APHA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th ed. American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington, DC, USA. 1992.



- Bu, H., Meng, W., Zhang, Y., Wan, J. Relationships between land use patterns and water quality in the Taizi River basin, China. *Ecological indicators*, 41, 187-197. 2014.
- Çobanoğlu, Z. Genel Çevre Sağlığı Bilgisi, ISBN 975-7572-72-6, Hatiboğlu Yayınları, Ankara, 1995
- Dumlu. G. , Kirli Su El Kitabı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 1975.
- Ekmekyapar, F., Çebi, U., Meracı, F. Kırklareli Baraj Gölü tarımsal sulama sularının kimyasal karakterizasyonu ve ağır metal kirliliği bakımından değerlendirilmesi. *Havza Yönetimi Sempozyumu, ÇKÜ Çankırı Orman fakültesi, Bildiriler Kitabı*, 344-354, 2014.
- Erguvanlı. K. Yeraltısuları Jeolojisi[Hidrojeoloji), İstanbul Teknik Üniversitesi, Yayın No:23, İstanbul, Nisan 1987
- Gyawali, S., Techato, K., Monprapussorn, S., Yuangyai, C. Integrating land use and water quality for environmental based land use planning for U-tapao River Basin, Thailand. *Procedia*, 91, 556-563. 2013.
- Güler. Ç,Çobanoğlu. Z. , Su Kirliliği, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No:12, Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, TC. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, ISBN 975-7572-60-8, Ankara, 1994,
- Güler. Ç. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No:43, Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, TC. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 1997,
- Hussain, M., Ahmed, S.M. and Abderrahman, W. Cluster analysis and quality assessment of logged water at an irrigation project, eastern Saudi Arabia. *Journal of Environmental Management*, 86, 297-307. 2008.
- Isidoro, D., Quilez, D. and Aragues, R. Drainage water quality and end-member identification in La Violada irrigation district (Spain). *Journal of Hydrology*, 382, 154-162. 2010.
- İçme Suları, TS 266/1984 (Nisan 1986-1996), Uluslararası İçme Suyu Standartları (1971)
- İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmeliği, (Değişik ek:RG-7/3/2013-28580), 2013.
- İstanbuluoğlu, A., Konukçu, F. and Kocaman İ. Trakya Bölgesi su kaynaklarının geliştirilmesi ve sulu tarım uygulamaları: mevcut verilerin sorunların çözümü için analizi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2, 139-152. 2006.
- John, A. Suda Azot Kimyası ve Devri, J. Am. Water Works Association, Vol, 62,1970

- Kilonzo, F., Masese, O.F., Griensven, A.V., Bauwens, W., Obando, J., Lens, P.N.I. Spatia Temporal variability in water quality and macro-invertebrate assemblages in the Upper Mara River basin, Kenya. *Physic and Chemistry on the Earth*, 67-69, 93-104. 2014.
- Li, S., Gu, S., Tan, X., Zhang, Q. Water quality in the upper Han River Basin, China: The impacts of the land use/land cover in riparian buffer zone. *Journal of Hazardous Materials*, 165, 317-324. 2009.
- Li, Y.L., Liu, K., Li, L., Xu, Z.X. Relationships of land use/cover on water quality in the Liao River basin, China. *Procedia*, 13, 1484-1493. 2012.
- Ma, J., Ding, Z., Wei, G., Zhao, H. and Huang, T. Sources of water pollution and evolution of water quality in the Wuwei basin of Shiyang river, Northwest China. *Journal of Environmental Management*, 90, 1168-1177. 2009.
- Palma, P., Ledo, L., Soares, S., Barbosa, I.R. and Alvorenga, P. Spatial and temporal variability of the water and sediments quality in the Alqueva Reservoir (Guadiana Basin; Southern Portugal). *Science of Total Environment*, (470-471), 780-790. 2014.
- Rizzo, L., Belgiorno, V., Gallo, M. and Meriç,S. Removal of THMs precursors from a high alkaline surface water by enhanced coagulation and behaviour of THMFP toxicity on *D.magna*. *Desalination DBPs special issue*, 176, 177-188. 2005.
- Shaki, A. A. and Adeloye, A. J. Evaluation of quantity and quality of irrigation water at Gadowa irrigation project in Murzuq basin, southwest Libya. *Agricultural Water Management*, 84, 193-201. 2006.
- Shrestha, S. And Kazama, F. Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji River basin, Japan. *Environmental Modelling & Software*, 22, 464-475. 2007.
- Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliği, Kıtaçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (SKKY, 2015).
- USEPA, Method 2540 D Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th ed. American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington, DC, USA. 1992.
- USEPA, Method 200.2 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th ed. American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington, DC, USA. 1992.
- USEPA, Method 3005A Acid digestion of waters for total recoverable or dissolved metals for analysis by FLAA or ICP spectroscopy, Revision 2. [www. document], 1992.

URL <[http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/3\\_series.htm](http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/3_series.htm)>.

URL 1. <http://www.dsi.gov.tr/search/>

URL 2. <http://www.tarim.gov.tr/search/>

Varol, M., Gökot, B., Bekleyen, A., Şen, B. Spatial and temporal variations in surface water quality of the dam reservoirs in the Tigris River basin, Turkey. *Catena* 92, 11-21. 2012.

Xiao, J., Jin, Z. and Wang, J. Geochemistry of trace elements and water quality assessment of natural water within the Tarim River Basin in the extreme arid region, NW China. *Journal of Geochemical Exploration*, 136, 118-126. 2014.

## EKLER

### Ek 3.1. Elementlerin LOD ve LOQ Parametresel Değerleri

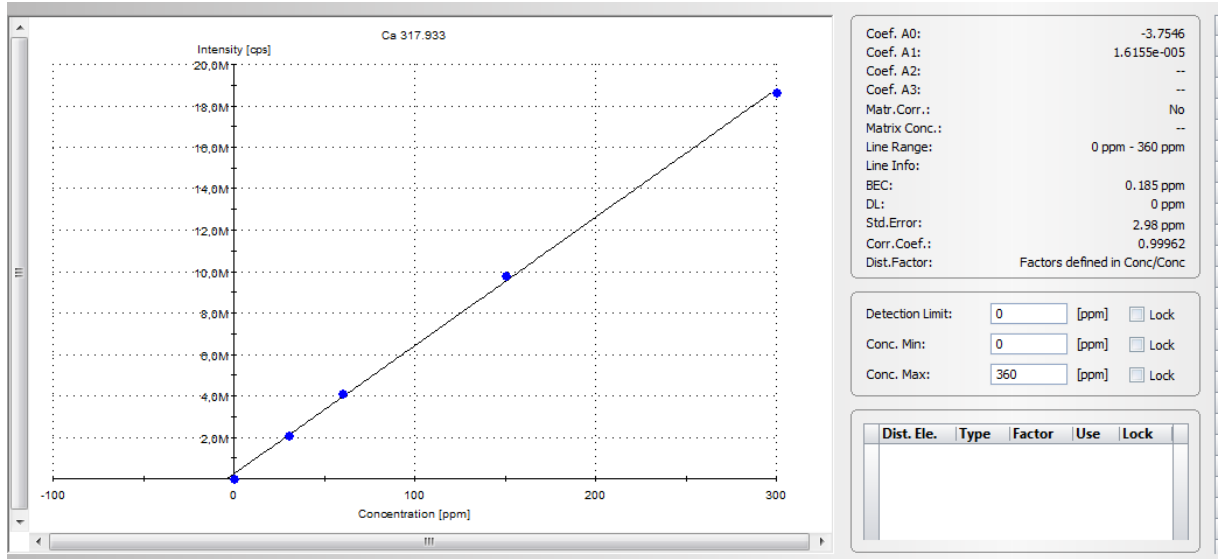
Element	LOD (ppb)	LOQ (ppb)
Fe	1,056	10
Cu	2,009	10
Zn	1,566	10
Fe	1,056	10
S	0,5189	10
Mo	0,37	25
Ni	1,998	10
Zn	1,566	10
Cr	1,317	10
Pb	17	25
Cd	0,7297	10
Cr	2,517	10
As	1,38	10
Hg	3,507	10
Ni	4,098	10

### Ek 3.2. Elementlerin LOD ve LOQ Parametresel Değerleri

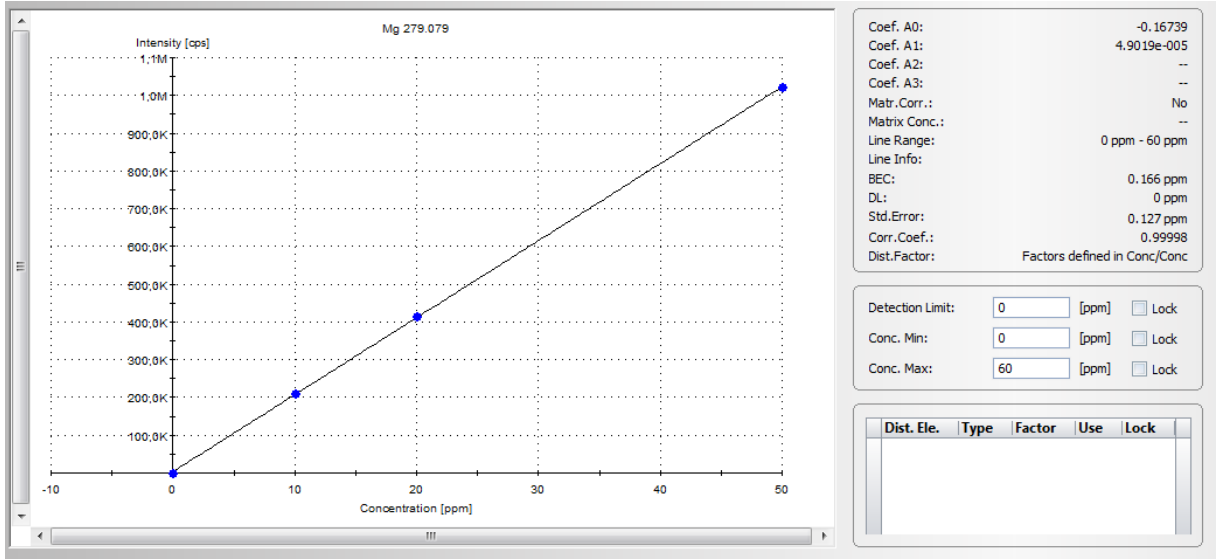
Element	LOD (ppm)	LOQ (ppm)
Ca	2,98	5
Mg	0,166	5
Na	0,488	5
K	2,4	5

### Ek 3.3. Elementlerin Ölçüm Yapılan Dalga Boyları

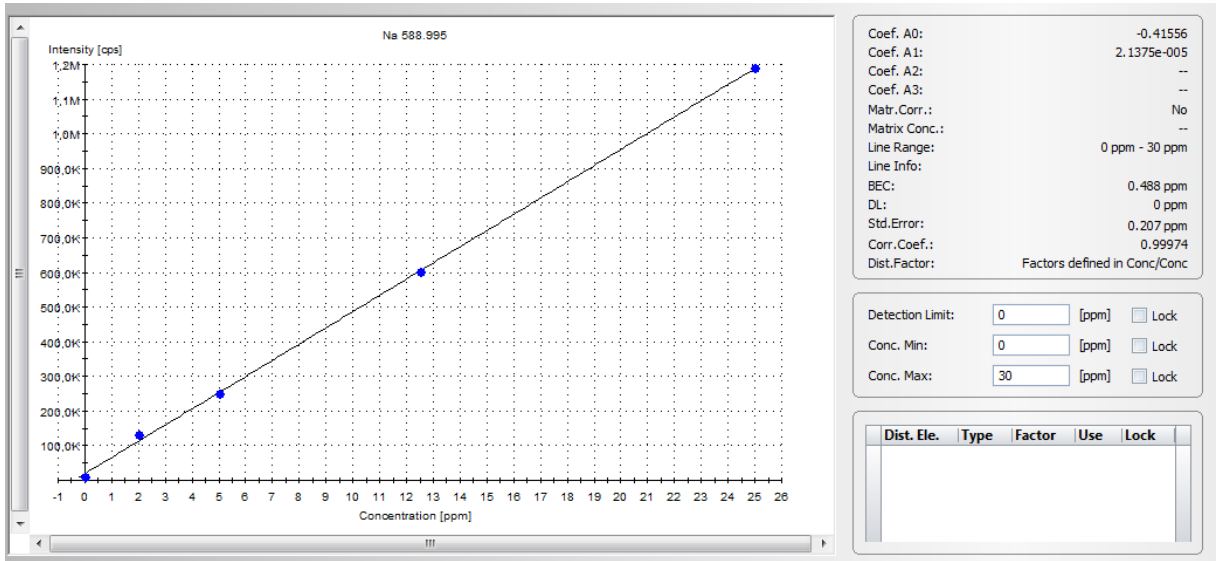
Element	Dalga boyu
Fe	259.941
Cu	324.754
Zn	206.20
Mn	257.611
Mo	202.095
S	182.034
Ca	317.933
Mg	279.079
Na	588.995
K	766.491
Pb	220.353
Cd	214.438
Cr	267.716
As	193.769
Hg	194.227
Ni	231.604



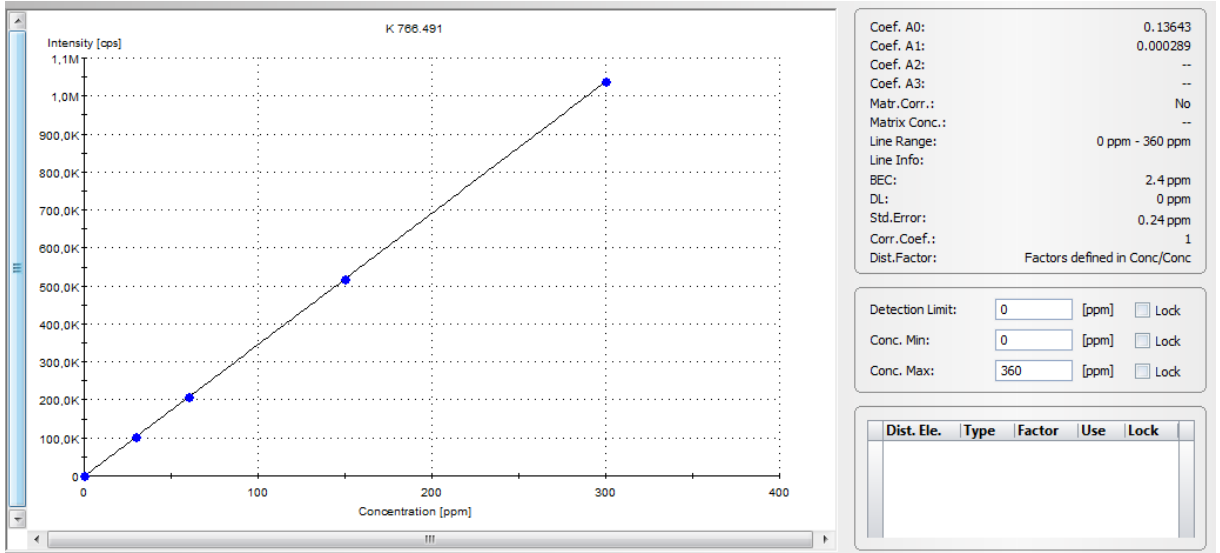
### Ek 3.4. Ca Ölçüm Değerleri



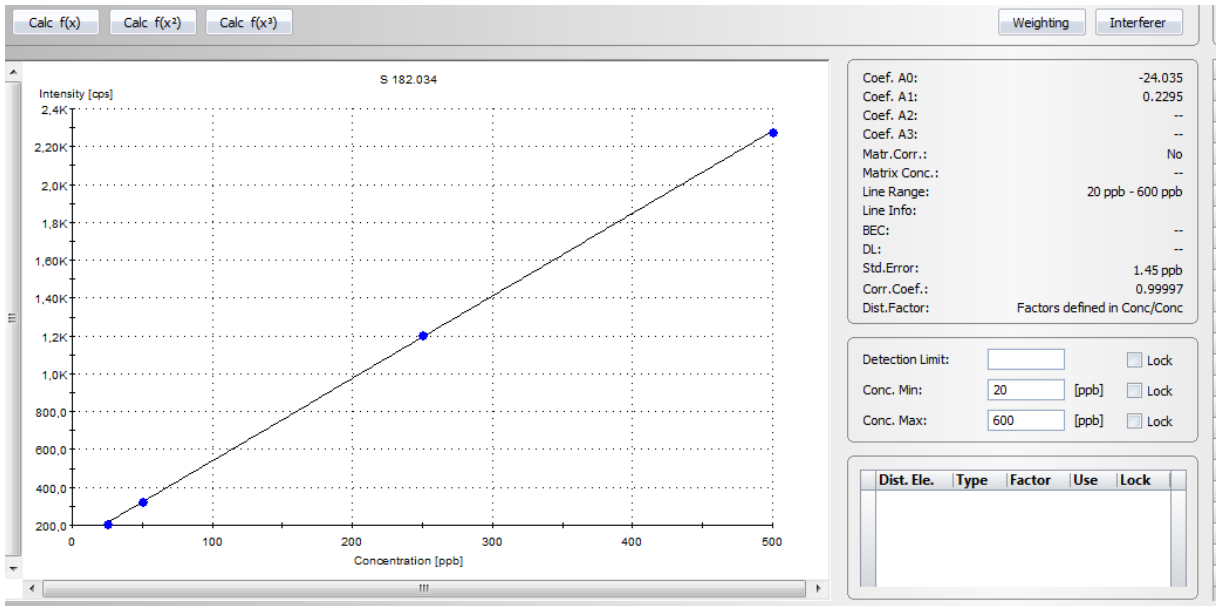
**Ek 3.5. Mg Ölçüm Değerleri**



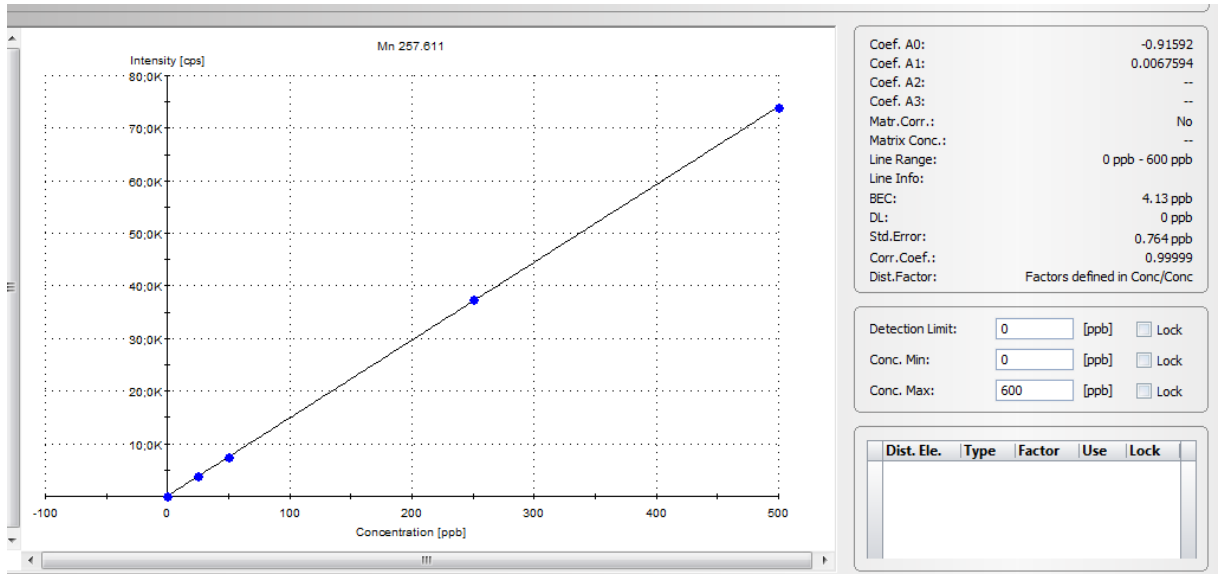
**Ek 3.6. Na Ölçüm Değerleri**



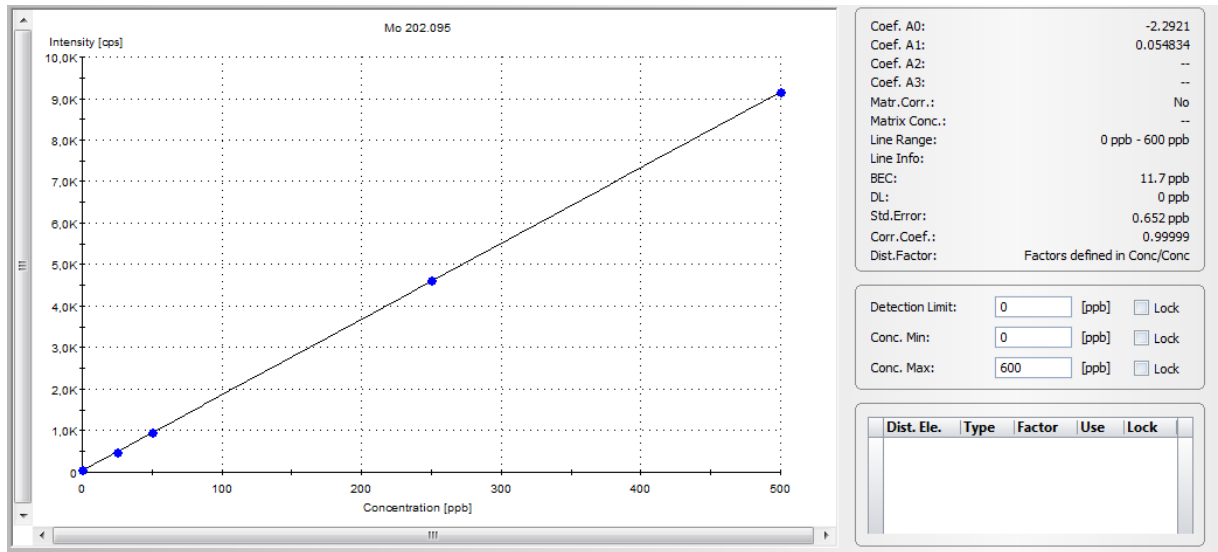
**Ek 3.7. K Ölçüm Değerleri**



**Ek 3.8. S Ölçüm Değerleri**

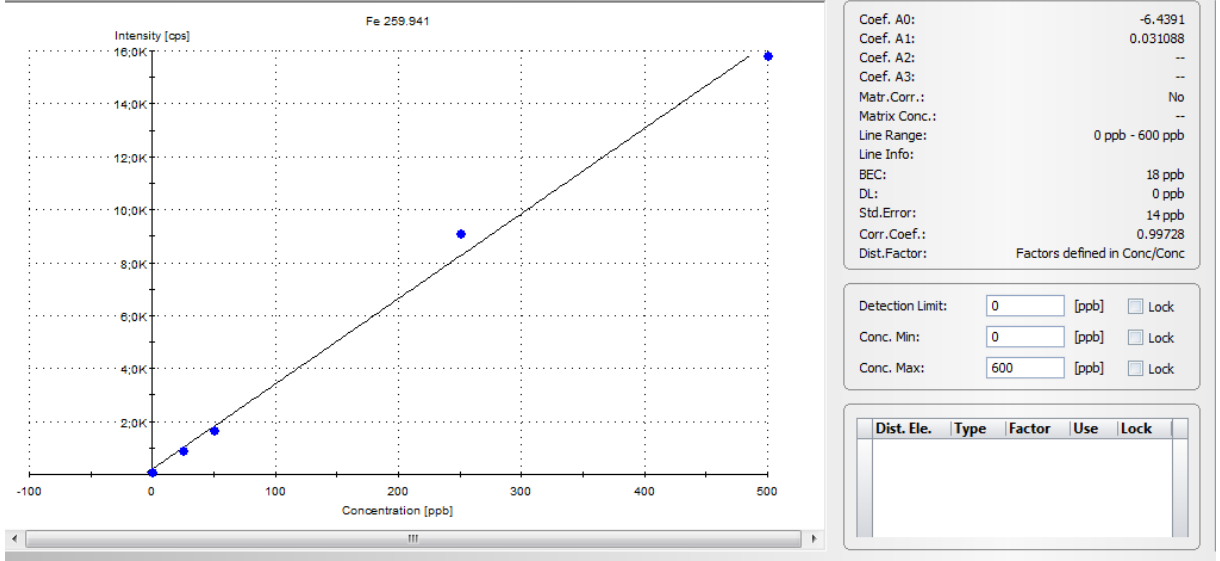


**Ek 3.9. Mn Ölçüm Değerleri**

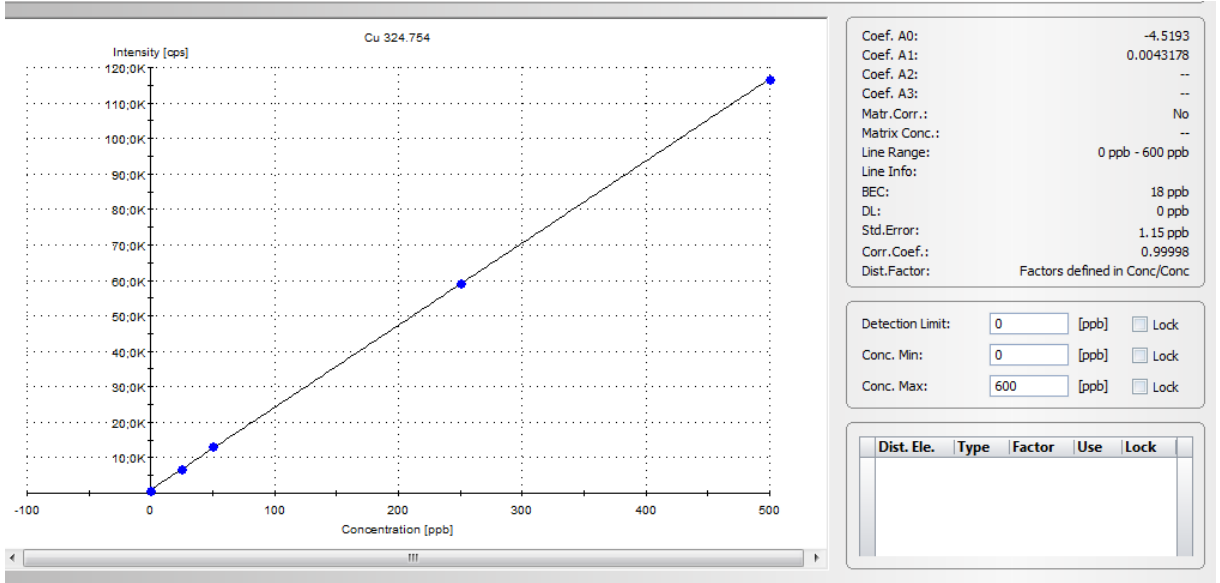


**Ek 3.10. Mo Ölçüm Değerleri**

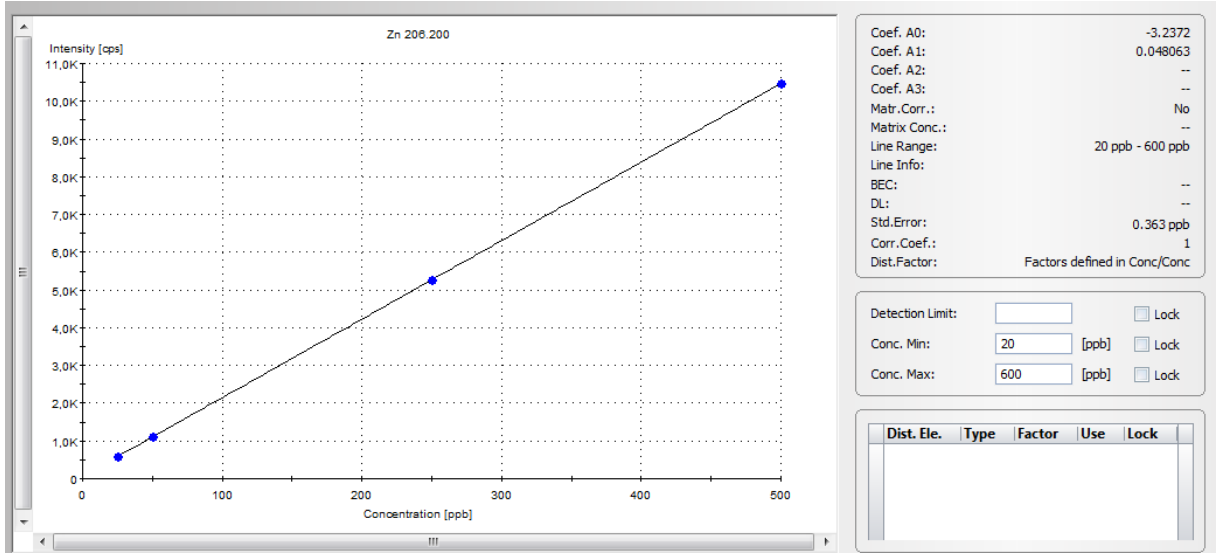




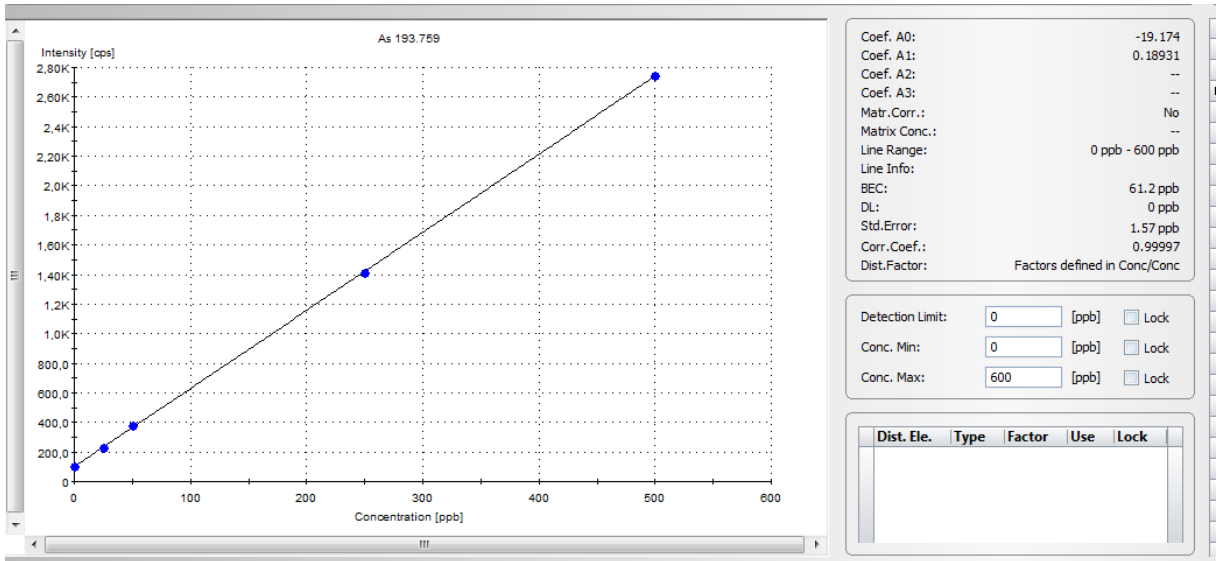
**Ek 3.11. Fe Ölçüm Değerleri**



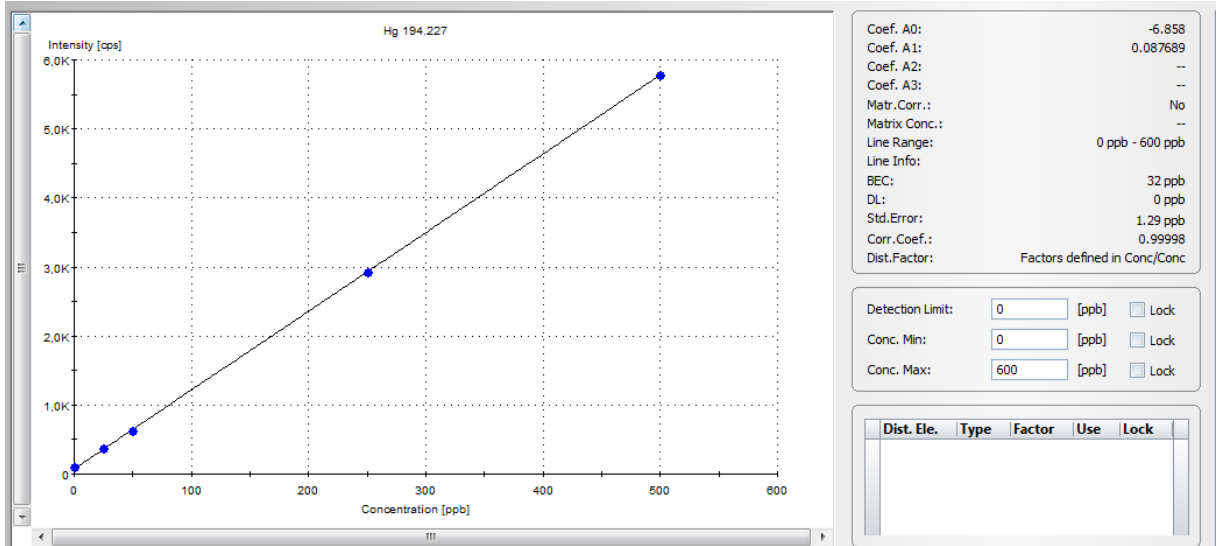
**Ek 3.12. Cu Ölçüm Değerleri**



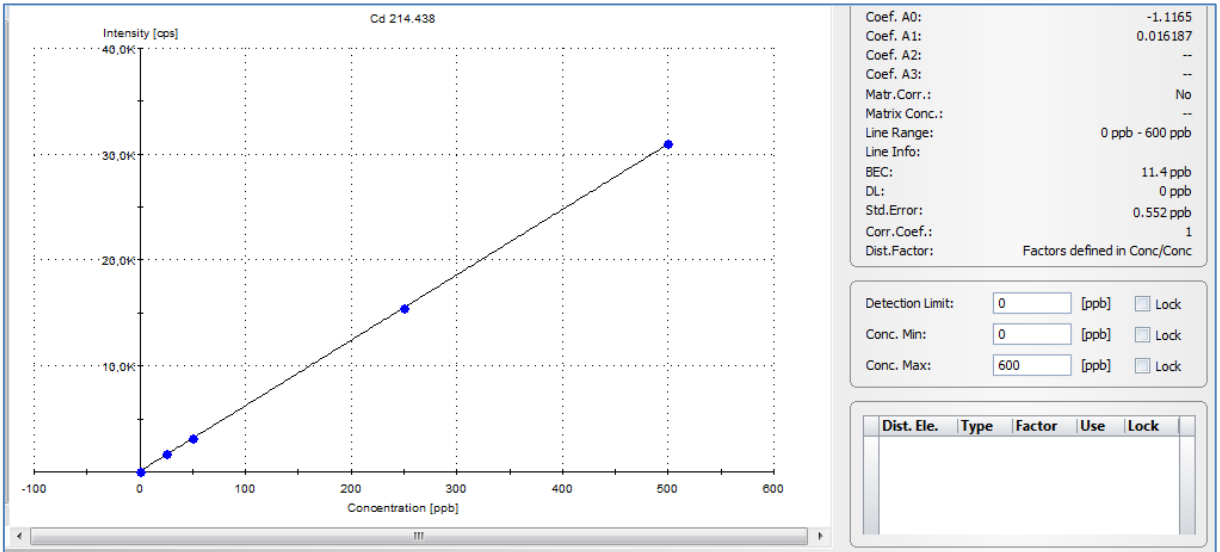
**Ek 3.13. Zn Ölçüm Değerleri**



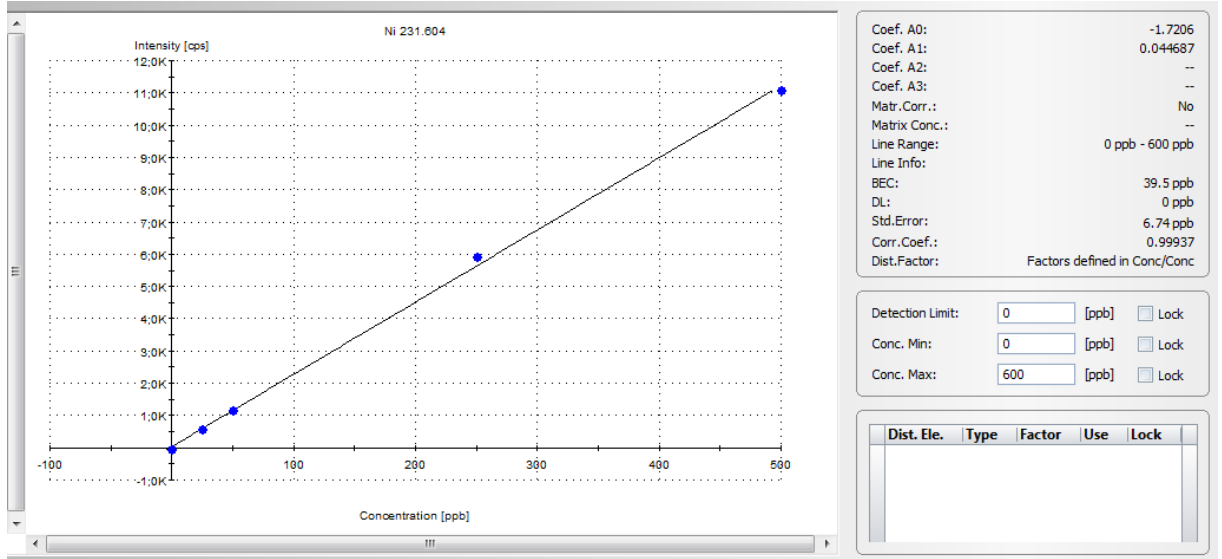
**Ek 3.14. As Ölçüm Değerleri**



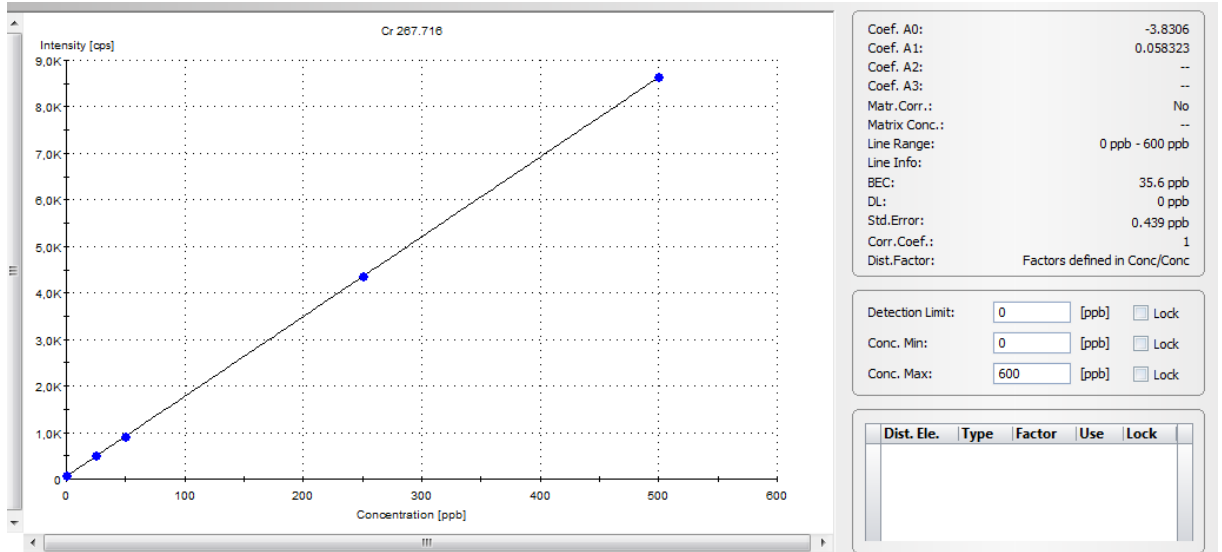
**Ek 3.15. Hg Ölçüm Değerleri**



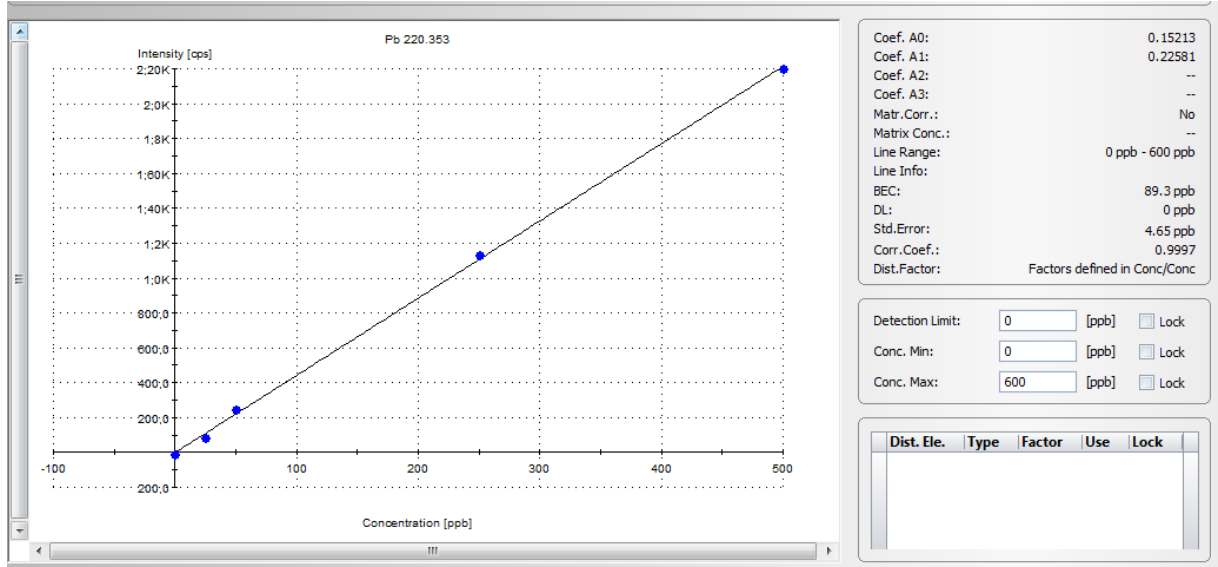
**Ek 3.16. Cd Ölçüm Değerleri**



**Ek 3.17. Ni Ölçüm Değerleri**



**Ek 3.18. Cr Ölçüm Değerleri**



**Ek 3.19. Pb Ölçüm Değerleri**

## ÖZGEÇMİŞ

Ahmet Serhat AKAR 20 Nisan 1979' da Kırkkale İli'nde doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Kırkkale' de tamamladıktan sonra 1997 yılında Piyade Okulu (Tuzla/İSTANBUL)'nu kazanarak 1998 yılında Piyade Astsubay olarak mezun oldu. Türk Silahlı Kuvvetleri' nde 1998 yılında ilk görev yeri olan (Tatvan / BİTLİS)' de başladı. 2001 yılında (SİVAS)' a tayin oldu ve aynı zamanda Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümüne başladı ve 2006 yılında mezun oldu. 2007 yılında (Oltu / ERZURUM)' a tayin oldu. 2010 yılında (Lüleburgaz / KIRKLARELİ)'ne tayin oldu. 2012 bahar yarısında Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesinde Çevre Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans eğitimine başladı ve 2015 Bahar yarısında mezun oldu. Ahmet Serhat AKAR Songül AKAR ile evli, Enes ve Gönül Duru adında iki çocuğu bulunmaktadır. İngilizce bilmektedir.