



## **Sapanca Gölünde Ağır Metal Kütle Denge Modelinin Geliştirilmesi**

**Program Kodu: 3001**

**Proje No: 115Y357**

Proje Yürütücüsü:  
**Yrd. Doç. Dr. Asude ATEŞ**

Araştırmacı(lar):

Doç. Dr. Hüseyin ALTUNDAĞ

Yrd. Doç. Dr. Rabia KÖKLÜ

Yrd. Doç. Dr. Şenay ÇETİN DOĞRUPARMAK

Danışman:

Prof. Dr. Bülent ŞENGÖRÜR

Bursiyer:

Öğr. Gör. Hülya DEMİREL

## ÖNSÖZ

15 Temmuz 2015 ile 15 Temmuz 2017 tarihleri arasını kapsayan projede Sapanca Gölünde ağır metal kütle denge modelinin geliştirilmesine yönelik olarak Sapanca gölü çevresinden 21 ay boyunca su, sediment, toprak ve hava numuneleri alınmış olup proje Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Çevre, Atmosfer, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Grubu (ÇAYDAG) tarafından desteklenmiştir.

Proje kapsamında Sapanca gölü ve çevresini temsil eden istasyonlardan hava ve su numuneleri mevsimsel değişiklik göz önünde tutularak alınmış, numunelerin kalite parametreleri incelenmiştir. Ağır metal kütle denge modelinde göle bilinmeyen kirlilik kaynaklarını tahmin edebilmek için yeraltı su kuyuları, toprak ve sediment numuneleri de analiz edilmiş olup kalite parametreleri değerlendirilmiştir. Ağır metal analizleri laboratuvarlarımızda ön işlemleri yapıldıktan sonra hizmet alımı yoluyla gerçekleştirilmiştir. Ayrıca su numunelerinde ağır metal konsantrasyonları ile kalite parametreleri arasındaki korelasyon belirlenmiştir.

Sapanca gölünde ağır metal kütle denge modelinin geliştirilmesine yönelik yapılan bu çalışmada bugüne kadar bu yönde ve bu boyutta hiçbir çalışma yapılmamış olması konunun önemini ve orijinalliğini ortaya koymaktadır.

Projeyi büyük bir titizlik ve özveriyle destekleyen Tübitak Çevre, Atmosfer, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Grubuna en içten teşekkürlerimi sunarım.

Yrd.Doç.Dr. Asude ATEŞ  
Proje Yürütücüsü

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1 SAPANCA GÖLÜ İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER.....	2
1.1.1 Sapanca Gölünün Coğrafik Yapısı.....	2
1.1.2 Sapanca Gölünün Jeolojik Yapısı.....	4
1.1.3 Bölgenin İklimi.....	5
1.1.4 Flora ve Fauna.....	5
1.1.4.1 Flora.....	5
1.1.4.2 Fauna.....	6
1.1.5 Sapanca Gölünü Besleyen Dereler.....	6
1.1.6 Hidroloji.....	6
1.1.7 Kanalizasyon Durumu.....	7
1.2 Sapanca Gölünün Kirlenmesine Etki Eden Unsurlar.....	7
1.2.1 Yerleşim Birimleri ve Sanayi Tesisleri.....	7
1.2.2 Karayolları ve Demiryolları.....	8
1.2.3 Tarımsal Faaliyetler.....	9
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	10
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	15
3.1 Numune Alma.....	15
3.2 Numunelerin Kalite Parametrelerinin Ölçülmesi.....	19
3.3 Analizlerde Kullanılan Kimyasallar.....	20
3.4 Analizlerde Kullanılan Metotlar.....	21
3.4.1 Su Numuneleri İçin Kullanılan Metot.....	21
3.4.2 Hava Numuneleri İçin Kullanılan Metot.....	21

3.4.3	Toprak Numuneleri İçin Kullanılan Metot.....	21
3.4.4	Sediment Numuneleri İçin Kullanılan Metot.....	24
3.5	Kütle Denge Modeli .....	26
3.6	Su Numunelerinin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi.....	31
4.	BULGULAR .....	32
4.1	Kalite Parametrelerinin İncelenmesi .....	32
4.1.1	Dere Numunelerinin İncelenmesi .....	32
4.1.2	Göl Numunelerinin İncelenmesi .....	35
4.1.3	Hava Numunelerinin İncelenmesi .....	38
4.1.4	Toprak Numunelerinin İncelenmesi .....	39
4.1.5	Sediment Numunelerinin İncelenmesi.....	41
4.1.6	Kuyu Numunelerinin İncelenmesi.....	42
4.2	Ağır Metal Konsantrasyonlarının İncelenmesi.....	44
4.2.1	Su Numunelerinin Ağır Metal Konsantrasyonları.....	44
4.2.2	Hava Numunelerinin Ağır Metal Konsantrasyonları .....	48
4.2.3	Toprak Numunelerinin Ağır Metal Konsantrasyonları .....	51
4.2.4	Sediment Numunelerinin Ağır Metal Konsantrasyonları.....	54
4.2.5	Kuyu Numunelerinin Ağır Metal Konsantrasyonları .....	58
4.3	Su Numunelerinde Kalite Parametreleri ile Ağır Metaller Arasındaki İlişkinin İncelenmesi.....	59
4.3.1	Ağır Metaller İçin Kütle Denge Modelinin Geliştirilmesi .....	62
5.	TARTIŞMA VE SONUÇ.....	70
6.	KAYNAKLAR.....	78
7.	EKLER.....	83

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.Sapanca gölünün coğrafi konumu Kaçmaz (2010).....	3
Şekil 2. Sapanca Havzası'nın jeolojisi Bol (2003).....	4
Şekil 3. Sapanca Gölü Kanalizasyon durumunu gösteren harita Çakır (2008).....	7
Şekil 4. Numune alma istasyonları .....	16
Şekil 5. Gölden su ve sediment, dereden su numunesi alma ekipmanları .....	18
Şekil 6. Toprakta numune alma ekipmanı.....	18
Şekil 7. Havadan numune alma ekipmanı (bulk birikim örnekleyicisi) .....	18
Şekil 8. Numunelerin kurutulması .....	19
Şekil 9.Numunelerin öğütülmesi ve elenmesi .....	20
Şekil 10. Numunelerin kalite parametrelerinin ölçülmesi.....	20
Şekil 11. Numunelerin mikrodalga cihazında çözündürülmesi .....	25
Şekil 12. Çözündürülme işlemi sonrası numunelerin süzülmesi.....	25
Şekil 13. Numunelerin BCR yöntemi ile çözündürülmesi (çalkalama ve santrifüjleme).....	25
Şekil 14. Numunelerin kral suyu ile çözündürülmesi ve süzülmesi.....	26
Şekil 15. Kütle denge modeli .....	27
Şekil 16.Sapanca Gölü kot – alan – hacim grafiği (DSİ, 1984).....	28
Şekil 17. Göl suyunda Al ve Fe için mevsimsel değişim.....	70
Şekil 18. Göl suyunda As, Cd, Co, Cr ve Cu için mevsimsel değişim.....	70
Şekil 19.Göl suyunda Ni, Pb ve Zn için mevsimsel değişim .....	71
Şekil 20. Havada Al, Fe ve Zn için mevsimsel değişim .....	71
Şekil 21.Havada As, Cd, Co, Cr ve Cu için mevsimsel değişim .....	72
Şekil 22. Havada Ba, Ni ve Pb için mevsimsel değişim.....	72
Şekil 23. Toprakta Al ve Fe için mevsimsel değişim .....	73
Şekil 24. Toprakta As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb ve Zn için mevsimsel değişim.....	73
Şekil 25. Sedimentte Al ve Fe için mevsimsel değişim .....	74
Şekil 26. Sedimentte As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb ve Zn için mevsimsel değişim.....	74

## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1. Numune alma istasyonlarının koordinatları .....	17
Tablo 2. BCR (the community bureau of reference) ardışık ekstraksiyon şartları.....	24
Tablo 3. Aşağıdereköy ve Maden deresi kalite parametreleri .....	32
Tablo 4. Sarp ve Keçi deresi kalite parametreleri.....	33
Tablo 5. İstanbuldere ve Mahmudiye deresi kalite parametreleri .....	33
Tablo 6. Kurtköy ve Yanık deresi kalite parametreleri.....	34
Tablo 7. Maşukiye ve Balıkhane deresi kalite parametreleri .....	34
Tablo 8. Eşme ve Çark deresi kalite parametreleri .....	35
Tablo 9. 1. ve 2. istasyona ait kalite parametreleri .....	35
Tablo 10. 3. ve 4. istasyona ait kalite parametreleri .....	36
Tablo 11. 5.ve 6.istasyona ait kalite parametreleri .....	36
Tablo 12. 7. ve 8. istasyona ait kalite parametreleri .....	37
Tablo 13. 9. ve 10. istasyona ait kalite parametreleri .....	37
Tablo 14. 1, 2 ve 3. istasyona ait kalite parametreleri .....	38
Tablo 15. 4, 5 ve 6. istasyona ait kalite parametreleri .....	38
Tablo 16. 7, 8, 9 ve 10. istasyona ait kalite parametreleri .....	39
Tablo 17. 1 ve 2. istasyona ait kalite parametreleri .....	39
Tablo 18. 3 ve 4. istasyona ait kalite parametreleri .....	40
Tablo 19. 5 ve 6.istasyona ait kalite parametreleri .....	40
Tablo 20. 7 ve 8. istasyona ait kalite parametreleri .....	40
Tablo 21. 9 ve 10. istasyona ait kalite parametreleri .....	40
Tablo 22. 1 ve 2. istasyona ait kalite parametreleri .....	41
Tablo 23. 3 ve 4. istasyona ait kalite parametreleri .....	41
Tablo 24. 5 ve 6. istasyona ait kalite parametreleri .....	41
Tablo 25. 7 ve 8. istasyona ait kalite parametreleri .....	42
Tablo 26. 9 ve 10. istasyona ait kalite parametreleri .....	42
Tablo 27. 1 ve 2. kuyuya ait kalite parametreleri.....	42
Tablo 28. 3 ve 4. kuyuya ait kalite parametreleri.....	43
Tablo 29. 5 ve 6. kuyuya ait kalite parametreleri.....	43
Tablo 30. 7 ve 8. kuyuya ait kalite parametreleri.....	43
Tablo 31. 9 ve 10.kuyuya ait kalite parametreleri.....	44
Tablo 32. 11 ve 12. kuyuya ait kalite parametreleri.....	44
Tablo 33. Aşağıdereköy, Maden ve Sarp deresine ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g/l}$ )....	45

Tablo 34. Keçi, İstanbuldere ve Mahmudiye deresine ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g/l}$ )	45
Tablo 35. Kurtköy, Yanık ve Maşukiye deresine ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g/l}$ )	46
Tablo 36. Balikhane, Eşme ve Çark deresine ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g/l}$ )	46
Tablo 37. 1, 2 ve 3. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g/l}$ )	47
Tablo 38. 4 ve 5. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g/l}$ )	47
Tablo 39. 6 ve 7. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g/l}$ )	47
Tablo 40. 8, 9 ve 10. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g/l}$ )	48
Tablo 41. 1, 2 ve 3. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g/l}$ )	48
Tablo 42. 4. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g/l}$ )	49
Tablo 43. 5. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g/l}$ )	49
Tablo 44. 6. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g/l}$ )	49
Tablo 45. 7. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g/l}$ )	50
Tablo 46. 8. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g/l}$ )	50
Tablo 47. 9. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g/l}$ )	50
Tablo 48. 10. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g/l}$ )	51
Tablo 49. 1, 2, 3 ve 4. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\text{mg/kg}$ )	51
Tablo 50. 5, 6 ve 7. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\text{mg/kg}$ )	52
Tablo 51. 8, 9 ve 10. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\text{mg/kg}$ )	52
Tablo 52. 1, 2, 3 ve 4. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\text{mg/kg}$ )	53
Tablo 53. 5, 6 ve 7. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\text{mg/kg}$ )	54
Tablo 54. 8, 9 ve 10. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\text{mg/kg}$ )	54
Tablo 55. 1, 2, 3 ve 4. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\text{mg/kg}$ )	55
Tablo 56. 5, 6 ve 7. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\text{mg/kg}$ )	55
Tablo 57. 8, 9 ve 10. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\text{mg/kg}$ )	56
Tablo 58. 1, 2, 3 ve 4. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\text{mg/kg}$ )	56
Tablo 59. 5, 6 ve 7. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\text{mg/kg}$ )	57
Tablo 60. 8, 9 ve 10. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları ( $\text{mg/kg}$ )	57
Tablo 61. 1, 2, 3 ve 4. kuyuya ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g/l}$ )	58
Tablo 62. 5, 6 ve 7. kuyuya ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g/l}$ )	58
Tablo 63. 8, 9 ve 10. kuyuya ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g/l}$ )	59
Tablo 64. 11 ve 12. kuyuya ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g/l}$ )	59
Tablo 65. Göl suyunda ağır metaller ve kalite parametreleri arasındaki Pearson korelasyonu	60
Tablo 66. Derelerde ağır metaller ve kalite parametreleri arasındaki Pearson korelasyonu	61
Tablo 67. Sonbahar 15 kütle dengesi	63

Tablo 68. Sonbahar 15 kütle dengesi bilinmeyen kaynak tahminleri .....	64
Tablo 69. Kış 16 kütle dengesi .....	64
Tablo 70. Kış 16 kütle dengesi bilinmeyen kaynak tahminleri .....	64
Tablo 71. İlkbahar 16 kütle dengesi .....	65
Tablo 72. İlkbahar 16 kütle dengesi bilinmeyen kaynak tahminleri.....	65
Tablo 73. Yaz 16 kütle dengesi .....	66
Tablo 74. Yaz 16 kütle dengesi bilinmeyen kaynak tahminleri .....	66
Tablo 75. Sonbahar 16 kütle dengesi .....	66
Tablo 76. Sonbahar 16 kütle dengesi bilinmeyen kaynak tahminleri.....	67
Tablo 77. Kış 17 kütle dengesi .....	67
Tablo 78. Kış 17 kütle dengesi bilinmeyen kaynak tahminleri .....	68
Tablo 79. İlkbahar 17 kütle dengesi .....	68
Tablo 80. İlkbahar 17 kütle dengesi bilinmeyen kaynak tahminleri.....	68
Tablo 81. İçme suyu standartları ile Sapanca gölü ağır metal konsantrasyonlarının karşılaştırılması .....	75
<b>Tablo 82. Sapanca gölü ağır metal konsantrasyonlarının geçmiş çalışmalarla kıyaslanması .....</b>	<b>75</b>



## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Al	: Alüminyum
AKM	: Askıda Katı Madde
APHA	: Amerika Toplum Sağlığı Derneği
As	: Arsenik
Ba	: Baryum
BCR	: (Avrupa Birliği Referans Bürosu) Ardışık Ekstraksiyon
C	: İletkenlik
Cd	: Kadmiyum
CEN	: Avrupa Standardizasyon Komitesi
Co	: Kobalt
Cr	: Krom
CRM	: Standart Referans Madde
Cu	: Bakır
DSİ	: Devlet Su İşleri
DO	: Çözünmüş Oksijen
EPA	: Çevre Koruma Örgütü
F1	: Su-Asitle Çözünebilir ve Karbonatlara Bağlı Fraksiyon
F2	: Fe-Mn Oksitlere Bağlı Fraksiyon
F3	: Organik madde ve sülfütlere bağlı fraksiyon
F4	: Kalıntı - Mineral Matrikse Bağlı Fraksiyon
Fe	: Demir
ICP-MS	: İndüktif Eşlemeli Plazma - Kütle Spektroskopisi
ICP-OES	: İndüktif Eşleşmiş Plazma – Optik Emisyon Spektroskopisi
Mak	: Maksimum
Min	: Minimum
Medyan	: Ortanca
N	: Örnek Sayısı
Ni	: Nikel
Org. Mad.	: Organik Madde
ORP	: Oksidasyon-Redüksiyon Potansiyeli
pH	: Hidrojen İyonları Konsantrasyonunun Negatif Logaritması

Pb	: Kurşun
SASKİ	: Sakarya Su ve Kanalizasyon İdaresi
Std.	: Standart Sapma
T	: Sıcaklık
TDS	: Toplam Çözünmüş Katı
TEM	: Trans Avrupa Otoyolu
TOK	: Toplam Organik Karbon
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
°C	: Santigrat Derece

## ÖZET

Marmara bölgesinin önemli iç su havzalarından olan Sapanca Gölü, Anadolu'dan Avrupa'ya ulaşım noktasının kavşağında bir tatlı su gölü olup, bölgenin önemli bir içme ve kullanma suyu kaynağıdır. Göl havzada bulunan yerleşim alanları, endüstriyel kuruluşlar ve en önemlisi E-5 karayolu ile TEM Anadolu otoyolundan gelen kirletici kaynaklardan etkilenmektedir.

Bu rapor, Sapanca Gölünde ağır metal kütle denge modelini geliştirilmesine yönelik olarak elde edilen verileri ve sonuçları içermektedir. Gölden, göl sedimentinden, göl çevresindeki topraktan, havadan ve gölü besleyen yan derelerden numuneler toplanmış ve belirlenen istasyonlarda, 19 ay süre ile ağır metaller ve bazı elementler (Alüminyum, Arsenik, Bakır, Baryum, Çinko, Demir, Kadmiyum, Kobalt, Krom, Kurşun ve Nikel) incelenerek, konsantrasyonları belirlenmiştir.

Elde edilen veriler neticesinde kütle denge modeli geliştirilmiş ve modelde bilinmeyen kaynaklarla ilgili yorum yapabilmek için toprak, sediment ve yeraltı sularında ağır metal konsantrasyonları incelenmiştir. Numunelerin ön işlemleri standart metotlara göre yapıp ölçümlerin hassasiyeti ve güvenilirliğini doğrulamak için sertifikalı referans maddeler ile çalışılmıştır. Bunun yanı sıra ağır metallerle bağlantılı olan bazı su kalitesi parametreleri (debi, sıcaklık, pH, iletkenlik (C-SPC), oksidasyon-redüksiyon potansiyeli (ORP), çözünmüş oksijen (DO), askıda katı madde (AKM), toplam organik karbon (TOK)) göl ve yan derelerde ölçülerek bu parametrelerin ağır metal konsantrasyonlarını nasıl etkiledikleri istatistiksel olarak belirlenmiştir. Alınan tüm numunelerde kalite parametreleri incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sapanca gölü, su, sediment, hava, toprak, ağır metaller, kütle denge modeli,

## **ABSTRACT**

Sapanca Lake, which is one of the important internal water basins in Marmara region, is a freshwater lake on the junction of the access point to Europe from Anatolia and important source of drinking water of the region. Residential areas around the lake are affected by industrial organizations and most importantly pollutant sources coming from E-5 land route and TEM Anatolia highway.

This report contains the data and results obtained for the development of the heavy metal mass balance model in Lake Sapanca. Samples were collected from the lake, lake sediment, streams, soil and air around the lake and concentrations of heavy metals and some elements (Aluminum, Arsenic, Copper, Barium, Zinc, Iron, Cadmium, Cobalt, Chromium, Lead and Nickel) were determined for 19 months in stations.

Mass balance model will be constituted as a result of obtained data and heavy metal concentrations in soil, sediment and groundwater have been investigated in order to be able to comment on unknown sources in the model. Pre-processing of the samples was performed according to standard methods and certified reference materials were used to verify the accuracy and reliability of the measurements.

In addition, some water quality parameters (flow, temperature, pH, conductivity, oxidation-reduction potential (ORP), dissolved oxygen (DO), suspended solids (AKM), total organic carbon (TOC)) Were measured at the lake and the side rivers, and how these parameters affected the heavy metal concentrations were statistically determined. Quality parameters were examined in all samples.

**Keywords:** Sapanca Lake, water, sediment, air, soil, heavy metals, mass balance model, Sakarya.

## 1. GİRİŞ

Canlı yaşamı ve ekolojik dengenin korunması ve geliştirilmesi son yıllarda artan çevresel kirlilikler sebebiyle önemli hale gelmiştir. Hızlı nüfus artışı, çarpık kentleşme, endüstrileşme, tarımsal alanların verimli kullanılmaması ve sulak alanlarda meydana gelen olumsuz değişiklikler sonucu oluşan bu kirlilikler canlı yaşamını olumsuz yönde etkilemektedir. Türkiye’de göller ötrofikasyon, siltleşme, sığlaşma, tuzlaşma, kimyasal ve mikrobiyolojik kirlilik gibi önemli sosyo-ekonomik kayıplara neden olan su kalitesi problemleriyle karşı karşıya gelmektedir (Gala, Küçükçekmece, Büyükçekmece, Sapanca, İznik, Manyas, Akşehir, Beyşehir, Eğirdir, Mogan, Van ve Tuz gölleri, Sarıyar, Hirfanlı, Kemer ve kısmen de GAP barajları gibi) Karabatak (2006). İçilebilir sulara sahip göl ve akarsular azalmaya başlamış; sulak alanların birçoğu kirlilik nedeniyle tahrip olmuştur Kazancı (2003) . Marmara bölgesindeki en büyük göllerden biri olan Sapanca Gölü, bölgenin önemli bir içme ve kullanma suyu kaynağıdır. Dünyada su ve su kaynaklarının giderek artan stratejik değeri bu su kaynağını da daha önemli hale getirmektedir.

En önemli kirlilik kaynaklarından biri olan ağır metallerin su kaynaklarının azalması ve sanayileşmenin hızlı bir şekilde artması nedeniyle çevre açısından kontrol altına alınması gerekmektedir Sungur (2013). Çevre kirliliği hava, su ve toprakta meydana gelebilmektedir. Canlı hayatında çok önemli yer tutan bu üç unsurun tabii dengesindeki bozulmanın canlılar üzerinde olumsuz etkiler yaptığı bilinmektedir. Çevre kirliliğinden en çok etkilenen ekosistemlerin başında göller ve akarsular gelmektedir. Ağır metaller, sucul ortamdaki anorganik kirlenmelere neden olmaktadır. Çeşitli yollarla sucul ortamlara (göl, nehir vb) geçerek canlı metabolizmalarını tehdit etmektedir Kiracı (2014). Ağır metaller, çoğunlukla buldukları ortamda biyodegradasyona uğramadıklarından kolayca birikirler ve çok kompleks yapılar oluşturarak zehirlilik etkilerini de arttırabilirler Karaçağıl (2013). Genel olarak ekosistem içerisinde bütün metal kirlenmelerine maruz kalan en büyük alıcı ortamı toprak oluşturmaktadır. Nehir, göl ve bataklık gibi sulu sistemlerde ise bu alıcı ortam sedimentlerdir Sungur (2013). Sediment tabakası kirleticiler için bir rezervuardır. Dayanıklılık gösteren inorganik ve organik kirleticiler sedimentte birikebilir ve uzun yıllar birikim sonucu, sucul organizmalar ve insan sağlığı için toksik etkiye sebep olabilir. Suyun kimyasal özelliklerine göre sedimentteki ağır metaller suya geçebildiği gibi, yağışlarla beraber topraktaki kirleticiler yeraltı suyuna ve yüzey akışı ve toprak kayması sonucu su kaynaklarına geçebilmektedir Karakaş 2003.

Hava, su ve toprakta doğal koşullarda ekolojik bir denge bulunmaktadır. Bu denge sonucu canlılar gelişim süreçlerini bir aksaklık göstermeden bu ortamda yürütürler. Herhangi birinde görülen kirlilik, diğerlerini de etkiler ve doğal dengenin tamamen bozulmasına sebep olur. Hava ve su da kirlilik olması toprakta da kirliliğın oluşmasına sebep olur. Kirleticiler ortamın doğal özelliklerinin canlılar ile çevre arasındaki tabii dengesini bozmakta ve ekosistemlerde ortaya çıkan bu denge bozukluğu sistem içindeki başta insan olmak üzere tüm canlı organizmaları etkilemektedir Pendias (1984). Bu nedenle alıcı ortamlarda ağır metal birikimi tüm canlı yaşamı için oldukça önemlidir.

Yapılan çalışmalarda göllerin su kalitesi incelenirken ağır metallerin su, sediment, toprak, sucul bitkiler ve su canlıları üzerinde birikimleri incelenmiştir Duman (2005); Dostbil (2010); Dökmeci (2005); Kır vd. (2007). Ancak su kaynaklarının korunabilmesi ve kirletici kaynakların su kaynaklarına girişi kontrol altına alabilmek için atmosferik birikimin (atmosferik kaynaklı kirliliğın) de değerlendirilmesi gerekmektedir. Özellikle son yıllarda, içme suyu kaynaklarında ve havzalarında yapılan çalışmalar içme suyu sıkıntısının yaşanmasını önlemede büyük öneme sahiptir.

## **1.1 SAPANCA GÖLÜ İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER**

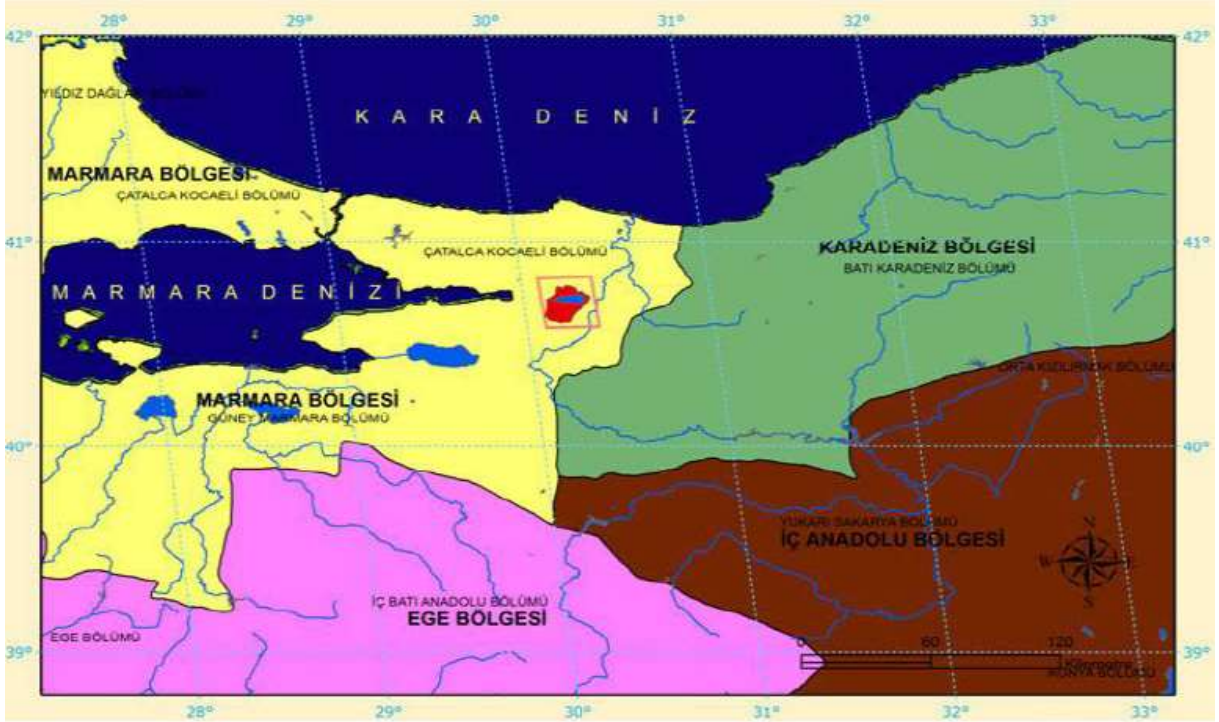
### **1.1.1 Sapanca Gölünün Coğrafiik Yapısı**

Sapanca Gölü Havzası, Marmara Bölgesi'nin doğusunda Çatalca-Kocaeli bölümü içerisinde yer almaktadır. Havza Sakarya ve Kocaeli illeri sınırları içerisinde yer almakla birlikte havzanın büyük bir çoğunluğu Sakarya ili sınırları içerisinde kalmaktadır Kaçmaz (2010). Deniz seviyesinden 30 m yükseklikteki, tektonik bir çukurda bulunan bir tatlı su gölüdür. İznik gölüne paralel olarak uzanır ve İzmit Körfezi'nin devamı olarak Adapazarı Ovasına kadar ulaşır. Marmara Bölgesi içerisinde yer alan Sapanca Gölü, bölgenin en önemli tatlı su kaynaklarından birini oluşturmaktadır SASKÍ (2003). Gölün çevresi 39 km uzunluğunda olup, bunun 26 km'lik kısmı Sakarya, 13 km'lik kısmı da Kocaeli sınırları içerisinde yer almaktadır.

Sapanca Gölünün havza alanı 252 km<sup>2</sup>'dir. Bu alanın yaklaşık 46 km<sup>2</sup>'si göl, 150 km<sup>2</sup>'si orman geriye kalan kısım ise tarım ve yerleşim alanıdır. Gölün uzun eksenini doğu-batı, kısa eksenini güney-kuzey doğrultusunda. Uzunluğu 16 km, maksimum genişliği ise 6 km'dir. Doğu ucu Sakarya Nehri'ne 5 km uzaklıktadır. Batı ucu ise İzmit Körfezi'ne 20 km uzaklıktadır. Gölün ortalama derinliği 31-33 m olmakla beraber maksimum derinliği 61 m'dir Çakır (2008); Göller ve Sulak Alanlar Eylem Planı (2017). Gölün deniz seviyesinden yüksekliği 30 m ve göl kabaca

elips şeklindedir (Şekil 1). Gölün güney ve batı kesiminde genişliği değişen, çok geçirimli ve iyi akifer özellikte alüvyal çökeltiler vardır. Gölün doğu kısmında sık sık bataklıklar görülür.

Gölün su toplama havzası içinde Sakarya ili sınırlarında Arifiye, Sapanca, Mahmudiye, Memnuniye, Esentepe, Aşağıdere, Serdivan, Adapazarı, Kırkpınar Belediyeleri ve Yanıkköy, Kurtköy, Uzunkum, Yukarıdere ve diğer köy yerleşimleri; Kocaeli'nde Maşukiye, Eşme, Derbent, Acısu ve diğer köy yerleşimleri yer alır.



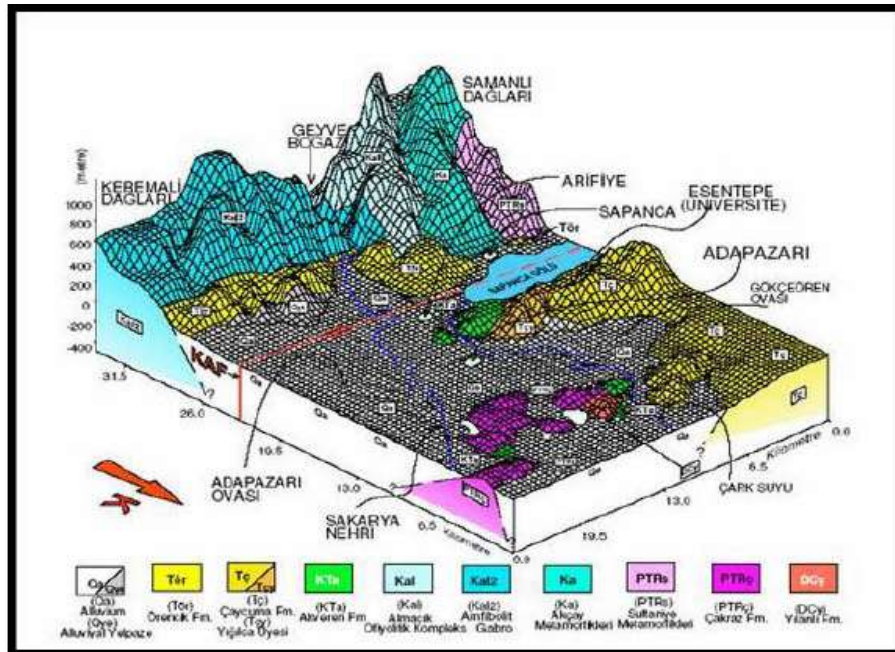
Şekil 1. Sapanca gölünün coğrafi konumu Kaçmaz (2010).

Gölü besleyen kaynaklar, akarsular ve yeraltı sularıdır. Sapanca Gölü'nü besleyen dereler şunlardır. Mahmudiye, Keçi, Yanık, Karaçay, Kurtköy, İstanbul, Balıkhane, Çifteçinar, Tuzla, Altıkuruş, Cehennem, Aygır vb'dir. Bunların büyük çoğunluğu kısa ve düşük akımlıdır. Kurak mevsimlerde ise kurumaktadırlar. Güneyden göle gelen dereler ise dik yataklı olup ani taşkınlara neden olur ve göle beraberinde büyük miktarda irili ufaklı kaya ve çakıllardan oluşan sediment getirirler. Çark suyu gölün tek çıkış yeri olup Sakarya Nehri'ne boşalmaktadır.

### 1.1.2 Sapanca Gölünün Jeolojik Yapısı

Sapanca Gölü havzası paleozoik dönemden itibaren kıvrılma ve faylanmalarla oluşmuştur. Havza Kuzey Anadolu fayının üzerinde bulunmaktadır. Faylı alanlar Sapanca Gölünün kuzeyi ile Maksudiye'nin kuzeyinde yer almaktadır. Yapılan araştırmalar gölün hem kuzey, hem de güneyinden geçen iki fay hattının bulunduğunu ortaya koymuştur. Pleyistosen döneminde Sakarya nehrinin yatağı değişmiş ve bu kuşakta Sapanca Gölü ortaya çıkmıştır. Göl doğuda Sakarya vadisinden ve batıda İzmit Körfezinden kuvaterner çökellerinin oluşturduğu eşikle ayrılmıştır. Sapanca Gölü'nün kuzeyinde, Serdivan güneyindeki tepeler, üst kretase paleosen karma oluşumlardan, batıya doğru ise eosen fiş tabakalardan oluşmuştur. Güney kıyılarda alüvyon tabakalar daha geniş bir bant teşkil eder. Güneydeki kesim kuzeye göre daha yüksektir. Güney kısmında topografik eğimler gittikçe artarak yükselir. Güneydeki tepeler metamorfik seri ayrılmamış ve mermer, kristalize kalker ile dolomitten oluşmuştur. Doğu tarafında karasal piliosen oluşumlar yer almaktadır.

Sakarya ve diğer akarsular taşıdıkları alüvyon maddeleri Adapazarı çukurluğuna depolamış ve böylece Adapazarı çukurluğu olarak Sapanca Gölünden ayrılmıştır. Bataklık durumundaki Adapazarı Ovası zamanla kuruyarak bugünkü durumuna gelmiştir DSİ (1984). Sapanca Havzası Jeolojisi Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Sapanca Havzası'nın jeolojisi Bol (2003).



### 1.1.3 Bölgenin İklimi

Sapanca Havzası, iklim açısından Doğu Marmara ve Batı Karadeniz bölgelerinin özelliklerini gösterir. Ortalama yıllık yağış 782.5 mm olup, yağış dağılımı homojendir. Ortalama yağış değerleri, genel olarak Temmuz-Ağustos aylarında en düşük (45 mm), Aralık-Ocak aylarında ise en yüksek değerlere (113mm) ulaşmaktadır. Dolayısıyla gölün kirlenme yönünden en kritik ayları Temmuz- Ağustos ayları olmaktadır. Ortalama yıllık sıcaklık ise 13.5 °C' dir. En soğuk ay Ocak, en sıcak aylar Temmuz – Ağustos'tur. Yıllık bağıl nem ortalaması %72.5 ve ortalama buharlaşma 625 mm'dir. Yaz aylarında egemen rüzgar kuzey ve kuzeydoğudur. Kış aylarında ise güney ve kuzey-batıdan esen rüzgarlar etkindir. Sapanca Gölü havzasının doğu-batı doğrultusu açık olmasına karşılık, rüzgarlar bu yönden etkin olmadığından havzada hava kirliliği önem kazanmaktadır [6].

### 1.1.4 Flora ve Fauna

#### 1.1.4.1 Flora

Havzada kış mevsimi ılık ve yağışlı olmasına karşın, yaz mevsimi Akdeniz ikliminde olduğu kadar sıcak ve kurak değildir. İklimin bu karakterini en iyi şekilde bitki örtüsü üzerinde görmek mümkündür, Akdeniz ikliminin bitkilerinden maki elemanları ile Karadeniz ikliminin öksin elemanları yan yana bulunurlar Ceylan (1990).

Sapanca'nın Dağları gür ormanlarla kaplı iken, diğer alanlar meyve bahçeleriyle doludur, ilçe ve çevresi ülkemizin en yeşil yörelerindedir. İlçe merkezinden güneye Samanlı Dağları'na doğru çıkıldıkça orman örtüsü gürleşir. Ormanlık alan, Yanık Deresi'nin göle aktığı, yerden başlar; doğuda Sakarya Nehri'ne, güneyde ise Mühlpınar Deresi'ne kadar uzanır. Sapanca'nın dağlarında; yüksek kısımlarda ağaçların çoğu kayın olmak üzere gürgen, çam, köknar, kızıl ağaç, meşe, ıhlamur, kestane ve kavak gibi pek çok ağaç türü bulunur Tünay (2015).

Gölün doğu ve batı kesimi kısmen bataklıktır. Havzanın % 53'ü orman olup, ormanlık alanın da % 59'luk kısmı bozulmuş durumdadır. Günümüzde ise Sapanca Gölü ve çevresinde orman özelliği taşıyan çok az yer kalmıştır. Bu verilere göre havzanın yaklaşık %55'i orman olup, bu ormanlık alanların ise büyük bir kısmı bozulmuş durumdadır. Tarım ve yerleşim alanlarını içeren açık alanlar toplam alanın %40'ı civarındadır (DSİ, 1984).

#### 1.1.4.2 Fauna

Sapanca Gölü Havzası sahip olduğu iklim koşulları ve buna bağlı olarak gelişen zengin bitki örtüsü neticesinde zengin bir hayvan varlığına sahiptir. Çeşitli semender türleri, kurbağa, çeşitli su yılanı türleri, kara kaplumbağası, kertenkele; kuşlardan bildircin, kumru, leylek, peçeli baykuş; su kuşlarından batağan, bahri, karabatak, çamurcun, Macar ördeği, patka, sütlabi, sakarmeke, martı bulunmaktadır. Bunlardan sayıca en çok sakarmeke, tepeli patka, karabaş martı bulunmaktadır. Bu türler su kuşları göçünün en aza indiği ocak ayında tespit edilmiştir Kaçmaz (2010). 1990 ve 2000'li yıllarda yapılan sayımlarda, gölde sadece 1995 ve 1996 yıllarında yaklaşık 50 bin civarındaki su kuşu tespit edilmiştir Tünay (2015).

Ormanların yoğun olduğu alanlarda ise; yaban domuzu, boz ayı, kurt, çakal, tilki, yaban kedisi türlerine rastlanmaktadır. Fakat bunların sayısı bozulan yaşama ortamlarına bağlı olarak oldukça azalmıştır. Ayrıca bu ormanlık alanlar ve çevresinde tavşan, porsuk, oklukirpi, fare, sıçan, köpek, gelincik, ev kedisi türlerine bolca rastlanmaktadır Kaçmaz (2010).

#### 1.1.5 Sapanca Gölünü Besleyen Dereler

Sapanca Gölünü besleyen irili ufaklı pek çok dere vardır. İstanbul, Kurtköy, Mahmudiye, Yanık, Keçi, Karaçay, Balıkhane, Çiftepınar, Kanlıtarla, Eşme, Kuru, Maden, Çatalödü, Altıkuruş, Harmanlar, Aygır, Cehennem Dereleri bunlardandır. Bunların çoğu kısa ve düşük akımlı olup, kurak mevsimde suları bulunmamaktadır. Göl, Çarksuyu çıkışıyla Sakarya Nehrine boşalmaktadır. Göl çıkış akımları, 1970 yılında işletmeye açılan Çarksuyu Kapaklı Regülatörü ile düzenlenmiştir.

Sapanca Gölünü besleyen en yüksek debili dereler güneyde İstanbul, Mahmudiye ve Kurtköy dereleri ile kuzeyde Maden deresidir DSİ (1983).

#### 1.1.6 Hidroloji

Havza alanı 252 km<sup>2</sup>'dir. Bu alanın yaklaşık 46 km<sup>2</sup>'si göl yaklaşık 150 km<sup>2</sup>'si orman, geriye kalan kısmı ise tarım ve yerleşim alanıdır. Göl, akarsular ve yer altı sularıyla beslenir. Sapanca Gölü'nün toplam su tutma kapasitesi 1325x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/ yıl'dır. Göl regülatör eşik kotu 29.9 m, maksimum kullanılabilir su kotu ise 31.5 m dir. Gölün 31.5 m'deki hacmi 1128x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>tür.

### 1.1.7 Kanalizasyon Durumu

Sapanca Gölünün kuzey kısmında bulunan, Sakarya sınırlarında olan, Aşağıdereköy, Yukarıdereköy ve Serdivan- Esentepe bölgesini içersine alacak şekilde toplam uzunluğu 51 km (4355 m'lik kısım kolektör) şebeke ve kolektör hattının %60'lık kısmı tamamlanmış durumdadır. Bu bölgede 4 adet terfi merkezi planlanmıştır (Şekil 3). Göl havzasındaki kuruluşlar deşarj ettikleri atıksular açısından incelendiğinde bir kısmı atıksularını arıtma tesisinde arıtıp kanalizasyona deşarj etmekte olup bir kısmı da evsel nitelikli atıksularını fosseptikte biriktirmekte ve belirli aralıklarla vidanjörle alınmaktadır. Yapılan araştırmada, bu bölgede yer alan endüstriyel kuruluşların atık sularını göle deşarj etmediği belirlenmiştir Çakır (2010).



Şekil 3. Sapanca Gölü Kanalizasyon durumunu gösteren harita Çakır (2008).

## 1.2 Sapanca Gölünün Kirlenmesine Etki Eden Unsurlar

### 1.2.1 Yerleşim Birimleri ve Sanayi Tesisleri

Sapanca gölünün çevresindeki başlıca yerleşim merkezleri kuzeyde Eşme ve Yenieşme, güneyde ise Yeniköy, Kurtköy, Kırkpınar, Mahmudiye, Sapanca, Yüzevler, Uzunkum ve Arifiye'dir. Bu yerleşim birimlerinin en büyüğü Sapanca İlçesidir ve tarımsal üretimin bir pazarı niteliğindedir. İkinci büyük yerleşim yeri olan Kırkpınar'da yerleşme tamamen kırsal nitelikte olup bahçeler içinde dağınık yapılardan oluşmaktadır. Göl havzası içinde bunlar dışında pek çok köy bulunmaktadır.

Ayrıca Sapanca Gölü ve çevresinin doğal güzelliklerinden ötürü yaz aylarında nüfus yoğunluğunu arttıran dinlenme kampları, plaj, otel, motel, gazino ve lokanta gibi turistik tesisler de bulunmaktadır. Son yıllarda tek tek yapılaşmadan başka yazlık siteler halinde yapılan evler Uzunkum, Sapanca ve Kırkpınar kıyılarına yakın bir şekilde yerleşmişlerdir. 2009 tarihi itibarı ile mevcut durumda, Sapanca Gölü Havzası'nda 11 sanayi tesisi bulunmaktadır.

Aralarında uluslararası ticaret hacmi olan firmaların da bulunduğu tesisler şöyledir:

- Çekok Sebze, Meyve Yıkama ve İşleme Tesisleri
- Mega Çelik Konstrüksiyon
- Kartepe Mandıra Süt Ürünleri İmalatı
- Serfloor Yapı Malzemeleri
- Çemsan Makine İmalat
- Tire Kutsan Selüloz, Kağıt, Karton ve Benzeri Sanayii
- Elimsan Metal ve Yedek Parça Sanayii
- Ondüline Selüloz, Kağıt, Karton ve Benzeri Sanayii
- ÇKLT Fabrikası Şeker Üretimi ve Benzerleri
- Federal Mogul Metal ve Yedek Parça Sanayii
- KRP Tekstil Konfeksiyon

Sapanca Gölü su toplama havzasında yer alan ve gölün su kalitesini atıkları ile olumsuz yönde etkileyebilecek sanayi tesislerinden başlıcaları Onduline yapı Malzemeleri Anonim Şirketi (A.Ş), Federal Mogul (İstanbul Segman) Sanayi Güneri Gıda Sanayi ve Çekok Sebze, Meyve yıkama ve işleme tesislerinin sıvı atıkları göle ulaşmaktadır Şişman (1999). Sıvı atıkların yanı sıra bu tesislerden atmosfere salınan emisyonlar da su ve hava kalitesini bozmaktadır.

### **1.2.2 Karayolları ve Demiryolları**

Sapanca Gölü havzası otoyollarla (TEM, Trans-Avrupa Otoyolları) ve Asya ile Avrupa'yı birbirine bağlayan bir demiryolu ile çevrilidir Duman vd. (2007). Sapanca Gölü kuzeyinde E-5 karayolu, güneyinde TEM Otoyolunun çok yakından geçmesi civardaki bitki örtüsünü olumsuz etkileyecek (Egzoz gazları nedeni ile) bu durumda uzun vadede gölün ekolojik dengesini olumsuz yönde etkileyecektir. Otoban üzerinden lastik ve yağ kalıntılarının yağmur sularıyla özel açılmış kanallardan göle ulaşması yoluyla kirlenme meydana gelmektedir.

Motorlu araçların lastiklerinin yıpranması sonucu yola bulaşan kurşunlu bileşikler ve fren-debriyaj balatalarının aşınması sonucu yola bulaşan asbest yapılan kanallar vasıtasıyla direkt olarak göle ulaşmaktadır. TEM Anadolu otoyolunun, Sapanca Gölü boyunca 300 – 400 m.

aralıklarla yapılan bu tahliye kanallarından atıksuların kıyıya ulaştığı noktalarda gözle görülür kirlilikler mevcuttur. Aynı zamanda motorlu araçlardan atmosfere salınan emisyonların da su kalitesi üzerinde olumsuz etkileri vardır.

### **1.2.3 Tarımsal Faaliyetler**

Gıda maddelerinin üretim tüketim ve depolanmaları sırasında besin değerini bozan ve tahrip eden zararlı hastalık etmenleri, yabancı ot ve mikroorganizmaları yok etmek için kullanılan kimyasal maddeler genelde “pestisit” olarak bilinen tarım ilaçlarıdır.

Toprağa ve tarlaya uygulanan ilaçların tümü uygulama alanlarında durmamakta, maddenin fiziko – kimyasal özelliklerine bağlı kalarak rüzgâr, yağmur gibi doğal etkenler ile başka yerlere sürüklenmekte ve çevre sorunları yaratmaktadır. Sapanca Gölünde de bu yolla kirlilik olma ihtimali oldukça yüksektir

Kirlilik, kıyı şeridindeki karayollarından ve Sapanca Gölü çevresindeki yerleşim alanlarındaki atık sulardan kaynaklanabilir. Gölün içine doğrudan atık boşaltma olmasa da, endüstriyel, evsel ve tarımsal kimyasal kirleticiler, yüzey akışı ve yağış yoluyla göle girerler ve ağır metallerin seviyesini arttırırlar Yalçın ve Sevinç (2001).

Göllerdeki su kalitesinin dünya çapında bozulması, doğal ve insan kaynaklı süreçlere, özellikle kentsel gelişim ve tarımsal faaliyetlere atfedilebilir. Cd, Cr, Cu, Pb ve Zn gibi ağır metaller, çevresel kalıcılıkları, toksisitesi ve besin ağlarındaki biyolojik birikim ve biyomagnifikasyon özelliklerinden dolayı göl ekosistemlerinde en önemli kirleticilerden biridir. Ağır metaller, göl ekosistemlerine, endüstriyel atıklar, evsel atıklar, kentsel kanalizasyon ve tarımsal ve yağmur suyu akışı gibi çeşitli kaynaklardan dağıtılabilir Wang vd. (2014).

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Şişman (1999) Sapanca bölgesinde Tem otoyolundan kaynaklanan ağır metal kirliliği tespit etmiştir. Sapanca Tem otoyolu civarındaki topraklarda Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, Cd miktarlarını ölçmüştür. Ölçüm sonuçlarında göre Pb ve Cu sınır değerlerin üzerinde, Zn, Ni ve Cr sınır değerleri altında bulunmuştur. Motorlu araçların toprağa bıraktığı ağır metal kirliliği yağışlarla Sapanca gölüne geçmekte ve su kalitesini etkilemekte olduğunu ortaya koymuştur Şişman (1999).

Yalçın ve Sevinç (2001) Sapanca Gölü'ndeki ağır metal kirliliği ile ilgili, göl havzasındaki yollardan geçen araçların egzoz gazlarının, yağ ve diğer atıkların yağmur suyu ile birlikte göle ulaşmasının, evsel atık, tarımsal ilaç, kimyasal atık ve bölgedeki büyük sanayi tesislerinden salınan kimyasalların hava yoluyla göle karışarak kirlilik riski oluşturduğunu göstermiştir. Araştırmacılar önceki çalışmalarla yapılan karşılaştırmalarına göre kurşun konsantrasyonlarında önemli bir artış olduğunu rapor etmişlerdir Yalçın vd. (2001).

Duman (2005) Sapanca ve Abant gölleri su, sediment ve bazı sucul makrofitlerde ağır metal akümülyasyonunun mevsimsel değişimini incelemiştir. Sapanca Gölü su ve sedimentinde ağır metal kirliliğinin trafik, fosseptik atık, tarımsal gübre ve zirai ilaçlar, Abant Gölü su ve sedimentinde ise trafik ve fosseptik atık kaynaklı olduğunu belirlemiştir Duman (2005).

Duman vd. (2007) Sapanca Gölü'nde genel olarak, yüzey tortusundaki ağır metal yoğunlaşmasını Ni>Cr>Pb>Cd şeklinde saptamıştır. Ağır metallerin mevsimsel en yüksek değerlerini; yazın krom ve nikel, sonbaharda ise kadmiyum şeklinde gözlemlemişlerdir. Kursun için mevsimsel farklılık bulamamışlardır Duman (2007).

Alpat (2009) Sapanca gölünde bulunan biyoindikatör su kuşlarında ağır metal analizleri gerçekleştirmiştir. Hg, Pb, Ni, Cd ve Cr konsantrasyonlarının su, toprak, sediment, balık ve su kuşları üzerindeki etkisini araştırmıştır. Nisan 2008-Subat 2009 tarihleri arasında sularda görülen ağır metal ortalama miktarları Ni>Cr>Pb>Hg>Cd şeklinde saptamıştır. Toprak örneklerinde en yüksek nikel ve krom kış dönemine ait olduğunu belirlemiştir Alpat (2009).

Macit (2010) ise gölde bakteriyolojik kirlilik seviyesi sınır değerlerinin üzerinde olduğunu belirlemiş, kimyasal analizlerde de, bazı parametrelerde (Cd gibi) standartların üzerinde değerlerle karşılaşmıştır. Tanık vd. (1998), Sapanca Gölü Havzasındaki önemli kirlilik kaynaklarını ve bu kaynakların göle etkilerini incelemiştir. Sapanca Gölü su kalitesinin korunması ve kirliliğin azaltılması ile ilgili olarak koruma alanları oluşturulması konusunda

özüm önerileri sunmuştur. Arman vd. (2009), Sapanca gölündeki kirlenmenin sürekli arttığını ifade etmiştir.

Dökmeci (2005) Gala gölü havzasından aldığı toprak numunelerinde krom, kobalt ve nikel (özellikle gölü besleyen kaynakların kenarından alınan numunelerde) ve Gala gölü içi ve gölü besleyen kaynaklardan alınan su ve sediment numunelerinin çoğunda kadmiyum, kurşun, mangan, bakır ve kobalt miktarının yüksek olduğunu belirlemiştir Dökmeci (2005).

Dostbil (2010) Mogan gölünde sediment analizlerinin sonuçları Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nin Toprak Kirlilik Parametreleri Sınır Değerlerine göre değerlendirildiğinde bakır (Cu), kadmiyum (Cd), kurşun (Pb), çinko (Zn) bu sınır değerlerin altında olduğunu ve ağır metal düzeylerini oransal olarak  $Al > Fe > Zn > Ni > Cu > Pb > As > Cd > Hg$  şeklinde saptamıştır. Sudaki ağır metal düzeylerini ise oransal olarak  $Pb > Al > Fe > As > Ni > Hg > Cu \geq Zn > Cd$  olarak saptamıştır Dostbil (2010).

Kır ve ark. (2007) Kovada gölü'nün su ve sedimentindeki bazı ağır metallerin mevsimsel değişimini incelemiş ve suda en fazla bulunan metalin Fe olduğu tespit etmiştir. Suda tespit edilen metallerin yaz ve ilkbahar aylarında arttığını saptamıştır. Sedimentte en fazla biriken metal Al'dur. Metal birikiminin yaz aylarında en yüksek düzeye ulaştığı belirlenmiştir Kır (2007).

Uzunoğlu 1999 yılında, Gediz nehri ve özellikle deşarj noktalarından belirlenen 9 farklı istasyondan alınan sediment ve su örneklerinde Co, Cd, Mn, Zn, Cu, Fe, Pb, Ni, Cr gibi eser elementler ICP-AES'de analiz edilmiştir Uzunoğlu (1999).

Kiracı (2014) tarafından yapılan çalışmada Aydın ilinin Söke ilçesinde bulunan Azap Gölünün sediment örnekleri mikrodalga yöntemiyle çözündürme ile ağır metal analizine hazırlanmıştır. Su ve sediment örneklerindeki ağır metal derişimlerine bakıldığında Fe, B ve Al diğer ağır metallere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir Kiracı (2014).

Başaran (2011) tarafından Seyfe Gölü'nde göl suyu ve sedimentte mikrodalgada çözündürme yöntemiyle ağır metal (Cd, Pb, Cr, Co, Ni, Zn, Cu, As) miktarları tespit edilmeye çalışılmıştır. Mevsimsel dönemlere göre sediment örneklerinde yapılan analiz sonuçlarına göre yaz döneminde  $Zn > Pb > As > Cr > Ni > Cu > Co > Cd$ ; kış döneminde ise  $Zn > Pb > As > Cr > Ni > Cu > Cd > Co$  sıralamaları şeklinde metal konsantrasyonlarının değişimi hesaplanmıştır. Özellikle arsenik yıllık ortalama değerleri yönetmelik sınır değerlerinin oldukça üstünde kalmaktadır ve buda tabanda ciddi bir arsenik birikimini göstermektedir Başaran (2011).

Kırmızıgül (2013) Gökçekaya Baraj Gölünde mevsimsel periyotlarda sedimentte ağır metal (Cd, Pb, Cr, Co, Ni, Zn, Cu, Fe, As) belirlenmiş, mevcut miktarların kirlilik seviyeleri tespit

edilmiştir. Göl sedimentinde ortalama yıllık derişimlere göre ağır metal içerikleri Fe>Zn>Cr>Ni>Cu>Pb>Co>As>Cd şeklinde değişim göstermiştir Kırmızıgül (2013).

Sungur (2013) tarafından yapılan çalışmada Ergene Havzasından alınan farklı fiziko-kimyasal özelliklere sahip topraklarda ve Ergene Nehrinden alınan sediment örneklerinde farklı fraksiyonlarda tutulan ağır metaller (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn) BCR ardışık ekstraksiyon yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir Sungur (2013).

Sutherland ve Tack (2007), BCR ardışık ekstraksiyon yöntemi kullanılarak sedimentlerde bulunan Pb için bir ön inceleme amaçlamışlardır. Sedimentlerde toplam Pb konsantrasyonları ardışık ekstraksiyon basamaklarından elde edilerek  $144\pm 26$  mg/kg olarak belirlenmiştir. Genel olarak çalışmadaki tüm veriler Nuuanu çayı çevresindeki kentleşmenin olduğu yerlerde Pb için kesin insan kaynaklı olduğunu işaret etmekte olduğunu rapor etmişlerdir Sutherland vd. (2007).

Özcan vd. (2003) İstanbul E-5 karayolunun cadde tozlarında ağır metal kirliliğini değerlendirmişlerdir. Tuna ve Yağmur (2004) Muğla-Marmaris karayolu kenarındaki topraklar ile doğal kızılçam ve zeytin ağaçlarının trafik kaynaklı kirlenici elementlerden etkilenip etkilenmediklerini belirlemiştir. Yoğun araç trafiğine sahip olan Muğla-Marmaris karayolu çevresinde Pb, Cd, Fe ve Zn kirliliğinin bulunduğunu göstermiştir Tuna vd (2004).

Edirnelioğlu (2007) Orta Batı Anadolu geçiş bölgesindeki ana yolların kenarındaki ormanlarda, trafik kaynaklı ağır metal kirliliğini belirlemiştir. Toprakta bulunan  $Fe^{+2}$ ,  $Zn^{+2}$  ve  $Ni^{+2}$  değerleri ile trafik yoğunluğu arasında istatistiksel bakımdan pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunurken  $Cd^{+2}$  ve  $Pb^{+2}$  miktarları bakımından anlamlı bir ilişki bulunamamıştır Edirnelioğlu (2007).

Onat vd. (2010) İstanbul'da D-100 otoyolu kenarında toz örneklerinde suda çözünen ve çözünemeyen As, Cd, Cr, Cu, Ni, Mn ve Pb metallerinin miktarları belirlenmiştir Onat (2010).

Bilge ve Çimrin (2013) Viranşehir-Kızıltepe karayolu güzergâhındaki topraklarda trafik kaynaklı ağır metal kirliliğinin boyutlarını belirlemiş, topraktaki ağır metal miktarının kara yolundan olan mesafe ile değişimini ortaya koymuştur. Ayrıca, miktar bakımından topraklarda ağır metaller şu sırayı; Ni>Cr>Cu>Pb>Cd izlemiştir Bilge vd (2013).

Gunawardena vd. (2013) ağır metallerin atmosferik birikimlerini (kuru ve ıslak) etkileyen yağış faktörlerini ve trafik özelliklerini incelemişlerdir. Pb, Cd, Ni, Cu metallerinin trafik sıklığı ile Zn ise trafik hacmi ile bağlantılı olduğunu belirlemişlerdir. Aynı zamanda Zn'nin diğer ağır metallerle göre en yüksek atmosferik birikime sahip olduğunu bulmuşlardır. TOK, pH ve EC parametreleri incelenmiş, organik karbon ile ağır metal arasında güçlü bir bağlantı olduğunu yeniden ortaya koymuşlardır.



Wong vd. (2002) Pearl nehir deltasında Cr, Cu, Pb ve Zn ağır metallerinin atmosferik birikimini incelemiştir. Analitik sonuçlara göre atmosferik birikimin en fazla Zn'ye ait olduğunu bulmuşlardır.

Nyugen vd. (2005) Balaton gölünde su yüzeyinde, atmosferik birikimde (yağmur ve kar örneklerinde) ve sedimentte ağır metal araştırmışlardır. Atmosferik birikimde ağır metalleri miktar olarak sırasıyla Zn, Ni, Cu, Pb, Cd, Co olarak bulmuşlardır.

Morselli vd. (2003) İtalya'da ağır metallerin ıslak ve kuru atmosferik birikimlerini incelemiştir. Her iki birikimde Cd, Cu, Zn'nin Cr, Ni ve Pb'ye göre daha çok çözüldüğünü bulmuşlardır.

Su kaynaklarının korunması ve kirlenici girişlerini net bir şekilde ortaya koyup önlemler alınması amacıyla su kaynaklarının incelenmesinin yanı sıra kaynak çevresinde toprak ve özellikle hava kalitesinin bilinmesi gerekmektedir. Bu amaçla Sapanca gölünden su ve sediment, göl çevresindeki derelerden su ve çevresinden toprak ve hava numuneleri toplanmış, gölde ağır metal kütle denge modeli geliştirilmeye çalışılmıştır. Kütle denge modeli sayesinde gölde bilinmeyen bir kirlenici kaynak olup olmadığı ve farklı alıcı ortamlardan göle kirlenici girişi ortaya konmuştur.

Salomoi vd. (2001) Brezilya'da bir nehir yatağında askıda katı maddelerin ve buna bağlı ağır metalin kütle transferini hesaplamıştır. En yüksek metal girişi yüzeysel akış ve sedimentten suya geçiş ile olduğu belirlenmiştir.

Rozan vd. (2001) New Haven limanında ağır metal kütle dengesini araştırmış olup, liman için kirlenici kaynakların atmosferik birikim, nehirler, arıtılmış kanalizasyon çıkış suyu, kanalizasyon taşkını ve endüstriyel deşarj olduğunu tespit edilmiştir. Göllerin atmosferik çökelen metaller için bir indikatör ve doğal kollektör olduğunu ifade etmiştir.

Dolon vd. (1982) Huran Gölünde 1976-1978 yılları arasında su kolonunda ve sedimentte askıda katıları ve ağır metallerin konantrasyonunu tanımlamak için dinamik kütle denge modeli geliştirmiştir.

Dioz vd. (20) Büyük Tuz Gölünde Selenyum için kütle denge modeli geliştirmiştir. Yüzey akışı yoluyla göle giren toplam Se miktarı 1560kg/yıl ve sedimentasyon ile buharlaşma yoluyla uzaklaşma akışının ise 2079kg/yıl olduğunu belirlemiştir. Ayrıca göle bilinmeyen bir kirlenici kaynaktan Se girişi olduğunu tespit etmiştir.

Peng vd. (2017) Pekin'de toprakta Cd ve Zn birikiminin kütle denge temelli regresyon modellemişini geliştirmiştir. Regresyon modeli ile 1978-2078 arası topraklarda Cd ve Zn birikim

eğilimini simule etmiştir. Cd ve Zn metallерinin nufusun artmasıyla genellikle artış gosterdiğini ortaya koymuştur.

### 3. GEREÇ ve YÖNTEM

#### 3.1 Numune Alma

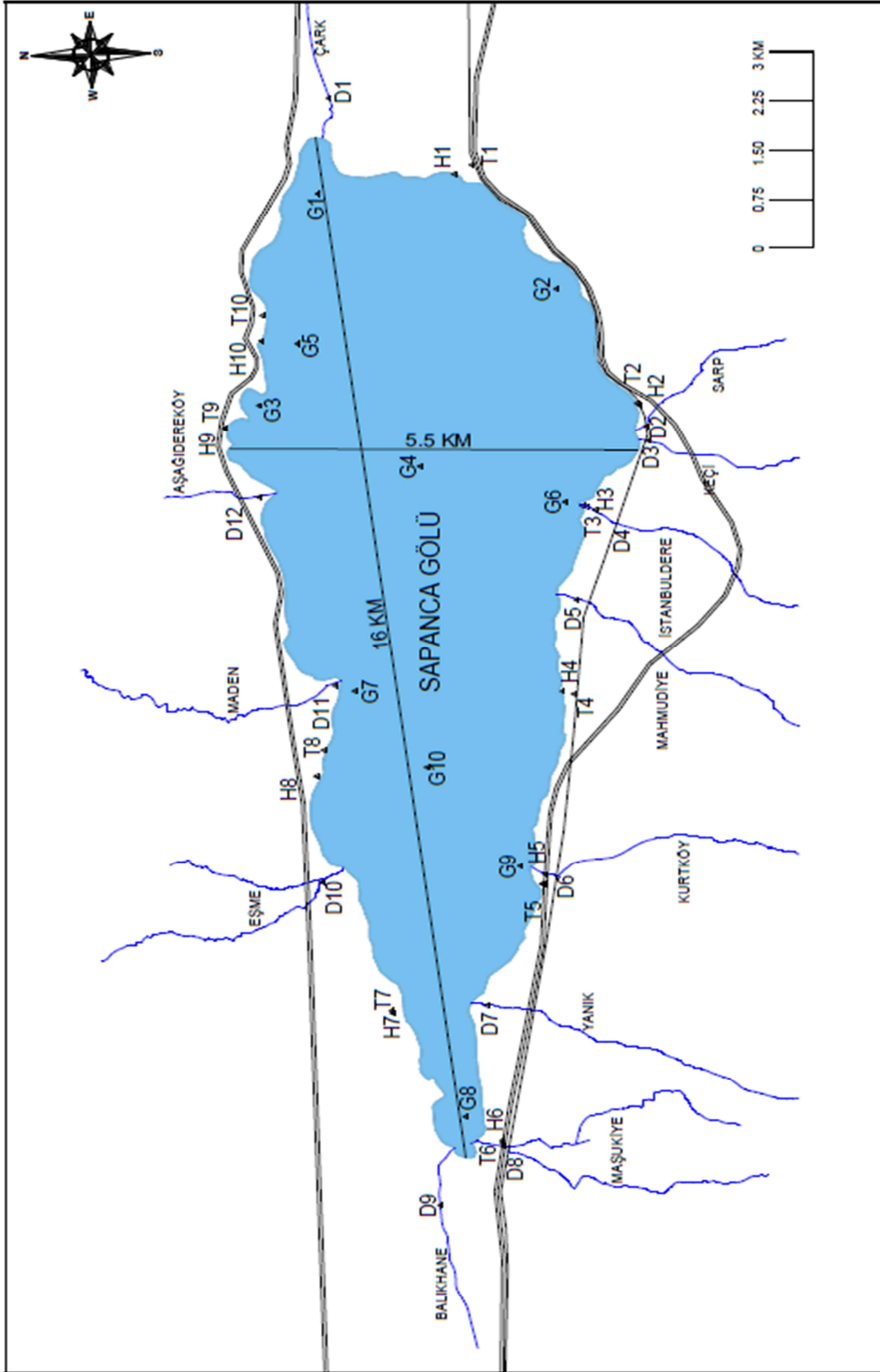
Numuneler 2015 Eylül ile 2017 Mayıs arasında mevsimsel değişiklikler dikkate alınarak göl numuneleri, hava ve toprak numuneleri üç ayda bir toplanmıştır. Derelerden alınan numuneler ise derelerde değişiklik daha fazla olacağından ayda bir alınmıştır.

Numune alma istasyonlarının belirlenmesinde SASKİ (Sakarya Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi) tarafından göl suyu ve göl sedimenti almak için kullanılan noktalar dikkate alınmıştır. Gölden alınan numuneler bu istasyonlardan alınmaktadır. Tüm istasyonlar (toprak, hava, dere ve göl) göl çevresini temsil edecek şekilde belirlenmiştir. Numune alma istasyonlarının koordinatları tespit edilip Şekil 4'te yer alan haritaya işlenmiş ve Tablo 1'de koordinatları verilmiştir. Toprak, sediment ve hava numuneleri 10 farklı istasyondan, derelerden alınan numuneler ise göle birleşme noktalarına çok yakın istasyonlardan alınmaktadır. Gölde meydana gelen sıcaklık tabakalaşması göz önünde bulundurularak göl suyu 10 istasyonda yüzey, orta ve dip şeklinde 3 farklı derinliklerden alınıp su kolonu şeklinde değerlendirilmiştir.

Sapanca gölü, gölü besleyen yan derelerden su numuneleri sırasıyla TS 6291 Ocak 1989 "Su Kalitesi-Numune Alma-Kısım 4: Göl ve Göletlerden Numune Alma Kuralları", TS EN ISO 5667-6 Mart 2008 "Su Kalitesi-Numune Alma-Bölüm 6: Nehirlerden ve Akarsulardan Numune Alma Kılavuzu"na göre alınmıştır. Göl sedimentinden ise numuneler TS EN ISO 5667-12 Aralık 1995 "Su Kalitesi-Numune Alma- Dip Sedimentlerinden Numune Alma Kılavuzu"na göre alınmıştır.

Göl havzasındaki topraktan TS 9923 Mart 1992 "Toprak Kalitesi-Yüzey Topraktan Numune Alma, Numunelerin Taşınma ve Muhafaza Kuralları"na göre numune alınmıştır. Seçilen noktalardan numune alınırken taş, çakıl, bitki örtüsü vs. temizlendikten sonra toprağın verimlilik durumuna göre, 0-20cm'lik toprak katını temsil eden her numune plastik poşetlere alınmıştır.

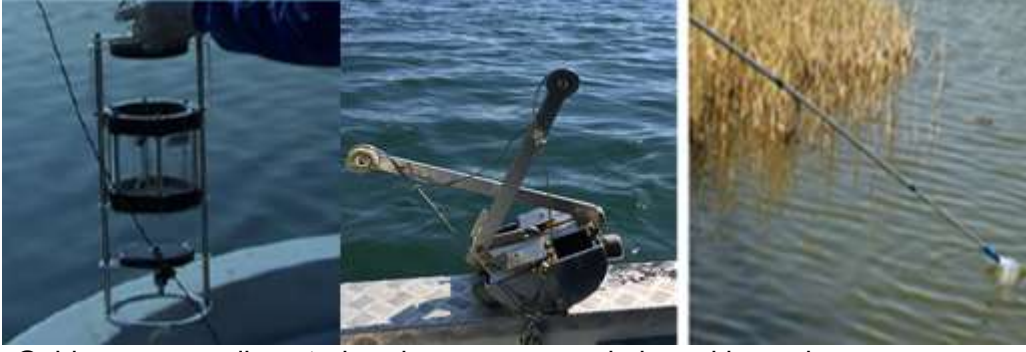
Hava numuneleri ise, Avrupa Standardizasyon Komitesi (CEN), 2009'da, örnekleme sistemlerine bağlı olarak örnekleme ekipmanları ve farklı örnekleme stratejileri için genel gereksinimleri belirten "Atmosferik birikimde nikel, kurşun, arsenik elementlerinin belirlenmesi için standart metot, EN 15841" standart metoduna göre bulk birikim olarak toplanmıştır. Numune alma ekipmanları Şekil 5, 6 ve 7' de verilmiştir.



Şekil 4. Numune alma istasyonları

Tablo 1. Numune alma istasyonlarının koordinatları

<b>İstasyon Numarası</b>	<b>Hava/Toprak İstasyonu</b>	<b>Göl İstasyonu</b>	<b>Dereler</b>	<b>Dere İstasyonu</b>
1	40.69305 30.28305	40.73092 30.32155	Sarp	40.69238 30.27931
2	40.71473 30.32499	40.70288 30.30415	Keçi	40.69218 30.27667
3	40.69977 30.26485	40.73791 30.28326	İstanbuldere	40.69845 30.26418
4	40.70227 30.23129	40.71903 30.27211	Mahmudiye	40.70065 30.24801
5	40.70227 30.23129	40.73336 30.29439	Kurtköy	40.70446 30.19829
6	40.70227 30.23129	40.70198 30.26565	Yanık	40.71138 30.17472
7	40.72226 30.17313	40.72678 30.23153	Maşukiye	40.70943 30.14916
8	40.73127 30.23012	40.71388 30.15457	Balıkhane	40.71686 30.13856
9	40.74196 30.27902	40.70739 30.19988	Eşme	40.73070 30.19700
10	40.73751 30.29485	40.71830 30.21775	Maden	40.72913 30.23255
			Aşağıdereköy	40.73925 30.26633
			Çark	40.72953 30.33875



Şekil 5. Gölden su ve sediment, dereden su numunesi alma ekipmanları



Şekil 6. Topraktan numune alma ekipmanı



Şekil 7. Havadan numune alma ekipmanı (bulk birikim örnekleyicisi)

### 3.2 Numunelerin Kalite Parametrelerinin Ölçülmesi

Su numunelerinde sıcaklık, pH, iletkenlik (C), çözünmüş oksijen (DO), oksidasyon-redüksiyon potansiyeli (ORP), tuzluluk (SAL), toplam çözünmüş katı (TDS) portatif çoklu ölçüm cihazı ile (YSI Professional Plus Multiparametre) arazide ölçülmüştür. Her ölçüm öncesi standart solüsyonlarla cihazın kalibrasyonu yapılmıştır. Toplam organik karbon (TOK) ölçümü için TOK (TOC-TN) cihazında hizmet alımı şeklinde gerçekleştirilmiştir. Askıda katı madde (AKM) tayini ise Standart Metot 2540D'ye göre yapılmıştır (APHA 1998). Derelerden su numunesi alınırken cüce muline yardımıyla debi ölçülmüştür. Hava numunelerinde pH, iletkenlik (C), oksidasyon-redüksiyon potansiyeli (ORP), tuzluluk (sal), toplam çözünmüş katı (TDS) portatif çoklu ölçüm cihazı ile (YSI Professional Plus Multiparametre) arazide ölçülmüştür.

Sediment ve toprak numuneleri alındıktan sonra laboratuvarında 105°C'de etüvde sabit tartıma gelinceye kadar kurutulduktan sonra 200-mesh (2 mm) çaplı elekten geçirilerek öğütülmüştür. Sonrasında katı numuneler hava geçirmez PE torbalara aktarılıp ağır metal analizi için çözüldürülene kadar muhafaza edilmiştir. Sediment ve toprak numunelerinde kurutma ve elemeyen sonra pH, ORP, iletkenlik, tuzluluk, organik madde tayini yapılmıştır. Toprak ve sediment numunelerinden 20'şer gram alınarak 50 ml'lik beher içine koyulup üzerine 1:2.5 oranında saf su ilave edilerek, iyice çalkalandıktan sonra 10 dakika beklenip beher tekrar çalkalanır, sonrasında pH ve ORP ölçümü yapılmıştır Dökmeçi (2005). Şekil 8 ve 9'da numunelerin kurutulması ve elenmesi gösterilmektedir. Şekil 10'da portatif çoklu ölçüm cihazı ile kalite parametrelerinin ölçümünün görseli bulunmaktadır.



Şekil 8. Numunelerin kurutulması



Şekil 9. Numunelerin öğütülmesi ve elenmesi

Yakma işlemine başlamadan önce krozeler sabit tartıma gelmesi için önce 2 saat, daha sonra 1 saat 440 °C'de bekletilmiştir. Kurutulmuş ve elenmiş sediment örneğinden 5 gram tartılarak, porselen kroze de 440 C'de 4 saat yakılmıştır. Kayıp miktar, toplam organik madde miktarı olarak değerlendirilmiştir BSI (1990).



Şekil 10. Numunelerin kalite parametrelerinin ölçülmesi

### 3.3 Analizlerde Kullanılan Kimyasallar

Numunelerin analize hazırlanmasının tüm aşamalarında Merck tarafından üretilmiş analitik saflıkta asitler ve diğer kimyasallar kullanılmış olup kullanılan tüm asitler suprapur kalitededir. Çözeltilerin hazırlaması için destile deiyonize su (Milli-Q Millipore 18.2 MΩ cm-1 direnci) kullanılmıştır. Tüm plastik ve cam malzemeler bir gece % 10 v/v HNO<sub>3</sub> çözeltisi içinde bekletilip daha sonra destile deiyonize su ile yıkanmıştır. Bulk birikim örnekleyicisi ekipmanları laboratuvarında her numune alma periyodundan önce tekrardan nitrik asit, su ve deterjanla yıkanmıştır.



Metotların güvenilirliğini kontrol etmek amacıyla kullanılan standart referans maddeler; toprak numuneleri için GBW07424 (GSS-10) (CRM Soil from the Overburden Region), sediment numuneleri için NCS DC73312 Stream Sediment, standart referans madde BCR 701 ile su ve hava (bulk birikim) numuneleri için ERM-CA 011-B Hard Drinking Water- Metals standart referans madde kullanılmıştır. Ayrıca ağır metal ölçümlerinin güvenilirliğini kontrol etmek amacıyla ICP multi-element standart solüsyonu (ağır metal standartları) kullanılmıştır.

### **3.4 Analizlerde Kullanılan Metotlar**

#### **3.4.1 Su Numuneleri İçin Kullanılan Metot**

Su numuneleri Standart Metot 3030E'ye göre analize hazırlanmıştır. Su numuneleri 0,45µm'lik filtre kağıtları yardımıyla süzülür. Süzülen numunelerin pH'ı HNO<sub>3</sub> ile 2'ye getirilmiştir. Bu şekilde metallerin doğrudan tayini yapılabilir. Su numunelerinin analizleri tamamlanmış olup ve saklama kaplarına alınan numuneler ICP-MS ile okuma işlemine kadar 4°C'de buzdolabında bekletilmiştir (APHA 1998). Analiz öncesi ICP-MS cihazında standart referans maddeyle kalite kontroller yapılmıştır.

#### **3.4.2 Hava Numuneleri İçin Kullanılan Metot**

Hava numuneleri bulk birikim şeklinde toplandığından sıvı formdadır bu nedenle seçilen metot su numunelerine uygulanan metottur. Numuneler Standart Metot 3030E'ye göre analize hazırlanmıştır. Numuneler 0,45µm'lik filtre kağıtları yardımıyla süzülür. Süzülen numunelerin pH'ı HNO<sub>3</sub> ile 2'ye getirilmiştir. Su numunelerinin analizleri tamamlanmış olup ve saklama kaplarına alınan numuneler ICP-MS ile okuma işlemine kadar 4°C'de buzdolabında bekletilmiştir (APHA 1998). Analiz öncesi ICP-MS cihazında standart referans maddeyle kalite kontroller yapılmıştır.

#### **3.4.3 Toprak Numuneleri İçin Kullanılan Metot**

Çalışmada hem toplam çözünmüş tür hem de ardışık ekstraksiyon metodu ile çözüldürme yapılmıştır. Toplam çözünmüş tür için EPA Metot 3052'ye göre (mikroalgla yöntemiyle) numuneler analize hazırlanmıştır. Çözüldürme işlemi için Milestone Ethos D marka mikroalgla kapalı sistem (maksimum basınç 1450 psi, maksimum sıcaklık 300°C) kullanılmıştır.

Kurutulmuş ve elenmiş numunelerde analize göre uygun miktarda tartılır. EPA Metot 3052 'ye göre Mikrodalga cihazında çözündürme işlemi uygulamak için aşağıdaki işlemler takip edilir.

1. Kurutulmuş numune tartılır, teflon yakma kabına konur. Maksimum 1g. numune ile çalışılır.
2. Numuneye 9 ml HNO<sub>3</sub> ve 3 ml HF veya HCl veya H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içeren alternatif asit karışımları eklenir.
3. Teflon Kaplar Kapatılarak Mikrodalga Cihaz içerisine yerleştirilir.
4. Yerleştirme sırasında kaplar dengeli şekilde rotora yerleştirilmelidir.
5. 180±5 °C sıcaklıkta 15dk. çözündürme işlemi yapılır.
6. Çözündürme işleminden sonra soğuyan numuneler gerekirse filtre edilebilir, santrifüjlenebilir veya seyreltilebilir.

Toprak ve sediment kalıntı bazda kirlilikler ihtiva ettiğinden katı numunelerin element içerikleri ardışık ekstraksiyon metodu ile fraksiyonlara ayrılarak ve kalıntı (mineral) bazda bulunan element konsantrasyonları belirlenmiştir.

Toprak ve sediment numunelerinde ağır metal analizleri için birçok ekstraksiyon yöntemi geliştirilmiştir. Özellikle toprak analizlerinde amaca bağlı olarak farklı türdeki elementler; "toplama", "tüme yakın" ve "ekstrakte edilebilir" içerikleri bakımından ele alınmaktadır. Toplam içerik belirleme çalışmalarında örnekte bulunan metaller tamamen çözülerek çözültüye geçer. Tüme yakın toplam içeriklerinin belirlenmesinde kral suyu gibi kuvvetli asitlerle ekstrakte edilen metal içerikleri belirlenir. Tüme yakın toplamda silikatlara bağlı durumda bulunan metaller çözültüye geçmez. Genelde her iki işlemde de güçlü asit veya asit karışımları kullanılarak çözündürme işlemi gerçekleştirilir. Ekstrakte edilebilir içeriklerin belirlenmesinde ise amaca bağlı olarak birçok ekstraksiyon yöntemi geliştirilmiştir Ure (1996).

Ardışık ekstraksiyon yöntemi toprak ve sedimentlerde eser elementlerin davranışlarını incelemek amacıyla yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Toprak ve sedimentlerde ağır metallerin toplam konsantrasyonlarının tayini, metallerin hareketliliği konusunda yeterli bilgi vermemektedir. Bu nedenle katı numunelerde ağır metallerin kimyasal formlarının tayini (türendirme) giderek önem kazanmaktadır.

Geçtiğimiz yıllar boyunca toprak ve sedimentten ağır metal ekstrakte etmek için geliştirilen ve değiştirilen ekstraksiyon yöntemleri iki grup altında değerlendirilmektedir. Bunlar; tek basamaklı ekstraksiyon yöntemleri ve ardışık ekstraksiyon yöntemleridir Rauret (1998); Zimmerman (2010).

Temeli Tessier ve ark. (1979)'nın oluşturduğu ve şimdiki adı Avrupa Standart, Ölçüm ve Test Programı Komisyonu (the Standards, Measurements and Testing Programme of the European Commission) olan komisyon tarafından geliştirilen dört basamaklı ardışık ekstraksiyon yöntemi (bilinen adıyla; BCR - the European Community Bureau of Reference)'ün ardışık ekstraksiyon yöntemi uygulanmıştır Rauret (1999). Her bir basamakta uygulanan işlemler aşağıdaki gibi yapılmıştır. Ayrıca yapılan işlemler Tablo 2 'de özetlenmiştir.

**Basamak 1 (F1) / değişebilir fraksiyon (su ve asitte çözünebilir, karbonatlara bağlı):** Tüm örnekler 105 °C ayarlı etüvde sabit tartıma gelinceye kadar bekletilmiştir. Daha sonra toprak örneklerinden 1 gram tartılmış ve 50 ml taksimli santrifüj tüplerine aktarılmıştır. Toprak numunesi üzerine, hazırlanmış olan 0,11 M CH<sub>3</sub>COOH çözeltisinden 40 ml eklenmiş ve tüpün vidalı kapağı sıkıca kapatılmıştır. Çalkalama işlemi için hazır hale getirilen örnekler laboratuvar sıcaklığında otomatik çalkalayıcı ile 200 rpm'de 16 saat çalkalanmıştır.

Çalkalama işleminden hemen sonra örneklerde katı fazı sıvı fazdan ayırmak için 3000 rpm'de 20 dakikaya ayarlı santrifüj cihazı kullanılmıştır. 20 dakika santrifüjlenen örneklerin kapakları açılmış ve örnekler sarsmadan mavi bant filtre kağıdı ile 50 ml kapasiteli, kapaklı polietilen saklama kaplarına süzölmüştür. Elde edilen temiz ekstrakt analiz işlemine kadar buzdolabında soğukta muhafaza edilmiştir. Bir sonraki basamağa geçmeden önce yıkama işlemi için santrifüj tüpünde kalan katı faz üzerine 20 ml deiyonize su eklenerek aynı şekilde 15 dakika çalkalanmış ve 20 dakika santrifüjlenerek sıvı kısım atılmıştır.

**Basamak 2 (F2) / indirgenebilir fraksiyon (Fe-Mn oksitlere bağlı):** Birinci basamaktan elde edilen santrifüj tüplerindeki katı kısmın üzerine 40 ml 0,5 M HONH<sub>2</sub>.HCl çözeltisinden eklenmiştir. Birinci basamakta olduğu gibi 16 saat çalkalanmış ve 20 dakika santrifüjlenmiştir. Santrifüjden sonra sıvı faz yine mavi bant filtre kâğıdı ile saklama kaplarına alınmış ve analiz edileceği güne kadar soğukta muhafaza edilmiştir. Bir sonraki basamağa geçmeden önce birinci basamağın sonunda yapılan yıkama işlemi bu basamak için de yapılmıştır.

**Basamak 3 (F3) / oksitlenebilir fraksiyon (organik madde ve sülfütlere bağlı):** İkinci basamaktan elde edilen santrifüj tüplerindeki katı faz üzerine 10 ml 8,8 M H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> çözeltisi eklenmiş, laboratuvar sıcaklığında 1 saat boyunca 200 rpm' de çalkalanmıştır.

Daha sonra 85 °C'de yaklaşık 1-1,5 saat süre ile numunedeki sıvı kısım kuruluğa yakın bir şekilde uçurulmuştur. Toprak numunesinin üzerini ancak ince bir tabaka kalana kadar uçurulan örnekler soğumaya bırakılmıştır. Örnekler soğuduktan sonra yine 8,8 M H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> çözeltisinden 10

ml eklenerek işlem tekrarlanmıştır. Örnekler soğuduktan sonra üzerine 50 ml 1,0 M  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  çözeltisinden eklenmiştir.

Eklenen 50 ml çözelti örnek hacmiyle birlikte 50 ml' yi aşan bir hacme vardığı için doluluğa yakın olan santrifüj tüpleriyle çalışırken oldukça dikkatli olunmuştur. Önceki basamaklarda olduğu gibi 16 saat çalkalanmış ve 20 dakika santrifüjlenmiştir. Santrifüjden sonra sıvı faz yine mavi bant filtre kağıdı ile saklama kaplarına alınmış ve analiz edileceği güne kadar soğukta muhafaza edilmiştir. Son basamağa geçmeden önce diğer basamakların sonunda yapılan yıkama işlemi bu basamak için de yapılmıştır.

**Basamak 4 (R veya F4) / kalıntı fraksiyon (mineral yapıya bağlı):** Bütün basamakların (F1, F2, F3) yani ardışık ekstraksiyonda kalan numunenin tüme yakın metal konsantrasyonlarının belirlenmesi amacı ile numune kral suyu (Aqua regia) kullanılarak çözünürleştirilmiştir. Üçüncü basamaktan sonra santrifüj tüplerinde kalan katı faz 100 ml kapasiteli beherlere aktarılmış, 15 ml E çözeltisi ile ısıtıcı tablada (hot-plate) kaynama olmadan kuruluğa kadar çözünürleştirilmiştir.

Daha sonra mavi bant filtre kâğıdı ile 50 ml kapasiteli saklama kaplarına süzülerek son hacim 50 ml olacak şekilde 2 M  $\text{HNO}_3$  içerisine alınmıştır. Numuneler analiz edileceği zamana kadar soğukta muhafaza edilmiştir.

Tablo 2. BCR (the community bureau of reference) ardışık ekstraksiyon şartları

Fraksiyon No	Topraktaki Fraksiyon	Ekstrakt maddesi	Çalkalama süresi ve sıcaklık
F1	Değişebilir fraksiyon (Karbonatlara bağlı)	40 mL 0.11 M $\text{CH}_3\text{COOH}$	Laboratuvar sıcaklığında 16 saat
F2	İndirgenabilir fraksiyon (Fe-Mn oksitlere bağlı)	40 mL 0.5 M $\text{HONH}_2.\text{HCl}$ (pH 1,5)	Laboratuvar sıcaklığında 16 saat
F3	Oksitlenebilir fraksiyon (Organik madde ve sülfütlere bağlı)	10 mL 8.8 M $\text{H}_2\text{O}_2$ (pH 2) yine 10 mL 8.8 M $\text{H}_2\text{O}_2$ (pH 2) 50 mL 1 M $\text{NH}_4\text{OAc}$ (pH 2)	Laboratuvar sıcaklığında 1 saat 1 saat 85 °C sadece ısıtılır Laboratuvar sıcaklığında 16 saat
F4 (R)	Artakalan fraksiyon (Mineral yapıya bağlı)	15 mL kral suyu	Kuruluğa kadar ısıtılır ve sabit hacme tamamlanır

### 3.4.4 Sediment Numuneleri İçin Kullanılan Metot

Toplam çözünmüş tür için toprak numunelerinde kullanılan EPA Metot 3052'ye göre (mikrodalga yöntemiyle) numuneler analize hazırlanmıştır. Çözündürme işlemi için Milestone Ethos D marka mikrodalga kapalı sistem (maksimum basınç 1450 psi, maksimum sıcaklık 300°C) kullanılmıştır.

Numunelerin element içerikleri ardışık ekstraksiyon metodu ile fraksiyonlara ayırıp kalıntı (mineral) bazda bulunan element konsantrasyonları belirlemek için yine toprak numunelerinin çözündürülmesinde kullanılan BCR ardışık ekstraksiyon metodu kullanmıştır.

Katı numunelerin çözündürülmesinde kullanılan mikrodalga metoduna ait görseller Şekil 11 ve 12 'de ve ardışık ekstraksiyon metoduna ait görseller ise Şekil 13 ve 14'te verilmiştir.



Şekil 11. Numunelerin mikrodalga cihazında çözünürleştirilmesi



Şekil 12. Çözündürülme işlemi sonrası numunelerin süzülmesi



Şekil 13. Numunelerin BCR yöntemi ile çözündürülmesi (çalkalama ve santrifüjleme)



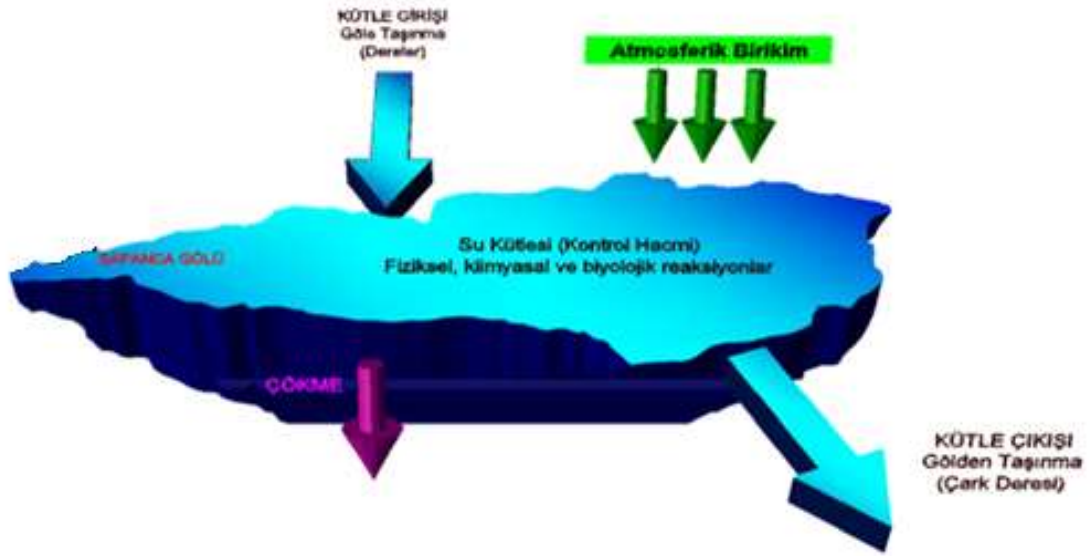
Şekil 14. Numunelerin kral suyu ile çözündürülmesi ve süzülmesi

### 3.5 Kütle Denge Modeli

Metaller ayrılmaz bir biçimde katı maddeye bağlıdır. Sorpsiyon, çökme ve re-suspansiyon gibi taşıma mekanizmaları metalleri önemli bir şekilde etkilemektedir. Organik kirleticiler ile benzer özellikleri olmasına rağmen metaller birçok açıdan bu kirleticilerden ayrılmaktadır. Bunlar,

1. Doğal seviye: Çoğu ağır metal doğal olarak meydana gelmektedir. Antropojenik kaynakları değerlendirirken arka plan seviyelerine bakılır.
2. Ayrışma mekanizması eksikliği: Çoğu metal, metalin toplam miktarını oluşturur. Metaller biyodegradasyonu fotoliz ve radyoaktif ayrışma ile bozulmaz. Civa hariç metaller gaz formunda bulunmaz.
3. İnorganik sorpsiyon: Metaller partikül madde ile bağlantılı olmasına rağmen, sorpsiyon doğası gereği toksik organiklerden farklıdır. Metaller organik yapılarla kompleks oluştururlar.

Kütle dengesi denklem 1.1 ile ifade edilmekte ve Şekil 15'te görselde verilmektedir. Kütle dengesine etki eden faktörler ve model bileşenleri aşağıda açıklanmaktadır Chapra (1997).



Şekil 15. Kütle denge modeli

$$\text{Birikim} = \text{Atmosferik birikim} + \text{Gölü besleyen dereler} - \text{Çıkış} - \text{Reaksiyon} - \text{Çökme} \pm \Delta E \quad (1.1)$$

t: zaman (yıl)	C: konsantrasyon mg/l	$\rho$ : Sediment yoğunluğu g/m <sup>3</sup>
V: hacim m <sup>3</sup>	C <sub>in</sub> : Giriş konsantrasyon mg/l	F: Akı $\mu\text{g}/\text{m}^3$
A <sub>s</sub> : Sediment yüzey alanı m <sup>2</sup>	C <sub>çıkış</sub> : Çıkış konsantrasyon mg/l	v: Çökme hızı m/sn
A: Göl yüzey alanı m <sup>2</sup>	Q: Debi m <sup>3</sup> /sn	M: Birikim
A <sub>bulk</sub> : Bulk örnekleyicinin yüzey alanı m <sup>2</sup>	k: I. Dereceden ayrışma sabiti	

$$\text{Birikim} = \frac{\Delta M}{\Delta t} \quad C = \frac{M}{V} \rightarrow M = C \times V \quad (1.2)$$

Göl hacmi sabit kabul edildiğinde;

$$\text{Birikim} = V \left( \frac{dC}{dt} \right) \text{ olarak ifade edilir.} \quad (1.3)$$

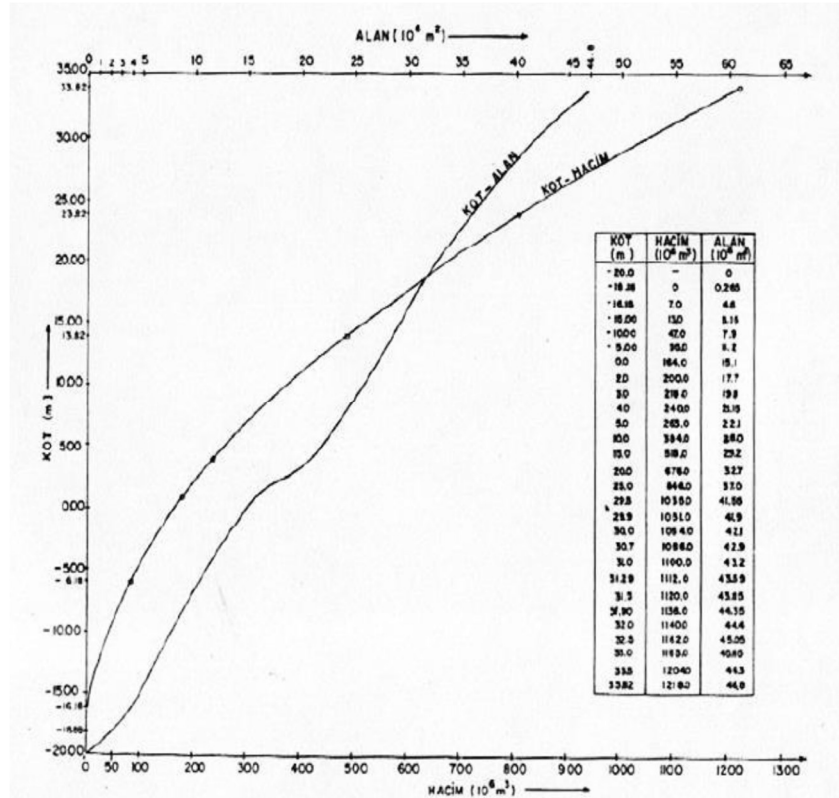
Birikim göl suyundaki ağır metal konsantrasyonunu ifade etmektedir.

Modelde göl hacmi ve göl yüzey alanı gölden numune alma dönemlerine ait su kotlarına göre Şekil 16'daki Sapanca Gölü'ne ait kot – alan – hacim verileri grafiğinden elde edilmiştir.

Birikimi etkileyen bileşenler;

**Girdiler;** Kirleticiler göle dereler, kanalizasyon sistemi, atıksu arıtma tesisi deşarjı ve atmosferik birikim ile gelmektedir. Gölü besleyen 10 dere bulunmakta ve kirleticilerin büyük bir kısmı göle bu yolla gelmektedir.

Yapılan incelemelerde Sapanca bölgesinde bulunan kanalizasyon sistemi ile toplanan atıksular göle direkt olarak deşarj edilmemekte olup Sapanca atıksu arıtma tesisine gelen atıksular ön arıtmadan geçirildikten sonra Karaman atıksu arıtma tesisine arıtmak üzere aktarılmaktadır. Bu tesiste arıtılan atık su ise Çark deresine deşarj edilmektedir. Sapanca gölü havzasında 11 tane endüstriyel kuruluş bulunmakla birlikte bu kuruluşlar atıksularını göle deşarj etmemektedir Çakır (2010). Bu nedenle endüstriyel atıksu girdisine, atıksu arıtma tesisine ve kanalizasyon sistemine modelde yer verilmemiştir. Sapanca gölü için önemli kirleticiler dereler ve atmosferik birikimdir. Kütle denge modeli için atmosferik birikimin akı olarak belirlenmesi gerekmektedir.



Şekil 16. Sapanca Gölü kot – alan – hacim grafiği (DSİ, 1984)



Atmosferik girdi denklem 1.4 ile ifade edilmektedir.

$$F = (C \times V)/A_{bulk} \quad (1.4)$$

$$W = F \times A \quad (1.5)$$

Derelerden gelen kirlilik yükü denklem 1.6 ile formülize edilmektedir. Her bir derenin kirlenici konsantrasyonu ve debisi kullanılarak derelerden gelen toplam kirlilik belirlenmiştir.

$$W_{dereler} = \Sigma Q \times C_{giriş} \quad (1.6)$$

Girdi;

$$W_t = \Sigma(F \times A) + W_{dereler} \quad \text{olarak ifade edilir.} \quad (1.7)$$

**Çıkış;** Çark deresi ile boşaltılan miktar dikkate alınarak modelde kullanılmıştır. Denklem 1.8 denklem ile formülize edilmektedir.

$$C_{çıkış} = mg/L \quad \text{tam karışımli göllerde} \quad C_{out} = C \quad \text{kabul edilir.} \quad W_{çıkış} = \Sigma Q \times C \quad (1.8)$$

**Reaksiyon;** Zamanla göl içerisinde bulunan kirlenitçiler fiziksel, kimyasal ve biyolojik reaksiyona girmektedir. Bu reaksiyonlar 1.dereceden reaksiyon olarak kabul edilir (1.9). Ağır metaller suda bulunan sülfür iyonu ile tepkimeye girerek H<sub>2</sub>S ile çökelir. Bu reaksiyonlar denklem 1.10 ve 1.11 ile ifade edilmektedir. M<sup>2+</sup> çözünmüş metali ifade eder. k sabiti literatürden belirlenir (Chapra 1997).

$$Reaksiyon = k \times M \quad M = V \times C \rightarrow Reaksiyon = k \times V \times C \quad (1.9)$$

$$H^+ + S^{2-} \leftrightarrow HS^- \quad \text{sülfür iyonu reaksiyonu} \quad (1.10)$$

$$MS + H^+ \leftrightarrow M^{2+} + HS^- \quad \text{metal ayrışma/çökme reaksiyonu} \quad (1.11)$$

Gölde meydana gelen metal çökme reaksiyonunu belirlemek için gölde sülfür iyonu miktarının belirlenmesi gerekir. Kükürt bazı organik maddelerin yapısına da girebilen, bunun dışında doğal dolanımda en çok inorganik halde yer alan bir elementtir. Sularda az miktarda sülfür (S<sup>2-</sup>) ve daha çok da sülfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) halinde bulunabilir. Özellikle anaerobik ayrışma sonucunda indirgenen kükürt, ikinci aşamada kötü kokulu ve zehirli bir gaz olan H<sub>2</sub>S'e dönüşür. Suda çözülmüş halde bulunan S<sup>2-</sup> denklem 1.12 ve 1.13 uyarınca suyun pH'ına göre H<sub>2</sub>S gazı çıkışının artmasına neden olur.



Bu nedenle suda Standart Metot 4500-  $\text{SO}_4^{2-}$ , C'ye göre gravimetrik metot yardımıyla sülfat ve Standart Metot 4500- S F'ye göre sülfür tayini yapılmıştır APHA (1998). Elde edilen sülfür ve sülfat değerlerine ve gölün DO seviyesine göre reaksiyona modelde yer verilmektedir.

**Çökme;** Zamanla suda çözünmeyen, çökebilir kirleticiler sudan sedimente geçmeye başlar. Çökme kayıpları sediment-su ara yüzeyinden sediment yüzey alanına geçişi olarak ifade edilir. Sedimentin çökme hızı 1m/gün olarak literatürden belirlenmiştir Chapra (1997); Loucks ve Beek (2005); Rozan ve Benoit (2001); Schoonor (1987). Çökme hızı denklem 1.14 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$\text{Çökme} = v \times A_s \times C \quad (1.14)$$

**Bilinmeyen kaynak ( $\Delta E$ );** Bilinmeyen kaynaklar yeraltı su kaynakları, topraktan suya geçiş ve sedimente çöken metallerin re-suspense olup suya tekrar geçiştir. Göl havzasındaki toprak yapısı göl suyunun yapısını etkilemektedir.

Toprakta bulunan ağır metaller toprağın pH'ına göre ( $\text{pH} \leq 5$ ) yağmur sularının etkisi ile sızmalar sonucu yeraltı suyuna geçebilir. Sapanca gölü yeraltı suyundan da beslenmektedir. Yeraltı suyu beslenimi doğrudan veya dereler vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Sapanca gölünün yeraltı suyu ile beslenme miktarı ise bilinmemektedir Çakır (2008). Ayrıca yağmurun etkisiyle topraktan yüzey akışına ne oranda ağır metal geçişi olduğu hesaplanamadığından ve literatürde model hesaplamalarında kullanılmak üzere herhangi bir katsayı bulunmadığından topraktan suya ağır metal geçişine modelde yer verilememiştir.

Kütle dengesinde ortaya çıkan bilinmeyen kaynaklarla ilgili yorumlama yapabilmek amacıyla çalışma kapsamında alınan toprak numunelerinde pH ölçümü ve ağır metal tayini yapılmış toprak yapısı incelenmiştir. Elde edilen veriler model geliştirilirken göz önünde tutulmuştur.

Yukarıda bahsedildiği üzere yeraltı suyu ile beslenme miktarı bilinmemekte ve yeraltı suyu beslenimi ile ilgili literatürde herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Sapanca havzasında bulunan SASKİ Genel Müdürlüğü'ne ait kuyulardan yeraltı suyu numuneleri numune alma sürecinde 4 kez alınmış ve kuyu sularında ağır metal tayini yapılmıştır. Göle yeraltı suyundan metal girişi olup olmadığı hakkında bilgi vermektedir.

**Kütle dengesi;** Sonuç olarak her bir ağır metal için kütle denge modeli denklem 1.15 ile ifade edilmektedir.

$$V \left( \frac{\Delta C}{\Delta t} \right) = W_t - Q_{çıkış} - k \times V \times C - v \times A_s \times C \pm \Delta E \quad (1.15)$$

### 3.6 Su Numunelerinin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

Ağır metal kütle denge modeli su ortamı için kuruağır metallerle bağlantılı olan bazı su kalitesi parametrelerinin (debi, sıcaklık, pH, iletkenlik (EC), oksidasyon-redüksiyon potansiyeli (ORP), çözünmüş oksijen (DO), askıda katı madde (AKM), toplam organik karbon (TOK)) ağır metal konsantrasyonlarını nasıl etkiledikleri ve ayrıca toprak, hava ve su numunelerinde belirlenen ağır metal ve Ba, As element konsantrasyonları arasında ilişkinin olup olmadığı varsa ne tür bir ilişkinin olduğu SPSS statistics 17.0 programı ile korelasyon katsayıları belirlenerek istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları değerlendirilerek toprak, hava ve su ortamındaki ağır metal konsantrasyonları arasındaki ilişki belirlenmiştir.

## 4. BULGULAR

Sapanca gölünden belirlenen 10 istasyondan Ekim 2015 ile Mayıs 2017 tarihleri arasında 7 mevsim numuneler (su, sediment, toprak, hava) alınmıştır. Numunelerin kalite parametreleri ölçülmüş ve ağır metal analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ağır metal sonuçları elde edildikten sonra mevsimsel olarak her bir metal için kütle denge modeli geliştirilmiştir.

### 4.1 Kalite Parametrelerinin İncelenmesi

#### 4.1.1 Dere Numunelerinin İncelenmesi

Sapanca gölünü besleyen 11 dereden ve gölden çıkan Çark deresinden aylık numuneler alınmıştır. Numune alma sırasında arazide kalite parametreleri ve debi ölçümü yapılmıştır. Tablo 3, 4 5, 6, 7 ve 8'de sırasıyla Aşağıdereköy, Maden, Sarp, Keçi, İstanbuldere, Mahmudiye, Kurtköy, Yanık, Maşukiye, Balıkhane, Eşme ve Çark deresine ait kalite parametreleri ve debi sonuçlarının minimum, maksimum, ortalama, medyan ve standart sapma değerleri verilmektedir. (N:19)

Tablo 3. Aşağıdereköy ve Maden deresi kalite parametreleri

	Aşağıdereköy					Maden				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
Debi	12,60	296,40	92,97	59,10	89,93	13,10	5857,00	1309,75	218,10	512,29
TOK	1,33	7,65	1,60	2,61	2,87	1,04	13,18	2,71	2,47	3,35
T (°C)	5,10	21,50	4,58	13,00	13,36	3,00	26,80	6,14	13,00	13,39
DO %	67,20	442,00	83,96	77,80	97,56	57,50	360,00	64,99	79,30	94,75
DO (mg/L)	6,09	51,50	10,01	8,54	10,39	4,99	42,20	7,96	8,47	10,10
SPC (µS/cm)	729,00	879,00	40,61	765,00	774,89	228,90	701,40	123,63	557,00	516,35
C (µS/cm)	501,00	701,00	53,55	611,00	600,63	167,40	654,00	121,24	387,00	406,59
TDS (mg/L)	419,09	572,00	33,40	494,00	499,29	148,85	2056,40	400,57	369,85	431,80
SAL (ppt)	0,36	0,43	0,02	0,38	0,38	0,11	0,34	0,06	0,27	0,25
pH	7,02	8,43	0,44	7,72	7,75	6,89	8,95	0,47	8,07	8,06
ORP (mV)	124,10	371,80	60,47	322,50	307,32	140,30	370,00	53,69	338,30	321,52
AKM (mg/L)	1,00	660,00	149,88	6,40	44,93	3,00	10206,67	2346,60	46,50	694,34

Tablo 4. Sarp ve Keçi deresi kalite parametreleri

	Sarp					Keçi				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
Debi	46,20	263,70	48,17	80,60	96,82	11,50	286,40	96,29	74,80	119,76
TOK	1,56	7,59	1,40	3,86	3,93	1,06	4,98	1,15	2,47	2,64
T (°C)	3,40	27,60	6,73	11,90	14,00	3,80	27,90	6,79	12,30	13,71
DO %	56,20	197,00	29,01	81,90	87,38	51,50	192,00	27,67	80,20	85,88
DO (mg/L)	4,69	22,70	3,64	8,70	9,10	4,03	22,30	3,66	8,53	9,04
SPC (µS/cm)	393,60	722,00	82,48	620,50	603,43	338,60	644,00	79,04	408,00	434,39
C (µS/cm)	267,30	755,00	120,10	481,70	480,18	217,00	614,00	121,43	330,30	348,58
TDS (mg/L)	256,05	468,00	55,90	403,65	390,73	213,05	416,00	53,62	265,40	279,81
SAL (ppt)	0,19	0,35	0,04	0,30	0,29	0,16	0,31	0,04	0,20	0,21
pH	7,07	9,31	0,58	8,39	8,43	7,36	8,97	0,42	8,44	8,38
ORP (mV)	199,40	413,60	48,67	336,80	326,58	170,50	396,60	49,70	334,00	319,06
AKM (mg/L)	4,00	558,00	126,40	13,50	59,12	2,00	67,00	18,41	15,00	21,39

Tablo 5. İstanbuldere ve Mahmudiye deresi kalite parametreleri

	İstanbuldere					Mahmudiye				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
Debi	82,40	1973,40	617,70	507,19	665,37	28,62	2221,90	607,86	482,90	691,21
TOK	0,69	3,73	0,94	1,87	1,90	0,12	11,08	2,28	1,45	2,10
T (°C)	3,30	24,60	6,06	12,30	12,16	3,70	23,00	6,05	11,70	12,11
DO %	65,30	209,00	31,27	84,20	91,14	61,70	217,00	31,91	82,60	89,78
DO (mg/L)	6,45	25,00	4,11	8,66	9,93	5,31	26,10	4,26	8,93	9,73
SPC (µS/cm)	214,30	447,60	61,64	311,50	315,62	156,30	1247,00	232,80	265,80	318,93
C (µS/cm)	139,60	425,00	79,79	222,40	242,42	107,10	1174,00	232,70	187,40	253,73
TDS (mg/L)	136,50	291,20	41,39	200,20	205,12	101,40	799,50	149,44	172,25	205,25
SAL (ppt)	0,10	0,22	0,03	0,15	0,15	0,07	0,22	0,04	0,13	0,13
pH	7,39	9,17	0,44	8,40	8,42	7,02	8,92	0,54	8,37	8,33
ORP (mV)	179,50	367,50	44,33	336,70	318,79	198,10	368,50	48,89	337,50	320,55
AKM (mg/L)	3,00	897,00	234,65	15,00	96,58	1,20	39,20	9,50	9,00	10,86

Tablo 6. Kurtköy ve Yanık deresi kalite parametreleri

	Kurtköy					Yanık				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
Debi	132,70	1573,20	442,08	511,20	627,26	16,80	2234,10	835,67	419,90	797,94
TOK	0,71	4,68	1,01	1,57	1,93	0,66	4,99	1,15	1,37	1,75
T (°C)	5,00	26,40	6,22	11,30	12,94	4,00	23,70	5,43	11,60	12,28
DO %	65,40	192,00	27,50	83,20	87,06	62,90	238,00	37,13	83,00	91,84
DO (mg/L)	5,70	22,70	3,61	8,72	9,33	5,70	26,00	4,23	8,64	9,72
SPC (µS/cm)	186,10	472,00	70,09	282,10	281,07	156,60	479,00	109,24	337,30	333,60
C (µS/cm)	128,70	449,00	82,80	191,80	215,03	22,50	468,90	124,70	230,70	249,43
TDS (mg/L)	120,90	307,45	43,90	183,30	178,75	101,40	312,00	72,67	219,70	217,28
SAL (ppt)	0,09	0,23	0,03	0,14	0,13	0,07	0,23	0,06	0,16	0,16
pH	7,33	8,69	0,38	8,17	8,18	7,16	8,54	0,35	8,11	8,08
ORP (mV)	163,30	379,50	49,76	330,90	319,95	172,10	385,80	50,61	329,60	317,91
AKM (mg/L)	1,50	3764,00	870,83	21,20	323,49	2,50	178,40	40,53	14,00	26,94

Tablo 7. Maşukiye ve Balıkhane deresi kalite parametreleri

	Maşukiye					Balıkhane				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
Debi	41,00	1678,30	470,02	646,20	630,78	152,90	5804,90	1331,74	1770,60	1807,18
TOK	0,82	21,08	4,59	1,82	3,04	1,70	7,90	1,70	3,09	3,39
T (°C)	7,10	22,60	4,32	12,30	13,85	5,40	26,50	6,04	11,10	13,49
DO %	59,20	170,00	24,68	75,80	80,40	46,30	219,00	35,72	71,50	78,90
DO (mg/L)	5,08	19,00	2,88	8,06	8,29	4,00	26,40	4,57	7,39	8,27
SPC (µS/cm)	336,20	555,00	58,45	446,10	432,85	325,00	504,00	45,52	406,00	402,31
C (µS/cm)	252,80	530,00	68,58	330,90	342,08	249,70	568,00	81,77	287,00	317,58
TDS (mg/L)	218,40	364,00	39,07	289,90	280,39	204,32	325,00	31,69	264,55	259,43
SAL (ppt)	0,16	0,25	0,02	0,20	0,21	0,16	0,24	0,02	0,20	0,20
pH	7,30	8,43	0,28	8,03	8,02	7,34	8,40	0,30	7,94	7,94
ORP (mV)	188,40	380,00	52,96	341,10	319,32	216,90	383,90	43,17	332,80	324,98
AKM (mg/L)	0,00	378,40	86,00	4,80	29,20	1,00	55,33	14,49	8,80	14,95

Tablo 8. Eşme ve Çark deresi kalite parametreleri

	Eşme					Çark				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
Debi	14,30	275,30	90,00	120,80	120,23	325,50	12050,00	4542,36	2160,00	4644,83
TOK	1,51	4,46	0,82	2,74	2,59	2,34	6,61	1,34	3,29	3,90
T (°C)	5,70	32,50	7,11	13,50	14,88	6,50	31,00	7,03	15,80	15,92
DO %	57,70	281,00	47,49	85,30	90,57	54,00	134,50	22,04	83,65	87,37
DO (mg/L)	5,04	32,20	5,80	8,30	9,51	5,18	11,59	1,72	8,61	8,65
SPC (µS/cm)	391,00	680,00	78,20	557,00	568,21	273,50	809,00	122,30	344,45	384,94
C (µS/cm)	327,00	637,00	82,42	446,80	450,86	206,40	535,00	105,28	289,45	320,33
TDS (mg/L)	254,10	442,00	51,07	362,00	368,00	183,95	526,50	78,05	223,60	252,17
SAL (ppt)	0,19	0,33	0,04	0,27	0,28	0,13	0,40	0,06	0,17	0,19
pH	7,06	8,65	0,42	8,12	8,09	7,39	8,93	0,41	8,39	8,26
ORP (mV)	199,70	372,80	54,19	326,40	312,23	230,00	402,30	46,48	340,70	332,84
AKM (mg/L)	0,80	321,00	80,21	12,50	46,51	1,00	19,00	5,11	5,75	6,64

#### 4.1.2 Göl Numunelerinin İncelenmesi

Göl numuneleri gölü temsil eden 10 farklı istasyondan yüzey, orta ve dip şeklinde alınmış olup istasyonlara ait değerler 3 farklı derinlikteki değerlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır. 10 farklı istasyona ait kalite parametrelerinin minimum, maksimum, ortalama, medyan ve standart sapma değerleri Tablo 9, 10, 11, 12 ve 13'te verilmektedir. (N:7)

Tablo 9. 1. ve 2. istasyona ait kalite parametreleri

	1					2				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
Sülfat (mg/L)	10,00	23,00	5,23	17,71	18,15	15,00	24,00	4,02	17,70	19,60
Sülfür (mg/L)	0,01	0,09	0,04	0,02	0,04	0,01	0,11	0,04	0,04	0,05
TOK (mg/L)	2,56	3,90	0,54	3,03	3,20	2,11	4,05	0,76	2,61	2,92
T (°C)	7,90	26,40	6,71	11,95	15,39	7,50	22,73	5,67	11,53	13,65
DO %	62,80	105,00	13,69	83,90	82,81	54,43	102,30	17,10	75,67	75,98
DO (mg/L)	5,38	11,35	1,91	8,30	8,22	5,36	10,70	1,61	7,98	8,07
SPC (µS/cm)	251,75	304,90	17,40	274,50	278,65	261,90	313,97	17,45	273,03	279,22
C (µS/cm)	193,95	275,35	33,81	217,05	234,59	187,77	255,73	23,88	209,47	219,01
TDS (mg/L)	163,49	198,58	11,43	177,45	180,84	170,30	204,22	11,57	176,80	181,09
SAL (ppt)	0,12	0,14	0,01	0,13	0,13	0,13	0,14	0,00	0,13	0,13

pH	7,72	8,39	0,27	8,01	8,04	7,68	8,94	0,45	8,15	8,27
ORP (mV)	174,60	415,25	73,40	316,90	316,66	210,63	420,07	62,77	316,27	311,95
AKM (mg/L)	0,00	5,00	2,03	4,50	3,56	0,07	21,00	7,53	1,11	4,07

Tablo 10. 3. ve 4. istasyona ait kalite parametreleri

	3					4				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
Sülfat (mg/L)	13,00	24,67	4,96	17,59	19,27	14,00	25,33	4,53	17,49	19,24
Sülfür (mg/L)	0,03	0,10	0,03	0,10	0,08	0,01	0,12	0,05	0,09	0,07
TOK (mg/L)	2,27	4,11	0,65	3,29	3,15	2,09	3,66	0,69	2,39	2,69
T (°C)	7,60	25,33	6,57	12,77	15,24	7,57	17,33	3,72	11,17	12,17
DO %	67,10	104,67	13,57	83,80	84,23	55,97	91,33	10,95	69,67	72,19
DO (mg/L)	5,77	11,27	1,89	8,19	8,52	4,95	10,60	1,83	7,70	7,52
SPC (µS/cm)	235,20	301,00	23,10	273,47	268,86	262,53	296,87	12,19	283,03	283,08
C (µS/cm)	194,70	272,33	31,00	222,13	231,47	188,40	248,60	20,41	208,50	214,77
TDS (mg/L)	162,50	195,87	11,62	177,67	177,79	168,35	192,62	8,49	183,52	183,49
SAL (ppt)	0,12	0,15	0,01	0,13	0,13	0,12	0,14	0,01	0,13	0,13
pH	7,80	8,74	0,34	8,20	8,26	7,71	8,73	0,36	8,27	8,28
ORP (mV)	289,13	409,03	42,93	345,27	345,77	280,20	414,83	43,07	319,43	327,62
AKM (mg/L)	0,20	5,00	1,90	2,00	2,29	0,93	7,20	2,16	2,49	2,70

Tablo 11. 5.ve 6.istasyona ait kalite parametreleri

	5					6				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
Sülfat (mg/L)	14,00	29,00	5,85	17,56	20,00	13,00	39,00	10,17	17,61	21,87
Sülfür (mg/L)	0,01	0,11	0,05	0,10	0,07	0,01	0,11	0,05	0,06	0,07
TOK (mg/L)	2,01	3,89	0,65	2,42	2,68	2,06	4,66	0,88	3,05	3,05
T (°C)	7,70	19,37	4,48	12,40	13,14	7,77	23,23	5,80	11,83	14,10
DO %	58,00	92,00	11,79	71,50	73,89	67,00	102,20	13,88	79,03	82,30
DO (mg/L)	5,70	10,30	1,55	8,00	7,72	6,60	11,07	1,51	8,69	8,36
SPC (µS/cm)	262,50	308,20	14,68	279,00	281,01	261,97	317,43	18,20	273,87	279,58
C (µS/cm)	193,50	269,00	27,56	209,43	225,19	195,13	258,73	22,75	222,37	224,79
TDS (mg/L)	170,73	200,42	9,59	181,35	182,50	170,30	205,50	11,67	180,27	182,11
SAL (ppt)	0,13	0,14	0,00	0,13	0,13	0,12	0,14	0,01	0,13	0,13
pH	7,73	8,71	0,39	8,18	8,28	7,79	8,85	0,35	8,21	8,29
ORP (mV)	174,97	420,13	72,17	323,53	316,00	282,70	419,40	44,31	311,03	323,72
AKM (mg/L)	0,80	5,03	1,45	2,33	2,65	0,47	5,00	1,63	2,33	2,30



Tablo 12. 7. ve 8. istasyona ait kalite parametreleri

	7					8				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
Sülfat (mg/L)	16,00	26,00	4,94	17,48	20,46	17,00	56,50	16,96	17,51	27,10
Sülfür (mg/L)	0,04	0,14	0,04	0,11	0,09	0,12	0,31	0,08	0,14	0,17
TOK (mg/L)	2,19	4,17	0,73	2,76	2,86	2,25	4,20	0,78	3,35	3,17
T (°C)	7,40	26,50	6,45	13,13	15,05	8,45	28,30	7,04	15,55	16,07
DO %	60,33	98,73	14,01	74,63	79,83	65,55	125,65	19,29	90,00	90,89
DO (mg/L)	5,97	11,07	1,69	7,94	8,06	5,68	11,05	1,65	8,90	8,93
SPC (µS/cm)	259,27	287,63	10,07	264,23	269,59	250,35	332,30	29,46	283,30	282,53
C (µS/cm)	194,23	272,00	26,74	222,60	229,68	169,25	297,50	40,45	218,55	227,79
TDS (mg/L)	168,57	186,98	6,63	171,82	175,46	162,83	216,13	19,14	184,28	183,63
SAL (ppt)	0,12	0,14	0,01	0,13	0,13	0,12	0,16	0,02	0,14	0,14
pH	7,72	9,03	0,42	8,37	8,43	7,76	10,39	0,86	8,42	8,62
ORP (mV)	274,27	418,93	44,25	332,77	332,90	242,35	417,45	54,21	341,55	329,39
AKM (mg/L)	0,25	5,33	1,94	1,00	2,13	0,50	8,00	2,91	2,90	3,97

Tablo 13. 9. ve 10. istasyona ait kalite parametreleri

	9					10				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
Sülfat (mg/L)	17,08	36,33	16,96	19,00	21,11	16,83	48,33	13,48	18,00	24,45
Sülfür (mg/L)	0,04	0,15	0,08	0,10	0,08	0,04	0,14	0,04	0,09	0,09
TOK (mg/L)	2,12	4,17	0,78	3,33	2,97	2,16	4,42	0,92	2,95	3,15
T (°C)	7,87	27,30	7,04	13,93	14,52	7,50	18,37	3,71	11,73	12,28
DO %	61,87	104,00	19,29	81,23	80,77	49,67	95,67	18,64	75,87	72,43
DO (mg/L)	5,28	12,17	1,65	8,28	8,22	5,13	11,43	2,24	8,43	7,71
SPC (µS/cm)	251,77	301,73	29,46	277,07	277,94	274,47	300,80	10,09	279,63	282,33
C (µS/cm)	211,27	268,33	40,45	228,63	227,55	196,10	268,33	24,49	210,37	222,94
TDS (mg/L)	163,37	196,08	19,14	176,58	180,86	178,32	195,43	6,26	181,57	183,62
SAL (ppt)	0,12	0,14	0,02	0,13	0,13	0,13	0,14	0,01	0,13	0,13
pH	7,84	9,34	0,86	8,29	8,35	7,68	8,55	0,33	8,21	8,22
ORP (mV)	255,33	414,70	54,21	330,77	325,89	199,87	414,63	68,02	309,23	311,95
AKM (mg/L)	0,92	4,67	2,91	3,00	2,88	0,33	4,33	1,64	2,89	2,55

### 4.1.3 Hava Numunelerinin İncelenmesi

Hava numuneleri gölün çevresinden 10 farklı noktadan 15 günlük periyotlar halinde göl numunelerine eş zamanlı ve mevsimsel olarak toplanmıştır. 10 istasyona ait kalite parametreleri Tablo 14, 15 ve 16'da verilmiştir. (N:7)

Tablo 14. 1, 2 ve 3. istasyona ait kalite parametreleri

		V (L)	SPC ( $\mu\text{S/cm}$ )	C ( $\mu\text{S/cm}$ )	TDS (mg/L)	SAL (ppt)	pH	ORP (mV)
1	Min.	0,15	46,00	37,90	29,90	0,02	3,45	279,30
	Mak.	2,00	30604,00	25349,00	19987,50	19,17	7,71	588,90
	Std.	0,84	11396,58	9419,69	7443,60	7,16	1,62	103,05
	Medyan	0,35	211,90	168,00	137,80	0,10	7,50	370,30
	Ort.	0,90	4834,76	4098,36	3155,94	2,97	6,61	393,77
2	Min.	0,12	55,30	38,70	35,75	0,03	2,00	253,70
	Mak.	1,00	39881,00	32872,00	25954,50	25,55	7,72	595,60
	Std.	0,38	14799,48	12412,47	9630,11	9,46	2,06	127,09
	Medyan	0,45	68,20	69,20	44,20	0,03	7,36	343,80
	Ort.	0,52	8003,97	7040,14	5207,71	4,94	6,15	404,51
3	Min.	0,10	52,80	39,10	34,45	0,02	3,04	277,50
	Mak.	1,05	98566,00	80981,00	64285,00	71,52	7,65	605,60
	Std.	0,37	36845,46	30214,18	24031,72	26,81	1,85	117,16
	Medyan	0,50	320,10	266,00	208,00	0,15	6,96	390,80
	Ort.	0,57	15160,87	12676,77	9885,20	10,78	5,88	418,81

Tablo 15. 4, 5 ve 6. istasyona ait kalite parametreleri

		V (L)	SPC ( $\mu\text{S/cm}$ )	C ( $\mu\text{S/cm}$ )	TDS (mg/L)	SAL (ppt)	pH	ORP (mV)
4	Min.	0,11	40,30	29,20	26,00	0,02	2,09	283,30
	Mak.	1,25	68869,00	57225,00	44915,00	47,17	7,56	614,80
	Std.	0,43	25631,91	21247,75	16715,46	17,61	2,06	129,30
	Medyan	0,60	76,50	80,10	50,01	0,03	6,86	361,10
	Ort.	0,61	10920,90	9285,93	7123,53	7,31	5,72	423,20
5	Min.	0,14	46,40	41,50	29,90	0,02	3,40	277,10
	Mak.	1,25	71429,00	59429,00	46410,00	48,97	7,53	611,30
	Std.	0,39	26593,42	22096,73	17278,82	18,27	1,65	126,00
	Medyan	0,65	79,60	80,50	52,00	0,04	6,75	339,50
	Ort.	0,63	11497,80	9841,87	7470,47	7,70	5,98	403,09
6	Min.	0,13	77,30	64,30	50,05	0,04	2,76	276,50
	Mak.	1,30	36587,00	30510,00	23673,00	23,00	7,76	569,10
	Std.	0,39	13559,88	11301,71	8772,74	8,54	1,90	118,83
	Medyan	0,67	119,30	121,50	78,00	0,06	6,84	346,80
	Ort.	0,60	6127,16	5299,46	3975,24	3,77	6,02	409,79

Tablo 16. 7, 8, 9 ve 10. istasyona ait kalite parametreleri

		V (L)	SPC ( $\mu\text{S/cm}$ )	C ( $\mu\text{S/cm}$ )	TDS (mg/L)	SAL (ppt)	pH	ORP (mV)
7	Min.	0,10	36,90	28,30	24,05	0,02	2,37	274,00
	Mak.	1,15	8189,00	8413,00	5141,50	4,34	7,80	578,70
	Std.	0,43	3783,54	3614,44	2414,60	2,05	2,15	123,84
	Medyan	0,86	76,10	79,70	49,40	0,03	7,04	341,90
	Ort.	0,72	2511,74	2348,89	1606,99	1,35	5,86	413,53
8	Min.	0,09	35,00	26,90	22,75	0,02	2,65	277,30
	Mak.	1,90	16922,00	14029,00	10803,00	9,19	8,00	573,70
	Std.	0,61	6248,58	5202,58	3988,56	3,40	1,87	123,01
	Medyan	0,60	77,10	79,70	50,05	0,03	6,04	345,10
	Ort.	0,72	3059,61	2666,66	1959,19	1,64	5,87	410,69
9	Min.	0,11	54,60	44,70	35,75	0,02	2,80	266,70
	Mak.	1,05	32798,00	27335,00	21398,00	20,67	7,58	591,50
	Std.	0,40	12169,02	10140,44	7948,87	7,70	2,02	125,01
	Medyan	0,23	90,60	80,90	59,15	0,04	6,10	346,80
	Ort.	0,49	5390,11	4598,23	3490,27	3,29	5,72	411,94
10	Min.	0,12	52,20	39,90	33,80	0,02	3,45	278,50
	Mak.	1,16	18219,00	15971,00	12506,00	11,47	7,51	586,30
	Std.	0,35	6747,57	5933,11	4631,15	4,25	1,74	112,12
	Medyan	0,54	170,10	144,40	112,45	0,08	7,10	384,90
	Ort.	0,59	3250,09	2953,74	2203,36	1,97	6,00	413,91

#### 4.1.4 Toprak Numunelerinin İncelenmesi

Toprak numuneleri gölün çevresinden 10 farklı noktadan göl numunelerine eş zamanlı ve mevsimsel olarak toplanmıştır. 10 istasyona ait kalite parametreleri Tablo 17, 18, 19, 20 ve 21'de verilmektedir. (N:7)

Tablo 17. 1 ve 2. istasyona ait kalite parametreleri

	1					2				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
C ( $\mu\text{S/cm}$ )	3,20	500,00	146,36	198,80	226,26	9,90	348,10	103,47	164,20	185,46
SAL (ppt)	0,00	0,27	0,08	0,10	0,11	0,01	0,19	0,06	0,09	0,08
pH	6,83	8,56	0,60	8,10	7,90	6,49	8,63	0,72	8,22	7,87
ORP (mV)	81,30	289,70	82,37	243,40	214,03	85,10	313,50	84,07	238,90	213,31
Org. Md. %	2,37	11,54	3,24	5,85	6,76	1,94	6,12	1,41	4,04	4,08

Tablo 18. 3 ve 4. istasyona ait kalite parametreleri

	3					4				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
<b>C</b> ( $\mu\text{S/cm}$ )	19,90	625,40	208,35	332,00	321,10	151,00	451,00	99,69	303,90	283,60
<b>SAL</b> (ppt)	0,01	0,25	0,08	0,18	0,15	0,07	0,25	0,06	0,14	0,15
<b>pH</b>	6,98	8,38	0,51	8,11	7,89	7,01	8,39	0,50	7,82	7,75
<b>ORP</b> (mV)	98,50	329,60	88,57	264,10	223,61	98,20	322,50	84,44	249,17	215,30
<b>Org. Md. %</b>	3,12	5,97	0,95	3,87	4,17	3,26	9,43	2,19	6,16	5,96

Tablo 19. 5 ve 6. istasyona ait kalite parametreleri

	5					6				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
<b>C</b> ( $\mu\text{S/cm}$ )	169,20	587,00	138,31	265,32	289,35	210,50	417,00	79,49	274,00	312,70
<b>SAL</b> (ppt)	0,08	0,34	0,09	0,13	0,15	0,10	0,23	0,04	0,14	0,16
<b>pH</b>	7,07	8,15	0,42	8,03	7,82	7,15	8,31	0,50	8,10	7,88
<b>ORP</b> (mV)	89,00	334,40	89,79	240,80	218,15	84,20	328,10	90,08	245,80	213,20
<b>Org. Md. %</b>	3,70	9,11	2,22	8,07	6,97	2,14	9,16	2,91	8,37	6,48

Tablo 20. 7 ve 8. istasyona ait kalite parametreleri

	7					8				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
<b>C</b> ( $\mu\text{S/cm}$ )	14,90	608,00	180,84	351,09	358,01	4,20	501,00	157,29	332,30	315,13
<b>SAL</b> (ppt)	0,01	0,33	0,11	0,16	0,19	0,01	0,29	0,09	0,16	0,17
<b>pH</b>	7,20	8,50	0,46	8,01	7,84	7,25	8,60	0,49	7,90	7,94
<b>ORP</b> (mV)	86,80	331,00	84,73	242,10	214,69	92,20	329,70	89,06	241,50	215,97
<b>Org. Md. %</b>	8,57	14,40	2,23	10,70	11,31	4,42	8,75	1,42	7,45	7,16

Tablo 21. 9 ve 10. istasyona ait kalite parametreleri

	9					10				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
<b>C</b> ( $\mu\text{S/cm}$ )	4,20	447,00	129,80	205,80	202,41	87,00	362,20	103,67	284,00	258,33
<b>SAL</b> (ppt)	0,02	0,24	0,07	0,09	0,10	0,04	0,16	0,05	0,15	0,13
<b>pH</b>	7,27	8,55	0,45	7,91	7,93	7,40	8,46	0,40	8,14	7,97
<b>ORP</b> (mV)	92,60	330,40	82,05	226,30	208,60	88,40	352,50	94,23	257,00	229,81
<b>Org. Md. %</b>	3,14	10,11	2,69	5,44	5,93	3,32	11,17	3,12	5,19	6,23

#### 4.1.5 Sediment Numunelerinin İncelenmesi

Sediment numuneleri gölün çevresinden 10 farklı noktadan göl numunelerine eş zamanlı ve mevsimsel olarak toplanmıştır. 10 istasyona ait kalite parametreleri Tablo 22, 23, 24, 25 ve 26'da verilmektedir. (N:7)

Tablo 22. 1 ve 2. istasyona ait kalite parametreleri

	1					2				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
<b>C</b> ( $\mu\text{S/cm}$ )	291,60	805,00	218,65	608,00	541,94	281,00	955,00	236,22	601,00	626,59
<b>SAL</b> (ppt)	0,14	0,47	0,13	0,31	0,29	0,16	0,50	0,12	0,36	0,33
<b>pH</b>	6,98	8,46	0,61	7,88	7,72	6,84	8,16	0,51	7,63	7,52
<b>ORP</b> (mV)	39,60	381,10	124,98	278,60	238,04	42,30	414,80	122,76	265,90	240,19
<b>Org. Md. %</b>	2,53	8,57	2,00	5,22	4,90	5,39	11,61	2,06	7,56	8,21

Tablo 23. 3 ve 4. istasyona ait kalite parametreleri

	3					4				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
<b>C</b> ( $\mu\text{S/cm}$ )	502,00	1066,00	242,67	717,00	690,74	363,00	1294,00	296,61	600,00	692,36
<b>SAL</b> (ppt)	0,15	0,51	0,13	0,42	0,36	0,18	0,64	0,15	0,35	0,39
<b>pH</b>	7,16	8,13	0,41	7,70	7,63	6,69	8,30	0,57	7,53	7,48
<b>ORP</b> (mV)	25,90	360,90	112,94	244,00	212,40	34,60	420,50	124,77	245,30	227,54
<b>Org. Md. %</b>	7,01	11,31	2,65	7,94	7,69	7,51	11,63	1,47	8,47	8,76

Tablo 24. 5 ve 6. istasyona ait kalite parametreleri

	5					6				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
<b>C</b> ( $\mu\text{S/cm}$ )	357,60	873,00	165,08	611,00	619,51	170,50	703,00	179,79	333,00	338,33
<b>SAL</b> (ppt)	0,17	0,55	0,12	0,34	0,34	0,08	0,46	0,13	0,18	0,19
<b>pH</b>	7,16	8,24	0,46	7,53	7,63	7,19	8,58	0,55	7,75	7,80
<b>ORP</b> (mV)	51,40	407,30	118,70	253,90	226,69	52,50	384,10	110,28	250,10	219,41
<b>Org. Md. %</b>	3,20	11,57	2,75	4,95	6,15	2,16	5,14	1,13	4,67	4,28

Tablo 25. 7 ve 8. istasyona ait kalite parametreleri

	7					8				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
<b>C</b> ( $\mu\text{S/cm}$ )	229,10	764,00	185,59	437,00	471,07	277,00	812,00	210,63	518,00	556,60
<b>SAL</b> (ppt)	0,12	0,41	0,10	0,25	0,26	0,19	0,42	0,10	0,39	0,33
<b>pH</b>	7,14	8,38	0,50	7,53	7,69	7,14	8,52	0,55	7,64	7,71
<b>ORP</b> (mV)	41,40	402,50	119,25	254,50	221,87	9,10	351,00	117,34	243,00	201,63
<b>Org. Md. %</b>	2,03	8,27	2,01	6,36	6,14	7,64	11,66	1,43	9,36	9,79

Tablo 26. 9 ve 10. istasyona ait kalite parametreleri

	9					10				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
<b>C</b> ( $\mu\text{S/cm}$ )	131,70	446,00	108,30	214,10	246,37	295,50	746,00	149,50	613,00	582,64
<b>SAL</b> (ppt)	0,06	0,25	0,06	0,12	0,13	0,19	0,38	0,07	0,35	0,32
<b>pH</b>	7,09	8,62	0,52	7,77	7,84	6,02	7,98	0,64	7,51	7,32
<b>ORP</b> (mV)	25,10	400,70	119,86	235,90	211,87	51,20	424,80	125,69	246,30	222,04
<b>Org. Md. %</b>	1,64	22,84	7,50	3,28	5,98	5,27	11,52	1,88	8,86	8,72

#### 4.1.6 Kuyu Numunelerinin İncelenmesi

Kuyu (yeraltı suyu) numuneleri gölün çevresinde bulunan SASKİ tarafından işletilen 12 farklı kuyudan 6 ayda 1 numuneler alınmıştır. Bu kuyulara ait kalite parametreleri Tablo 27, 28, 29, 30, 31 ve 32'de verilmektedir. (N:4)

Tablo 27. 1 ve 2. kuyuya ait kalite parametreleri

	1					2				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
<b>T(<math>^{\circ}\text{C}</math>)</b>	2,65	26,00	13,29	3,31	10,65	0,08	172,96	77,62	127,08	106,80
<b>DO %</b>	8,32	88,10	43,89	16,50	37,64	0,33	671,00	306,74	532,25	433,96
<b>DO (mg/L)</b>	2,59	28,56	14,10	6,05	12,40	0,11	226,89	103,21	178,73	146,12
<b>SPC (<math>\mu\text{S/cm}</math>)</b>	3,88	38,85	18,29	12,10	18,27	0,19	396,10	169,73	281,22	239,68
<b>C (<math>\mu\text{S/cm}</math>)</b>	4,68	47,95	23,37	11,00	21,21	0,20	404,38	179,74	307,77	255,03
<b>TDS (mg/L)</b>	0,76	18,00	9,64	1,90	6,89	0,01	56,77	23,91	19,53	23,96
<b>SAL (ppt)</b>	8,19	83,10	41,28	15,60	35,63	0,32	648,00	295,93	514,25	419,21
<b>pH</b>	2,81	28,90	14,03	6,89	12,87	0,14	285,59	124,48	210,13	176,49
<b>ORP (mV)</b>	4,01	40,76	19,02	13,88	19,55	0,27	544,33	236,59	398,34	335,32
<b>AKM (mg/L)</b>	4,53	45,65	22,11	11,03	20,40	0,22	439,94	196,14	336,83	278,45

Tablo 28. 3 ve 4. kuyuya ait kalite parametreleri

	3					4				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
T(°C)	14,10	16,30	0,95	14,70	14,95	13,60	15,10	0,70	14,95	14,65
DO %	17,00	90,10	33,13	50,50	52,03	29,00	100,60	33,65	63,40	64,10
DO (mg/L)	1,70	8,83	3,24	4,92	5,09	2,80	9,86	3,26	6,27	6,30
SPC (µS/cm)	613,40	667,00	25,08	649,50	644,85	608,80	690,00	39,57	644,75	647,08
C (µS/cm)	485,40	629,00	60,20	533,50	545,35	482,10	615,00	61,74	523,55	536,05
TDS (mg/L)	398,45	435,50	16,34	422,50	419,74	395,85	448,50	25,63	418,60	420,39
SAL (ppt)	0,30	0,33	0,01	0,32	0,32	0,30	0,34	0,02	0,32	0,32
pH	7,32	7,74	0,19	7,49	7,51	7,35	8,02	0,30	7,47	7,58
ORP (mV)	265,40	440,80	74,56	369,70	361,40	263,20	423,50	69,43	368,85	356,10
AKM (mg/L)	0,00	10,67	4,87	1,60	3,47	0,40	5,00	2,02	2,17	2,43

Tablo 29. 5 ve 6. kuyuya ait kalite parametreleri

	5					6				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
T(°C)	13,20	14,90	0,76	13,85	13,95	14,40	16,20	0,77	15,70	15,50
DO %	29,00	106,00	37,22	62,10	64,80	29,00	76,40	19,61	48,40	50,55
DO (mg/L)	2,80	10,39	3,68	6,32	6,46	2,80	7,12	1,77	4,82	4,89
SPC (µS/cm)	522,80	574,30	21,85	538,65	543,60	404,40	432,10	12,35	421,75	420,00
C (µS/cm)	422,00	615,50	84,96	470,55	494,65	322,80	385,00	25,85	349,45	351,68
TDS (mg/L)	339,95	369,55	12,41	350,03	352,39	262,60	280,20	7,97	273,65	272,53
SAL (ppt)	0,25	0,28	0,01	0,26	0,26	0,20	0,21	0,01	0,21	0,21
pH	7,43	8,18	0,34	7,56	7,68	7,19	7,78	0,25	7,48	7,48
ORP (mV)	258,70	417,00	69,38	363,40	350,63	258,90	400,10	60,83	356,70	343,10
AKM (mg/L)	0,40	3,00	1,25	2,34	2,02	0,00	2,00	0,90	0,87	0,93

Tablo 30. 7 ve 8. kuyuya ait kalite parametreleri

	7					8				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
T(°C)	13,90	15,50	0,68	14,45	14,58	12,80	14,00	0,59	13,50	13,45
DO %	23,00	80,10	31,15	51,30	51,43	28,00	81,50	25,21	59,10	56,93
DO (mg/L)	2,40	7,88	3,05	5,15	5,14	2,70	8,12	2,48	6,01	5,71
SPC (µS/cm)	361,30	370,30	4,17	363,70	364,75	372,90	391,50	7,65	383,60	382,90
C (µS/cm)	272,30	346,00	31,88	291,23	300,19	286,20	371,00	38,70	298,90	313,75
TDS (mg/L)	224,25	240,50	6,70	234,00	233,19	242,45	254,80	5,06	249,28	248,95
SAL (ppt)	0,17	0,18	0,00	0,17	0,17	0,18	0,19	0,01	0,18	0,18
pH	7,25	7,84	0,26	7,45	7,50	7,43	8,03	0,26	7,59	7,66
ORP (mV)	251,40	397,00	63,94	356,15	340,18	253,10	393,90	58,04	335,10	329,30
AKM (mg/L)	2,00	4,00	1,00	2,67	2,83	0,00	2,00	0,83	0,73	0,87

Tablo 31. 9 ve 10.kuyuya ait kalite parametreleri

	9					10				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
T(°C)	12,30	14,70	1,00	13,45	13,48	13,00	14,80	0,74	13,80	13,85
DO %	26,00	79,60	25,08	52,00	52,40	22,10	60,80	16,19	37,00	39,23
DO (mg/L)	2,70	7,76	2,36	5,30	5,27	2,03	5,92	1,64	3,75	3,86
SPC (µS/cm)	419,60	429,50	4,29	422,05	423,30	392,70	524,30	63,62	400,25	429,38
C (µS/cm)	318,00	394,00	34,37	332,45	344,23	303,70	410,00	45,53	338,35	347,60
TDS (mg/L)	272,35	279,50	3,24	273,65	274,79	254,80	339,95	39,70	264,18	280,78
SAL (ppt)	0,20	0,21	0,00	0,20	0,20	0,19	0,25	0,03	0,19	0,21
pH	7,37	7,83	0,23	7,53	7,57	7,32	8,00	0,32	7,40	7,53
ORP (mV)	249,00	362,00	49,19	331,10	318,30	214,70	366,50	75,93	309,20	299,90
AKM (mg/L)	20,80	220,00	95,03	80,00	100,20	2,00	53,00	23,37	10,47	18,98

Tablo 32. 11 ve 12. kuyuya ait kalite parametreleri

	11					12				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
T(°C)	12,90	13,70	0,37	13,20	13,25	10,70	18,30	3,20	15,80	15,15
DO %	25,00	90,80	30,28	57,10	57,50	27,00	81,00	25,41	55,45	54,73
DO (mg/L)	2,50	9,13	3,07	5,97	5,89	2,70	7,58	2,24	5,69	5,42
SPC (µS/cm)	427,50	451,80	10,44	434,75	437,20	430,70	446,10	6,36	439,65	439,03
C (µS/cm)	333,90	402,00	32,16	341,75	354,85	313,00	388,10	46,31	375,25	371,63
TDS (mg/L)	277,55	290,10	5,26	282,60	283,21	280,15	288,60	3,56	285,03	284,70
SAL(ppt)	0,21	0,22	0,01	0,21	0,21	0,21	0,21	0,00	0,21	0,21
pH	7,40	7,98	0,25	7,56	7,63	7,37	7,85	0,22	7,58	7,60
ORP (mV)	257,00	373,60	51,07	323,75	319,53	253,70	378,00	56,38	329,10	322,48
AKM (mg/L)	0,00	2,00	1,05	1,20	1,10	0,40	5,00	2,04	1,50	2,10

## 4.2 Ağır Metal Konsantrasyonlarının İncelenmesi

### 4.2.1 Su Numunelerinin Ağır Metal Konsantrasyonları

Su numuneleri derelerden ve gölden alınmış olup Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb ve Zn metallerinin konsantrasyonları tayin edilmiştir. Her numune alma istasyonuna ait ağır metal konsantrasyonlarının minimum, maksimum, standart sapma, medyan ve ortalama değerleri Tablo 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39 ve 40'ta verilmektedir.



Tablo 33. Aşağıdereköy, Maden ve Sarp deresine ait ağır metal konsantrasyonları (µg/l)

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
Aşağıdereköy	Min.	3,25	0,10	23,18	0,00	0,03	0,02	0,27	0,69	0,06	0,00	0,07
	Mak.	633700,00	2,36	68,96	18,00	8,45	14,00	68,99	1001000,00	21,58	83,79	32,90
	Std.	142506,65	0,49	10,96	4,22	1,95	3,34	15,84	225000,56	5,70	19,75	7,82
	Medyan	14280,00	0,38	47,84	0,06	0,14	1,06	1,08	31771,00	1,74	0,77	2,78
	Ort.	52502,77	0,47	47,83	1,10	0,70	1,99	5,64	87411,83	4,12	7,21	6,07
Maden	Min.	10,73	0,10	11,28	0,00	0,04	0,05	0,18	1,86	0,00	0,08	0,04
	Mak.	602600,00	4,11	152,40	17,87	8,68	1372,00	57,40	1272000,00	15,09	80,86	16454,00
	Std.	165271,60	1,00	32,26	4,19	2,00	389,51	13,32	325134,91	4,55	19,26	3771,44
	Medyan	31320,00	0,61	23,50	0,08	0,20	1,87	1,14	103400,00	1,66	0,93	4,43
	Ort.	105975,97	0,92	33,68	1,09	0,76	136,23	5,66	208932,77	3,65	7,50	880,79
Sarp	Min.	1,31	1,30	8,52	-0,04	0,05	4,20	0,05	1,37	2,45	0,03	0,31
	Mak.	270197,00	2,77	34,13	17,50	7,19	19,98	57,81	301900,00	12,63	74,46	10898,00
	Std.	71739,26	0,45	6,91	4,10	1,65	4,83	13,69	96572,76	3,40	18,37	2498,11
	Medyan	11420,00	1,74	21,29	0,07	0,17	7,77	1,39	24290,00	4,22	1,15	9,46
	Ort.	37630,45	1,82	21,95	1,06	0,63	9,12	5,79	65617,62	5,95	7,20	582,13

Tablo 34. Keçi, İstanbuldere ve Mahmudiye deresine ait ağır metal konsantrasyonları (µg/l)

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
Keçi	Min.	4,21	0,37	4,50	0,00	0,00	0,36	0,29	0,92	0,89	0,01	0,10
	Mak.	858800,00	3,25	17,69	19,59	10,96	2286,00	58,08	1237000,00	15,67	76,68	83,72
	Std.	271472,07	0,66	2,99	4,60	2,55	537,89	13,36	355249,41	4,21	17,64	18,74
	Medyan	23330,00	0,72	7,43	0,05	0,22	3,41	1,38	35590,00	3,58	1,19	7,18
	Ort.	122519,44	0,86	7,70	1,15	0,96	130,75	5,34	174506,40	5,49	6,29	11,85
İstanbuldere	Min.	2,71	0,36	4,41	0,00	0,02	0,05	-0,23	0,34	0,32	0,00	0,29
	Mak.	1090000,00	5,19	52,05	21,82	14,78	23780,00	73,90	2212000,00	17,01	81,22	63,91
	Std.	256785,05	1,29	10,68	5,13	3,46	5437,82	16,75	550260,06	4,82	18,46	14,35
	Medyan	29780,00	1,05	7,52	0,05	0,11	1,15	0,54	9807,00	1,60	0,84	2,58
	Ort.	116701,69	1,54	10,42	1,28	1,14	1388,45	5,02	219568,29	3,88	5,72	8,25
Mahmudiye	Min.	0,69	0,30	4,21	0,00	0,00	0,07	0,07	0,76	0,10	0,01	0,01
	Mak.	139761,00	2,99	16,00	19,76	11,00	8199,00	64,08	192400,00	65,75	74,06	148,47
	Std.	41483,92	0,67	2,71	4,52	2,49	1856,91	14,42	71805,39	14,40	18,36	32,15
	Medyan	10680,00	1,28	6,31	0,05	0,17	1,12	0,71	26100,00	1,25	0,94	7,41
	Ort.	31972,60	1,34	6,81	1,17	0,76	529,19	5,41	63850,40	5,42	7,32	14,52

Tablo 35. Kurtköy, Yanık ve Maşukiye deresine ait ağır metal konsantrasyonları (µg/l)

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
Kurtköy	Min.	25,29	0,32	4,10	0,00	0,01	0,00	0,07	0,21	0,24	0,04	1,29
	Mak.	569500,00	5,21	8,97	20,63	12,42	15,50	57,04	1024000,00	19,47	76,60	16,18
	Std.	150848,69	1,34	1,29	4,84	2,89	4,21	12,99	249235,83	4,72	17,34	5,23
	Medyan	40795,00	0,89	5,76	0,05	0,11	0,66	0,66	19490,00	1,42	0,80	4,27
	Ort.	87910,78	1,35	5,96	1,23	0,88	2,05	4,11	107505,21	3,08	5,35	6,24
Yanık	Min.	3,75	0,35	3,86	-0,05	0,00	0,01	0,12	0,40	0,11	0,00	0,11
	Mak.	477000,00	4,82	8,19	19,63	11,01	12,13	55,44	585000,00	13,72	66,60	23,84
	Std.	127061,12	1,02	1,49	4,61	2,56	3,01	12,81	163242,61	3,21	15,30	6,42
	Medyan	14950,00	0,82	6,61	0,04	0,12	0,49	0,89	18000,00	0,96	0,59	3,11
	Ort.	68339,80	1,15	6,24	1,17	0,77	1,55	4,35	102314,27	2,36	5,11	5,61
Maşukiye	Min.	0,69	0,23	9,55	0,00	0,00	0,00	0,01	0,25	0,25	0,00	0,29
	Mak.	84760,00	2,62	18,49	17,76	7,54	1304,00	57,37	172400,00	13,15	69,87	22275,00
	Std.	31194,87	0,59	2,90	4,17	1,74	307,08	14,14	49232,28	3,57	17,23	5108,59
	Medyan	1858,00	0,73	13,06	0,05	0,14	0,81	0,54	42410,00	1,26	0,79	3,93
	Ort.	21693,18	0,86	13,71	1,04	0,60	73,56	5,06	48369,75	2,71	6,43	1179,18

Tablo 36. Balıkhane, Eşme ve Çark deresine ait ağır metal konsantrasyonları (µg/l)

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
Balıkhane	Min.	3,84	0,43	8,02	0,00	0,03	0,03	0,00	0,57	0,36	0,05	0,45
	Mak.	339500,00	5,63	18,10	18,71	9,24	9,57	62,49	617600,00	15,78	80,16	37843,00
	Std.	79563,47	1,25	3,17	4,39	2,13	2,18	14,44	178460,88	3,93	18,53	8680,73
	Medyan	11320,00	0,82	11,91	0,05	0,19	0,57	0,75	51030,00	1,35	0,65	3,21
	Ort.	40345,03	1,29	12,00	1,10	0,75	1,15	4,78	131000,64	3,02	6,10	1996,07
Eşme	Min.	16,31	0,26	12,46	-0,05	0,00	0,06	0,07	0,71	0,22	0,01	0,09
	Mak.	193900,00	3,48	49,52	18,41	9,31	13580,00	58,98	622400,00	15,86	82,55	76,24
	Std.	54355,70	0,77	8,76	4,32	2,15	3114,98	14,24	154892,85	3,80	19,29	17,02
	Medyan	17010,00	0,51	17,88	0,05	0,18	0,84	0,78	28280,00	1,28	0,56	3,51
	Ort.	39086,83	0,76	19,80	1,11	0,70	716,75	5,99	98650,55	3,04	6,77	9,00
Çark	Min.	11,63	3,42	7,12	0,00	0,04	0,05	0,05	0,62	0,45	0,03	0,16
	Mak.	112600,00	13,09	58,50	2,41	2,18	3,89	55,75	237200,00	12,32	73,76	39595,00
	Std.	30817,01	2,71	11,67	0,57	0,49	1,10	12,66	66035,42	2,78	16,83	9081,83
	Medyan	9066,00	5,47	14,22	0,05	0,10	0,54	0,61	28790,00	1,70	0,58	6,29
	Ort.	20998,56	6,18	19,38	0,23	0,27	0,99	4,00	53303,32	2,84	5,27	2091,77

Tablo 37. 1, 2 ve 3. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (µg/l)

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
1	Min.	17,20	3,36	5,64	0,02	0,00	0,08	0,48	43,90	0,90	0,09	0,84
	Mak.	41925,00	7,23	10,95	0,09	0,31	0,87	33,72	54680,00	10747,00	41,13	90,29
	Std.	15546,08	1,44	2,42	0,03	0,11	0,28	12,32	23389,01	4061,17	15,14	32,26
	Medyan	18060,00	4,68	9,37	0,05	0,08	0,42	0,90	17645,00	1,48	0,89	4,90
	Ort.	19270,00	4,76	8,64	0,05	0,11	0,41	5,81	25250,19	1537,13	6,91	17,77
2	Min.	3385,99	3,39	5,44	0,00	0,02	0,10	0,40	59,53	0,71	0,14	0,14
	Mak.	50356,67	7,22	10,52	0,19	0,27	17,22	72,12	63663,33	20,70	80,78	199,45
	Std.	17437,34	1,58	2,12	0,07	0,09	6,35	26,77	24323,80	7,21	29,99	72,68
	Medyan	23843,33	4,40	8,32	0,04	0,08	0,28	1,50	22616,67	1,63	1,90	6,05
	Ort.	23420,22	4,80	8,24	0,07	0,10	2,89	11,44	24854,55	4,64	12,81	35,77
3	Min.	8,51	2,29	5,23	0,02	0,00	0,05	0,35	3892,18	0,61	0,12	0,12
	Mak.	83323,33	6,86	10,61	0,08	0,20	14,56	84,28	112220,00	22,59	102,80	169,69
	Std.	28846,92	1,76	2,66	0,02	0,08	5,38	31,57	38098,08	8,03	38,56	62,64
	Medyan	28220,00	4,27	7,60	0,04	0,08	0,28	0,76	24186,67	1,23	1,21	2,52
	Ort.	30975,08	4,48	7,82	0,05	0,08	2,39	12,69	38723,18	4,58	15,36	28,88

Tablo 38. 4 ve 5. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (µg/l)

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
4	Min.	1,09	0,31	0,05	0,02	0,01	0,03	0,39	14,42	0,63	0,23	0,36
	Mak.	53206,67	7,23	10,67	0,07	0,10	5956,44	72,37	46603,33	19,00	85,86	26,18
	Std.	21883,73	2,42	4,02	0,02	0,04	2251,23	26,85	20750,07	6,76	32,20	10,62
	Medyan	12707,33	4,37	8,05	0,05	0,04	0,13	1,74	5160,00	1,20	0,88	4,17
	Ort.	20603,58	4,28	7,22	0,05	0,05	851,14	11,54	15359,29	3,68	12,84	8,85
5	Min.	11,03	2,56	5,82	0,00	0,01	0,09	0,39	29,97	0,20	0,09	0,12
	Mak.	39880,00	6,85	2093,06	0,08	0,23	4304,79	71,70	70000,00	16,16	85,83	127,15
	Std.	16546,43	1,61	787,97	0,03	0,08	1626,95	26,75	25161,59	5,72	32,13	46,89
	Medyan	24523,33	4,19	9,39	0,03	0,06	0,22	0,57	14904,00	1,23	0,41	3,29
	Ort.	18378,90	4,46	306,13	0,03	0,08	615,20	11,05	24794,92	3,43	13,01	20,99

Tablo 39. 6 ve 7. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (µg/l)

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
6	Min.	25,04	3,32	5,47	0,00	0,01	0,05	0,29	4669,66	0,65	0,28	0,28
	Mak.	40675,33	6,67	10,23	0,07	0,30	1,48	57,25	70900,00	16,55	70,17	24305,06
	Std.	16340,97	1,33	2,13	0,02	0,10	0,55	21,15	24830,72	5,80	26,32	9184,70
	Medyan	21073,33	4,11	9,27	0,04	0,08	0,34	1,00	32276,67	1,21	0,57	3,85
	Ort.	22921,77	4,51	8,22	0,04	0,10	0,49	9,36	32512,41	3,76	10,48	3476,13
7	Min.	23,75	3,23	5,31	0,01	0,00	0,04	0,41	102,47	0,45	0,09	0,26
	Mak.	43463,33	6,64	10,76	0,33	0,37	1,28	55,29	64110,00	16,67	66,44	3108,76
	Std.	17151,98	1,21	2,32	0,14	0,14	0,50	20,48	26929,31	6,17	24,47	1165,59
	Medyan	11294,33	4,60	9,45	0,05	0,07	0,31	0,52	12366,00	1,13	1,12	9,68
	Ort.	17279,51	4,65	8,38	0,12	0,10	0,47	8,93	23809,64	4,17	11,09	466,42

Tablo 40. 8, 9 ve 10. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (µg/l)

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
8	Min.	0,33	3,14	5,26	0,00	0,00	0,04	0,18	93,03	0,37	0,02	0,02
	Mak.	70980,00	5,24	10,89	0,27	0,46	1,07	51,05	104100,00	14,04	67,55	99443,00
	Std.	26887,03	0,87	2,51	0,10	0,17	0,42	18,97	35760,91	5,15	24,93	37579,91
	Medyan	31670,00	3,38	9,65	0,04	0,09	0,35	1,22	44300,50	0,94	1,32	5,16
	Ort.	28939,29	3,81	8,52	0,08	0,13	0,45	8,03	40307,08	3,55	11,16	14219,80
9	Min.	2,54	3,53	5,60	0,01	0,02	0,06	0,17	168,91	0,15	0,05	0,05
	Mak.	89892,00	6,16	10,54	0,18	0,36	0,76	51,30	137135,00	15,18	65,46	10821,28
	Std.	34767,16	0,90	1,96	0,06	0,12	0,25	19,09	50413,53	5,48	24,36	4088,75
	Medyan	43943,33	4,35	8,68	0,04	0,09	0,29	1,04	42164,00	1,41	1,02	3,63
	Ort.	39009,34	4,50	8,34	0,06	0,12	0,35	8,03	50055,20	3,82	10,30	1548,88
10	Min.	14,48	3,60	6,24	0,00	0,02	0,09	0,23	11308,33	0,35	0,04	0,05
	Mak.	39913,33	7,49	10,13	0,20	0,34	0,88	55,70	77190,00	12,90	69,38	20,83
	Std.	15997,39	1,34	1,42	0,07	0,12	0,31	20,77	22364,35	4,69	25,90	6,87
	Medyan	12947,31	4,64	8,75	0,03	0,06	0,15	0,99	35506,67	1,00	0,36	4,67
	Ort.	16487,88	4,91	8,39	0,06	0,10	0,29	8,61	35660,74	3,37	10,73	5,88

#### 4.2.2 Hava Numunelerinin Ağır Metal Konsantrasyonları

Hava numunelerinde Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb ve Zn metallerinin konsantrasyonları tayin edilmiştir. Her numune alma istasyonuna ait ağır metal konsantrasyonlarının minimum, maksimum, standart sapma, medyan ve ortalama değerleri Tablo 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47 ve 48'de verilmektedir.

Tablo 41. 1, 2 ve 3. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (µg/l)

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
1	Min.	5004,00	0,14	7,88	0,01	0,07	0,99	1,35	7038,00	1,09	0,14	15,22
	Mak.	911800,00	5,77	65,39	0,71	2,25	5,31	27913,00	1278000,00	10,03	12,64	291,50
	Std.	329390,99	2,38	21,72	0,27	0,87	1,84	10547,74	462319,68	3,90	5,86	98,83
	Medyan	44110,00	1,50	17,64	0,07	0,11	2,11	4,11	46680,00	5,17	1,87	55,50
	Ort.	184102,00	2,31	27,28	0,17	0,47	2,89	3992,99	252302,43	5,42	5,38	94,63
2	Min.	1833,00	0,05	10,33	0,00	0,05	0,11	1,17	3802,00	0,61	0,09	26,81
	Mak.	838900,00	5,96	68,75	0,38	1,80	10,89	68,10	1587000,00	26,06	25,79	410,30
	Std.	369315,02	2,28	24,18	0,15	0,66	4,14	28,35	617620,42	11,19	10,63	155,86
	Medyan	48880,00	0,67	22,43	0,12	0,31	2,08	13,14	46460,00	3,59	6,61	212,28
	Ort.	261042,43	1,66	35,23	0,15	0,51	3,43	23,96	420452,86	9,11	9,50	188,45
3	Min.	9016,00	0,10	11,03	0,02	0,10	0,09	1,11	7217,00	0,41	0,03	11,30
	Mak.	895200,00	5,99	65,02	0,41	1,38	8,78	42,54	968900,00	28,63	31,33	368,89
	Std.	415135,57	2,23	23,33	0,18	0,51	3,54	14,80	449485,05	13,19	11,53	130,80
	Medyan	29990,00	0,83	18,60	0,26	0,21	1,69	6,47	51150,00	3,59	6,80	153,35
	Ort.	267785,57	1,66	32,59	0,23	0,46	3,06	11,41	304520,43	10,46	9,57	161,72

Tablo 42. 4.istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (µg/l)

	4				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
<b>Al</b>	5020,00	746500,00	295975,31	19408,00	187680,43
<b>As</b>	0,18	5,92	2,25	0,48	1,50
<b>Ba</b>	9,96	288,11	104,54	51,55	92,97
<b>Cd</b>	0,00	0,68	0,25	0,11	0,19
<b>Co</b>	0,08	1,15	0,41	0,16	0,32
<b>Cr</b>	0,07	8334,00	3401,85	1,53	1390,01
<b>Cu</b>	1,86	52,18	18,32	4,23	12,70
<b>Fe</b>	7813,00	765600,00	295935,38	43540,00	206903,57
<b>Ni</b>	0,29	37,66	14,16	5,97	10,44
<b>Pb</b>	0,17	26060,00	9846,69	1,81	3729,82
<b>Zn</b>	36,34	407,45	153,57	91,78	169,17

Tablo 43. 5.istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (µg/l)

	5				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
<b>Al</b>	9025,00	1091000,00	400183,57	16340,00	209778,14
<b>As</b>	0,15	5531,00	2257,43	0,50	923,04
<b>Ba</b>	10,12	83370,00	31497,25	16,53	11941,00
<b>Cd</b>	0,01	0,44	0,16	0,11	0,16
<b>Co</b>	0,05	2,13	0,82	0,12	0,47
<b>Cr</b>	0,08	18,07	7,03	0,92	3,79
<b>Cu</b>	2,13	61,87	24,60	4,19	17,54
<b>Fe</b>	15923,00	1752000,00	643387,48	25890,00	318542,57
<b>Ni</b>	0,65	9,75	3,89	1,78	3,77
<b>Pb</b>	0,33	25820,00	9755,22	1,95	3697,27
<b>Zn</b>	18,28	498500,00	188386,49	65,99	71279,60

Tablo 44. 6.istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (µg/l)

	6				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
<b>Al</b>	17252,00	1066000,00	392942,00	58660,00	270226,14
<b>As</b>	0,18	5,65	2,15	0,58	1,66
<b>Ba</b>	10,88	87180,00	32937,21	25,85	12485,46
<b>Cd</b>	0,00	0,65	0,24	0,13	0,19
<b>Co</b>	0,10	2,49	0,93	0,22	0,59
<b>Cr</b>	0,01	11120,00	4539,18	1,65	1854,43
<b>Cu</b>	1,70	68,32	26,75	8,66	24,17
<b>Fe</b>	2167,00	1681000,00	655931,65	43010,00	387673,29
<b>Ni</b>	0,22	36,77	14,69	2,31	9,84
<b>Pb</b>	0,04	44,48	16,57	4,31	11,46
<b>Zn</b>	6,40	1010000,00	447552,70	372,18	260057,19

Tablo 45. 7.istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (µg/l)

	7				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
<b>Al</b>	102,91	673300,00	251716,73	28090,00	151569,99
<b>As</b>	0,23	5,55	2,01	0,89	1,75
<b>Ba</b>	10,54	72,42	23,93	55,32	44,11
<b>Cd</b>	0,00	0,28	0,10	0,09	0,11
<b>Co</b>	0,09	1,91	0,72	0,14	0,44
<b>Cr</b>	0,03	3,53	1,27	1,27	1,32
<b>Cu</b>	0,89	51,27	20,39	2,79	13,70
<b>Fe</b>	86,21	534800,00	203842,90	66165,00	153645,17
<b>Ni</b>	0,31	22,66	8,50	3,02	6,39
<b>Pb</b>	0,29	37,05	13,42	1,42	8,89
<b>Zn</b>	13,83	380,40	121,36	123,90	133,13

Tablo 46. 8.istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (µg/l)

	8				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
<b>Al</b>	6999,00	640500,00	245640,86	32950,00	156685,00
<b>As</b>	0,07	5,57	2,15	0,35	1,40
<b>Ba</b>	7,72	71,45	25,40	14,35	28,33
<b>Cd</b>	0,00	0,34	0,12	0,07	0,10
<b>Co</b>	0,03	1,33	0,50	0,14	0,32
<b>Cr</b>	0,03	6,72	2,54	0,65	1,69
<b>Cu</b>	1,68	2511000,00	949064,87	2,17	358723,17
<b>Fe</b>	4238,00	730400,00	268624,32	10150,00	132172,29
<b>Ni</b>	0,06	24,68	9,40	2,19	6,08
<b>Pb</b>	0,10	38,99	13,67	8,16	10,00
<b>Zn</b>	6,64	359,10	122,23	35,53	88,52

Tablo 47. 9. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (µg/l)

	9				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
<b>Al</b>	834,00	1047000,00	379596,12	30040,00	221508,57
<b>As</b>	0,03	3455,00	1409,97	0,40	576,91
<b>Ba</b>	5,73	59,08	21,89	15,72	27,87
<b>Cd</b>	0,01	1,38	0,54	0,07	0,27
<b>Co</b>	0,02	2,34	0,92	0,11	0,46
<b>Cr</b>	0,32	19,18	7,36	1,23	4,34
<b>Cu</b>	1,49	3290000,00	1243494,40	6,39	470019,76
<b>Fe</b>	5881,00	1327000,00	478104,64	81630,00	261846,29
<b>Ni</b>	0,43	17,72	6,82	1,31	4,74
<b>Pb</b>	0,17	30620,00	11568,88	7,04	4384,29
<b>Zn</b>	6,21	432400,00	163400,33	106,70	61842,91

Tablo 48. 10. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (µg/l)

	10				
	Min.	Mak.	Std.	Medyan	Ort.
<b>Al</b>	8360,00	489000,00	174914,09	43781,00	113547,71
<b>As</b>	0,29	5,39	1,90	1,75	2,27
<b>Ba</b>	9,22	143600,00	63009,79	42,92	36534,85
<b>Cd</b>	0,01	1,02	0,37	0,22	0,32
<b>Co</b>	0,04	1,08	0,40	0,14	0,28
<b>Cr</b>	0,07	5,48	2,01	0,98	1,57
<b>Cu</b>	0,90	53,05	19,99	2,94	13,34
<b>Fe</b>	1594,00	453500,00	159393,86	122008,00	146519,43
<b>Ni</b>	0,44	91,48	35,93	3,23	18,63
<b>Pb</b>	0,09	22790,00	8610,55	0,97	3263,14
<b>Zn</b>	15,58	605900,00	228980,74	91,28	86620,50

#### 4.2.3 Toprak Numunelerinin Ağır Metal Konsantrasyonları

Katı numunelerde ağır metal konsantrasyonlarını tayin etmede iki farklı metot (BCR ile çözündürme ve mikrodalga ile çözündürme) kullanılmıştır. Tablo 49, 50 ve 51'de BCR ile çözündürme sonucunda elde edilen toplam ağır metal konsantrasyonlarına ait minimum, maksimum, standart sapma, medyan ve ortalama değerler 10 farklı istasyon için verilmektedir.

Tablo 49. 1, 2, 3 ve 4. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (mg/kg)

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
1	<b>Min.</b>	8361,74	62,83	78,32	0,81	10,64	30,18	23,18	20815,96	56,26	24,30	60,78
	<b>Mak.</b>	678088,88	118,20	143,05	5,91	16,51	69,96	37,58	2457100,63	85,41	45,23	79,71
	<b>Std.</b>	249363,66	25,55	21,55	2,57	2,02	13,49	4,71	916051,47	9,68	7,55	6,12
	<b>Medyan</b>	19672,73	66,22	127,88	1,16	13,28	53,85	32,70	30850,36	71,77	38,98	66,65
	<b>Ort.</b>	112715,35	84,88	119,29	3,05	13,89	55,22	32,22	379892,90	70,76	37,22	68,53
2	<b>Min.</b>	8954,77	55,92	34,76	0,83	11,38	24,48	23,19	21262,96	38,96	29,25	45,29
	<b>Mak.</b>	28380,79	102,92	115,59	5,23	18,18	56,62	36,82	56231,92	80,94	50,10	84,35
	<b>Std.</b>	6726,77	20,30	28,13	2,21	2,47	12,26	5,38	15416,05	14,69	7,96	13,29
	<b>Medyan</b>	16255,29	71,83	106,00	1,04	13,89	38,56	34,68	33077,15	62,52	31,62	67,89
	<b>Ort.</b>	16211,32	78,57	93,94	2,68	14,26	42,49	32,11	37230,19	64,14	36,21	69,29
3	<b>Min.</b>	7306,21	50,35	24,27	0,59	11,91	31,67	33,98	21208,35	48,65	30,17	62,96
	<b>Mak.</b>	18282,92	110,60	56,51	5,14	18,97	62,76	49,05	58377,08	77,09	54,07	111,74
	<b>Std.</b>	4063,54	23,35	11,10	2,26	2,58	10,76	5,91	14875,55	9,19	8,51	16,61
	<b>Medyan</b>	14259,05	65,24	41,41	0,73	12,70	43,12	35,23	37853,39	61,83	36,51	76,78
	<b>Ort.</b>	13238,32	77,35	40,20	2,47	13,93	44,57	38,57	37632,45	63,87	39,07	79,14
4	<b>Min.</b>	6251,52	67,98	17,87	0,81	6,34	11,66	29,92	10331,08	19,83	26,51	43,43
	<b>Mak.</b>	19711,17	99,66	98,04	5,31	21,02	62,78	50,40	50913,05	85,23	54,23	96,96
	<b>Std.</b>	5012,98	12,71	28,85	2,14	5,01	21,63	7,10	16193,35	22,20	10,17	18,83
	<b>Medyan</b>	11498,77	78,48	42,36	0,99	9,93	30,83	32,12	40163,38	47,06	38,80	77,31
	<b>Ort.</b>	12355,89	81,01	48,32	2,61	10,65	35,62	34,99	32308,68	43,85	37,21	70,45

Tablo 50. 5, 6 ve 7.istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (mg/kg)

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
5	Min.	7130,07	46,00	35,25	0,60	7,45	12,15	34,46	17069,87	23,70	35,89	68,86
	Mak.	14463,09	109,98	124,63	4,87	13,70	117,04	62,97	52028,49	80,39	56,61	377,06
	Std.	3099,81	22,84	30,98	2,07	2,58	35,28	9,55	14187,63	21,78	6,30	104,75
	Medyan	10479,45	76,89	49,68	1,06	11,11	43,42	40,40	23234,56	45,01	47,26	119,79
	Ort.	11163,81	76,04	61,25	2,48	10,74	45,36	42,33	30323,50	46,96	47,30	147,77
6	Min.	7984,67	47,37	27,76	0,59	6,52	12,84	22,86	16841,69	21,21	26,92	53,60
	Mak.	38330,50	96,98	64,37	5,44	19,10	282,76	42,65	52340,43	174,28	60,89	106,84
	Std.	10327,75	21,85	13,32	2,41	4,45	98,27	7,84	15647,95	54,46	13,46	21,19
	Medyan	12171,26	70,77	50,23	1,01	10,21	23,18	38,21	34710,11	30,19	41,18	84,12
	Ort.	16190,98	73,75	46,68	2,64	11,70	62,45	34,46	35518,95	52,60	44,49	84,65
7	Min.	15509,92	52,20	37,45	0,59	10,13	14,35	29,73	19119,08	29,29	39,66	49,93
	Mak.	41267,21	109,09	144,38	7,49	28,52	103,04	51,87	84133,80	82,11	97,62	93,66
	Std.	9961,88	25,84	36,98	3,26	6,50	29,26	8,20	25297,35	16,39	21,47	14,55
	Medyan	25278,61	65,41	128,77	1,27	21,81	39,67	39,50	47008,10	59,47	59,44	79,90
	Ort.	28728,87	78,71	114,68	3,52	22,07	47,18	41,59	46222,87	55,66	60,21	76,19

Tablo 51. 8, 9 ve 10.istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (mg/kg)

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
8	Min.	10150,39	62,19	106,97	0,84	10,37	31,80	23,69	20144,79	45,39	25,26	48,18
	Mak.	52554,99	111,86	135,43	5,53	17,48	180,85	98,85	60301,21	132,56	54,55	257,50
	Std.	14907,09	18,43	10,64	2,29	2,56	53,35	26,58	15367,11	31,01	9,99	75,71
	Medyan	15043,42	74,60	124,01	1,01	12,02	39,63	29,33	33718,72	53,65	33,69	63,39
	Ort.	19303,12	81,85	121,91	2,76	12,88	60,61	39,55	36213,80	63,08	35,28	87,01
9	Min.	8566,75	61,86	42,91	0,67	10,52	26,85	28,74	21071,74	34,33	32,20	60,31
	Mak.	30803,72	113,06	125,39	6,23	17,57	124,61	61,48	60192,88	97,61	51,64	122,70
	Std.	8361,64	24,10	26,50	2,49	2,74	35,91	11,81	15598,63	22,04	6,90	19,60
	Medyan	17446,30	74,72	104,30	1,30	14,87	32,56	40,36	26849,24	50,21	41,92	106,75
	Ort.	19121,90	84,49	98,11	3,01	14,04	54,28	44,57	36402,71	57,12	40,46	102,58
10	Min.	8230,70	62,06	66,43	0,85	7,02	21,66	18,56	17735,99	33,34	22,59	36,54
	Mak.	25711,27	122,73	141,50	7,24	22,50	98,55	80,92	58445,46	123,25	64,87	150,52
	Std.	6567,12	24,82	27,97	2,89	5,43	27,99	21,79	14591,10	31,49	16,52	42,78
	Medyan	13022,64	68,26	124,86	0,99	10,66	30,97	34,41	25729,84	50,60	33,53	94,19
	Ort.	15252,07	83,19	117,31	3,17	13,02	47,06	38,59	31732,82	61,72	38,67	92,46

Toprak numunelerinde mikrodalga ile çözündürme sonucunda elde edilen toplam ağır metal konsantrasyonlarına ait minimum, maksimum, standart sapma, medyan ve ortalama değerler 10 farklı istasyon için Tablo 52, 53, ve 54'te verilmektedir.



Tablo 52.1, 2, 3 ve 4. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (mg/kg)

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
1	Min.	4296,10	3,27	52,86	0,06	3,57	18,52	5,25	8695,30	18,84	3,45	14,31
	Mak.	25321,20	40,56	118,10	3,68	14,31	79,70	31,33	27215,70	95,51	29,36	58,64
	Std.	7580,26	16,06	22,08	1,57	4,61	22,87	10,89	7145,79	26,17	10,71	18,15
	Medyan	17028,95	35,41	86,62	1,99	10,19	41,06	19,37	21919,75	44,85	20,16	41,20
	Ort.	17118,73	27,01	89,58	1,94	9,29	44,12	19,14	20637,41	48,89	17,78	40,79
2	Min.	6105,56	6,47	20,85	0,05	4,21	7,73	7,73	3071,65	11,72	7,98	23,22
	Mak.	19342,65	31,09	83,80	3,03	11,79	49,28	28,19	25110,45	60,07	21,50	57,39
	Std.	4885,09	9,03	21,01	1,18	2,61	13,48	6,76	6789,34	16,32	4,51	11,56
	Medyan	9342,05	21,70	65,99	1,10	7,53	36,28	15,22	16220,10	44,90	13,12	32,52
	Ort.	11785,89	20,28	61,27	1,46	7,50	32,00	15,41	14937,65	39,34	13,35	34,17
3	Min.	5108,54	5,93	7,68	0,04	3,93	15,40	7,69	14541,67	20,87	4,95	26,22
	Mak.	21834,15	30,58	34,40	2,64	9,30	60,27	25,88	43129,65	75,45	18,86	71,27
	Std.	6472,43	9,47	9,37	1,17	2,22	17,54	6,45	10668,43	18,31	5,73	15,79
	Medyan	11345,80	23,26	24,72	1,27	8,46	37,35	19,99	22570,45	43,33	17,21	48,97
	Ort.	12189,83	20,04	21,64	1,47	7,42	38,74	18,02	25129,52	42,64	14,21	47,52
4	Min.	4868,43	5,48	9,29	0,07	3,28	9,48	6,62	9260,45	10,51	7,18	24,74
	Mak.	19442,25	33,80	71,25	2,66	10,02	32,19	35,63	28590,10	43,77	19,17	52,18
	Std.	5017,53	12,47	21,17	1,16	2,45	9,99	9,71	7197,20	12,31	4,95	10,84
	Medyan	8850,05	29,23	30,05	1,11	6,25	15,20	19,43	12978,75	16,63	15,53	30,59
	Ort.	9439,57	23,71	31,67	1,46	5,84	18,24	19,11	15164,93	21,82	13,80	35,78

Tablo 53. 5, 6 ve 7.istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (mg/kg)

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
5	Min.	5299,69	7,59	12,63	0,05	2,77	7,23	6,06	10776,22	9,72	6,13	26,05
	Mak.	30487,80	38,09	109,25	2,51	12,11	52,82	45,45	36543,60	61,26	33,82	240,30
	Std.	30487,80	38,09	109,25	2,51	12,11	52,82	45,45	36543,60	61,26	33,82	240,30
	Medyan	9674,95	12,10	32,57	1,08	2,96	15,62	12,60	9849,87	17,05	9,16	72,56
	Ort.	13221,32	23,74	46,08	1,54	6,58	20,55	23,62	21901,97	24,49	20,76	86,11
6	Min.	6313,95	6,85	23,81	0,10	3,88	9,69	8,56	10505,45	11,73	9,24	27,70
	Mak.	27467,75	44,53	59,15	2,92	8,97	24,78	28,14	40460,55	25,40	28,07	71,96
	Std.	6965,52	13,09	11,89	1,14	2,12	5,98	6,99	9702,56	5,81	6,47	16,14
	Medyan	12432,70	26,70	32,83	1,39	7,27	15,14	20,56	18348,65	20,10	20,44	45,23
	Ort.	12905,55	23,92	35,86	1,57	6,78	16,64	18,25	20111,53	19,70	19,57	46,92
7	Min.	21352,67	4,02	78,24	0,08	4,40	12,51	7,28	18509,26	11,95	9,31	28,60
	Mak.	71280,50	49,71	133,50	4,60	22,54	50,59	42,56	71577,00	51,41	48,99	66,31
	Std.	16807,91	19,39	19,15	1,88	7,36	16,72	14,08	17684,43	15,73	15,15	14,85
	Medyan	36612,95	40,39	117,82	3,33	18,51	42,55	32,81	36830,95	38,99	35,04	51,16
	Ort.	40685,83	31,76	110,06	2,73	14,74	35,29	27,12	38214,47	34,00	29,95	49,08

Tablo 54. 8, 9 ve 10.istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (mg/kg)

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
8	Min.	7841,73	4,53	57,99	0,06	3,52	14,87	6,72	10210,18	14,11	4,69	20,30
	Mak.	36303,05	36,96	118,45	2,93	10,46	46,06	48,98	41745,25	88,26	21,54	664,17
	Std.	9890,54	13,61	23,72	1,22	3,11	13,28	14,44	10273,19	25,30	7,29	235,84
	Medyan	13474,85	30,36	100,38	1,71	10,23	35,68	23,79	19964,15	42,90	18,41	44,00
	Ort.	16535,88	23,18	92,13	1,69	8,08	29,92	23,59	21056,14	39,67	15,41	130,36
9	Min.	6560,28	2,26	35,12	0,06	2,56	7,80	5,84	8568,93	7,89	4,15	24,64
	Mak.	43585,05	35,43	78,50	2,56	12,35	32,12	42,50	46571,55	38,55	24,88	72,51
	Std.	13408,50	13,17	15,11	1,09	3,29	10,06	11,96	12962,86	11,48	8,14	17,46
	Medyan	8942,85	21,17	55,08	1,93	7,36	28,87	18,85	15340,85	26,99	14,08	49,81
	Ort.	15324,71	19,75	57,81	1,57	7,00	22,68	19,19	18983,44	24,96	14,16	45,53
10	Min.	6167,65	3,19	35,07	0,09	3,07	23,51	8,20	10162,97	21,70	5,28	24,57
	Mak.	34783,60	39,39	125,97	3,61	11,11	46,06	44,66	37490,60	49,36	29,65	57,05
	Std.	11210,85	13,67	35,38	1,30	2,48	9,88	12,35	10421,72	10,34	8,00	11,17
	Medyan	12134,58	23,08	95,43	1,33	7,71	31,29	16,01	15305,05	35,84	12,40	41,22
	Ort.	16401,64	21,37	86,20	1,60	7,32	34,38	18,17	20077,84	36,22	14,15	41,15

#### 4.2.4 Sediment Numunelerinin Ağır Metal Konsantrasyonları

Toprak numunelerinde ağır metal konsantrasyonlarını tayin etmede iki farklı metot (BCR ile çözündürme ve mikrodalga ile çözündürme) kullanılmıştır. Tablo 54, 55 ve 56'da BCR ile çözündürme sonucunda elde edilen toplam ağır metal konsantrasyonlarına ait minimum, maksimum, standart sapma, medyan ve ortalama değerler 10 farklı istasyon için verilmektedir.

Tablo 55. 1, 2, 3 ve 4. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (mg/kg)

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cu	Cr	Fe	Ni	Pb	Zn
1	Min.	3188,85	62,57	50,81	0,77	3,42	12,65	13,17	8788,47	19,14	22,34	25,26
	Mak.	131140,46	120,18	132,99	5,15	12,77	30,55	160,18	335744,73	102,55	39,23	68,35
	Std.	46198,53	21,57	30,09	1,93	3,72	6,28	52,68	119225,51	29,16	5,92	15,00
	Medyan	11583,14	93,97	61,79	1,22	8,76	19,10	24,96	21685,33	39,24	31,52	44,41
	Ort.	27239,30	95,92	75,46	2,22	7,85	20,02	46,55	66675,18	46,94	31,13	44,47
2	Min.	14041,70	60,62	54,88	0,81	11,51	37,35	27,06	28151,36	59,19	29,10	56,33
	Mak.	244216,16	129,31	91,47	6,87	26,06	243,11	63,79	910502,31	202,93	71,46	112,43
	Std.	85445,97	26,36	12,24	2,55	5,35	70,17	12,18	328435,53	45,85	13,58	19,45
	Medyan	18918,81	72,49	69,57	1,33	19,00	60,40	48,80	41332,20	93,99	48,68	84,86
	Ort.	50632,19	82,56	71,50	2,63	19,07	92,40	46,73	166517,85	113,14	49,70	88,18
3	Min.	7818,23	68,66	43,57	0,68	5,36	9,73	19,38	11307,71	17,62	25,12	47,85
	Mak.	272389,47	147,91	87,50	6,16	15,10	95,50	39,88	797504,10	76,62	49,22	82,67
	Std.	97090,10	26,75	15,03	2,38	3,38	27,46	7,22	289915,33	20,97	8,23	12,06
	Medyan	17194,93	87,88	78,42	1,35	13,16	36,06	37,13	32146,67	48,20	37,85	74,14
	Ort.	52607,57	99,12	72,61	2,49	11,37	40,16	34,44	140647,03	47,52	39,11	69,74
4	Min.	16884,42	68,12	19,90	0,93	9,03	41,58	19,56	34397,21	29,63	29,13	49,71
	Mak.	292728,29	136,25	106,49	6,77	23,14	61,99	90,57	1043541,54	108,45	70,63	123,35
	Std.	102354,29	26,78	28,45	2,66	4,72	7,40	23,43	376092,38	25,56	14,02	23,00
	Medyan	22881,78	84,47	84,51	1,24	20,73	52,09	60,24	47748,09	84,15	45,51	86,87
	Ort.	61152,58	94,83	73,86	2,73	19,02	52,05	60,63	191734,98	82,26	50,98	90,44

Tablo 56. 5, 6 ve 7. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (mg/kg)

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cu	Cr	Fe	Ni	Pb	Zn
5	Min.	9254,90	62,48	83,45	0,76	10,65	35,00	24,93	19723,10	57,71	23,05	52,55
	Mak.	246592,79	126,76	124,64	7,05	22,24	94,36	59,81	930938,17	107,77	67,91	116,60
	Std.	87273,51	25,68	16,27	2,60	4,39	20,83	12,99	339568,72	17,48	15,84	21,62
	Medyan	14696,36	76,37	93,84	1,12	13,36	45,13	34,26	25254,30	71,56	35,56	70,39
	Ort.	50041,52	85,21	98,42	2,54	15,32	52,81	37,32	162600,40	75,74	40,34	73,67
6	Min.	7267,55	56,26	21,17	0,54	11,11	17,37	33,35	20742,32	32,20	36,64	71,99
	Mak.	274965,59	117,01	41,54	5,06	19,28	43,23	56,85	1056796,94	69,64	65,63	116,13
	Std.	99163,46	24,72	7,53	2,07	3,30	9,91	8,87	385375,37	11,85	9,64	16,33
	Medyan	11660,25	78,32	33,20	0,77	15,15	24,80	37,46	38805,13	45,42	46,44	84,93
	Ort.	50649,74	82,18	31,81	1,91	14,99	26,96	42,04	183668,45	48,53	49,17	87,29
7	Min.	11442,65	56,95	61,49	0,83	9,92	21,26	30,86	23105,39	34,00	34,32	53,50
	Mak.	246275,88	101,54	110,03	5,84	21,09	69,86	53,06	953000,37	69,38	57,51	96,42
	Std.	86607,13	19,50	17,31	2,38	4,14	16,51	9,49	346366,04	12,17	9,89	16,32
	Medyan	17056,09	63,17	64,49	0,92	11,85	30,43	34,92	40158,94	41,37	39,04	71,63
	Ort.	50305,17	73,72	71,37	2,31	14,19	35,56	39,09	168172,80	46,66	43,32	73,97

Tablo 57. 8, 9 ve 10. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (mg/kg)

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cu	Cr	Fe	Ni	Pb	Zn
8	Min.	7566,60	57,61	56,98	0,89	6,70	15,64	28,96	21322,51	25,96	33,11	51,32
	Mak.	204284,20	164,09	127,19	5,90	13,38	49,05	36,31	462607,43	60,88	52,31	86,64
	Std.	71201,44	39,18	24,25	2,31	2,30	13,80	3,00	161828,24	11,50	6,23	12,65
	Medyan	15936,65	93,52	67,98	1,21	11,75	29,53	35,04	29740,93	40,02	42,92	73,76
	Ort.	44673,40	104,30	75,41	2,51	10,84	32,38	33,41	96705,63	40,55	42,96	74,48
9	Min.	4885,90	52,39	19,64	0,52	6,89	7,94	19,24	13984,02	16,84	26,50	42,93
	Mak.	217067,56	96,23	39,97	4,97	15,50	92,41	35,45	857034,39	70,81	49,40	82,04
	Std.	77639,01	16,46	8,09	2,07	2,92	30,83	5,75	313146,32	18,70	7,86	13,60
	Medyan	11855,29	62,06	22,97	0,70	9,47	14,74	26,33	24696,25	32,92	35,93	66,22
	Ort.	42082,69	68,43	27,45	1,84	9,85	29,72	26,59	147716,13	34,88	35,33	64,17
10	Min.	11840,61	68,21	70,48	1,01	10,97	28,10	35,21	18130,56	46,93	39,58	84,08
	Mak.	207407,16	149,22	102,06	6,54	23,23	63,22	59,58	567045,13	77,28	71,86	116,50
	Std.	71281,01	30,94	12,83	2,49	4,17	14,17	7,99	198257,71	11,39	12,62	12,17
	Medyan	21305,86	80,44	79,78	1,25	17,51	32,83	45,34	41352,43	55,11	48,60	94,19
	Ort.	46137,36	95,16	84,17	2,72	16,89	40,69	47,28	119925,28	59,41	52,77	96,91

Sediment numunelerinde mikrodalga ile çözündürme sonucunda elde edilen toplam ağır metal konsantrasyonlarına ait minimum, maksimum, standart sapma, medyan ve ortalama değerler 10 farklı istasyon için Tablo 58, 59 ve 60'da verilmektedir.

Tablo 58. 1, 2, 3 ve 4. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (mg/kg)

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
1	Min.	1778,64	3,94	17,03	0,05	1,86	6,05	1,60	3277,55	7,22	2,56	7,89
	Mak.	18921,90	41,13	56,44	1,40	7,95	35,37	19,49	32648,75	39,92	22,58	48,85
	Std.	5394,34	15,00	12,13	0,49	2,25	10,43	5,80	9504,44	10,62	6,73	13,11
	Medyan	7058,73	29,30	39,08	0,62	4,83	14,87	6,65	9805,70	19,05	10,41	20,10
	Ort.	8230,96	25,69	38,63	0,60	4,92	19,11	7,69	13028,46	20,11	10,50	22,94
2	Min.	6351,34	6,31	24,64	0,08	3,14	15,24	6,05	10076,23	18,09	8,16	20,76
	Mak.	34872,00	56,13	84,93	3,03	17,29	91,96	47,58	47144,00	93,95	42,87	88,34
	Std.	9179,32	17,62	19,49	1,01	5,17	27,71	15,03	15111,28	29,98	11,72	22,29
	Medyan	18430,95	30,41	41,31	1,42	12,07	58,67	29,02	33642,50	71,44	26,17	56,25
	Ort.	19142,15	28,15	43,74	1,25	9,90	51,56	25,01	31043,53	59,13	23,48	50,68
3	Min.	4970,62	4,44	28,52	0,07	1,56	5,42	4,13	6469,22	6,01	4,59	15,68
	Mak.	29434,75	62,79	73,89	2,92	8,86	28,63	33,68	42489,00	32,97	31,68	60,07
	Std.	8850,25	21,48	13,82	1,01	2,80	9,74	10,64	12056,21	10,16	9,67	15,43
	Medyan	19720,58	39,48	51,49	1,63	5,89	22,07	19,24	23377,63	22,31	20,87	40,15
	Ort.	19066,57	34,21	49,93	1,32	5,41	17,69	17,73	22785,38	18,69	18,41	37,42
4	Min.	7806,06	5,65	33,13	0,10	2,33	8,12	4,94	11790,62	9,65	7,66	22,05
	Mak.	35278,00	64,06	96,68	3,04	16,74	72,99	51,39	43464,25	78,48	46,02	89,93
	Std.	9065,72	19,34	22,14	1,00	5,09	23,19	15,84	13607,39	24,92	12,27	21,29
	Medyan	18743,58	37,33	44,15	1,20	10,71	43,68	28,34	38362,00	50,84	23,61	46,85
	Ort.	19342,44	32,37	50,11	1,24	9,46	40,19	25,61	32027,43	45,54	24,08	48,90

Tablo 59. 5, 6 ve 7. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (mg/kg)

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
5	<b>Min.</b>	5708,61	4,31	38,37	0,05	2,75	11,55	4,12	8487,33	14,24	3,78	17,02
	<b>Mak.</b>	39574,75	45,74	79,67	2,76	12,81	66,86	35,59	41678,75	66,61	35,82	64,70
	<b>Std.</b>	11043,98	14,92	13,66	0,91	3,63	18,89	10,74	12438,22	19,03	10,00	15,36
	<b>Medyan</b>	14473,33	27,19	55,92	1,06	7,90	39,59	18,53	22272,55	43,92	16,59	34,86
	<b>Ort.</b>	9524,73	24,20	16,83	0,52	6,47	16,43	17,03	23526,80	23,45	17,76	43,46
6	<b>Min.</b>	3738,74	8,42	7,61	0,04	3,33	7,50	7,21	11190,98	13,29	6,53	21,69
	<b>Mak.</b>	17076,73	40,09	34,04	1,14	9,46	30,27	25,92	42064,50	36,17	25,70	72,18
	<b>Std.</b>	4900,74	10,53	8,77	0,44	2,37	8,17	7,46	11422,31	8,97	6,58	17,92
	<b>Medyan</b>	10610,33	26,03	15,38	0,69	7,29	15,42	18,76	18628,28	27,60	19,23	40,84
	<b>Ort.</b>	9524,73	24,20	16,83	0,52	6,47	16,43	17,03	23526,80	23,45	17,76	43,46
7	<b>Min.</b>	9009,09	4,19	33,15	0,06	2,44	8,20	5,94	11016,04	8,99	10,17	24,74
	<b>Mak.</b>	18331,28	30,16	53,12	1,23	7,83	23,85	21,22	32120,00	28,33	20,55	43,22
	<b>Std.</b>	3956,07	10,75	7,27	0,51	2,28	6,14	6,74	8155,80	7,96	4,55	7,41
	<b>Medyan</b>	17713,88	24,02	40,08	0,99	6,64	19,01	19,71	21530,13	21,30	18,91	32,91
	<b>Ort.</b>	15478,82	19,76	40,15	0,79	5,77	16,92	16,01	21223,36	20,23	16,90	34,35

Tablo 60. 8, 9 ve 10. istasyona ait ağır metal konsantrasyonları (mg/kg)

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
8	<b>Min.</b>	7025,15	11,51	35,11	0,09	1,89	6,23	5,06	8053,81	7,06	7,66	21,61
	<b>Mak.</b>	19588,18	48,50	46,98	1,50	6,82	16,91	22,00	31677,25	21,83	23,64	44,85
	<b>Std.</b>	4800,64	13,17	4,28	0,55	1,96	4,34	6,85	10402,83	5,97	6,52	9,51
	<b>Medyan</b>	13475,95	32,60	39,22	1,13	5,71	14,72	17,62	18674,68	18,29	20,20	38,32
	<b>Ort.</b>	12947,79	32,12	40,64	0,85	4,89	13,07	14,79	20307,50	15,74	18,04	35,00
9	<b>Min.</b>	4084,14	6,31	11,70	0,04	2,61	4,80	4,93	8293,25	7,10	6,21	15,97
	<b>Mak.</b>	16035,58	31,41	22,51	0,96	6,87	12,71	15,71	32798,50	16,80	20,71	48,91
	<b>Std.</b>	4197,75	9,12	4,27	0,36	1,65	3,12	4,36	8515,48	3,86	5,23	11,61
	<b>Medyan</b>	10696,08	22,51	15,30	0,38	4,81	8,81	11,57	18738,13	12,13	13,81	28,74
	<b>Ort.</b>	9705,30	19,51	16,42	0,49	4,78	8,54	10,79	18889,04	12,17	13,79	30,42
10	<b>Min.</b>	8257,85	7,63	26,20	0,08	2,88	9,10	6,54	12453,80	10,64	10,13	22,44
	<b>Mak.</b>	28184,00	54,89	77,73	2,06	11,74	40,66	38,43	357745,00	49,82	31,62	70,89
	<b>Std.</b>	6443,16	16,05	16,52	0,71	3,43	10,48	11,72	124645,56	13,56	7,53	16,29
	<b>Medyan</b>	18825,58	40,10	49,23	1,20	8,71	23,87	24,32	38228,50	31,50	23,04	51,01
	<b>Ort.</b>	17559,37	34,21	50,14	1,05	7,73	22,74	22,20	76704,85	28,79	22,09	48,15

#### 4.2.5 Kuyu Numunelerinin Ağır Metal Konsantrasyonları

Numuneler 12 farklı kuyudan numune alma sürecinde 4 defa alınmış olup, ağır metal konsantrasyonlarının minimum, maksimum, standart sapma, medyan ve ortalama değerleri Tablo 61, 62, 63 ve 64'te verilmektedir.

Tablo 61. 1, 2, 3 ve 4. kuyuya ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g/l}$ )

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
1	Min.	24,48	0,15	3,11	0,00	0,03	2,68	1,43	46,66	3,06	0,30	1,71
	Mak.	37590,00	0,57	11,39	0,11	0,79	9,80	71,00	284500,00	16,69	34,70	87,80
	Std.	17736,37	0,22	3,45	0,06	0,43	4,05	32,62	127712,18	6,93	16,51	39,91
	Medyan	5239,96	0,24	6,09	0,03	0,07	2,89	14,92	54155,00	7,69	2,48	14,66
	Ort.	12023,60	0,32	6,67	0,05	0,30	5,12	25,56	98214,17	9,15	9,99	29,71
2	Min.	12,67	0,05	5,13	0,00	0,01	0,63	1,63	3,62	1,97	0,05	0,74
	Mak.	29370,00	0,18	7,67	0,07	0,92	2,06	30,16	62220,00	15,59	3453,00	52,80
	Std.	14416,31	0,07	1,08	0,04	0,52	0,82	14,16	30252,96	7,58	1719,25	23,04
	Medyan	8977,95	0,11	5,95	0,03	0,03	0,64	1,96	18091,05	3,03	22,05	11,47
	Ort.	11834,64	0,11	6,18	0,04	0,32	1,11	8,93	24601,43	6,86	874,29	19,12
3	Min.	9,12	0,07	3,61	0,02	0,02	0,70	0,71	4,88	1,88	0,08	4,97
	Mak.	61500,00	0,26	7,42	0,10	0,83	1,65	29,17	116500,00	14,84	34,83	29,40
	Std.	33097,18	0,09	1,58	0,04	0,46	0,51	13,52	61243,36	7,13	15,85	11,77
	Medyan	26255,37	0,14	5,95	0,04	0,06	0,82	3,63	46676,05	3,19	5,22	6,45
	Ort.	28504,96	0,16	5,73	0,05	0,30	1,05	9,28	52464,25	6,64	11,34	11,82
4	Min.	6,90	0,08	5,11	0,04	0,01	0,60	0,61	84,66	1,98	0,12	1,37
	Mak.	46920,00	0,10	7,21	0,42	0,89	0,84	33,54	356500,00	15,62	47,82	27,20
	Std.	24569,83	0,01	1,04	0,19	0,47	0,13	16,08	155972,23	7,78	22,02	11,51
	Medyan	18712,28	0,09	6,01	0,19	0,14	0,83	1,85	82405,00	2,30	6,23	13,96
	Ort.	21087,86	0,09	6,08	0,21	0,35	0,76	9,46	130348,67	6,63	15,10	14,12

Tablo 62. 5, 6 ve 7. kuyuya ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g/l}$ )

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
5	Min.	18,32	0,04	3,83	0,01	0,10	0,42	0,51	113,20	0,60	0,09	0,63
	Mak.	131800,00	0,17	12,60	0,26	0,67	3,71	41,46	195100,00	11,14	48,21	133,02
	Std.	65162,24	0,06	4,02	0,14	0,33	1,49	20,21	97078,36	4,83	22,00	62,23
	Medyan	2250,24	0,11	5,04	0,03	0,11	0,99	1,31	1363,74	4,80	7,13	13,45
	Ort.	34079,70	0,11	6,63	0,10	0,29	1,53	11,15	49485,17	5,34	15,64	40,14
6	Min.	20,39	0,02	4,09	0,03	0,00	0,24	0,45	3244,74	1,13	0,05	7,51
	Mak.	66720,00	0,32	37,03	0,11	1,57	0,88	45,63	312000,00	14,90	58,33	91,70
	Std.	30823,52	0,15	16,15	0,04	0,73	0,37	22,11	135664,57	6,54	27,75	40,04
	Medyan	11840,77	0,12	5,11	0,04	0,28	0,87	1,97	78700,00	4,87	4,57	14,63
	Ort.	22605,48	0,15	12,83	0,06	0,53	0,66	12,50	118161,19	6,44	16,88	32,12
7	Min.	8,81	0,18	2,67	0,01	0,07	0,09	0,92	16,37	0,50	0,24	8,73
	Mak.	52930,00	0,25	5,48	0,02	0,42	0,67	38,92	102100,00	6,62	45,34	10,40
	Std.	24941,36	0,04	1,17	0,00	0,20	0,30	18,71	48211,38	2,84	21,64	0,89
	Medyan	9217,64	0,18	3,72	0,01	0,08	0,28	1,81	20201,30	1,28	3,25	10,10
	Ort.	17843,52	0,20	3,90	0,01	0,19	0,35	10,86	35629,74	2,42	13,02	9,74

Tablo 63. 8, 9 ve 10.kuyuya ait ağır metal konsantrasyonları (µg/l)

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
8	Min.	5,99	0,17	2,74	0,00	0,10	0,37	0,87	99,83	0,87	0,07	3,36
	Mak.	109600,00	0,43	5,60	0,07	1,21	1,27	36,75	504300,00	8,77	52,24	18,40
	Std.	54410,04	0,13	1,27	0,03	0,56	0,51	16,84	250167,35	4,22	24,29	6,91
	Medyan	1197,26	0,35	3,57	0,04	0,49	0,42	6,81	6088,85	5,04	6,23	7,10
	Ort.	28000,13	0,32	3,87	0,03	0,60	0,68	12,81	129144,38	4,93	16,19	8,99
9	Min.	15,24	0,11	6,67	0,02	0,27	0,28	0,32	117,10	2,06	0,08	19,46
	Mak.	43570,00	0,63	10,40	0,36	0,93	1,29	43,73	118100,00	10,59	50,42	50,60
	Std.	21076,22	0,27	1,74	0,19	0,33	0,55	21,55	56980,19	3,96	24,30	17,45
	Medyan	2430,55	0,25	7,30	0,03	0,55	0,40	0,78	7324,94	3,07	2,90	21,40
	Ort.	12111,58	0,33	7,92	0,14	0,59	0,66	11,40	33216,75	4,70	14,07	30,49
10	Min.	11,72	0,12	2,37	0,02	0,00	0,17	0,14	63,54	2,78	0,43	8,62
	Mak.	11500,00	0,55	91510,00	0,04	0,59	1,34	44,05	242300,00	9,30	48,39	45,30
	Std.	5432,28	0,22	45752,31	0,01	0,31	0,58	21,85	113063,14	2,97	22,90	20,01
	Medyan	1462,78	0,31	6,89	0,02	0,43	0,76	0,45	35468,00	4,19	4,15	13,08
	Ort.	3609,32	0,33	22881,54	0,03	0,34	0,76	11,27	78324,89	5,12	14,28	22,33

Tablo 64. 11 ve 12. kuyuya ait ağır metal konsantrasyonları (µg/l)

		Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
11	Min.	3,47	0,06	4,25	0,00	0,04	0,41	0,17	110,60	0,80	0,02	2,17
	Mak.	8446,00	0,23	16,60	0,07	0,61	1,57	48,52	34700,00	10,55	61,40	2,81
	Std.	4215,82	0,09	5,61	0,03	0,33	0,48	24,10	17860,28	4,60	29,42	0,34
	Medyan	19,85	0,15	6,18	0,04	0,05	1,02	0,41	9682,00	2,79	4,45	2,67
	Ort.	2122,29	0,15	8,30	0,04	0,24	1,01	12,38	14830,87	4,23	17,58	2,55
12	Min.	25,21	0,02	1,99	0,03	0,07	0,49	0,37	30,91	1,29	0,27	11,90
	Mak.	37590,00	0,31	24,00	0,12	0,66	1,55	51,34	231400,00	11,30	76,25	31,51
	Std.	18522,18	0,15	10,05	0,05	0,34	0,60	24,76	107427,89	4,84	37,11	9,23
	Medyan	853,84	0,16	11,92	0,04	0,07	0,53	2,75	40528,50	4,52	3,06	23,57
	Ort.	9830,72	0,16	12,46	0,06	0,27	0,85	14,30	78121,98	5,41	20,66	22,64

#### 4.3 Su Numunelerinde Kalite Parametreleri ile Ağır Metaller Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Su ortamında bazı su kalitesi parametrelerinin ağır metaller ile ilişkili olduğu literatür çalışmalarından bilinmektedir Nyugen (2005); Duman (2005). Sapanca gölü ve derelerde ağır metal konsantrasyonları ile su kalite parametreleri arasındaki ilişki SPSS statistics 17.0 programı yardımıyla Pearson korelasyonu ile belirlenmiştir. Tablo 65'te gölden alınan su numuneleri için belirlenen Pearson korelasyon katsayıları ve Tablo 66'da ise derelerden alınan su numuneleri için belirlenen Pearson korelasyon katsayılarına yer verilmektedir.

Tablo 65. Göl suyunda ağır metaller ve kalite parametreleri arasındaki Pearson korelasyonu

	TOK	T	DO%	DO	SPC	C	TDS	SAL	pH	ORP	AKM	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
TOK	1																					
T	,754**	1																				
DO%	,256	,471*	1																			
DO	-,309	-,132	,732**	1																		
SPC	,483*	,061	-,079	-,293	1																	
C	,812**	,592**	,220	-,292	,837**	1																
TDS	,475*	,061	-,120	-,299	,994**	,827**	1															
SAL	,451	,013	-,100	-,282	,997**	,810**	,991**	1														
pH	,100	,237	,804**	,588*	-,129	,047	-,191	-,149	1													
ORP	,306	-,010	,032	-,055	,113	,110	,092	,122	,129	1												
AKM	,348	,436	-,048	-,440	,202	,398	,175	,167	-,092	-,379	1											
Al	,220	-,140	-,032	-,006	,135	,048	,117	,118	,099	,145	,153	1										
As	,488*	,401	,302	,023	,502*	,642**	,502*	,488*	,197	,387	,010	-,029	1									
Ba	,565*	,113	-,070	-,295	,985**	,855**	,984**	,983**	-,133	,172	,179	,184	,547*	1								
Cd	-,054	,063	-,051	-,117	-,007	,043	-,009	-,006	-,017	,123	-,171	-,028	,112	-,129	1							
Co	-,209	-,311	-,247	-,091	,402	,105	,404	,399	-,184	-,587*	,134	-,195	,105	-,070	,908**	1						
Cr	-,237	-,199	-,412	,006	,072	-,100	,174	,080	-,583*	-,266	-,314	-,167	,069	,056	,416	,608**	1					
Cu	-,081	,052	-,309	,006	-,184	-,165	-,077	-,186	-,492*	-,180	-,274	-,175	,214	-,125	,199	,225	,869**	1				
Fe	,282	-,234	-,147	-,155	,682**	,422	,672**	,680**	,000	,370	-,162	,605**	,334	,716**	-,118	-,140	,002	-,158	1			
Ni	-,314	,029	-,220	,078	-,110	-,126	-,019	-,115	-,419	-,506*	-,056	-,294	,052	-,123	,169	,412	,857**	,813**	-,257	1		
Pb	-,118	,001	-,342	,005	-,217	-,213	-,111	-,213	-,532*	-,192	-,295	-,098	-,068	-,160	,618**	,320	,876**	,977**	-,160	,811**	1	
Zn	-,141	-,001	-,333	,022	-,227	-,224	-,120	-,225	-,527*	-,210	-,276	-,164	-,011	-,166	,204	-,091	,867**	,990**	-,195	,825**	,986**	1

\*\*Korelasyon 0,01 seviyesinde önemlidir.

\*Korelasyon 0,05 seviyesinde önemlidir.



Tablo 66. Derelerde ağır metaller ve kalite parametreleri arasındaki Pearson korelasyonu

	TOK	T	DO%	DO	SPC	C	TDS	SAL	pH	ORP	AKM	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn	
TOK	1																						
T	,344**	1																					
DO%	-,301*	,080	1																				
DO	-,478**	-,503**	,804**	1																			
SPC	-,542**	-,627**	,203	,534**	1																		
C	-,164	,323**	,380**	,176	,201	1																	
TDS	-,550**	-,605**	,215	,536**	,972**	,247*	1																
SAL	-,478**	-,520**	,044	,358**	,743**	,152	,774**	1															
pH	-,369**	-,067	,613**	,588**	,418**	,467**	,458**	,321**	1														
ORP	-,432**	-,508**	,430**	,669**	,491**	,200	,503**	,302*	,436**	1													
AKM	-,046	-,250*	,003	,113	,077	-,123	,063	,216	-,068	,174	1												
Al	,369**	-,101	,205	,213	-,158	-,171	-,155	-,164	,043	,172	,221	1											
As	,268*	-,433**	,124	,341**	,115	-,275*	,105	-,095	,039	,301*	,197	,584**	1										
Ba	,029	,106	,015	-,074	,001	,086	-,002	-,028	,082	-,025	,009	,041	-,070	1									
Cd	,440**	-,094	-,273*	-,181	-,198	-,362**	-,227	-,085	-,196	-,189	,186	,237	,230	-,057	1								
Co	-,379**	-,425**	-,040	,260*	,378**	-,324*	,385**	,493**	-,060	,117	,058	-,173	,076	-,091	-,061	1							
Cr	-,137	-,022	-,172	-,162	-,106	-,121	-,114	-,042	-,259*	-,052	,060	,044	-,350**	-,016	-,063	,317*	1						
Cu	,066	,037	-,168	-,199	-,367**	-,237*	-,389**	-,217	-,512**	-,148	,373**	,130	-,459**	-,038	-,093	-,118	,614**	1					
Fe	,197	-,216	,226	,305*	,193	,056	,234	,087	,223	,359**	,024	,658**	,506**	,020	,096	,072	-,187	-,281*	1				
Ni	,150	,041	-,048	-,068	-,183	-,078	-,194	-,177	-,147	-,017	,089	-,132	-,435**	-,062	-,095	,543**	,525**	,140	-,126	1			
Pb	,083	,047	-,166	-,202	-,374**	-,232	-,398**	-,219	-,508**	-,153	,350**	,141	-,470**	-,041	-,006	-,142	,616**	,998**	-,274*	,141	1		
Zn	,161	,045	,054	,021	-,159	-,057	-,169	-,046	-,189	-,049	-,039	,205	,046	-,020	-,102	,027	,003	,315**	,016	-,017	,343**	1	

\*\*Korelasyon 0,01 seviyesinde önemlidir.

\*Korelasyon 0,05 seviyesinde önemlidir.

Tablo 65 incelendiğinde göl suyunda TOK ile As ve Ba arasında orta düzeyde pozitif yönde ve Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb ve Zn ile negatif yönde bir korelasyon bulunmuştur. İletkenlik ile Ba arasında kuvvetli pozitif yönde ve As, Co ve Fe ile orta düzeyde pozitif yönde bir korelasyon tespit edilmiştir. TDS ile Ba kuvvetli pozitif yönde korelasyon gösterirken, Fe, As, Co orta düzeyde pozitif yönde korelasyon göstermiştir. pH ile Pb, Zn, Ni, Cu ve Cr arasında orta düzeyde negatif yönde korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Gölde ağır metallerin birbirleri ile aralarındaki ilişki incelendiğinde Ba ile Fe, Cd ile Co, Cr ile Cu, Ni, Pb, Zn ve Cu, Ni, Pb ve Zn aralarında kuvvetli pozitif yönde bir korelasyon göstermiştir.

Tablo 66 incelendiğinde derelerde TOK ile Al ve Cd arasında orta düzeyde pozitif yönde, pH ile Pb, Cu arasında orta düzeyde negatif ve SAL ile Co arasında orta düzeyde pozitif yönde bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Ağır metaller arasında Cu ile Pb arasında kuvvetli bir korelasyon bulunurken As ile Fe, Co ile Ni, Cr ile Cu, Ni ve Pb arasında orta düzeyde pozitif yönde korelasyon olduğu belirlenmiştir.

#### 4.3.1 Ağır Metaller İçin Kütle Denge Modelinin Geliştirilmesi

Her bir ağır metal için kütle denge modeli 1.15 ile ifade edilen denklem kullanılarak geliştirilmiştir. Çalışma kapsamında dere numuneleri hariç tüm numuneler mevsimsel olarak alındığı için kütle denge modelleri mevsimsel olarak belirlenmiştir. Tüm metaller için 7 farklı mevsimsel model geliştirilmiştir.

Aylık alınan dere numuneleri ise mevsimlere denk gelecek şekilde ortalamaları alınmış ve hesaplamaya dahil edilmiştir.

$$V \left( \frac{\Delta C}{\Delta t} \right) = W_t - Q_{çıkış} - k \times V \times C - v \times A_s \times C \pm \Delta E \quad (1.15)$$

Modelde yer alan parametreler Bölüm 3.5'te ayrıntılı bir şekilde açıklanmış olup, kullanılan katsayılar kaynakları ile verilmiştir. 7 farklı mevsim için (Sonbahar 15, Kış 16, İlkbahar 16, Yaz 16, Sonbahar 16, Kış 17 ve İlkbahar 17) kütle dengesi hesaplanırken proje süresince farklı istasyonlardan alınan su, toprak, hava, sediment numuneleri her mevsim için istasyonların ortalamaları alınarak tek bir istasyona indirgenmiştir. Kütle dengesinde kullanılan ağır metal konsantrasyonları aylık yük (kg/ay) olarak hesaplanmıştır.

Kütle dengesi belirlenirken denklem 1.9 ile 1.13 arasında ifade edilen reaksiyonların gerçekleşip gerçekleşmediği gölden alınan su numunelerinde yapılan sülfat ve sülfür tayini sonuçlarına göre değerlendirilmesi yapılmıştır.



Özellikle anaerobik ayrışma sonucunda indirgenen kükürt, ikinci aşamada kötü kokulu ve zehirli bir gaz olan H<sub>2</sub>S'e dönüşür. Bu nedenle metallerin reaksiyonları incelenirken göl dibinden alınan su numunelerinde DO değerleri dikkate alınmıştır. Numune alındığı süre boyunca numune alma istasyonlarında anaerobik koşullara rastlanmamıştır.

Kütle denge modelleri Tablo 67, 68, 69, 70, 71, 72 ve 73'te birikim (göl suyunda ağır metal yükü), girdiler (atmosferik birikim, gölü besleyen dereler), çıkış (Çark deresi), çökme (sudan sedimente geçiş), bilinmeyen kaynak yer almaktadır. Bilinmeyen kaynakları açıklayabilmek amacıyla toprak, sediment ve yeraltı (kuyu) sularında ağır metal konsantrasyonları da tablolarda verilmektedir. Sediment, toprak ve yeraltı sularından göle ağır metal geçişinin ne oranda olduğu bilinmemekle birlikte literatür geçişlerle ilgili herhangi bir katsayıya rastlanmamıştır. Ancak alınan bu numuneler sayesinde bilinmeyen kaynaklarla ilgili veri toplanmaktadır.

Tablo 67. Sonbahar 15 kütle dengesi

1.model	Birikim (kg/ay)	Girdiler (kg/ay)	Çökme (kg/ay)	Çark (kg/ay)	ΔE (kg/ay)
<b>Al</b>	32905901,81	37426,54	3844794,84	640438,91	37353709,02
<b>As</b>	-	-	-	-	-
<b>Ba</b>	-	-	-	-	-
<b>Cd</b>	-	-	-	-	-
<b>Co</b>	-	-	-	-	-
<b>Cr</b>	-	-	-	-	-
<b>Cu</b>	68943,61	1324,08	8055,52	1341,83	77016,88
<b>Fe</b>	11561053,01	54684,47	1350817,77	225009,73	13082196,04
<b>Ni</b>	1242690,65	106,30	145198,59	24186,16	1411969,10
<b>Pb</b>	83835,85	378,34	9795,56	1631,68	94884,74
<b>Zn</b>	15423554,10	86379,23	1802120,53	300184,57	17439479,97

Tablo 68. Sonbahar 15 kütle dengesi bilinmeyen kaynak tahminleri

1.model	Toprak (mg/kg)	Sediment (mg/kg)	Kuyu (µg/l)
Al	20564,68	24882,83	394,54
As	97,76	120,01	TE
Ba	81,04	69,49	7,51
Cd	5,15	5,81	TE
Co	14,95	18,51	1,57
Cr	51,09	53,41	2,42
Cu	39,23	77,41	39,23
Fe	50749,59	65820,40	473,31
Ni	55,85	83,30	5,39
Pb	46,44	57,50	49,96
Zn	88,99	99,77	34,48

Tablo 69. Kış 16 kütle dengesi

2.model	Birikim (kg/ay)	Girdiler (kg/ay)	Çökme (kg/ay)	Çark (kg/ay)	ΔE (kg/ay)
Al	59879450,00	5761102,93	6996441,00	1525063,79	62639851,85
As	7706,15	62,41	900,40	196,27	8740,41
Ba	11991,17	488,58	1401,07	305,40	13209,06
Cd	138,24	198,17	16,15	3,52	-40,25
Co	109,46	99,41	12,79	2,79	25,63
Cr	453,30	126,82	52,96	11,55	390,99
Cu	2205,22	178,28	257,66	56,16	2340,76
Fe	78297480,00	10315639,01	9148442,40	1994150,77	79124434,16
Ni	2006,59	104,63	234,54	51,11	2187,61
Pb	2242,55	263,20	262,24	57,12	2298,71
Zn	4589,43	354,37	536,39	116,89	4888,33

Tablo 70. Kış 16 kütle dengesi bilinmeyen kaynak tahminleri

2.model	Toprak (mg/kg)	Sediment (mg/kg)	Kuyu (µg/l)
Al	15415,89	10814,31	394,54
As	105,54	124,41	TE
Ba	80,11	70,20	7,51
Cd	5,50	5,79	TE
Co	17,23	16,19	1,57
Cr	110,46	57,03	2,42
Cu	40,93	58,00	39,23
Fe	45440,68	38056,29	473,31
Ni	92,44	74,11	5,39
Pb	48,58	51,48	49,96
Zn	86,12	83,10	34,48

Tablo 71. İlkbahar 16 kütle dengesi

3.model	Birikim (kg/ay)	Girdiler (kg/ay)	Çökme (kg/ay)	Çark (kg/ay)	ΔE (kg/ay)
<b>Al</b>	32470069,00	649220,90	3793871,22	543553,88	36158273,20
<b>As</b>	5442,47	21,42	635,10	91,11	6147,26
<b>Ba</b>	10700,76	261,30	1251,00	179,13	11869,59
<b>Cd</b>	91,54	3,99	10,96	1,53	100,04
<b>Co</b>	63,21	1,59	7,86	1,06	70,54
<b>Cr</b>	196,95	12,35	23,13	3,30	211,03
<b>Cu</b>	557,65	12,66	65,57	9,34	619,90
<b>Fe</b>	26785478,00	873907,73	3129671,40	448392,96	29489634,63
<b>Ni</b>	1365,82	19,55	159,85	22,86	1528,97
<b>Pb</b>	1413,87	22,43	165,99	23,67	1581,10
<b>Zn</b>	7104,42	276,27	830,96	118,93	7778,04

Tablo 72. İlkbahar 16 kütle dengesi bilinmeyen kaynak tahminleri

3.model	Toprak (mg/kg)	Sediment (mg/kg)	Kuyu (µg/l)
<b>Al</b>	14411,32	11407,95	47987,17
<b>As</b>	102,68	67,85	0,24
<b>Ba</b>	95,16	59,71	7631,85
<b>Cd</b>	5,69	0,84	0,14
<b>Co</b>	17,92	10,64	0,23
<b>Cr</b>	57,43	27,27	0,68
<b>Cu</b>	53,79	31,06	8,49
<b>Fe</b>	46907,50	22253,51	118312,50
<b>Ni</b>	67,50	46,87	3,01
<b>Pb</b>	56,18	34,43	291,67
<b>Zn</b>	114,17	68,62	21,56

Tablo 73. Yaz 16 kütle dengesi

4.model	Birikim (kg/ay)	Girdiler (kg/ay)	Çökme (kg/ay)	Çark (kg/ay)	ΔE (kg/ay)
Al	30107932,00	194514,92	3517874,60	42791,80	33474083,48
As	4066,19	6,31	475,02	5,78	4540,68
Ba	244416,00	1849,73	28558,80	347,38	271472,45
Cd	32,24	0,31	3,67	0,05	35,65
Co	34,45	0,40	4,25	0,05	38,34
Cr	162,87	135,53	19,30	0,23	46,87
Cu	555,94	4,23	64,57	0,79	617,07
Fe	42678142,00	146865,57	4986603,60	60657,59	47578537,62
Ni	923,59	7,78	107,14	1,31	1024,27
Pb	606,77	2,68	70,96	0,86	675,91
Zn	606,77	10961,33	70,96	0,86	-10282,74

Tablo 74. Yaz 16 kütle dengesi bilinmeyen kaynak tahminleri

4.model	Toprak (mg/kg)	Sediment (mg/kg)	Kuyu (µg/l)
Al	12618,67	14562,16	47987,17
As	57,65	74,20	0,24
Ba	91,48	62,06	7631,85
Cd	0,84	1,02	0,14
Co	0,84	12,86	0,14
Cr	31,72	31,28	0,68
Cu	31,29	34,72	8,49
Fe	20256,00	27561,51	118312,50
Ni	48,26	50,55	3,01
Pb	32,38	38,76	291,67
Zn	75,43	69,20	21,56

Tablo 75. Sonbahar 16 kütle dengesi

5.model	Birikim (kg/ay)	Girdiler (kg/ay)	Çökme (kg/ay)	Çark (kg/ay)	ΔE (kg/ay)
Al	6763555,42	161561,98	794415,17	22259,32	7418667,93
As	3979,73	7,96	467,41	13,10	4452,28
Ba	6559,28	72,47	770,23	21,59	7278,62
Cd	85,01	0,32	0,03	0,28	85,00
Co	11,13	0,76	1,31	0,04	11,71
Cr	147,50	357,19	17,25	0,49	-191,95
Cu	1224,16	9,70	143,84	4,03	1362,33
Fe	10995488,00	410150,52	1291478,70	36186,90	11913003,08
Ni	773,92	6,73	90,90	2,55	860,64
Pb	1552,34	10,21	182,30	5,11	1729,54
Zn	6166,74	53,51	724,16	20,30	6857,69

Tablo 76. Sonbahar 16 kütle dengesi bilinmeyen kaynak tahminleri

5.model	Toprak (mg/kg)	Sediment (mg/kg)	Kuyu (µg/l)
<b>Al</b>	13545,84	15467,98	19488,87
<b>As</b>	59,994	70,79591	0,0975
<b>Ba</b>	88,74423	66,14125	6,416833
<b>Cd</b>	0,904398	1,021344	0,03675
<b>Co</b>	11,38441	13,78216	0,06325
<b>Cr</b>	30,22552	36,04658	1,077917
<b>Cu</b>	30,62196	40,70062	0,915
<b>Fe</b>	22684,92	28258,9	41904,08
<b>Ni</b>	43,95777	58,1403	2
<b>Pb</b>	32,10008	40,33845	4,567167
<b>Zn</b>	72,39049	73,14763	21,11917

Tablo 77. Kış 17 kütle dengesi

6.model	Birikim (kg/ay)	Girdiler (kg/ay)	Çökme (kg/ay)	Çark (kg/ay)	ΔE (kg/ay)
<b>Al</b>	26600838,04	1261180,45	103850983006,67	211228,26	103876533892,53
<b>As</b>	5878,31	197,64	688,76	46,68	6416,11
<b>Ba</b>	11211,26	6814,37	1313,79	89,02	5799,71
<b>Cd</b>	15,85	0,32	1,86	0,13	17,51
<b>Co</b>	114,05	4,56	13,58	0,91	123,98
<b>Cr</b>	1189,13	98076,62	139,72	9,44	-96738,32
<b>Cu</b>	1917,42	78187,38	224,71	15,23	-76030,03
<b>Fe</b>	57834706,67	3313680,46	6773686,75	459245,86	61753958,81
<b>Ni</b>	871,63	31,13	102,87	6,92	950,30
<b>Pb</b>	1525,55	2365,14	178,75	12,11	-648,73
<b>Zn</b>	366907,17	57329,92	42977,11	2913,49	355467,85

Tablo 78. Kış 17 kütle dengesi bilinmeyen kaynak tahminleri

6.model	Toprak (mg/kg)	Sediment (mg/kg)	Kuyu (µg/l)
<b>Al</b>	94376,61	22023,07	19488,87
<b>As</b>	66,53	69,67	0,10
<b>Ba</b>	75,63	82,64	6,42
<b>Cd</b>	0,80	0,95	0,04
<b>Co</b>	10,97	12,22	0,06
<b>Cr</b>	31,13	34,70	1,08
<b>Cu</b>	31,10	31,41	0,92
<b>Fe</b>	284435,00	37632,50	41904,08
<b>Ni</b>	47,23	48,96	2,00
<b>Pb</b>	33,63	35,22	4,57
<b>Zn</b>	67,16	69,38	21,12

Tablo 79. İlkbahar 17 kütle dengesi

7.model	Birikim (kg/ay)	Girdiler (kg/ay)	Çökme (kg/ay)	Çark (kg/ay)	ΔE (kg/ay)
<b>Al</b>	411687,21	26358,95	48102,01	2314,28	435744,55
<b>As</b>	3726,87	19,99	435,55	20,95	4163,38
<b>Ba</b>	8725,62	226,40	1019,19	49,05	9567,46
<b>Cd</b>	53,88	1,10	6,96	0,30	60,05
<b>Co</b>	329,21	9,36	38,66	1,85	360,37
<b>Cr</b>	472,91	30,50	55,56	2,66	500,63
<b>Cu</b>	775,79	12,40	96,45	4,36	864,19
<b>Fe</b>	19886756,98	940631,20	2323615,52	111792,55	21381533,85
<b>Ni</b>	5913,39	129,86	699,33	33,24	6516,09
<b>Pb</b>	310,33	35,60	36,59	1,74	313,07
<b>Zn</b>	13509,57	114,68	1578,87	75,94	15049,70

Tablo 80. İlkbahar 17 kütle dengesi bilinmeyen kaynak tahminleri

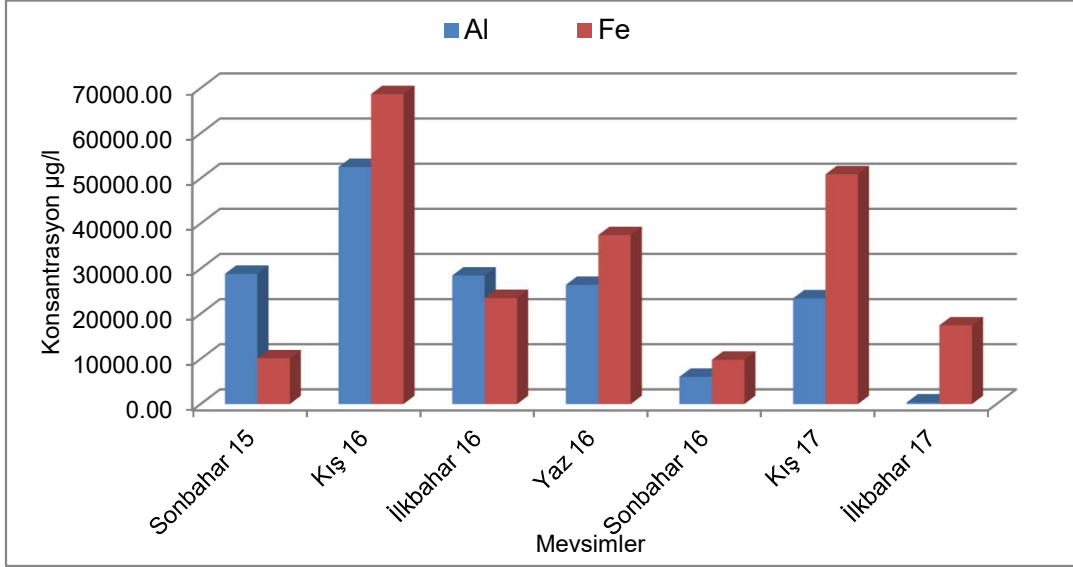
7.model	Toprak (mg/kg)	Sediment (mg/kg)	Kuyu (µg/l)
<b>Al</b>	14064,14	233706,76	14,02
<b>As</b>	69,72	90,06	0,27
<b>Ba</b>	91,03	67,21	8,25
<b>Cd</b>	0,99	1,30	0,03
<b>Co</b>	12,21	13,37	0,69
<b>Cr</b>	34,33	32,21	1,69
<b>Cu</b>	38,32	40,55	1,33
<b>Fe</b>	21961,53	791471,51	118961,46
<b>Ni</b>	50,60	55,01	11,58
<b>Pb</b>	41,97	46,63	0,15
<b>Zn</b>	110,40	71,11	10,17



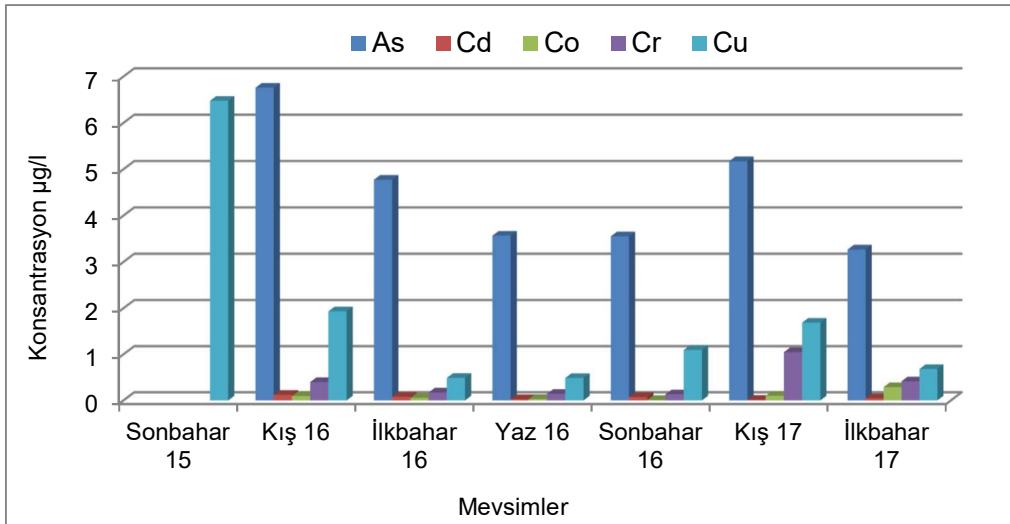
Farklı mevsimlerde incelenen 7 modele ait tablolar incelendiğinde Bilinmeyen kaynak olarak nitelendirilen  $\Delta E$  genelde yüksek ve pozitif değerlerle hesaplandığı fakat; 2017 kış mevsimi(6.model) için hazırlanan Tablo 77 Cu ve Cr için, sonbahar 2016 (5. Model) Tablo 75 Cr, Yaz 2016 (4.model) Tablo 73 Zn, Kış 2016 (2.Model) Tablo 69 Cd parametreleri için  $\Delta E$  değerlerinin negatif olarak hesaplandığı görülmektedir. Bilinmeyen kaynak olarak topraktan yağış sularıyla geçiş, sedimentten suya geçiş ve yeraltı sularıyla beslenme olduğu düşünüldüğünden projede toprak, sediment ve yeraltı suyunu temsil amaçlı kuyu numune sonuçları da alınarak ölçümleri yapılmış ve her mevsim ve model için ayrı ayrı tabloları oluşturulmuştur.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Göl suyu, sediment, hava ve topraktan alınan numunelerin mevsimsel değişimini incelemek için Şekil 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 ve 26 verilmiştir. Kullanılan veriler her bir alıcı ortam için ortalaması alınarak tek numuneye indirgenmiştir.

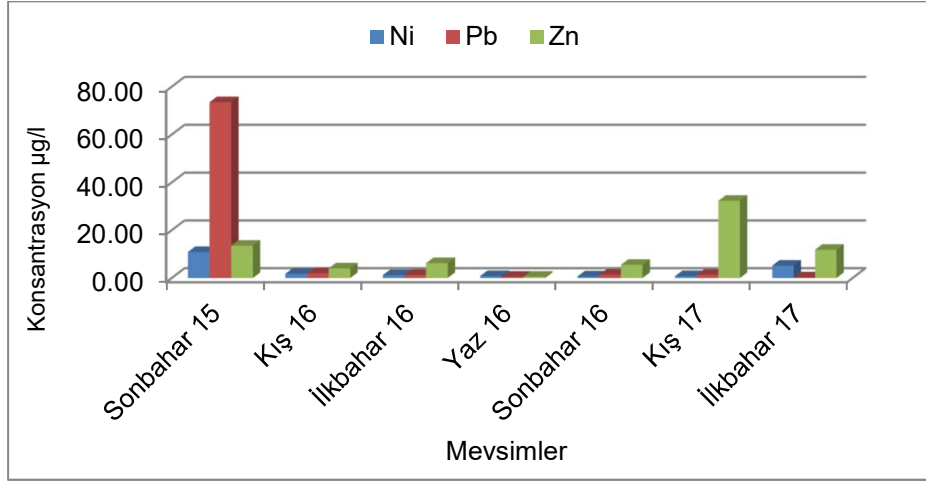


Şekil 17. Göl suyunda Al ve Fe için mevsimsel değişim

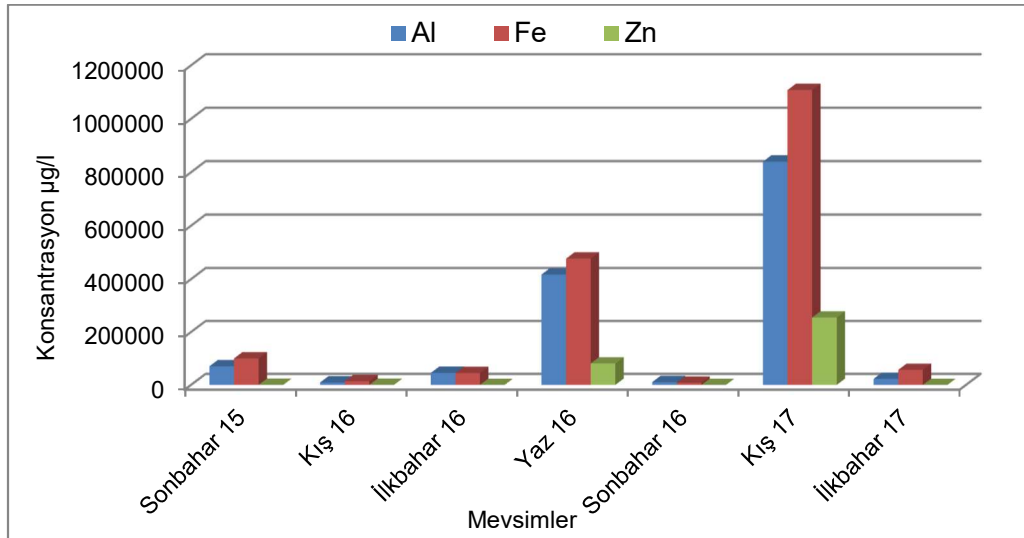


Şekil 18. Göl suyunda As, Cd, Co, Cr ve Cu için mevsimsel değişim

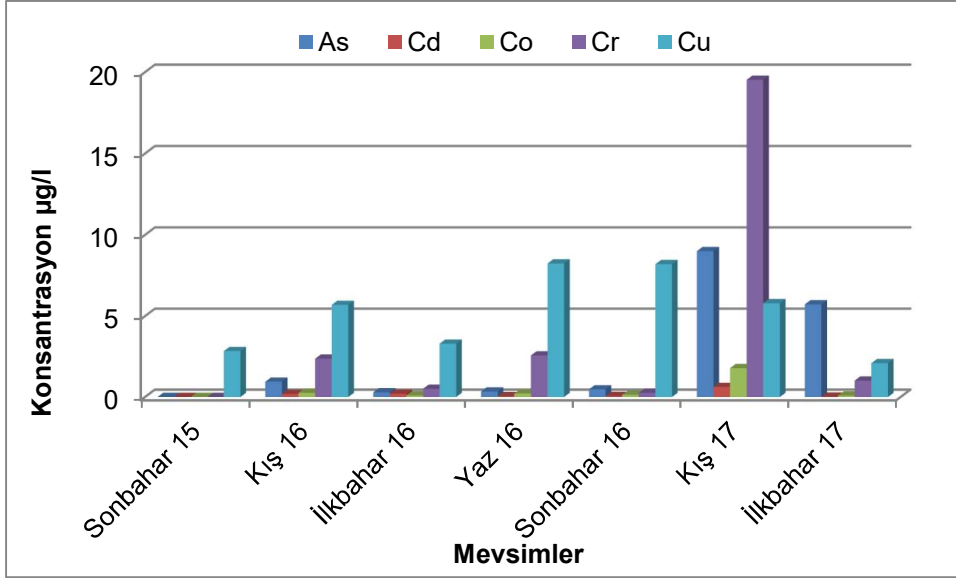
Proje süresince göl numunelerinde 7 mevsim olarak incelenen 11 farklı ağır metal sonucu yukarıdaki grafiklerle gösterilmiştir. En yüksek konsantrasyonlar Al ve Fe için ölçülmüş kendi içlerindeki max değerlere 2016 kış mevsim sonuçlarında ulaşılmıştır. Al ve Fe den sonra yüksek konsantrasyon Ba ile yaz 2016, Zn ile Kış 2017 verilerinde ölçülmüştür. Diğer ağır metaller için ortalama olarak pik yapmayan bir seyir izleyerek sırasıyla As> Pb> Ni >Cu> Cr Cd> Co olarak sıralanmıştır.



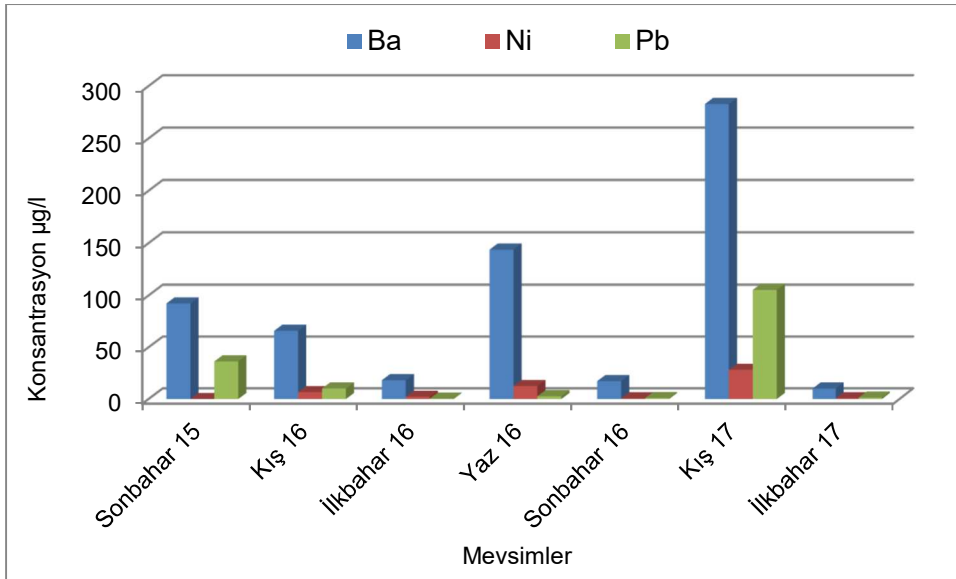
Şekil 19. Göl suyunda Ni, Pb ve Zn için mevsimsel değişim



Şekil 20. Havada Al, Fe ve Zn için mevsimsel değişim

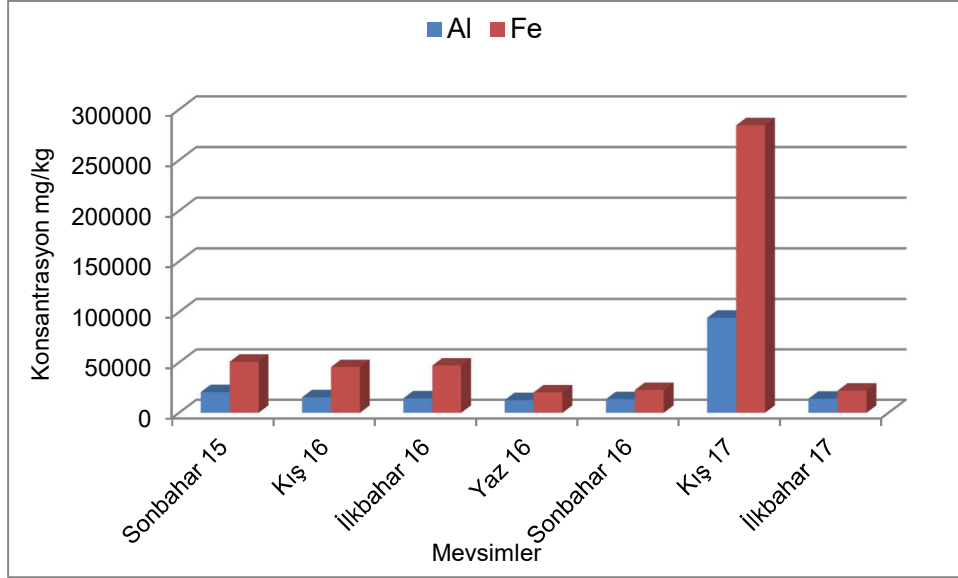


Şekil 21. Havada As, Cd, Co, Cr ve Cu için mevsimsel değişim

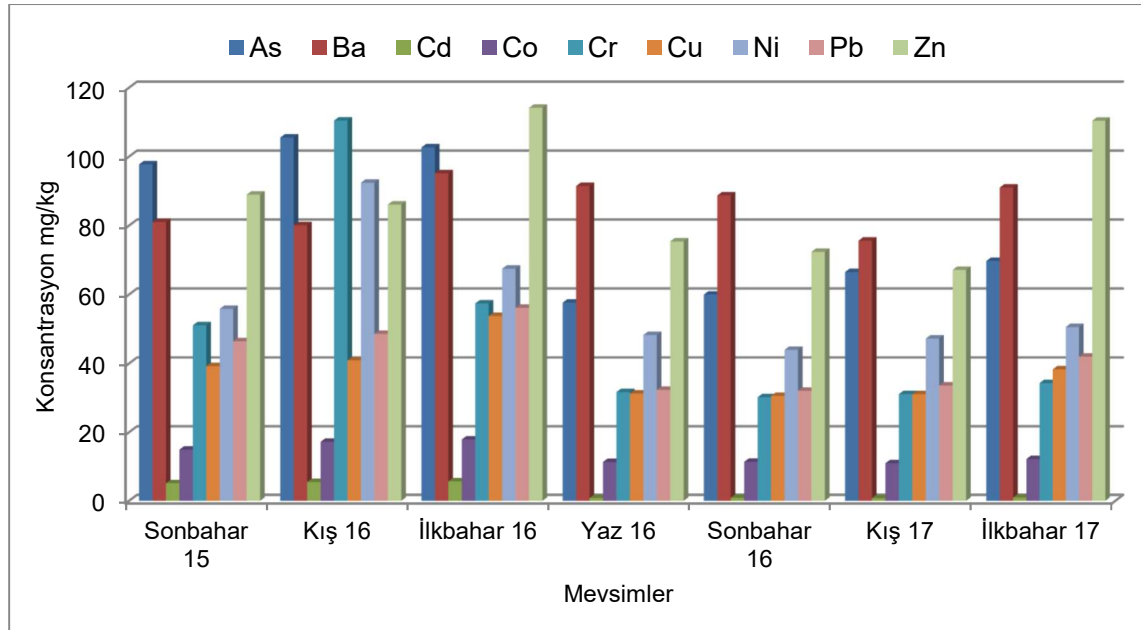


Şekil 22. Havada Ba, Ni ve Pb için mevsimsel değişim

Proje süresince hava numunelerinde 7 mevsim olarak incelenen 11 farklı ağır metal sonucu yukarıdaki grafiklerle gösterilmiştir. En yüksek konsantrasyonlar Al, Fe, Zn ve Ba için ölçülmüştür. Özellikle kış 2017 verileri tüm ağır metaller için en yüksek değerlerine ulaşmıştır. Hava numunelerinin sonuçları göl sonuçlarına göre oldukça yüksek çıkmış, modele hava numunelerinin katılmasının önemi böylece ortaya konulmuştur.

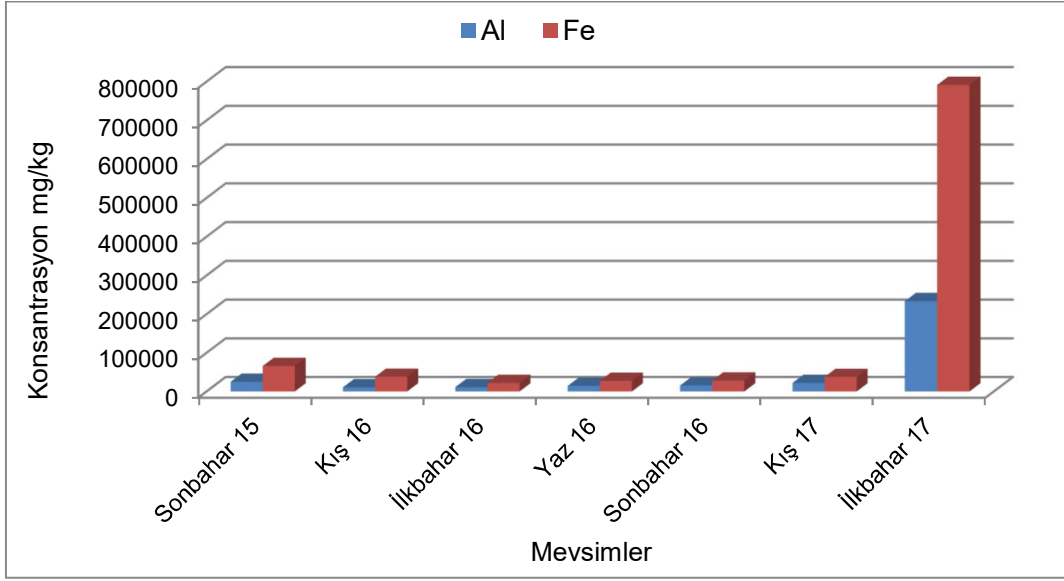


Şekil 23. Toprakta Al ve Fe için mevsimsel değişim

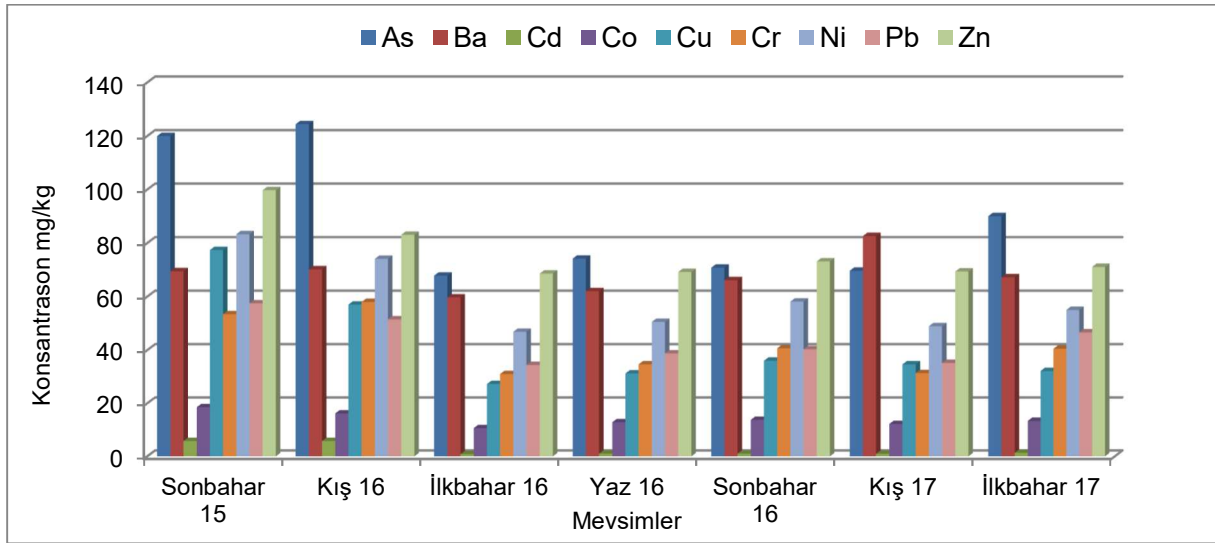


Şekil 24. Toprakta As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb ve Zn için mevsimsel değişim

Proje süresince toprak numunelerinde 7 mevsim olarak incelenen 11 farklı ağır metal sonucu yukarıdaki grafiklerle gösterilmiştir. En yüksek konsantrasyonlar Al ve Fe için ölçülmüş kendi içlerindeki max değerlere 2017 kış mevsim sonuçlarında ulaşılmıştır. Al ve Fe den hariç diğer 9 ağır metalde tüm mevsimler için kendi içlerinde büyük aralıklar göstermeyen ölçüm sonuçları belirlenmiştir. Sırasıyla toprak numuneleri Zn>As>Ba>Ni>Pb>Cr>Cu>Co>Cd şeklinde bir sıralama izlemiştir.



Şekil 25. Sedimentte Al ve Fe için mevsimsel değişim



Şekil 26. Sedimentte As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb ve Zn için mevsimsel değişim

Proje süresince sediment numunelerinde 7 mevsim olarak incelenen 11 farklı ağır metal sonucu yukarıdaki grafiklerle gösterilmiştir. En yüksek konsantrasyonlar yine Al ve Fe için ölçülmüş kendi içlerindeki max değerlere 2017 ilkbahar mevsim sonuçlarında ulaşılmıştır. Al ve Fe den hariç sediment numunelerinde As için 3. önemli ağır metal olduğu söylenebilir. Sırasıyla sediment numuneleri Ba >Zn> Ni>Pb>Cr>Cu>Co> Cd şeklinde bir sıralama izlemiştir.

Proje ağır metal sonuçlarına bağlı olarak elde edilen tüm istasyonların ve 7 mevsimin yıllık ortalama hesabı yapılarak Sapanca gölü için içme suyu standartları (TSE 266, WHO, EPA ) ile karşılaştırılması Tablo 81'de verilmiştir. Tablo 81'de görüldüğü gibi konsantrasyonu en yüksek olan ve standartların üstünde kalan parametreler Al ve Fe olarak belirlenmiştir.

Tablo 81. İçme suyu standartları ile Sapanca gölü ağır metal konsantrasyonlarının karşılaştırılması

mg/L	TSE 266	WHO	EPA	Sapanca Gölü
Al	0,2	0,2	1	23,73
As	0,05	0,05	0,05	0,00452
Ba	0,3		1	0,04
Cd	0,01	0,01	0,01	0,00006
Cr	0,05	0,05	0,05	0,00038
Cu	3		1	0,01
Fe	0,2		0,3	31,13
Pb	0,05	0,05	0,05	0,01
Zn	5		5	1,98

Sapanca Gölünde elde edilen ağır metal konsantrasyonlarının Sapanca Gölü ile ilgili yapılan geçmiş çalışmalarla kıyaslanması gölde ağır metal kirliliği açısından herhangi bir değişim olup olmadığını göz önüne koymaktadır. Diğer çalışmalarla elde edilen verilerin kıyaslanması sonucunda gölde ağır metal zenginleşmesi hakkında bilgi sahibi olunmaktadır.

Sapanca Gölüne ait geçmiş çalışmalar incelenmesi neticesinde Tablo 82'de yer alan veriler elde edilmiştir Duman (2005), Alpat (2009), Macit (2010), İkinci (2016). Tablo 82'de yer alan 2005, 2009, 2010 ve 2014 yıllarına ait bazı ağır metal konsantrasyonları bu çalışmada elde edilen göl suyunda ağır metal konsantrasyonları ile mukayese edilmiş ve kirlenmenin olup olmadığı ön görülmüştür.

Tablo 82. Sapanca gölü ağır metal konsantrasyonlarının geçmiş çalışmalarla kıyaslanması

mg/L	Duman (2005)	Alpat (2009)	Macit (2010)	İkinci (2014)	Sapanca Gölü
Al	-	-	-	0,11	23,73
As	-	-	-	0,00829	0,00452
Ba	-	-	-	-	0,04
Cd	0,0029	0,0002	0,00188	-	0,00006
Cr	0,0619	0,0178	-	-	0,00038
Cu	0,018	-	-	-	0,01
Fe	-	-	-	0,05274	31,13
Ni	0,0464	0,03345	-	-	0,157
Pb	0,03567	0,00348	-	0,00742	0,01
Zn	0,0885	-	-	-	1,98

Tablo 82 incelendiğinde, Al ve Fe geçmiş çalışmalara göre oldukça yüksek oranda olduğu görülmektedir. Bunun nedeni Al ve Fe ağır metallerinin toprak ve sediment yapısında bulunmasıdır. Toprak ve sedimentte alınan örneklerde yapılan analizlerde de Al ve Fe konsantrasyonları yüksektir. As, Cd ve Cr konsantrasyonunda gölde bir azalma vardır. Ni, Pb ve Zn konsantrasyonları ise artış göstermiştir.

Günümüzde artan çevresel kirlilikler ve küresel ısınma tehdidi sonucunda içme suyu kaynaklarının korunması ve iyileştirilmesi ile ilgili yapılan çalışmalar artmıştır. İçme suyu kaynaklarını etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Bunlardan biri havza toprağının ve su kaynağı sedimentinin yapısı ve içeriğidir. Ülkemizde içme suyu kaynakları belli aralıklarla incelenmekte ve kalite değerlendirmesi yapılmaktadır.

Sapanca Gölünün etrafından Türkiye'nin en yoğun otoyollarından TEM-80 Anadolu Otoyolu ve D-100 karayolu geçmekte ve pek çok endüstriyel kuruluşun yanı sıra yerleşim alanlarının bulunması kirlilik yükünü arttırmaktadır.

Bu nedenle ülkemizin ana su kaynaklarından biri olan Sapanca Gölü ile ilgili daha önce yapılmamış ağır metal kirliliğinin farklı kaynakları incelenerek ( göl, dere, hava, toprak, sediment, kuyu suyu gibi ) kütle denge modeli oluşturulmuştur. Aynı zamanda göle kirletici giriş kaynakları tespit edilmiştir.

Kütle denge modellerinin gösterdiği üzere bilinmeyen kaynak olarak ortaya konulan kirletici tipinin elde edilen ağır metal sonuçlarına göre özellikle toprak ve sediment ortamlarından kaynaklandığı kabul edilmiştir.

Havza koruma çalışmalarında su kalitesinin belirlenmesi sadece su ortamı değil etkileşimde bulunduğu toprak, sediment ve hava ortamlarıyla da ilişkili olduğundan kirlilik konsantrasyonun yüksek olduğu tüm alıcı ortamlarda rehabilitasyon çalışmaları desteklenmelidir.

En doğal insan hakkı olan temiz su hakkının gelecek nesillere doğru şekilde ulaşabilmesi için Sapanca gölünün kalite standardının korunması ve içme suyu kaynağı olarak sürdürülebilirliğinin sağlanması adına kirletici girişinin önlenmesi gerekmektedir.



Yapılan tüm çalışmalar sonucunda;

- Sapanca gölüyle ilgili kütle denge modelinde belirlenemeyen kaynakların net olarak açıklanması için yeraltı suyunun ayrıntılı olarak incelenmesi gerektiği ortaya konmuştur.
- Karayolu kaynaklı hava kirliliği ve bu kirliliğin toprak ve sedimente etkisi ayrıntılı olarak araştırılabilir.
- Al ve Fe parametrelerinin yüksekliğinin ana kaynaklarını araştıran çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır
- Al ve Fe 'den sonra en önemli kirlilik faktörü olarak ortaya çıkan As ve Ba ile ilgili Sapanca havzasındaki karayolları ve sanayi kuruluşları ile ilgili hassasiyetin yükseltilmesi gerekmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

Alpat, P. 2009. "Sapanca Gölü'nde Bulunan Biyoindikatör Su Kuşlarında Ağır Metal Analizleri", Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

American Public Health Association (APHA), 1998. "Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater", 20th Edition.

Arman, H., Ileri, R., Dogan, E., ve Eren, B., 2009. "Investigation of Lake Sapanca Water Pollution, Adapazari, Turkey", International Journal of Environmental Studies, 66: 5, 547 -561.

Başaran, V. 2011. "Seyfe Gölü Su Kalitesi Ve Dip Çamuru Ağır Metal Özelliklerinin Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri, Ankara.

Bilge U., Çimrin M.K., 2013. "Viranşehir-Kızıltepe Karayolu Kenarındaki Topraklarda Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Ağır Metal Kirliliği", Tarım Bilimleri Dergisi - Journal Of Agricultural Sciences, 19, 323-329.

Bol, E. 2003. "Adapazarı Zeminlerinin Geotekniği", Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

BSI (British Standards Institution) 1990. British Standard Methods Of Test For Soils For Civil Engineering Purposes, Part 3, Chemical and electro-chemical tests,BS1377:Part3

Ceylan, M.A. 1990. "Sapanca Gölü'nün Hidrolojik Etüdü", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Çakır, H. 2008. "Sapanca Gölünün Su Bütçesinin Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Sakarya.

Çakır, M. 2010. "Sapanca Gölünde Yoğun Yapılaşmadan Kaynaklanan Evsel Atıksu, Sanayi Atıksu ve Yüzeysel Akış Sularına İlişkin Kontrol Teknolojilerinin Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya

Chapra, S. C. 1997. "Surface Water Quality Modelling", McGraw Hill, ISBN: 0-07-011-364-5.

Diaza, X, Johnsona, W.P. Naftza D. P. 2009. "Selenium Mass Balance İn The Great Salt Lake, Utah", Science of Total Environmental, 407, 2333-2341.

DSİ, 1983. "Sapanca Gölü Hidroloji Raporu", Devlet Su İşleri Planlama-Proje Amirliği, Eskişehir.

DSİ, 1984. "Sapanca Gölü Kirlilik Araştırması", "DSİ 14. Bölge Müdürlüğü, İstanbul.

Dostbil, M. 2010. "Mogan Gölünde Su ve Sedimentte Ağır Metal Düzeylerinin Tespiti; Sazan (Cyprinus Carpio) ve Kadife (Tinca tinca) Balık Dokuları Üzerine Etkilerinin İncelenmesi" Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Dökmeci, A. H. 2005. "Gala Gölü ve Gölü Besleyen Su Kaynaklarında Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

Duman, F. 2005. "Sapanca Ve Abant Gölü Su, Sediment ve Sucul Bitki Örneklerinde Ağır Metal Konsantrasyonlarının Karşılaştırılmalı Olarak İncelenmesi", Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.

Duman, F., Sezen, G., Gül Nilhan, T. 2007. "Seasonal Changes Of Some Heavy Metal Concentrations In Sapanca Lake Water, Turkey", International journal of natural and engineering sciences, 1(3), 25-28.

Edirnelioğlu, E. 2007. "Orta-Batı Anadolu Geçiş Bölgesindeki Ormanlarda Trafik Kaynaklı Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Göller ve Sulak Alanlar Eylem Planı 2017-2023. 2017. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 1-194, Ankara

Gunawardena, J. Egodawatta, P. Ayoko, A. G. Goonetilleke, A. 2013. "Atmospheric Deposition as a Source Of Heavy Metals in Urban Stormwater", Atmospheric Environment 68, 235-242.

İkinci, M. 2016. " Sapanca Gölü ve Gölü Besleyen Derelerde Su Kalitesinin Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Kaçmaz, M. 2010. "Sapanca Gölü Havzası'nda Arazi Kullanımı ve Mekânsal Değişim", Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul.

Karabatak, M. 2006. "Doğal ve Yapay Göllerimizin Yaşam ve Gelişme Kaynağı Olarak Koruma-Kullanma Amaçlı Yönetilebilmesinde Bilimsel ve İdari Yaklaşımlar", TMMOB Su Politikaları Kongresi, Ankara, Türkiye.

Karaçağıl, D. 2013. "İstanbul'da Belirlenmiş Sahil Şeritlerinde Toprak Kalitesi Ve Ağır Metal Kirliliği", Yüksek Lisans Tezi. Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.

Karakaş, D. 2003. "Ağır Metallerin Toksik Etkileri". TÜBİTAK - Marmara Araştırma Merkezi.

Kazancı, N. 2003. "Beyşehir Gölü'nün Limnolojisi, Çevre Kalitesi, Biyolojik Çeşitliliği Ve Korunması Türkiye İç Suları Araştırmaları Dizisi: VII". Ankara.

Kır, İ., Özcan, S., Tuncay Y. 2007. "Kovada Gölü'nün Su ve Sedimentindeki Bazı Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi", E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, Cilt/Volume 24, Sayı/Issue (1-2): 155–158.

Kırmızıgül, O. 2013."Gökçekaya Baraj Gölü Dip Sedimentinin Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Kıracı, A. 2014. "Azap Gölü'nün Sedimentlerindeki ve Sularındaki Ağır Metal Miktarlarının Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.

Loucks D. P., Beek E. V., UNESCO 2005, Water Resources Systems Planning and Management, an Introduction to Methods, Models and Applications ISBN 92-3-103998-9, [http://hydrologie.org/BIB/Publ\\_UNESCO/SR\\_999\\_E\\_2005.pdf](http://hydrologie.org/BIB/Publ_UNESCO/SR_999_E_2005.pdf) , Son Erişim Tarihi 15 Mart 2015.

Macit A, K. 2010. "Sapanca Gölü'nün (Adapazarı) Mikrobiyolojik Ve Kimyasal Kirlilik Düzeylerinin Saptanması", Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Morselli L., Olivieri P., Brusori B., Passarini F., 2003. "Soluble and Insoluble Fractions of Heavy Metals in Wet and Dry Atmospheric Depositions in Bologna, Italy", Environmental Pollution, 124, 3, 457-469.

Nguyen H.L, Leermakers M., Osan J., Török S., Baeyens W., 2005. "Heavy Metals in Lake Balaton: Water Column, Suspended Matter, Sediment and Biota", Science of The Total Environment, 340, 213– 230.

Onat B., Alver Şahin Ü., Erol A., Bacacı M., Şahin V., 2010. "İstanbul'da Otoyol Kenarında PM10, PM2.5 ve PM1'in Toplam ve Suda Çözünen Metal İçeriklerinin Belirlenmesi", IV. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu, 25-27 Ekim, 456-466.

Özcan H., Sezgin N., Demir G., Nemliođlu S., Bayat C., 2003. "İstanbul E-5 Karayolunun Cadde Tozlarında Ağır Metal Kirliliğinin Değerlendirilmesi ", Yıldız Teknik Üniversitesi, 3, 97-105.

Pendias, A. H. 1984. "Trace Elements İn Soils And Plants, 2nd Edition", CRC Press Inc, Florida, 365.

Rauret, G. 1998. "Extraction Procedures For The Determination Of Heavy Metals İn Contaminated Soil And Sediment", Talanta, 46, 449–455.

Rauret, G. 1999. "Improvement Of The Bcr Three Step Sequential Extraction Procedure Prior To The Certification Of New Sediment And Soil Reference Materials", Journal of Environmental Monitoring, C. 1, 57–61.

Salomao M. S. M. B., Molisani M. M. ., Ovale A. R. C, Rezende C. E., Lacerda L. D. and Carvalho C. E. V., 2001. "Particulate heavy metal transport in the lower Para ´iba do Sul River basin, southeastern, Brazil", Hydrological Processes,. 15, 587–593.

SASKİ, 2003. "Sapanca Gölü Çevre Koruma Projesine Esas Bilgiler", Adapazarı.

Schnoor J. L., Sato C., Mckechnie D., Sahoo D., 1987. "Processes, Coefficients, and Models for Simulating Toxic Organics and Heavy Metals in Surface Waters", EPA, 600/3-87/015.

Sungur, A. 2013. "Ardışık Ekstraksiyon Yöntemiyle Ergene Havzasından Alınan Toprak Örneklerinde Metal Analizi", Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.

Sutherland, R. A., Tack, F. M. G. 2007. Sequential extraction of lead from grain size fractionated river sediments using the optimized Bcr procedure. Water Air Soil Pollution, 184, 269–284.

Şişman, İ. 1999. "Sapanca Bölgesinde Tem Otoyolundan Kaynaklanan Ağır Metal Kirliliği", Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Peng, C., Wang, M., Chen, W., Chang, A. C., Crittenden, J. C. 2017. "Mass Balance-Based Regression Modeling Of Cd And Zn Accumulation İn Urban Soils Of Beijing", Journal of Environmental Science, 53, 99-106.

Rozan T. F., Benoit G., 2001. "Mass Balance of Heavy Metals in New Haven Harbor, Connecticut: Predominance of Nonpoint Sources", American Society of Limnology and Oceanography, Inc., 46, 8, 2032–2049.

Tanik, A., Baykal, B.B., Gönenç, E., Meriç, S., Öktem, Y., 1998. "Effect and Control of Pollution in Catchment Area of Lake Sapanca, Turkey, Environmental Management, 22, 3, 407 – 414.

Tessier, A., Campel, P. G. C., Bisson, M. 1979. "Sequential Extraction Procedure For The Speciation Of Particulate Trace Metals", Anal. Chem, c. 51, 844–851.

TS 266, 2005. "Water İntended For Human Consumption", Ankara, ICS 13.060.20.

Tuna A. L., Yağmur B., 2004. "Muğla Marmaris Otoyolu Kenarlarında Trafik Kaynaklı Kirlenmenin Araştırılması", Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8-1, 114-120.

Tünay, S. 2015. "Sapanca Havzası Yan Dereleri Ve Sapanca Gölü'ndeki Fosfor Yüklerinin Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Ure, A. M. 1996. "Single Extraction Schemes For Soil Analysis And Related Applications", The Science Of The Total Environment, Sayı 178, 3–10.

Uzunoğlu, O. 1999. "Gediz Nehrinden Alınan Su ve Sediment Örneklerinde Bazı Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Manisa.

Yalcin, N., Sevinc, V. 2001. "Heavy Metal Contents Of Lake Sapanca, Turkish Journal of Chemistry". 25, 521–525.

Wong C.S.C., Lia X.D., Zhang G., Qib S.H., Peng X.Z., 2003. "Atmospheric Deposition of Heavy Metals in The Pearl River Delta, China", Atmospheric Environment 37, 767–776.

World Health Organization (WHO) (2011) Guidelines for drinking-water quality. Fourth ed. World Health Organization,

Geneva Wang, Z., Yao L., Liu, G., Liu, W. 2014. "Heavy Metals İn Water, Sediments And Submerged Macrophytes İn Ponds Around The Dianchi Lake, China", Ecotoxicology and Environmental Safety. 107, 200–206.

Zimmerman A. J., Weindorf, D. C. 2010. "Heavy Metal And Trace Metal Analysis İn Soil By Sequential Extraction: A Review Of Procedures", International Journal Of Analytical Chemistry, S. Article Id 387803, 1-7.

## 7. EKLER

Katı numunelerde ağır metal analizi yapılmadan önce numunelerin çözüldürülmesi gerekmektedir. Proje kapsamında mikrodalga ve BCR olmak üzere iki farklı çözüldürme yöntemi kullanılmıştır. Bunun nedeni BCR yöntemi ile yapılan çözüldürmenin mineral fazda (kalıntı) içerisindeki ağır metallerin de tespit edilmesine imkan vermektir.

Kütle denge modelinde BCR yöntemi ile çözüldürülen katı numunelerin ağır metal konsantrasyonlarına yer verilmiştir. BCR yöntemi 3.Bölümde (Gereç ve Yöntemler) açıklandığı üzere 4 fazda farklı kimyasal çözeltiler kullanılarak yapılmıştır. Her bir faz sonucu elde edilen örneklerde ağır metal konsantrasyonları tespit edilip katı numunelerde toplam ağır metal konsantrasyonlarına ulaşılmıştır. 4.Bölümde BCR yöntemi ile çözüldürülen katı numunelerin toplam ağır metal konsantrasyonlarının minimum, maksimum, standart sapma, medyan ve ortalama değerleri verilmiştir. Bu bölümde ise katı numunelerin çözüldürülmesinde elde edilen F1, F2, F3 ve F4 fazı ağır metal konsantrasyonlarının minimum, maksimum, standart sapma, medyan ve ortalama değerleri EK-1'de toprak numuneleri ve EK-2'de sediment numuneleri için verilmektedir.

**EK-1. Toprak Numunelerinin BCR Fraksiyonlarının Ağır Metal Konsantrasyonlarının İncelenmesi**

**1-A. Al için F1, F2, F3 ve F4 fazı değerleri**

<b>F1</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
<b>1</b>	12,46	82,42	24,98	26,48	34,02
<b>2</b>	18,93	70,60	21,96	29,91	38,54
<b>3</b>	17,21	91,08	24,64	34,54	42,19
<b>4</b>	11,56	46,91	12,35	21,43	24,72
<b>5</b>	18,75	116,39	34,09	31,53	43,48
<b>6</b>	19,36	136,82	42,38	27,65	48,21
<b>7</b>	25,17	221,70	67,79	55,84	73,81
<b>8</b>	20,66	91,05	24,87	27,42	36,36
<b>9</b>	17,07	161,71	52,65	21,54	43,73
<b>10</b>	5,30	50,11	16,12	27,57	30,66

<b>F2</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
<b>1</b>	59,35	3472,66	1354,35	2203,65	1633,37
<b>2</b>	59,35	2421,56	1045,28	1670,14	1276,05
<b>3</b>	59,35	1648,30	684,22	989,48	761,36
<b>4</b>	59,35	2159,51	722,45	407,36	586,29
<b>5</b>	59,35	3304,04	1187,50	826,78	1004,01
<b>6</b>	59,35	3159,24	1118,65	845,67	1119,43
<b>7</b>	218,59	3525,43	1510,78	1313,88	1755,26
<b>8</b>	59,35	3364,54	1378,26	702,74	1375,39
<b>9</b>	59,35	5346,36	1833,99	1182,81	1750,06
<b>10</b>	53,02	3158,96	1292,82	97,31	908,29



<b>F3</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	74,19	337696,00	127470,34	289,87	48623,16
2	74,19	13033,50	4841,04	86,99	2068,94
3	74,19	8477,20	3138,02	78,71	1379,29
4	33,79	9514,05	3539,10	74,19	1505,21
5	74,19	5454,85	1973,74	325,90	1010,48
6	37,43	18541,15	6840,76	436,03	3072,26
7	1267,23	8091,55	2414,86	2380,92	3399,96
8	74,19	24549,70	9186,34	193,57	3727,99
9	74,19	14166,55	5208,99	124,31	2519,54
10	6,08	11251,10	4145,27	74,19	2023,29

<b>F4</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	8215,75	337696,00	121522,05	17150,75	62424,80
2	8445,85	19468,25	4341,10	13033,50	12827,79
3	7138,65	16256,85	3860,09	8546,50	11055,49
4	5769,35	18097,75	3949,86	9514,05	10239,67
5	5454,85	14243,50	3487,18	7940,70	9105,84
6	7292,05	18541,15	4765,42	9091,80	11951,08
7	8091,55	36477,30	11272,93	20600,30	20871,22
8	8216,05	24549,70	5264,25	13563,90	14163,39
9	8416,15	29546,90	6958,84	13195,35	14808,56
10	8104,65	19060,90	3770,53	11251,10	12289,83

**1-B. As için F1, F2, F3 ve F4 fazı değerleri**

<b>F1</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	13,30	28,21	6,17	15,43	19,14
2	12,59	23,59	4,00	14,64	15,94
3	9,89	22,18	4,23	12,81	14,40
4	11,34	18,56	2,38	15,86	15,28
5	7,30	17,32	3,69	12,29	11,88
6	6,91	20,03	5,07	13,03	13,35
7	10,29	18,35	3,33	10,85	13,10
8	14,67	24,30	3,31	17,12	18,36
9	9,53	25,78	5,87	17,30	18,08
10	12,54	30,29	5,70	17,22	18,45

<b>F2</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	10,69	22,83	4,73	13,89	16,60
2	13,80	22,15	3,66	14,12	16,28
3	9,74	17,47	3,30	12,23	13,52
4	12,40	21,15	3,42	16,63	16,55
5	8,70	15,88	2,82	12,92	12,61
6	7,31	14,75	2,97	12,21	11,52
7	8,75	16,87	3,35	11,34	12,55
8	13,89	24,68	4,14	15,37	17,14
9	8,17	26,30	5,82	18,12	17,55
10	12,83	24,73	4,25	17,22	18,01

<b>F3</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	15,50	39,18	9,32	26,65	26,93
2	14,19	35,81	8,39	29,22	25,50
3	13,96	35,90	9,07	27,17	25,68
4	18,12	40,83	7,76	27,38	27,73
5	13,94	31,27	7,51	29,01	25,09
6	14,27	34,31	7,87	28,31	25,39
7	14,33	35,99	8,88	29,24	26,93
8	14,52	39,63	9,28	28,48	27,11
9	15,39	41,33	10,25	29,68	28,89
10	14,56	42,68	11,45	30,11	29,27

<b>F4</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	12,98	30,60	7,03	20,18	22,21
2	11,65	36,82	9,13	18,68	20,84
3	14,88	35,64	8,39	18,93	23,75
4	10,16	41,25	10,69	18,80	21,45
5	13,52	48,88	13,11	21,13	26,46
6	14,98	34,97	8,81	17,93	23,49
7	14,95	41,58	11,38	23,24	27,37
8	14,00	27,31	5,41	18,11	19,24
9	13,41	28,53	5,91	17,35	19,96
10	5,82	27,99	8,44	14,13	17,46

### 1-C. Ba için F1, F2, F3 ve F4 fazı değerleri

<b>F1</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	15,46	39,06	7,46	27,19	25,95
2	6,44	32,33	8,58	23,79	23,23
3	5,68	14,60	3,13	8,22	9,09
4	4,27	22,84	6,91	8,69	11,41
5	7,46	25,61	6,13	13,05	13,52
6	6,72	12,17	2,24	9,44	9,69
7	15,88	23,79	3,07	18,90	19,93
8	19,69	32,93	5,01	27,46	26,92
9	5,99	24,34	7,66	12,78	15,98
10	10,61	38,45	12,25	21,59	24,33

<b>F2</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	33,01	59,56	10,30	47,75	47,69
2	14,74	51,89	12,23	40,70	39,53
3	11,63	23,81	5,51	19,09	17,96
4	7,80	50,89	15,13	19,15	20,39
5	15,72	56,39	15,21	24,04	29,56
6	9,91	27,04	6,18	25,01	21,91
7	60,42	99,35	13,66	70,16	74,62
8	42,81	56,19	5,91	44,66	48,44
9	19,27	53,33	11,28	44,70	40,34
10	26,58	67,09	14,08	53,17	50,37

<b>F3</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	6,68	22,89	6,21	15,97	15,98
2	3,53	16,09	5,06	9,53	9,66
3	0,88	6,96	1,85	3,63	3,81
4	1,49	13,95	4,48	3,75	5,09
5	3,19	13,82	3,82	3,91	5,86
6	0,86	8,81	3,05	4,90	4,85
7	8,66	32,62	8,24	13,92	17,52
8	9,15	26,00	5,24	14,40	15,76
9	7,56	23,89	6,05	13,91	14,21
10	8,44	38,33	10,84	13,48	18,16

<b>F4</b>					
-----------	--	--	--	--	--

Toprak İstasyonları	MİN	MAK	STD	MEDYAN	ORTALAMA
1	8,43	42,37	10,88	29,71	29,68
2	10,06	33,86	7,99	19,10	21,52
3	5,55	12,35	2,59	8,87	9,34
4	3,42	18,60	5,41	11,29	11,43
5	7,49	28,81	7,52	9,26	12,30
6	5,70	16,60	3,80	9,29	10,22
7	9,02	17,55	3,37	14,48	13,81
8	24,99	41,62	6,09	29,51	30,79
9	10,09	38,75	9,73	29,58	27,58
10	3,18	40,57	13,19	21,28	24,44

#### 1-D. Cd için F1, F2, F3 ve F4 fazı değerleri

F1					
Toprak İstasyonları	MİN	MAK	STD	MEDYAN	ORTALAMA
1	0,194	1,049	0,365293	0,396	0,569
2	0,162	0,928	0,272664	0,337	0,483
3	0,128	0,916	0,307745	0,294	0,437
4	0,196	0,764	0,234468	0,418	0,462
5	0,202	0,867	0,259671	0,263	0,418
6	0,156	0,922	0,312397	0,276	0,478
7	0,139	0,773	0,284629	0,282	0,432
8	0,238	0,913	0,287069	0,402	0,543
9	0,170	0,980	0,335907	0,428	0,552
10	0,172	1,074	0,334186	0,398	0,543

F2					
Toprak İstasyonları	MİN	MAK	STD	MEDYAN	ORTALAMA
1	0,331	1,025	0,298	0,619	0,684
2	0,347	1,009	0,278	0,548	0,670
3	0,136	0,941	0,353	0,393	0,553
4	0,312	0,995	0,268	0,496	0,609
5	0,326	0,951	0,284	0,420	0,598
6	0,098	0,998	0,374	0,415	0,573
7	0,286	1,055	0,335	0,540	0,670
8	0,314	1,110	0,348	0,517	0,667
9	0,120	1,267	0,384	0,657	0,740
10	0,353	1,136	0,343	0,513	0,682

<b>F3</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	0,016	1,242	0,582	0,380	0,618
2	0,016	1,154	0,517	0,379	0,559
3	0,016	1,148	0,512	0,357	0,562
4	0,016	1,264	0,506	0,385	0,576
5	0,016	1,133	0,488	0,426	0,573
6	0,016	1,221	0,528	0,397	0,593
7	0,016	1,449	0,641	0,534	0,747
8	0,016	1,254	0,541	0,412	0,620
9	0,016	1,340	0,579	0,459	0,658
10	0,016	1,473	0,662	0,386	0,702

<b>F4</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	0,012	2,826	1,377	0,154	1,175
2	0,012	2,327	1,182	0,028	0,964
3	0,012	2,207	1,130	0,021	0,919
4	0,012	2,789	1,220	0,016	0,964
5	0,012	2,138	1,083	0,045	0,887
6	0,012	2,496	1,234	0,016	0,999
7	0,012	4,350	1,955	0,454	1,785
8	0,012	2,368	1,156	0,016	0,928
9	0,012	2,893	1,290	0,124	1,056
10	0,012	4,241	1,692	0,016	1,247

**1-E. Co için F1, F2, F3 ve F4 fazı değerleri**

<b>F1</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	0,70	1,65	0,32	1,22	1,17
2	1,45	2,47	0,34	1,68	1,77
3	1,25	2,57	0,53	2,04	1,97
4	0,64	2,82	0,73	0,98	1,32
5	0,91	2,16	0,39	1,34	1,44
6	0,61	2,41	0,62	1,36	1,37
7	0,88	3,81	1,02	1,43	1,73
8	1,14	1,75	0,20	1,39	1,43
9	0,91	1,95	0,35	1,19	1,31
10	1,03	2,64	0,61	1,23	1,50

<b>F2</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
<b>1</b>	2,32	8,70	2,20	3,58	4,50
<b>2</b>	3,80	6,58	1,14	5,36	5,04
<b>3</b>	3,60	6,15	0,92	4,96	4,75
<b>4</b>	2,03	7,73	2,07	2,13	3,33
<b>5</b>	3,21	3,81	0,22	3,29	3,35
<b>6</b>	1,90	4,39	0,86	3,71	3,39
<b>7</b>	8,03	15,10	2,60	12,70	12,06
<b>8</b>	2,62	4,21	0,63	3,56	3,40
<b>9</b>	1,72	7,48	1,89	4,69	4,25
<b>10</b>	2,51	5,84	1,07	3,68	3,76

<b>F3</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
<b>1</b>	0,71	2,41	0,63	1,72	1,64
<b>2</b>	0,22	2,19	0,69	1,62	1,50
<b>3</b>	0,47	3,12	0,86	1,63	1,82
<b>4</b>	0,03	2,58	0,98	1,55	1,35
<b>5</b>	1,00	2,35	0,50	1,81	1,70
<b>6</b>	0,08	3,17	1,21	2,52	1,94
<b>7</b>	2,11	6,81	1,77	4,60	4,43
<b>8</b>	0,12	2,85	0,94	1,83	1,55
<b>9</b>	0,63	3,00	0,90	2,30	2,07
<b>10</b>	0,03	6,35	2,16	2,25	2,20

<b>F4</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
<b>1</b>	3,65	9,39	2,22	5,80	6,58
<b>2</b>	4,34	8,98	1,95	5,21	5,95
<b>3</b>	3,83	7,38	1,47	4,70	5,38
<b>4</b>	3,23	7,89	1,64	4,43	4,64
<b>5</b>	1,82	6,99	1,98	4,30	4,24
<b>6</b>	2,55	10,67	2,97	3,23	4,99
<b>7</b>	2,32	8,12	2,39	4,45	5,43
<b>8</b>	4,63	11,33	2,26	5,95	6,50
<b>9</b>	3,49	9,14	2,54	6,07	6,40
<b>10</b>	1,10	10,53	3,02	5,06	5,55

**1-F. Cr için F1, F2, F3 ve F4 fazı değerleri**

<b>F1</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	0,46	1,99	0,65	0,60	1,01
2	0,34	1,66	0,47	0,56	0,82
3	0,25	1,62	0,53	0,48	0,78
4	0,34	1,33	0,40	0,59	0,77
5	0,22	1,33	0,41	0,78	0,69
6	0,15	1,44	0,56	0,36	0,71
7	0,26	1,35	0,46	0,51	0,75
8	0,49	1,64	0,45	0,73	0,98
9	0,28	1,86	0,58	0,72	1,00
10	0,41	2,03	0,59	0,69	0,99

<b>F2</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	2,77	8,33	1,92	3,64	4,11
2	2,34	4,29	0,84	3,77	3,46
3	2,35	4,33	0,72	3,27	3,19
4	0,83	3,54	0,83	2,03	2,13
5	1,68	5,02	1,42	2,10	2,76
6	0,84	3,44	1,00	2,22	1,95
7	2,36	3,16	0,28	2,68	2,70
8	1,45	4,77	1,20	3,10	3,27
9	1,57	4,39	1,02	2,94	2,96
10	1,40	3,82	0,90	2,70	2,88

<b>F3</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	3,64	12,07	2,99	4,59	6,00
2	2,77	9,05	2,31	3,75	4,91
3	2,31	8,95	2,12	5,28	5,10
4	1,06	7,53	2,32	2,07	3,39
5	2,54	10,96	3,21	3,04	4,54
6	0,73	4,85	1,65	3,05	3,18
7	6,34	29,02	8,00	7,85	11,15
8	1,81	9,06	2,55	3,39	4,41
9	2,91	7,74	1,68	4,05	4,71
10	1,00	9,01	2,92	6,08	5,15

<b>F4</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	21,48	61,04	14,39	45,44	44,10
2	18,37	48,96	11,40	27,12	33,30
3	24,82	52,51	10,26	33,23	35,50
4	8,31	58,01	20,46	19,32	29,34
5	7,72	110,90	35,12	37,32	37,37
6	9,96	274,10	96,78	14,54	56,61
7	16,93	70,18	18,51	27,93	36,17
8	23,73	172,57	53,51	32,22	51,94
9	17,32	116,52	36,14	26,22	45,61
10	12,98	86,68	25,99	24,97	38,03

**1-G. Cu için F1, F2, F3 ve F4 fazı değerleri**

<b>F1</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	1,32	3,64	0,98	1,89	2,25
2	1,50	3,61	0,83	1,80	2,25
3	1,65	4,40	0,95	2,24	2,64
4	1,77	4,36	0,93	2,44	2,70
5	1,71	4,91	1,10	2,75	3,00
6	1,83	3,83	0,83	3,41	3,00
7	1,53	3,35	0,73	2,39	2,26
8	1,64	8,65	2,51	1,95	3,14
9	1,93	5,65	1,32	2,36	2,90
10	1,58	5,48	1,48	1,85	2,75

<b>F2</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	7,27	13,46	2,93	8,42	9,99
2	5,95	11,92	2,25	9,04	8,84
3	7,35	14,88	2,47	10,35	10,96
4	5,09	15,37	3,60	8,51	9,58
5	8,51	35,00	9,43	10,06	14,37
6	6,46	20,80	4,97	8,51	10,26
7	6,68	14,23	2,68	9,24	9,64
8	4,30	16,79	3,89	9,38	9,63
9	6,84	32,90	9,56	7,75	13,21
10	4,79	13,17	3,11	8,74	7,96



<b>F3</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	1,48	4,90	1,45	3,84	3,36
2	1,49	6,74	1,86	3,08	3,71
3	3,02	10,82	2,99	5,78	6,15
4	3,88	10,82	2,22	5,95	6,42
5	5,42	12,80	2,51	9,07	9,00
6	2,64	9,58	3,16	8,46	6,64
7	2,71	8,60	2,45	6,68	5,79
8	1,36	21,69	7,10	4,05	5,91
9	2,71	8,55	2,28	6,48	6,00
10	0,93	13,45	5,06	6,21	6,62

<b>F4</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	11,61	20,61	3,36	16,70	16,62
2	11,19	23,75	4,73	15,61	17,31
3	13,50	24,34	4,33	18,56	18,81
4	11,68	30,14	6,40	13,96	16,29
5	11,11	19,44	2,99	17,11	15,95
6	7,08	23,16	6,50	11,18	14,56
7	13,95	33,82	8,36	18,90	24,04
8	12,70	51,72	14,08	14,92	20,86
9	10,30	36,52	8,44	24,04	22,47
10	4,30	53,31	16,27	13,52	21,26

**1-H. Fe için F1, F2, F3 ve F4 fazı değerleri**

<b>F1</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	3,37	44,57	15,06	22,42	20,15
2	6,89	47,47	15,64	8,95	19,12
3	10,92	42,11	11,20	15,60	19,52
4	10,38	64,82	23,31	22,67	32,81
5	16,33	49,46	12,98	27,08	29,94
6	7,44	158,75	55,38	12,81	34,58
7	4,05	62,26	21,01	7,24	14,86
8	13,62	62,21	16,39	23,32	27,91
9	6,09	159,44	56,55	12,41	31,41
10	8,58	44,21	11,26	22,25	23,01

<b>F2</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	1712,09	4130,28	941,81	2411,89	2764,60
2	1406,88	4547,96	1047,44	3078,25	3055,00
3	2234,13	4896,96	1118,94	2985,27	3401,01
4	493,68	4180,60	1234,09	2243,20	2314,11
5	1947,67	4173,16	879,04	3004,54	2909,12
6	1373,79	5765,36	1523,26	2992,56	3297,84
7	1514,02	5796,12	1712,97	2573,34	3121,13
8	1246,27	5108,00	1464,96	2985,08	2910,19
9	822,78	6969,68	2077,61	2774,74	3035,42
10	454,69	4151,04	1458,32	1037,17	1688,54

<b>F3</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	15,16	1226665,00	463292,82	1073,71	176016,95
2	15,16	22773,20	8320,75	1014,97	3957,80
3	15,16	17515,05	6249,64	943,59	3881,46
4	15,16	19224,80	7060,35	466,59	3712,77
5	15,16	8057,30	2801,96	1534,42	1922,36
6	15,16	22920,50	8329,92	712,34	4185,76
7	81,18	16339,05	5679,93	1954,78	3817,76
8	15,16	27565,50	10168,12	851,07	4550,16
9	15,16	19113,45	6945,43	1089,10	3423,72
10	15,16	17063,65	6185,75	1025,33	3167,90

<b>F4</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	15927,10	1226665,00	452400,05	27383,75	201091,21
2	16768,80	49866,60	14116,71	22925,35	30198,26
3	17268,20	52590,50	15004,99	24395,50	30330,46
4	8824,75	47335,35	14826,38	19224,80	26248,99
5	8057,30	46246,45	14406,97	21244,65	25462,08
6	14881,35	48019,00	14467,00	22920,50	28000,76
7	13146,30	78477,00	25967,36	27535,90	37685,29
8	16631,40	50486,50	11017,19	27565,50	28725,54
9	16992,70	56312,00	16357,44	24034,95	29912,16
10	16565,20	55036,50	14388,17	19155,10	26853,38

### 1-I. Ni için F1, F2, F3 ve F4 fazı değerleri

<b>F1</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	2,466	3,381	0,334974	2,809	2,867
2	2,570	4,489	0,688171	3,797	3,594
3	2,290	5,975	1,276009	3,338	3,732
4	1,724	5,901	1,428088	2,147	2,777
5	1,334	3,796	0,955644	1,826	2,267
6	1,376	3,596	0,740521	2,026	2,167
7	3,033	3,892	0,318943	3,468	3,487
8	2,316	3,350	0,399395	2,413	2,662
9	1,297	3,665	0,781873	2,098	2,255
10	1,730	5,230	1,261159	2,330	2,954

<b>F2</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	6,772	25,825	7,128	10,226	12,834
2	10,152	18,340	2,860	15,875	14,969
3	7,206	15,500	2,848	13,698	12,945
4	3,623	14,205	4,028	5,814	7,265
5	6,173	13,673	2,566	7,098	8,197
6	3,585	7,258	1,211	5,546	5,713
7	8,437	20,777	3,822	12,965	14,041
8	5,068	11,447	2,492	7,777	8,219
9	4,468	11,156	2,303	7,611	7,478
10	5,900	11,984	2,153	10,143	9,190

<b>F3</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	5,541	23,272	7,031	11,429	12,329
2	5,829	20,364	5,166	9,723	10,635
3	6,478	14,975	3,124	10,639	11,188
4	1,109	13,670	4,641	5,247	5,967
5	5,266	19,813	5,153	6,619	8,360
6	3,585	7,648	1,876	6,818	5,942
7	10,884	18,202	2,660	14,607	14,036
8	4,299	18,063	4,983	8,383	9,453
9	4,896	12,213	2,927	7,988	8,240
10	2,345	19,363	5,724	9,753	10,379

<b>F4</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	31,889	60,483	12,400	36,330	42,728
2	18,703	53,081	13,273	31,374	34,943
3	27,918	47,986	8,242	31,819	36,009
4	12,298	51,449	14,187	22,100	27,840
5	9,863	64,735	18,840	29,341	28,139
6	11,683	159,814	53,990	14,125	38,779
7	12,436	44,096	10,470	27,148	26,282
8	26,442	118,551	33,575	32,323	42,750
9	15,060	85,337	24,977	32,020	39,151
10	14,640	90,446	25,781	28,375	39,194

**1-J. Pb için F1, F2, F3 ve F4 fazı değerleri**

<b>F1</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	2,79	6,67	1,46	3,49	4,20
2	2,59	5,75	1,01	3,57	3,66
3	2,06	5,42	1,15	2,75	3,16
4	2,94	4,22	0,56	3,50	3,64
5	2,17	4,48	0,81	3,20	3,19
6	2,17	5,19	1,13	3,13	3,28
7	2,38	7,27	1,69	3,28	3,76
8	3,24	5,48	0,77	4,18	4,30
9	2,48	6,34	1,28	4,29	4,27
10	2,89	7,15	1,34	4,14	4,43

<b>F2</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	9,36	21,04	4,11	13,04	13,36
2	11,70	22,30	3,69	12,96	14,37
3	14,65	21,06	2,18	16,73	17,00
4	8,57	19,24	4,19	14,85	14,05
5	13,59	34,54	7,72	20,57	23,23
6	12,18	23,23	4,06	20,83	19,65
7	14,48	46,50	11,20	18,99	24,74
8	7,99	17,09	2,73	11,63	12,00
9	11,34	19,52	3,23	16,41	15,15
10	8,18	16,49	2,77	11,14	12,14

<b>F3</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	1,75	8,65	2,86	7,01	5,74
2	0,88	7,73	2,77	6,20	5,11
3	1,21	10,40	3,76	5,82	6,02
4	2,88	12,56	3,09	5,41	6,44
5	2,04	11,06	3,35	7,04	6,41
6	1,28	12,89	4,32	6,97	6,70
7	2,18	25,79	7,87	11,50	11,82
8	1,92	9,40	2,87	6,69	5,87
9	1,70	8,56	3,01	7,70	6,29
10	1,36	14,37	5,30	7,14	8,06

<b>F4</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	6,97	20,22	5,27	12,94	13,91
2	7,45	18,10	4,01	12,06	13,07
3	8,28	17,40	3,80	11,80	12,89
4	5,63	25,41	6,37	12,14	13,07
5	9,37	19,61	4,27	14,02	14,47
6	7,37	25,10	7,26	11,03	14,87
7	11,82	32,57	8,46	16,35	20,53
8	8,01	23,01	5,29	11,56	13,12
9	8,36	21,47	4,67	14,70	14,75
10	2,66	32,52	10,27	8,90	14,05

**1-K. Zn için F1, F2, F3 ve F4 fazı değerleri**

<b>F1</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	2,426	4,870	0,8857	3,525	3,674
2	2,602	6,131	1,192105	4,003	4,315
3	2,843	8,994	2,010704	4,410	4,737
4	4,709	6,543	0,616106	5,168	5,290
5	3,008	38,696	14,36963	15,521	20,240
6	4,104	14,018	4,070878	4,904	7,213
7	2,505	5,067	0,893319	4,432	4,208
8	2,425	56,916	20,18049	3,346	11,291
9	3,313	11,714	3,0242	6,471	7,801
10	2,365	19,715	7,373941	9,291	10,098

<b>F2</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	8,18	21,00	5,21	12,00	14,01
2	10,21	30,28	7,45	13,97	17,21
3	10,33	24,12	5,48	13,24	15,53
4	11,17	25,85	5,20	13,49	15,34
5	16,37	231,00	76,64	33,00	60,08
6	12,00	37,98	8,90	15,23	18,73
7	11,24	20,30	3,53	13,10	14,86
8	8,45	88,34	28,99	13,74	23,04
9	9,06	61,42	17,68	27,02	33,35
10	7,43	42,09	14,33	19,13	23,89

<b>F3</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	4,73	10,61	2,29	6,70	7,15
2	4,61	10,09	2,13	6,42	7,21
3	2,73	12,77	3,11	8,21	7,63
4	3,87	11,12	2,58	8,70	7,88
5	11,38	58,44	17,16	13,31	19,63
6	2,30	23,01	7,82	13,34	12,01
7	8,03	17,68	3,71	11,12	12,26
8	2,61	31,63	10,32	6,74	11,10
9	8,57	18,43	3,27	13,21	13,29
10	1,86	35,03	11,83	13,56	14,28

<b>F4</b>					
<b>Toprak İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	37,02	51,59	5,86	42,71	43,70
2	24,72	51,75	9,48	42,67	40,56
3	36,95	65,85	10,35	50,93	51,25
4	20,85	72,02	17,84	43,68	41,95
5	36,31	55,78	7,84	51,75	47,82
6	29,86	66,59	14,92	42,15	46,70
7	22,88	58,48	13,33	46,55	43,12
8	26,57	80,62	19,22	33,80	41,58
9	33,78	61,79	11,71	52,90	48,14
10	15,89	64,58	19,55	41,05	44,20

**EK-2. Sediment Numunelerinin BCR Fraksiyonlarının Ağır Metal Konsantrasyonlarının İncelenmesi**

**2-A. Al için F1, F2, F3 ve F4 fazı değerleri**

<b>F1</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	2,139	52,464	18,04571521	6,058	11,818
2	28,726	78,972	20,08132481	50,949	51,936
3	0,413	75,770	26,06241546	11,201	20,424
4	24,913	100,993	25,82822507	52,744	52,446
5	20,065	119,454	35,97010966	25,272	39,539
6	23,271	133,531	37,16805883	57,117	64,745
7	25,631	207,358	65,26382824	35,929	60,899
8	0,413	97,797	35,13013662	11,003	23,581
9	23,136	137,145	37,62754451	54,188	58,999
10	23,903	69,617	15,29566559	54,278	53,124

<b>F2</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	4,864	126889,600	47602,944	1478,288	18957,871
2	71,388	239088,000	89884,936	1441,352	35254,077
3	17,760	261380,000	98516,768	832,228	37968,806
4	275,972	277608,000	104580,491	1113,812	40443,397
5	59,348	227468,800	85577,724	1102,208	33401,301
6	59,348	264891,200	99862,296	1045,908	38426,863
7	87,172	230866,400	86741,309	1281,096	34166,626
8	59,348	194952,400	73182,976	1133,524	29015,075
9	59,348	209772,400	78990,402	789,628	30641,658
10	198,776	197527,600	73978,548	2075,908	29771,581

<b>F3</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	6,080	8079,700	3033,567	74,185	1201,448
2	8,690	6013,300	2000,586	1013,325	1725,876
3	23,235	6695,900	2479,790	74,185	1101,168
4	478,280	11414,900	3873,939	1696,920	2885,242
5	44,880	7500,950	2758,895	252,565	1701,608
6	74,185	12971,400	4772,407	265,025	2183,871
7	374,625	9816,400	3419,462	762,110	2138,943
8	74,185	18529,050	6872,079	289,550	2960,042
9	74,185	14116,000	5166,663	389,520	2439,077
10	875,685	3037,130	753,389	1280,290	1600,023

<b>F4</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	2576,565	16288,250	4890,820	5304,850	7068,162
2	2827,990	22110,000	7077,275	14056,900	13600,299
3	6695,900	23704,800	6473,218	10267,200	13517,171
4	11414,900	35329,000	8393,878	15568,100	17771,493
5	7500,950	36917,900	10128,892	11353,350	14899,071
6	6828,850	16203,600	3484,289	8766,250	9974,264
7	9656,350	25941,300	5693,896	11900,150	13938,700
8	7432,650	18529,050	4393,004	12433,100	12674,700
9	4729,235	15698,150	4458,250	6488,200	8942,955
10	6785,550	23686,100	6056,765	14340,250	14712,629

## 2-B. As için F1, F2, F3 ve F4 fazı değerleri

<b>F1</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	15,097	29,487	4,8491	24,452	23,927
2	12,756	25,447	4,49671	15,520	17,172
3	11,623	37,562	8,426382	23,851	23,645
4	12,311	24,398	4,775674	16,751	17,469
5	15,911	26,533	4,491466	18,232	19,977
6	7,418	15,153	2,900532	10,342	10,885
7	10,793	23,457	4,362669	16,483	16,720
8	16,356	35,220	7,408759	22,113	24,049
9	8,050	15,003	2,698528	9,724	10,640
10	13,520	27,523	4,823375	15,557	17,009



<b>F2</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	13,374	39,021	9,686	27,331	27,708
2	11,050	22,136	4,472	16,207	16,162
3	11,414	32,388	6,804	20,834	22,276
4	10,737	31,080	6,556	19,779	19,763
5	12,972	24,478	4,358	16,925	18,073
6	7,945	16,501	2,926	13,111	12,280
7	9,227	17,180	2,692	11,414	12,422
8	10,644	43,806	12,870	32,429	26,633
9	8,067	13,555	1,866	10,410	10,592
10	15,759	32,377	5,960	17,314	20,354

<b>F3</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	19,185	43,622	10,604	30,396	31,386
2	14,790	38,864	10,134	27,725	25,324
3	18,322	51,291	11,496	26,981	32,225
4	15,198	43,355	12,434	33,480	28,760
5	16,466	44,113	10,367	29,160	27,733
6	14,585	39,129	10,428	26,326	25,580
7	15,345	35,137	8,852	26,418	24,283
8	15,692	56,252	16,202	26,671	31,358
9	14,792	35,374	8,907	28,143	24,472
10	15,669	46,725	12,082	26,287	27,325

<b>F4</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	4,650	21,605	6,588	13,300	12,899
2	11,366	43,074	10,876	20,578	23,898
3	13,112	27,780	6,043	22,024	20,972
4	11,110	47,521	10,875	27,508	28,837
5	11,887	39,029	9,528	16,641	19,427
6	20,494	47,256	11,546	36,646	33,435
7	12,598	29,405	7,065	18,758	20,293
8	7,749	37,682	10,422	20,615	22,255
9	13,600	33,381	5,980	21,949	22,729
10	9,467	53,452	17,024	27,618	30,477

## 2-C. Ba için F1, F2, F3 ve F4 fazı değerleri

F1					
Sediment İstasyonları	MİN	MAK	STD	MEDYAN	ORTALAMA
1	11,870	37,159	9,64134	14,172	19,824
2	16,938	22,155	2,169952	20,550	19,741
3	8,660	25,579	5,197515	18,359	18,253
4	6,517	26,030	6,582805	20,855	19,215
5	20,462	27,206	2,428616	21,808	22,792
6	6,549	10,363	1,222247	8,248	8,219
7	15,588	25,966	3,392599	19,831	20,328
8	13,793	27,402	5,695526	17,034	19,588
9	5,863	9,049	1,075569	6,706	6,911
10	13,246	30,875	6,404243	21,530	22,055

F2					
Sediment İstasyonları	MİN	MAK	STD	MEDYAN	ORTALAMA
1	14,359	57,143	13,781	26,681	28,830
2	21,329	41,021	6,003	29,323	29,854
3	18,355	35,177	6,058	26,384	26,699
4	7,586	47,955	12,728	33,581	30,149
5	21,968	57,899	14,298	28,867	35,148
6	6,313	19,795	4,625	12,496	12,502
7	20,925	67,346	16,585	23,524	30,318
8	21,164	56,403	11,985	30,388	31,593
9	6,295	18,832	4,318	9,037	9,950
10	32,798	46,263	5,072	36,810	37,581

F3					
Sediment İstasyonları	MİN	MAK	STD	MEDYAN	ORTALAMA
1	1,848	18,243	6,054	11,514	9,902
2	4,610	13,712	3,016	7,724	8,001
3	3,805	16,357	4,563	10,980	10,147
4	1,517	21,584	6,629	8,026	10,587
5	4,892	18,217	4,868	10,033	10,454
6	1,571	4,086	0,867	2,453	2,585
7	5,559	13,027	2,807	7,220	8,531
8	4,525	16,445	4,317	9,509	9,877
9	1,019	7,773	2,459	1,909	2,907
10	5,915	18,971	4,511	8,215	9,750

<b>F4</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	7,006	30,441	8,450	17,123	16,908
2	8,272	19,516	3,826	13,831	13,908
3	9,595	25,737	5,504	16,023	17,512
4	4,281	20,841	5,278	13,826	13,911
5	21,105	39,283	7,405	30,219	30,024
6	4,297	11,337	2,603	8,876	8,507
7	9,749	14,070	1,668	12,452	12,190
8	6,150	26,936	6,420	12,638	14,353
9	4,560	12,653	2,934	7,498	7,682
10	5,980	23,466	5,565	14,571	14,784

## 2-D. Cd için F1, F2, F3 ve F4 fazı değerleri

<b>F1</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	0,240	0,986	0,277049	0,461	0,561
2	0,323	0,999	0,260904	0,430	0,568
3	0,182	1,143	0,349688	0,446	0,568
4	0,301	0,971	0,287846	0,353	0,506
5	0,314	0,965	0,293743	0,409	0,532
6	0,122	0,713	0,244019	0,307	0,370
7	0,170	0,932	0,295712	0,375	0,461
8	0,283	1,126	0,344792	0,467	0,595
9	0,106	0,699	0,239176	0,242	0,333
10	0,210	1,004	0,301091	0,425	0,578

<b>F2</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	0,239	1,167	0,328	0,614	0,700
2	0,334	1,205	0,364	0,482	0,660
3	0,189	1,208	0,385	0,584	0,670
4	0,388	1,138	0,322	0,524	0,678
5	0,344	1,317	0,363	0,454	0,662
6	0,113	0,985	0,308	0,361	0,468
7	0,271	1,028	0,303	0,442	0,556
8	0,329	1,255	0,364	0,709	0,759
9	0,167	0,847	0,278	0,305	0,404
10	0,418	1,264	0,330	0,535	0,691

<b>F3</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	0,016	1,391	0,602	0,274	0,487
2	0,016	1,343	0,598	0,314	0,502
3	0,016	1,546	0,634	0,299	0,510
4	0,016	1,415	0,617	0,417	0,531
5	0,016	1,344	0,594	0,445	0,526
6	0,016	1,191	0,527	0,323	0,450
7	0,016	1,362	0,576	0,393	0,503
8	0,016	1,548	0,645	0,366	0,534
9	0,016	1,222	0,533	0,391	0,465
10	0,016	1,397	0,603	0,369	0,526

<b>F4</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	0,012	1,889	0,802	0,016	0,476
2	0,012	3,371	1,402	0,016	0,899
3	0,012	2,366	1,079	0,197	0,746
4	0,012	3,393	1,490	0,250	1,019
5	0,012	3,441	1,414	0,016	0,815
6	0,012	2,188	1,042	0,016	0,624
7	0,012	2,783	1,274	0,056	0,790
8	0,012	2,215	1,010	0,016	0,620
9	0,012	2,332	1,067	0,016	0,637
10	0,012	3,077	1,357	0,226	0,929

## 2-E. Co için F1, F2, F3 ve F4 fazı değerleri

<b>F1</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	0,499	1,402	0,310542	0,914	0,841
2	1,331	2,694	0,460263	2,008	1,998
3	0,646	2,249	0,536018	1,002	1,150
4	1,002	2,257	0,441412	2,055	1,883
5	0,731	1,599	0,285342	1,199	1,199
6	1,745	2,621	0,328185	2,440	2,332
7	0,414	3,511	1,030447	1,151	1,469
8	0,646	1,661	0,332051	1,257	1,265
9	1,089	2,190	0,405355	1,399	1,535
10	1,183	2,614	0,571894	2,169	2,030

<b>F2</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	0,588	4,014	1,223	1,706	1,982
2	3,405	8,271	1,790	7,481	6,622
3	0,731	4,352	1,540	3,270	2,823
4	2,270	9,968	2,360	7,387	6,921
5	2,577	9,717	2,670	3,466	4,788
6	2,941	8,067	1,853	6,184	5,770
7	3,814	8,194	1,561	4,216	4,794
8	1,183	4,954	1,230	3,099	3,073
9	1,924	5,213	1,032	3,753	3,626
10	3,872	10,255	2,218	6,559	6,835

<b>F3</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	0,031	2,500	0,963	0,916	0,980
2	1,042	5,267	1,717	3,825	3,482
3	0,151	3,062	1,166	1,951	1,590
4	0,980	5,404	1,400	4,055	3,887
5	0,153	4,648	1,681	2,458	2,386
6	1,308	4,176	0,984	2,622	2,823
7	1,779	4,757	1,064	2,336	2,805
8	1,510	3,341	0,559	2,407	2,450
9	0,682	2,982	0,961	1,518	1,684
10	2,198	4,750	0,894	3,308	3,219

<b>F4</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	1,343	7,417	2,546	3,214	4,045
2	3,872	10,450	2,776	6,865	6,970
3	3,272	7,720	1,819	6,596	5,812
4	4,776	8,295	1,596	5,180	6,327
5	5,029	9,392	1,734	7,184	6,949
6	2,679	5,592	1,193	3,678	4,066
7	3,552	8,197	1,790	4,624	5,126
8	1,530	6,481	1,785	4,132	4,057
9	1,440	5,117	1,331	2,346	3,006
10	1,549	7,498	2,121	4,387	4,803

**2-F. Cr için F1, F2, F3 ve F4 fazı değerleri**

<b>F1</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	0,513	1,731	0,490192	0,721	0,955
2	0,465	1,788	0,504079	0,737	0,910
3	0,445	1,965	0,594607	0,597	0,919
4	0,500	1,650	0,481405	0,564	0,855
5	0,471	1,845	0,525304	0,747	0,975
6	0,134	1,175	0,412277	0,325	0,524
7	0,342	1,632	0,475021	0,574	0,804
8	0,510	1,837	0,55943	0,696	0,964
9	0,122	1,110	0,387889	0,354	0,529
10	0,449	1,691	0,475589	0,548	0,783

<b>F2</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	0,918	3,781	0,981	2,979	2,587
2	3,513	7,911	1,716	5,849	5,660
3	0,799	3,798	1,154	2,633	2,533
4	2,206	8,293	1,922	3,642	4,268
5	2,145	10,214	2,873	3,269	4,519
6	1,439	4,566	1,032	2,448	2,592
7	2,026	3,944	0,714	3,138	3,046
8	1,647	4,851	1,168	2,440	2,934
9	0,905	2,062	0,395	1,793	1,698
10	2,663	6,281	1,125	3,900	4,034

<b>F3</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	1,549	4,822	1,098	2,980	2,913
2	2,797	16,664	4,682	9,872	10,024
3	0,461	6,886	2,204	4,276	3,502
4	2,213	11,745	2,953	6,551	7,004
5	1,114	14,013	5,336	4,843	7,044
6	1,070	5,949	1,512	2,910	3,163
7	3,138	7,657	1,916	4,143	5,068
8	3,148	7,544	1,508	3,840	4,199
9	0,135	3,816	1,403	1,866	1,881
10	3,219	9,715	2,265	6,061	6,158

<b>F4</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	9,063	153,062	51,869	18,171	40,092
2	27,531	218,301	66,163	53,567	75,804
3	6,900	86,524	25,905	31,344	33,204
4	14,626	79,425	21,034	47,415	48,498
5	20,436	74,477	18,715	31,313	40,277
6	12,572	32,447	7,494	18,334	20,686
7	13,438	59,176	15,145	23,992	26,646
8	8,230	41,075	12,387	22,921	24,285
9	5,605	86,104	29,583	11,604	25,618
10	13,593	49,590	13,522	25,775	29,712

## 2-G. Cu için F1, F2, F3 ve F4 fazı değerleri

<b>F1</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	1,461	3,613	0,785758	1,989	2,329
2	1,659	5,462	1,267611	3,038	3,251
3	1,873	4,126	0,8634	2,262	2,627
4	3,197	5,935	1,204787	4,090	4,309
5	1,710	4,274	0,96636	2,175	2,592
6	3,273	5,472	0,770832	4,265	4,316
7	1,664	5,073	1,340677	2,678	3,163
8	1,794	3,831	0,82536	2,188	2,595
9	2,255	6,768	1,624272	2,853	3,424
10	1,936	5,791	1,521621	4,339	4,203

<b>F2</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	2,064	10,475	2,830	6,593	5,767
2	7,339	23,527	5,722	17,583	15,951
3	2,182	15,838	5,031	8,265	8,257
4	11,728	30,277	6,338	14,025	16,444
5	6,738	29,402	8,194	8,461	12,768
6	10,131	24,160	4,738	13,083	14,446
7	6,538	14,757	3,014	12,435	11,479
8	3,945	18,056	5,433	8,745	9,552
9	5,435	9,631	1,391	7,928	7,775
10	11,853	24,346	4,437	17,511	17,591

<b>F3</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	1,069	6,061	1,753	2,942	3,612
2	2,353	11,064	3,352	7,117	7,092
3	2,091	11,856	3,238	4,971	5,587
4	6,380	15,555	3,206	10,151	10,606
5	1,620	9,919	3,348	4,398	5,069
6	4,947	14,977	3,775	9,516	9,597
7	2,190	7,855	2,049	4,074	4,956
8	3,569	14,260	3,923	9,147	8,544
9	2,068	9,817	3,077	5,565	5,686
10	5,254	14,408	3,603	11,122	10,004

<b>F4</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	2,646	14,376	3,922	8,199	8,314
2	11,123	31,974	7,752	22,767	20,440
3	11,973	23,131	4,334	18,844	17,968
4	14,242	27,771	5,524	19,006	20,692
5	10,343	27,867	5,533	16,384	16,893
6	9,431	18,227	3,171	13,357	13,686
7	11,294	27,607	6,360	18,522	19,493
8	5,586	17,324	4,005	13,008	12,715
9	7,446	14,296	2,489	8,886	9,703
10	5,706	23,728	5,879	14,312	15,485

## 2-H. Fe için F1, F2, F3 ve F4 fazı değerleri

<b>F1</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	11,022	49,336	14,2725	30,834	30,264
2	58,145	519,876	163,31002	385,661	334,492
3	10,228	194,842	65,303278	25,009	53,200
4	63,490	690,988	191,3131	354,996	359,176
5	35,496	232,154	65,376912	83,125	107,340
6	136,968	369,838	90,538089	275,399	265,034
7	65,896	590,836	178,69125	229,404	248,916
8	29,679	148,082	40,456792	54,650	73,054
9	141,177	375,907	84,964029	211,594	240,122
10	45,419	559,008	161,57597	386,428	354,767



<b>F2</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	390,376	327047,600	122562,832	3238,800	49136,872
2	3386,148	903816,000	338570,930	8222,520	136047,033
3	611,072	780012,000	293292,690	3032,092	114926,753
4	1451,904	1027816,000	385517,686	8263,800	153603,123
5	1839,700	906288,000	340495,386	4219,240	134199,761
6	2506,088	1040008,000	391422,099	4835,480	152356,057
7	4979,200	924344,000	346959,110	5529,600	137524,446
8	2776,032	445628,000	165831,115	8009,120	69620,873
9	1792,620	849020,000	319793,544	3537,224	123799,542
10	4372,880	550788,000	204559,214	9302,440	86963,011

<b>F3</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	15,160	14249,900	5087,843	1933,720	2978,239
2	15,160	12611,850	4675,941	1414,540	3648,316
3	15,160	17000,100	6087,726	2297,590	3461,403
4	15,160	23116,350	8057,669	2901,235	6065,121
5	15,160	11689,550	4177,073	1575,915	3060,929
6	15,160	19487,750	7118,362	1179,550	4285,022
7	15,160	19774,400	7208,118	509,120	4366,756
8	15,160	25500,500	9144,169	1347,180	5146,114
9	15,160	19980,900	7302,578	837,745	3978,541
10	121,485	12647,600	4786,058	856,910	3440,319

<b>F4</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	5484,950	36698,100	10480,563	11886,150	14529,807
2	4790,135	48492,050	16130,527	24828,800	26488,012
3	10671,250	40131,500	9547,062	22724,250	22205,679
4	12456,350	66992,500	17408,271	26302,950	31707,564
5	11689,550	63544,500	17536,657	20301,050	25232,371
6	15304,200	56292,500	14415,517	19487,750	26762,336
7	17155,200	50384,500	11611,661	21793,450	26032,686
8	15577,600	36533,200	7348,804	21008,300	21865,593
9	6841,300	45753,400	12633,665	19822,050	19697,929
10	12855,350	58473,000	15745,730	25442,150	29167,179

## 2-I. Ni için F1, F2, F3 ve F4 fazı değerleri

F1					
Sediment İstasyonları	MİN	MAK	STD	MEDYAN	ORTALAMA
1	1,720	2,950	0,418666	2,565	2,446
2	4,293	6,966	1,124247	6,061	5,681
3	1,788	4,198	0,78447	2,563	2,760
4	2,634	6,241	1,346387	5,992	5,359
5	2,398	4,820	0,827366	3,588	3,607
6	3,408	5,198	0,666527	4,053	4,215
7	1,263	4,486	1,02421	3,145	2,963
8	2,599	4,055	0,493737	3,162	3,115
9	1,825	3,115	0,45594	2,472	2,465
10	1,858	5,964	1,364229	5,022	4,763

F2					
Sediment İstasyonları	MİN	MAK	STD	MEDYAN	ORTALAMA
1	1,869	11,456	3,399	5,840	5,758
2	14,190	21,710	3,106	19,894	18,559
3	2,397	14,214	4,070	8,446	7,649
4	5,349	24,301	5,637	15,595	15,177
5	7,822	27,381	6,990	10,319	14,079
6	6,999	18,788	3,928	10,380	11,203
7	7,264	8,918	0,589	7,906	8,036
8	4,177	11,712	3,138	7,947	7,860
9	3,494	7,058	1,113	5,568	5,397
10	10,951	16,748	2,397	12,886	13,417

F3					
Sediment İstasyonları	MİN	MAK	STD	MEDYAN	ORTALAMA
1	1,436	9,016	2,765	4,095	4,697
2	10,223	30,149	8,160	26,906	22,919
3	1,605	13,917	4,193	6,067	6,092
4	3,157	24,235	6,847	18,533	16,874
5	2,885	27,082	9,425	15,533	14,350
6	7,117	14,513	2,572	9,323	9,770
7	9,329	13,325	1,398	9,903	10,425
8	4,067	15,324	3,886	7,778	8,165
9	3,001	8,046	1,982	4,102	5,010
10	10,138	20,658	3,660	12,799	13,610

<b>F4</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	11,446	93,183	29,189	20,162	34,040
2	30,486	146,842	40,057	61,419	65,982
3	11,819	63,065	16,955	30,475	31,014
4	18,488	64,505	14,416	44,240	44,850
5	26,418	61,436	13,703	44,606	43,700
6	14,678	31,140	6,104	21,214	23,340
7	15,263	46,467	10,586	21,474	25,237
8	9,478	31,898	8,721	20,527	21,411
9	7,986	53,381	16,210	18,897	22,011
10	13,144	44,630	11,254	24,701	27,618

## 2-J. Pb için F1, F2, F3 ve F4 fazı değerleri

<b>F1</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	3,456	6,477	1,032395	5,221	5,122
2	2,823	6,030	1,105793	3,770	3,981
3	2,661	7,740	1,64354	5,184	4,996
4	3,051	5,793	1,045434	3,819	3,978
5	3,395	6,105	0,963594	4,299	4,520
6	2,123	4,232	0,710931	3,098	3,141
7	2,569	5,794	1,050876	3,814	4,160
8	3,453	7,522	1,471249	5,213	5,271
9	2,194	4,480	0,744828	2,997	3,189
10	3,286	6,238	1,052674	3,631	4,010

<b>F2</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	5,655	20,098	4,972	11,407	11,785
2	11,576	29,775	6,506	24,070	22,380
3	5,813	17,134	4,204	15,339	12,792
4	11,829	35,832	7,386	21,682	21,875
5	8,604	31,121	8,895	12,160	16,657
6	15,237	38,252	8,190	24,548	25,843
7	14,705	19,852	1,559	16,800	16,978
8	8,462	23,304	5,201	17,370	16,132
9	10,316	19,434	3,185	17,040	15,597
10	17,751	37,636	6,429	25,607	25,476

<b>F3</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	2,080	9,356	2,672	5,596	6,369
2	4,905	15,264	3,734	6,654	8,342
3	3,155	12,358	3,341	6,370	7,021
4	4,325	18,437	5,486	7,622	9,352
5	2,031	11,793	4,032	7,654	6,354
6	1,870	10,076	3,497	7,197	6,055
7	2,559	13,671	4,309	7,378	7,208
8	2,996	11,355	3,108	6,372	7,106
9	1,598	12,265	3,714	6,773	6,223
10	3,076	18,298	5,357	7,268	8,060

<b>F4</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	1,971	13,328	4,222	8,084	7,858
2	7,674	26,092	6,712	16,757	14,994
3	8,192	19,094	4,199	16,718	14,300
4	5,864	23,311	6,003	14,300	15,774
5	8,996	23,141	5,075	10,631	12,810
6	10,651	17,794	2,749	14,438	14,133
7	11,072	21,506	4,566	13,480	14,976
8	6,473	22,323	5,824	13,000	14,451
9	7,046	15,558	3,371	8,835	10,316
10	7,035	24,938	5,733	15,225	15,223

**2-K. Zn için F1, F2, F3 ve F4 fazı değerleri**

<b>F1</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	2,020	5,357	1,149553	3,254	3,508
2	3,471	8,514	1,786929	7,257	6,880
3	2,435	5,238	1,071548	3,845	3,940
4	5,202	12,007	2,061041	7,963	8,006
5	2,836	8,067	1,856535	3,563	4,226
6	4,380	13,531	3,039697	8,035	8,438
7	2,873	9,965	2,327907	5,334	5,572
8	4,881	10,506	1,812157	6,648	6,749
9	3,730	7,119	1,28045	5,109	5,442
10	7,340	21,457	4,573878	10,360	11,498

<b>F2</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	6,369	19,917	4,564	9,062	10,105
2	11,441	28,506	6,220	24,960	23,158
3	6,291	24,433	6,765	16,760	16,215
4	12,154	35,969	8,357	21,659	22,323
5	9,246	36,091	9,829	15,932	19,060
6	9,356	25,474	5,356	17,157	16,012
7	12,085	21,176	3,603	19,027	17,769
8	14,148	29,980	5,731	23,598	22,431
9	7,750	12,162	1,521	9,859	9,673
10	20,395	43,525	8,020	24,091	26,579

<b>F3</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	1,732	7,645	2,123	3,897	4,675
2	2,930	17,683	5,185	10,156	10,656
3	2,716	11,852	3,203	6,768	6,662
4	5,372	19,841	4,823	11,085	12,863
5	1,862	18,417	6,090	7,547	7,921
6	9,242	17,237	2,907	13,677	13,350
7	4,835	12,873	3,047	7,913	9,026
8	5,973	14,551	3,619	12,315	10,568
9	4,577	16,598	4,746	6,847	9,425
10	10,202	19,202	3,675	12,833	14,482

<b>F4</b>					
<b>Sediment İstasyonları</b>	<b>MİN</b>	<b>MAK</b>	<b>STD</b>	<b>MEDYAN</b>	<b>ORTALAMA</b>
1	11,164	46,478	12,396	29,206	26,187
2	32,250	65,141	13,445	55,031	47,486
3	26,800	51,841	9,012	45,089	42,928
4	26,984	62,735	12,483	44,597	47,250
5	24,733	62,140	12,531	44,655	42,463
6	35,654	73,914	12,168	48,870	49,492
7	29,371	59,215	11,521	38,686	41,600
8	13,665	49,592	11,395	36,789	34,728
9	25,491	50,661	9,150	40,736	39,625
10	16,454	61,637	15,575	46,545	44,353

**TÜBİTAK**  
**PROJE ÖZET BİLGİ FORMU**

Proje Yürütücüsü:	Yrd. Doç. Dr. ASUDE ATEŞ
Proje No:	115Y357
Proje Başlığı:	Sapanca Gölünde Ağır Metal Kütle Denge Modelinin Geliştirilmesi
Proje Türü:	3001 - Başlangıç AR-GE
Proje Süresi:	24
Araştırmacılar:	HÜSEYİN ALTUNDAĞ, ŞENAY ÇETİN DOĞRUPARMAK, RABİA KÖKLÜ
Danışmanlar:	BÜLENT ŞENGÖRÜR
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:	SAKARYA Ü. MÜHENDİSLİK F. ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ B.
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:	15/07/2015 - 15/07/2017
Onaylanan Bütçe:	92000.0
Harcanan Bütçe:	67836.88
Öz:	<p>Marmara bölgesinin önemli iç su havzalarından olan Sapanca Gölü, Anadolu'dan Avrupa'ya ulaşım noktasının kavşağında bir tatlı su gölü olup, bölgenin önemli bir içme ve kullanma suyu kaynağıdır. Göl havzada bulunan yerleşim alanları, endüstriyel kuruluşlar ve en önemlisi E-5 karayolu ile TEM Anadolu otoyolundan gelen kirlenici kaynaklardan etkilenmektedir.</p> <p>Bu rapor, Sapanca Gölünde ağır metal kütle denge modelini geliştirilmesine yönelik olarak elde edilen verileri ve sonuçları içermektedir. Gölden, göl sedimentinden, göl çevresindeki topraktan, havadan ve gölü besleyen yan derelerden numuneler toplanmış ve belirlenen istasyonlarda, 21 ay süre ile ağır metaller ve bazı elementler (Alüminyum, Arsenik, Bakır, Baryum, Çinko, Demir, Kadmiyum, Kobalt, Krom, Kurşun ve Nikel) incelenerek, konsantrasyonları belirlenmiştir.</p> <p>Elde edilen veriler neticesinde kütle denge modeli geliştirilmiş ve modelde bilinmeyen kaynaklarla ilgili yorum yapabilmek için toprak, sediment ve yeraltı sularında ağır metal konsantrasyonları incelenmiştir. Numunelerin ön işlemleri standart metotlara göre yapıp ölçümlerin hassasiyeti ve güvenilirliğini doğrulamak için sertifikalı referans maddeler ile çalışılmıştır. Bunun yanı sıra ağır metallerle bağlantılı olan bazı su kalitesi parametreleri (debi, sıcaklık, pH, iletkenlik (EC), oksidasyon-redüksiyon potansiyeli (ORP), çözülmüş oksijen (ÇO), askıda katı madde (AKM), toplam organik karbon (TOK)) göl ve yan derelerde ölçülerek bu parametrelerin ağır metal konsantrasyonlarını nasıl etkiledikleri istatistiksel olarak belirlenmiştir. Alınan tüm numunelerde kalite parametreleri incelenmiştir.</p>
Anahtar Kelimeler:	Sapanca gölü, su, sediment, hava, toprak, ağır metaller, kütle denge modeli,
Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu Mu?:	Hayır