

T.C.

GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



AKŞEHİR GÖLÜ VE GÖLE BOŞALAN
YÜZEY SULARINDAKİ AĞIR METAL
KİRLİLİĞİNİN TESPİTİ

TEZ DANIŞMANI

Yrd. Doç. Dr. Salim ÖNCEL

Emre ANNIK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

98288

GEBZE

2000

GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHÜRÜ

Emre ANNIRAK 'ın tez çalışması, G.Y.T.E. Mühendislik
ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 10.10.2000 tarih ve
2002.1.25 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından
Gevre Nuh Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi
olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE
(Tez Danışmanı)

: Yrd. Doç. Dr. Salim ÖNCEL



ÜYE

: Prof. Dr. Mehmet KARPUZCU



ÜYE

: Doç. Dr. Atilla AKKOYUNLU



ONAY

G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
09.11.2000 tarih ve 2002.1.27. sayılı kararı.



ÖZET



Bu çalışmada Akşehir Gölü ve göle boşalan yüzey sularında ağır metal kirliliği üzerinde çalışılmıştır. Akşehir Gölü İç Anadolu Bölgesinin güney batı kısmında yer almaktadır.

Akşehir Gölü'nden ve göle boşalan derelerden numuneler alınmıştır. Alınan numuneler üzerinde G.Y.T.E. laboratuvarlarında ağır metal analizleri yapılmıştır. Yapılan analizlerde bakır, kadmiyum, kurşun, krom, nikel, demir, mangan konsantrasyonları incelenmiştir.

Göl içerisinde bakır konsantrasyonları diğer metallerden yüksek çıkmıştır. Bakır konsantrasyonu bakımından kirlilik söz konusudur. Kurşun konsantrasyonları bakımından da kirlilik oluşumu vardır. Gölde krom konsantrasyonuna rastlanmamıştır. Demir ve mangan konsantrasyonları düşük seviyededir. Göle boşalan derelerden alınan numunelerde yapılan analizler sonucu ağır metal konsantrasyonu yüksek çıkmamıştır.

Ağır metaller bozulmayan kirleticiler olduklarından zamanla kirlilik potansiyelini artırmaları söz konusudur. Gölün dışarıya bir akışı olmadığından dolayı zamanla kirlilik tehlikeli boyuta ulaşacaktır. Bu elementler toksik etkisi olan elementlerdir. Besin zinciri yoluyla biyolojik yükseltgenmeye uğrayarak daha yüksek konsantrasyonlara ulaşabilirler.

SUMMARY

In this study, the heavy metal contamination in Akşehir Lake and creeks waters discharged into this lake have been investigated. Akşehir Lake is located in the south-west part of Internal Anatolia region.

Samples have been taken from Akşehir Lake and the creeks waters flowing into this lake. On the samples taken, heavy metal analysis were made in the G.Y.T.E. Labs. In the analysis carried out, the copper, cadmium, lead, chrome, nickel, iron and manganese concentration have been examined.

In the lake, the copper concentrations have been found higher than other metals. There is a contamination of copper concentration. There is also a contamination of lead concentration. No chrome concentration has been found in the lake. Iron and manganese concentrations are at low levels. As a result of the analysis made on the samples taken from the creeks waters that are flowing into the lake, the heavy metal concentration has not been found higher.

Since the heavy metals are not biodegradable contaminants, they cause to increase the contamination potential in time. Due to being that the lake has no discharge creek outside, contamination will rise to very dangerous levels in time. Such elements are toxic-effective elements. They can rise to higher concentrations having exposed to the biological upgrading.

TEŞEKKÜR

Tez konusunu bana öneren ve bu çalışmayı yapabilmem için tüm imkanları sağlayan ve yardımları ile beni destekleyen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Salim ÖNCEL'e en derin saygı ve şükranlarımı sunarım.

Çevre Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Mehmet KARPUZCU'ya, Yrd. Doç. Dr. Mehmet KOBYA'ya, ve Çevre Mühendisliği Bölümü'ndeki tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Yoğun arazi çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Jeoloji Mühendisi Göksel MIHÇI' ya, manevi desteğini esirgemeyen arkadaşlarım Çevre Müh. Bülent Ceylan ve Çevre Müh. İrem Karataşlı'ya ve aileme içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ



	Sayfa
ÖZET.....	IV
SUMMARY.....	V
TEŞEKKÜR	VI
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
TABLolar DİZİNİ	XI
GRAFİKLER DİZİNİ	XII
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç ve Kapsam.....	1
1.2. Materyal ve Metot	3
1.2.1. Materyal	3
1.2.2. Örnekleme Noktaları	3
1.2.3. Metot	5
2. AKŞEHİR GÖLÜ HAKKINDA BİLGİLER	6
2.1. Genel Jeoloji	6
2.2. Akşehir Gölünün Coğrafi Durumu	6
2.3. İklim Özellikleri	10
2.4. Göl Morfometrisi	11
2.5. Taban Topografyası ve Derinlik	12
2.6. Gölün Su Kütlesi	13
2.6.1. Su Seviyesi Değişimleri	13
2.7. Göl Yüzölçümü ve Değişimi	13
2.8. Akşehir Gölü Kıyıları	15
2.9. Dalga ve Akıntılar	16
2.10. Akarsular.....	17
2.11. Akşehir Gölü Sularının Kimyasal Özellikleri.....	18
2.11.1. Akşehir Gölü'nün pH değeri.....	18
2.11.2. Akşehir Gölü'nün Oksijen Kapsamı.....	19
2.11.3. Akşehir Gölü'nün Genel Su Kalitesi.....	19

2.11.4. Akşehir Gölü'nün Kimyasal ve Organik Madde Kapsamı	20
3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	21
3.1. Numune Alımı	21
3.2. Numunelerin Hazırlanması	21
3.3. Ağır Metal Kirliliği	23
3.3.1. Ağır Metaller	23
3.3.2. Ağır Metal Kirlenmesi ve Sonuçları	23
3.3.3. Ağır Metallerin Canlı Metabolizmasına Etkileri	24
3.4. Analiz Sonuçları ve Değerlendirmesi	25
3.4.1. Su Kaynaklarının Kalite Kriterleri	25
3.4.2. Gölde Alınan Numuneler	26
3.4.2.1. Sorkun Numunesi.....	26
3.4.2.2. Değirmenköy Numunesi.....	32
3.4.2.3. Ortaköy Numunesi.....	36
3.4.2.4. Karabulut Numunesi.....	41
3.4.2.5. Akşehir Atıksu Arıtma Tesisi Numunesi.....	45
3.4.2.6. Eber Gölü Numunesi.....	50
3.4.3. Göle Boşalan Derelerden Alınan Numuneler	55
3.4.3.1. Adıyan Numunesi.....	55
3.4.3.2. Çay Deresi Numunesi.....	59
3.4.3.3. Deliçay Numunesi.....	64
3.4.3.4. Yağsıyan Numunesi.....	68
3.4.3.5. Dereçine Numunesi.....	73
3.4.4. Gölde Alınan Çamur Numuneleri	77
4. SONUÇLAR.....	79
5. ÖNERİLER.....	81
KAYNAKLAR.....	82
ÖZGEÇMİŞ.....	84

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ



A.A.S.	Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi
DSİ	Devlet Su İşleri
nm	nanometre
ppb	milyarda bir

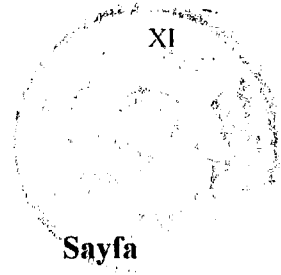


ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
1.1. İnceleme Alanı Yer Belirleme Haritası	2
1.2. İnceleme Bölgesi Morfoloji Haritası ve Numune Alım Noktaları	4
2.1. İnceleme Bölgesi Genel jeoloji Haritası	7
2.2. Akşehir Gölü Derinlik Haritası	12



TABLÖLAR DİZİNİ



Tablo

Sayfa

2.1.	Akşehir Gölünün Boyutları	11
2.2.	Yıllara Göre Akşehir Gölü Su Seviye Değişimleri	14
3.1.	Akşehir Gölünde Yıllara Göre pH Durumu	20
3.2.	Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri	26
3.3.	Sorkun Numunesi Analiz Değerleri	27
3.4.	Değirmenköy Numunesi Analiz Değerleri	31
3.5.	Ortaköy Numunesi Analiz Değerleri	36
3.6.	Karabulut Numunesi Analiz Değerleri	41
3.7.	Atıksu Arıtma Tesisi Numunesi Analiz Değerleri	45
3.8.	Eber Gölü Numunesi Analiz Değerleri	50
3.9.	Adıryan Numunesi Analiz Değerleri	55
3.10.	Çay Numunesi Analiz Değerleri	59
3.11.	Deliçay Numunesi Analiz Değerleri	64
3.12.	Yağsıyan Numunesi Analiz Değerleri	69
3.13.	Dereçine Numunesi Analiz Değerleri	73
3.14.	Çamur Numuneleri Analiz Değerleri	77

GRAFİKLER DİZİNİ



Grafik

Sayfa

3.1. Sorkun Numunesi pH Analiz Grafiği	28
3.2. Sorkun Numunesi Bakır Analiz Grafiği	28
3.3. Sorkun Numunesi Kadmiyum Analiz Grafiği	29
3.4. Sorkun Numunesi Kurşun Analiz Grafiği	29
3.5. Sorkun Numunesi Nikel Analiz Grafiği	30
3.6. Sorkun Numunesi Demir Analiz Grafiği	30
3.7. Sorkun Numunesi Mangan Analiz Grafiği	31
3.8. Değirmenköy Numunesi pH Analiz Grafiği	33
3.9. Değirmenköy Numunesi Bakır Analiz Grafiği	33
3.10. Değirmenköy Numunesi Kadmiyum Analiz Grafiği	34
3.11. Değirmenköy Numunesi Kurşun Analiz Grafiği	34
3.12. Değirmenköy Numunesi Nikel Analiz Grafiği	35
3.13. Değirmenköy Numunesi Demir Analiz Grafiği	35
3.14. Değirmenköy Numunesi Mangan Analiz Grafiği	36
3.15. Ortaköy Numunesi pH Analiz Grafiği	37
3.16. Ortaköy Numunesi Bakır Analiz Grafiği	38
3.17. Ortaköy Numunesi Kadmiyum Analiz Grafiği	38
3.18. Ortaköy Numunesi Kurşun Analiz Grafiği	39
3.19. Ortaköy Numunesi Nikel Analiz Grafiği	39
3.20. Ortaköy Numunesi Demir Analiz Grafiği	40
3.21. Ortaköy Numunesi Mangan Analiz Grafiği	40
3.22. Karabulut Numunesi pH Analiz Grafiği	42
3.23. Karabulut Numunesi Bakır Analiz Grafiği	42
3.24. Karabulut Numunesi Kadmiyum Analiz Grafiği	43
3.25. Karabulut Numunesi Kurşun Analiz Grafiği	43
3.26. Karabulut Numunesi Nikel Analiz Grafiği	44
3.27. Karabulut Numunesi Demir Analiz Grafiği	44
3.28. Karabulut Numunesi Mangan Analiz Grafiği	45
3.29. Arıtma Tesisi Çıkışı Numunesi pH Analiz Grafiği	46
3.30. Arıtma Tesisi Çıkışı Numunesi Bakır Analiz Grafiği	47
3.31. Arıtma Tesisi Çıkışı Numunesi Kadmiyum Analiz Grafiği	47
3.32. Arıtma Tesisi Çıkışı Numunesi Kurşun Analiz Grafiği	48
3.33. Arıtma Tesisi Çıkışı Numunesi Krom Analiz Grafiği	48
3.34. Arıtma Tesisi Çıkışı Numunesi Nikel Analiz Grafiği	49
3.35. Arıtma Tesisi Çıkışı Numunesi Demir Analiz Grafiği	49
3.36. Arıtma Tesisi Çıkışı Numunesi Mangan Analiz Grafiği	50
3.37. Eber Gölü Numunesi pH Analiz Grafiği	51
3.38. Eber Gölü Numunesi Bakır Analiz Grafiği	52
3.39. Eber Gölü Numunesi Kadmiyum Analiz Grafiği	52
3.40. Eber Gölü Numunesi Kurşun Analiz Grafiği	53
3.41. Eber Gölü Numunesi Nikel Analiz Grafiği	53
3.42. Eber Gölü Numunesi Demir Analiz Grafiği	54
3.43. Eber Gölü Numunesi Mangan Analiz Grafiği	54
3.44. Adıyan pH Numunesi Analiz	56
3.45. Adıyan Gölü Numunesi Bakır Analiz Grafiği	56
3.46. Adıyan Gölü Numunesi Kadmiyum Analiz Grafiği	57
3.47. Adıyan Gölü Numunesi Kurşun Analiz Grafiği	57



3.48. Adıryan Gölü Numunesi Nikel Analiz Grafiği	58
3.49. Adıryan Gölü Numunesi Demir Analiz Grafiği	58
3.50. Adıryan Gölü Numunesi Mangan Analiz Grafiği	59
3.51. Çay Numunesi pH Analiz Grafiği	60
3.52. Çay Numunesi Bakır Analiz Grafiği	61
3.53. Çay Numunesi Kadmiyum Analiz Grafiği	61
3.54. Çay Numunesi Kurşun Analiz Grafiği	62
3.55. Çay Numunesi Nikel Analiz Grafiği	62
3.56. Çay Numunesi Demir Analiz Grafiği	63
3.57. Çay Numunesi Mangan Analiz Grafiği	63
3.58. Deliçay Numunesi pH Analiz Grafiği	65
3.59. Deliçay Numunesi Bakır Analiz Grafiği	65
3.60. Deliçay Numunesi Kadmiyum Analiz Grafiği	66
3.61. Deliçay Numunesi Kurşun Analiz Grafiği	66
3.62. Deliçay Numunesi Nikel Analiz Grafiği	67
3.63. Deliçay Numunesi Demir Analiz Grafiği	67
3.64. Deliçay Numunesi Analiz Mangan Grafiği	68
3.65. Yağsıyan Numunesi pH Analiz Grafiği	70
3.66. Yağsıyan Numunesi Bakır Analiz Grafiği	70
3.67. Yağsıyan Numunesi Kadmiyum Analiz Grafiği	71
3.68. Yağsıyan Numunesi Kurşun Analiz Grafiği	71
3.69. Yağsıyan Numunesi Nikel Analiz Grafiği	72
3.70. Yağsıyan Numunesi Demir Analiz Grafiği	72
3.71. Yağsıyan Numunesi Mangan Analiz Grafiği	73
3.72. Dereçine Numunesi pH Analiz Grafiği	74
3.73. Dereçine Numunesi Bakır Analiz Grafiği	74
3.74. Dereçine Numunesi Kadmiyum Analiz Grafiği	75
3.75. Dereçine Numunesi Kurşun Analiz Grafiği	75
3.76. Dereçine Numunesi Nikel Analiz Grafiği	76
3.77. Dereçine Numunesi Demir Analiz Grafiği	76
3.78. Dereçine Numunesi Mangan Analiz Grafiği	77

1. GİRİŞ



1.1. Amaç ve Kapsam

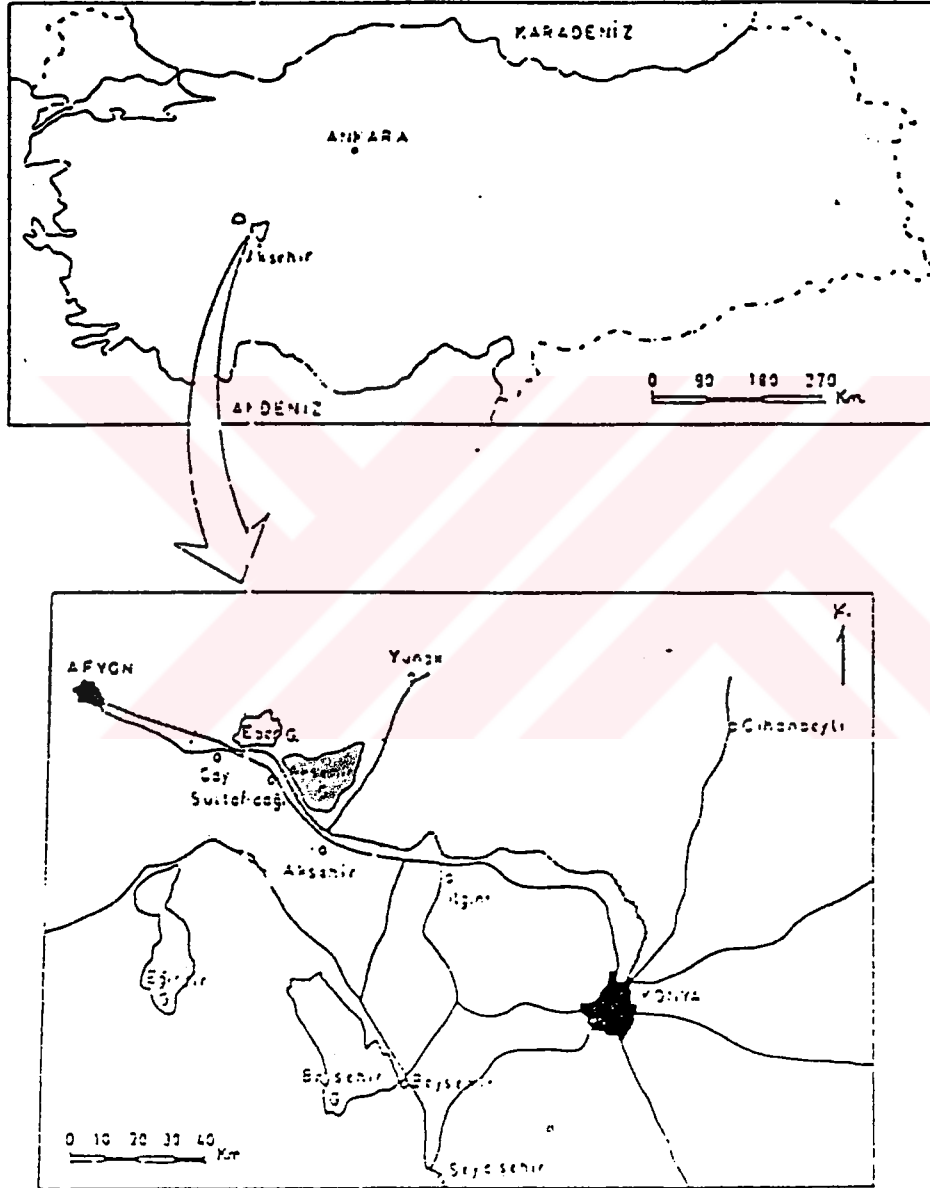
Bu çalışmanın amacı Akşehir Gölü ve göle boşalan yüzey sularındaki ağır metal kirliliğinin ortaya konulmasıdır.

Bu amaçla; Akşehir Gölü ve göle boşalan yüzey sularından numune alma noktaları belirlenmesi, bu noktalardan aylık numuneler alınması, ağır metal konsantrasyonlarının tespiti ve alıcı ortam standartlarıyla karşılaştırılarak yorumlanması hedeflenmiştir.

İnceleme alanı İç Anadolu Bölgesinin güney batı kesiminde yer almaktadır. Akşehir ilçesi, Konya İli'ne bağlı olup Konya-Afyon karayolu üzerindedir. Konya İli'ne 135 km, Afyon İli'ne 80 km mesafededir. Akşehir İlçesi'nin kuzeyinde Yunak ilçesi, batısında Sultandağı İlçesi, doğusunda Ilgın ilçesi ve güneyinde Sultan Dağları bulunmaktadır. İnceleme alanı yer belirleme haritası Şekil 1.1' de verilmiştir. Gölün denizden yüksekliği 958 metredir.

Türkiye gibi yarı kurak iklim kuşağında bulunan ülkeler için, göller, yalnızca doğal su depoları değil aynı zamanda coğrafyayı ve iklimi denetleyen elemanlardır. Akşehir gölü yörede mikroklima yaratarak yakın alanlardan daha nemli, dolayısıyla tarıma elverişli alanlar oluşturmaktadır. İhraç ürünü meyvelerin yetişmesinde önemli yararları vardır. Bölgede sanayi gelişmemiş olduğundan gölün yöreye ekonomik açıdan önemli katkısı bulunmaktadır. Göle yakın köylerde balıkçılık yapılmaktadır. Ayrıca gölden kesilen saz ve kamışlar kağıt fabrikalarına satılmaktadır.

Bölge halkı genelde sulu ve kuru tarım yapmaktadır. Yörede sebze ve meyvecilik gelişmiş olup tahıl ürünleri önemli bir geçim kaynağıdır. Ayrıca hayvancılık da yapılmaktadır.



Şekil 1.1. İnceleme Alanı Yer Bulduru Haritası



1.2. Materyal ve Metod

1.2.1. Materyal

Bu çalışmanın materyali Akşehir Gölü ve göle boşalan yüzey sularından toplanan örnekler ve gözlemlerdir.

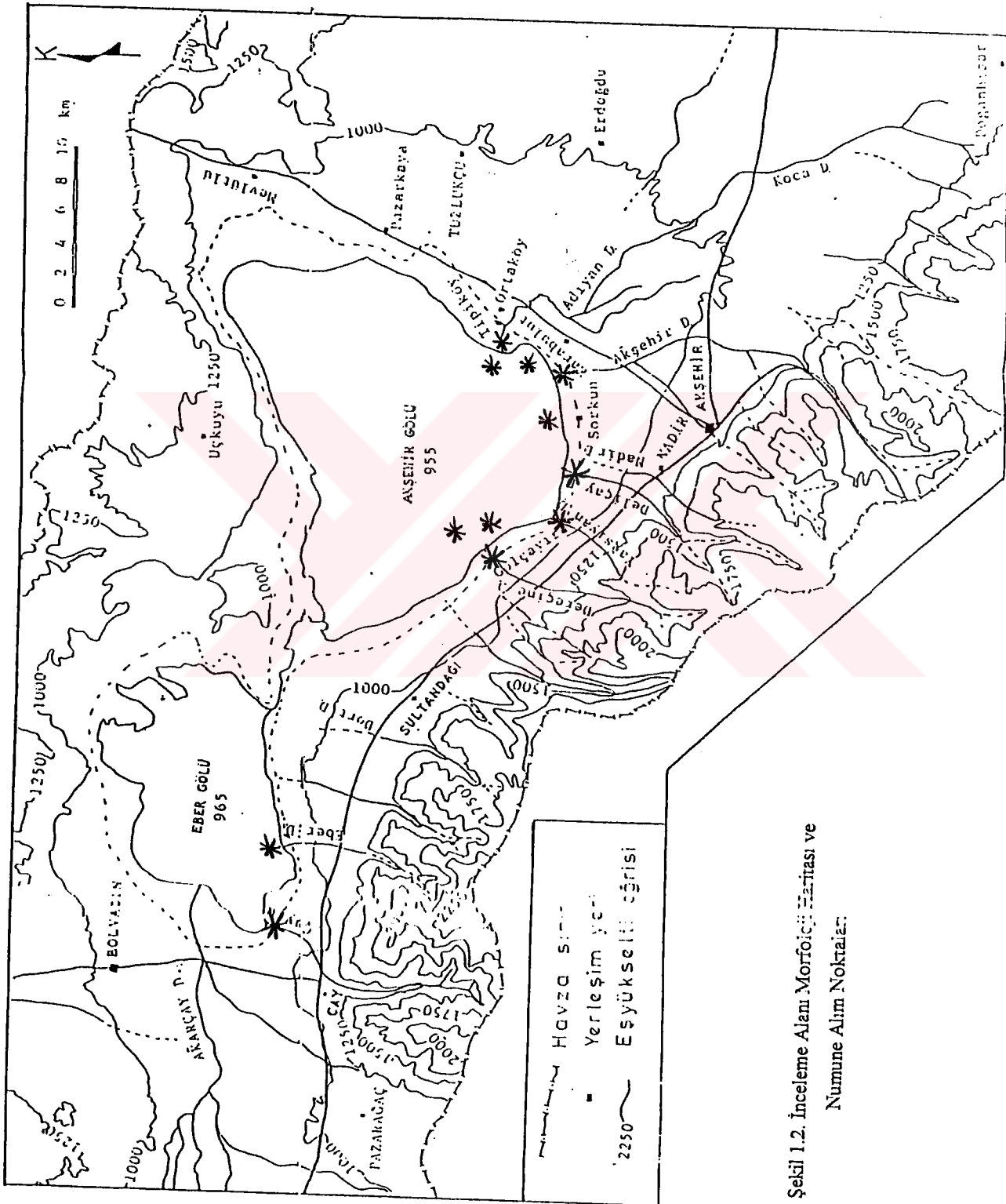
1.2.2. Örneklemeye Noktaları

Saha çalışmaları Akşehir gölünün jeolojik haritasının incelenmesi ile başlamıştır. Harita ile göle giriş yapan dereler ve numune alma noktaları tespit edilmiştir.

Örneklemeye noktaları Akşehir gölünde; Sorkun köyü, Değirmenköy köyü, Ortaköy köyü, Karabulut köyü, yüzey sularında; Adıyan deresi, Çay deresi, Deliçay deresi, Yağsıyan deresi, Dereçine deresi olarak tespit edilmiştir. Ayrıca göle boşalımları olan Akşehir Atıksu Arıtma Tesisi ve Eber Gölü'nden numuneler alınmıştır.

Numune alım yerlerinden Sorkun köyü gölün güneyinde yer almaktadır. Değirmenköy köyü Sorkun köyünün batısında, Karabulut köyü Sorkun köyünün doğusundadır. Ortaköy köyü ise Karabulut köyünün kuzeyindedir. Akşehir gölüne boşalan dereler ise Sorkun köyünün batısında Deliçay deresi ve Yağsıyan deresi, kuzeybatısında Dereçine deresi ve kuzeydoğusunda Adıyan deresidir.

Örneklemeye noktaları morfoloji haritası üzerinde Şekil 1.2.'de verilmiştir.



1.2.3. Metod



Tespit edilen noktalarda saha çalışmaları gözlem ve örnekleme şeklinde yapılmıştır.

Laboratuvar çalışmaları, 1 lt'lik şişelere alınan suların karanlık ortamda korunmasına ve 24 saat içinde analiz edilmesine özen gösterilerek yapılmıştır. Sulardan pH, Cu, Cd, Pb, Cr, Ni, Fe, Mn konsantrasyonları, Perkin Elmer Simaa 6000 Simultaneous Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi (A.A.S.) Grafit Fırın Tekniği ile ölçülmüştür. Çamur numunelerinde çamurlar etüvde 90 °C'de 24 saat kurutulmuştur. Daha sonra 50 g kuru çamur saf su ile 250 ml'ye tamamlanıp, çalkalayıcıda karıştırılarak vakumlu filtre ile süzölmüş ve A.A.S.' de metal konsantrasyonları ölçölmüştür.

2. AKŞEHİR GÖLÜ HAKKINDA BİLGİLER

2.1. Genel Jeoloji

İnceleme bölgesi ve tüm Akarçay havzası ile yakın çevresini içine alan birçok saha incelemeleri vardır. Bir bölümü hammadde aramalarına dönüktür ve bunlar genel jeoloji bilgilerinden çok, ilgili birimin ayrıntılı tanımını vermektedir (Özpar, 1954; Bering, 1967; Lebkuchner, 1969). En eski jeoloji çalışmalarından biri Oktun' a (1943) ait olup, Akarçay havzasının batı kesimlerini ele alır.

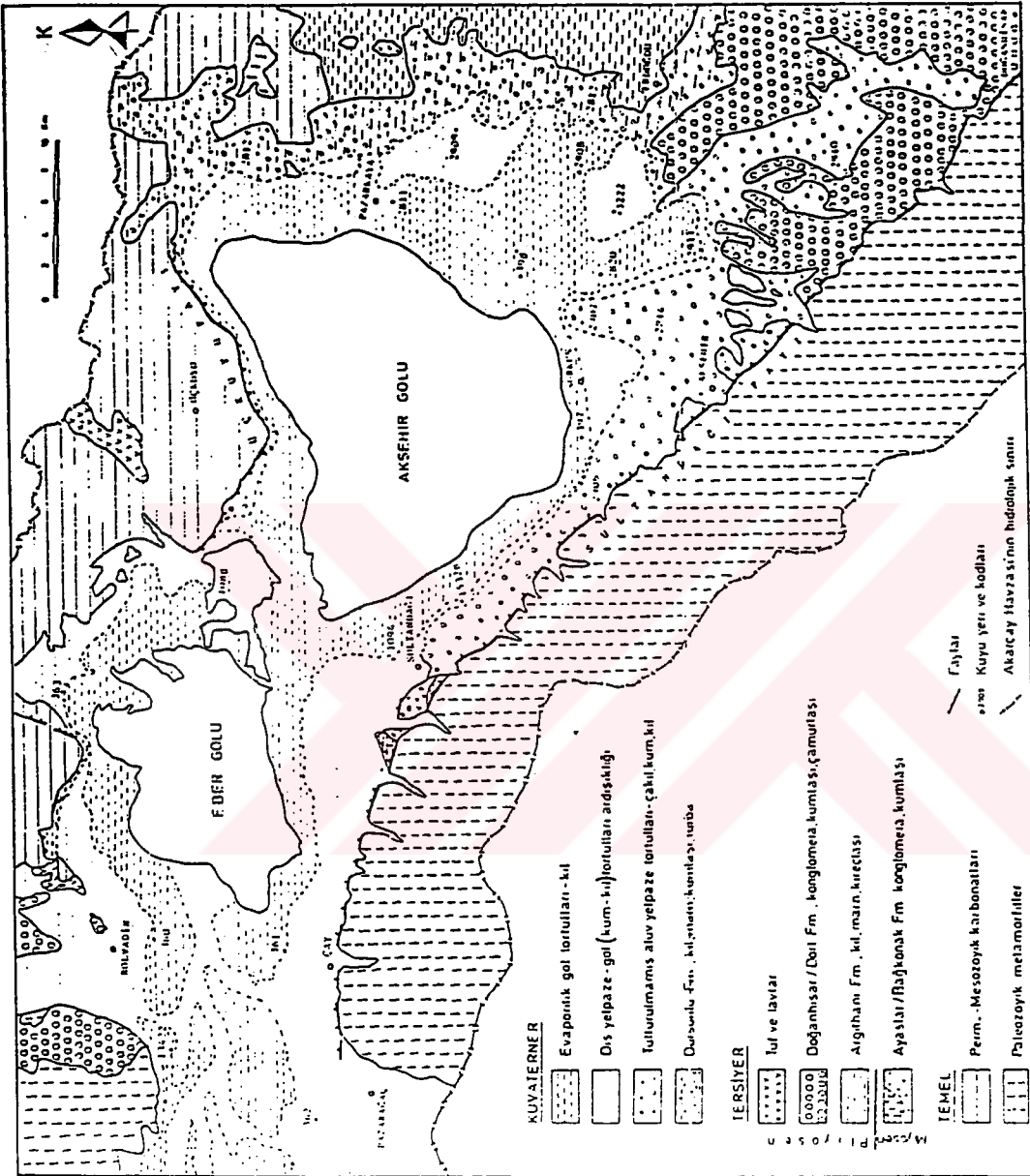
İnceleme alanı Kuvaterner yaşlı alüvyonal çökellerden meydana gelmiştir. Bu alüvyonal çökeller killi, kumlu ve çakıllı birimlerin değişik seviyelerde düzensiz olarak yığılmasıyla oluşmuştur. Bu birimler yatay ve düşey olarak kalınlık ve uzunluk yönünden süreksizlik göstermektedir. Tane boyutlarında da düzensizlik görülmektedir. Bu alüvyonal birimler çökeldikleri ortam şartlarının değişkenliği itibarıyla birbirine girik kama şeklinde bulunmaktadır.

Gölün basitleştirilmiş jeolojik haritası Şekil.2.1.' de verilmiştir.

2.2. Akşehir Gölünün Coğrafi Durumu

İnceleme yeri Akarçay havzasının güneydoğu ucunda Akşehir Gölü'dür. Burası göller bölgesinin en kuzey bölümüdür. Akşehir Gölü'nü ve Eber Gölü'nü içine alan Akarçay havzası, güneyde Sultandağları, kuzeyde Emirdağları ile sınırlı yaklaşık 7500 km² su alanı bulunduran uzunlamasına bir grabendir.

İçe dönük bir drenajı olan havzanın topografik olarak en düşük kotlu yeri Akşehir Gölü olup akışlar bu havzanın doğu ucuna doğrudur. Havzanın burada dış bağlantısı yoktur ve en düşük kotlu bu yörede geniş bir göl alanı (Akşehir Gölü) ortaya çıkmıştır.



Şekil 2.1. İnceleme Bölgesi Genel Jeoloji Haritası

Akarçay havzasındaki başlıca yerleşim yerleri Afyon, İscehisar, Çobanlar, Çay, Sultandağı, Akşehir ve Tuzlukçu'dur. Ayrıca 170 kadar köy bulunmaktadır. Konya-İzmir karayolu ile havzadan dışarıya yaygın bir ulaşım ağı vardır.

İnceleme bölgesi, dar ve uzun bir havza olan asıl Akarçay havzasının güneydoğu ucunda kalır. Akşehir Gölü bu havzanın en çukur yeri ve su toplama alanıdır.

Havzanın güneydeki drenaj sınırı Sultandağlarının dizi halindeki zirveleridir. Rakımları 1640 metre ile 2424 metre arasında değişen birçok tepe vardır. Sultandağları kuzeybatıya doğru giderek alçalır. Kuzeyde ise sıradağ düzeni yoktur. Rakımları 1105 metre ile 2173 metre arasında değişen birçok tepe vardır. Doğuda da belirgin zirve bulunmaz ve ortalama 1010-1025 metre yükseklikteki sırtlar havzayı sınırlar. Havzanın kuzeybatı kesimi ise basamaklı olarak yükselen ve Sincanlı'ya kadar devam eden ovalar halindedir. Büyük Sincanlı Ovası, Afyon Ovası, Çobanlar Ovası gibi.

Adıyan Çayı havzanın en güneydoğu ucundan kaynaklanır ve Koca dere ile Söğütlü derelerini toplayarak Tipiköy yakınında Akşehir gölüne ulaşır. Yukarı ve orta yatakta örgülü kanala sahip Adıyan Çayı, aşağı yatakta menderesli akar. Kanal kenarları sucul ağaçlarla güçlendirilmiş yer yer de derinleştirilmiştir. Göle ulaşan öbür akarsular mevsimseldir ve örgülü kanallarla havza merkezine ulaşır. Bu mevsimsel akarsular Şubat sonu, Mayıs arasında kar erimelerine, nadiren de sonbahar yağmurlarına bağlı olarak akarlar. Düşük debili olanlar göle ulaşmadan zemine sızarak kaybolur. Ancak büyük akarsular göle ulaşır ve deltalar teşkil ederler. Yatak yükü büyük ölçüde çakıllı olup, aynı zamanda bolca kum ve asılı yük taşırlar.

Çevreyi taşkınlardan korumak için kanallar değiştirilerek set yapılar düzenlenmiştir. Bu akarsuların tümüne yakını havzanın güneyinden kuzeye doğru ilerlemiş ve Sultandağları eteklerinde alüvyon yelpazeleri oluşturmuşlardır. Kuzeyden güneye doğru ilerleyen tek belirgin akarsu Bolvadin' den geçip Afyon Akarına (daha önce Alvar gölüne) ulaşan Değirmendere'dir.

Alüvyon yelpazeleri bölgenin önemli morfolojik elemanını teşkil ederler ve Sultandağları eteklerinde düzlükler oluşturmuşlardır. Sahada seçilebilen ve haritalanabilen alüvyon yelpaze sayısı 19'dur. Çay, Dörtköy, Deresinek, Değirmendere yelpazeleri en büyükleridir ve yan yana büyüklü küçüklü birbirlerine eklenmişlerdir. Eklenmiş yelpazelerin topografik bükülme noktaları yaklaşık 1060 metreden geçer ve adeta basamaklı arazi yapısı teşkil ederler. Buralar taşlık arazidir ve birçok yerleşim yeri ile işgal edilmiştir. Orta ve alt yelpazeler ise hızla havza tabanına inerler ve üzerleri çoğu kez tarım alanları olarak değerlendirilmektedir. Göl seviyelerinin son yıllarda düşüyor olması sebebiyle, yelpazeleri oluşturan akarsular yataklarını derinleştirmişler ve kendilerini gömmüşlerdir. Bu yüzden yelpazelerin uzun eksen boyunca deşildikleri gözlenir. Yelpazelerin temele yaslandıkları yerde, rakım ortalama 1150 metredir. Eski göl yataklarının başlangıcı, bir başka ifade ile dış yelpazenin uç kısımlarındaki ortalama rakım ise 1000 m olup halen alüvyon yelpazelerinin 150 metrelik bir tortul teşkil ettikleri görülmektedir. (Kazancı N., Nemec W. ve ark., 1994)

Bölgenin diğer belirgin morfolojik elemanları eski göl düzlükleri ile Eber ve Akşehir gölleridir. Göl düzlükleri Akşehir civarında 955 metre ile 1000 metre, Eber civarında ise 965 metre ile 1000 metre rakımları arasında bulunur. Eber ile Akşehir gölleri arasındaki 8 - 10 metrelik kot farkı muhtemelen tektonik kökenlidir . Eski Akşehir gölü düzlükleri doğu taraflara uzanır ve Subatan köyü civarında bugünkü göl tabanı ile aynı kotta oval bir çukurluk gözlenir. Burası eski göl içinde yerel bir çanaktır. Akşehir bölgesinde eski göl kıyı kordonlarının varlığından ileri gelen zayıf seçilen teraslı yapı vardır ve özellikle 975 metre, 980 metre ve 1000 metrelerde izlenmektedir. 980 metredekiler (Tuzlukçu, Pazarkaya arasında) yörenin en önemli kum ocaklarıdır (Atalay, 1973).

Göllerin kapladığı alan son yıllarda hızla değişmektedir. Bu nedenle topografik haritalardaki değerler bugünkü durumu yansıtmaz. Akşehir Gölü, 1993 yılı itibariyle kıyısındaki sazlık, bataklık alan ile birlikte 177 km²' dir. Gerçek su kaplı alan Akşehir gölünde 138 km²' dir.

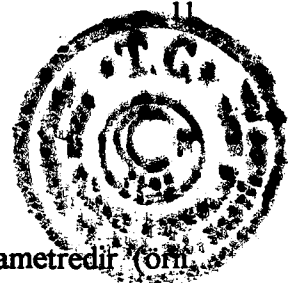


2.3. İklim Özellikleri

İnceleme bölgesinde genel olarak karasal iklim özellikleri görülür. Yağışlar kış ve ilkbaharda, buharlaşma ise yaz aylarında belirgindir. Başlıca Akşehir, Sultandağı, Çay, Bolvadin ve Afyon meteoroloji istasyonlarında gözlem yapılmakta olup, Sultandağı ve Akşehir' deki kayıtlar benzeşir. Afyon, Bolvadin ve Çay' da alınan değerler de kendi aralarında yakınlaşmaktadır.

Akarçay havzasının Akşehir yöresinde yağış nispeti kuzeybatı kesimlerden (Bolvadin) daha fazladır. Ancak, istasyondaki kayıtlar yıllık ya da onar yıllık dilimler halinde incelendiğinde; sıcaklık ortalamalarında az çok duraylılık olduğu halde, yağışların önemli değişme gösterdiği ve giderek azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Örneğin 1933-1971 yılları arası yıllık yağış ortalaması Akşehir' de 677,7 mm, Bolvadin' de 391,1 mm iken (D.S.İ., 1977), 1933-1992 arası ortalamaları Akşehir' de 628,7 mm, Bolvadin' de 379,7 mm'ye inmektedir (D.S.İ., 1993). Bu ortalama değerler karşılaştırma birimi olarak alınıp yıllarla mukayese edilirse bazı yıllar ortalamanın çok altında yağış düştüğü ve kurak geçtiği görülür. Başlıca 1929-1933, 1953-1956, 1970-1974 dönemleri kuraklıktır ve 1929-1933 arasında Akşehir gölünü tümüyle kurutmuştur. Bazı yıllar ise (1943-1947; 1959-1961) aşırı yağış nedeniyle göl transgresyon yapmıştır. Göllerin birbirleriyle bağlantılı ve ikisinin bir sistem teşkil edişi (Eber gölünden Akşehir gölüne boşalım vardır) özellikle Akşehir gölünün su varlığını pozitif yönde etkilemektedir. Yaz aylarında yüzeyden buharlaşma her zaman yağışın üzerindedir. Baskın rüzgar yönü kuzeybatı; ikinci derecede ise güneybatı olup, havzanın uzun eksenine uyumludur. Havza yeraltı suyu bakımından göreceli olarak şanslıdır. Sultandağları eteklerindeki yaşlı alüvyon yelpaze istifleri üst üste gelişen akiferler teşkil etmiştir (DSİ, 1977). Arama ve kullanım amaçlı pek çok su kuyusu açılmıştır ve yörenin su ihtiyacı bu kuyulardan sağlanmaktadır.

2.4. Göl Morfometrisi



Klasik limnolojide göllerin boyutları ve şekli önemli bir parametredir (örn. Welch, 1948; Hutchinson, 1957), çünkü göl çukurluğunun kökeni hakkında bilgi verebilir. Örneğin dar ve uzun göller genç tektonik açılımlarla oluşmuştur, dairesel olanlar ise eksenli çöküntü ya da volkanik faaliyetlerle ilgilidir (maar, kaldera gölleri, karstik göller gibi). Hutchinson (1957) göl morfometrisinin ovallik (ellipticity) ile irdelenebileceğini belirterek basit bir hesaplama yolu önermiştir.

$$E = L - W / L$$

Burada E; ovallik, L; göl uzunluğu, W; genişliktir.

Akşehir gölünün boyutları zaman içinde değişme göstermekle beraber şekilleri aynı kalmıştır. Gölün boyutları ile ilgili bilgi Tablo 2.1.' de verilmiştir.

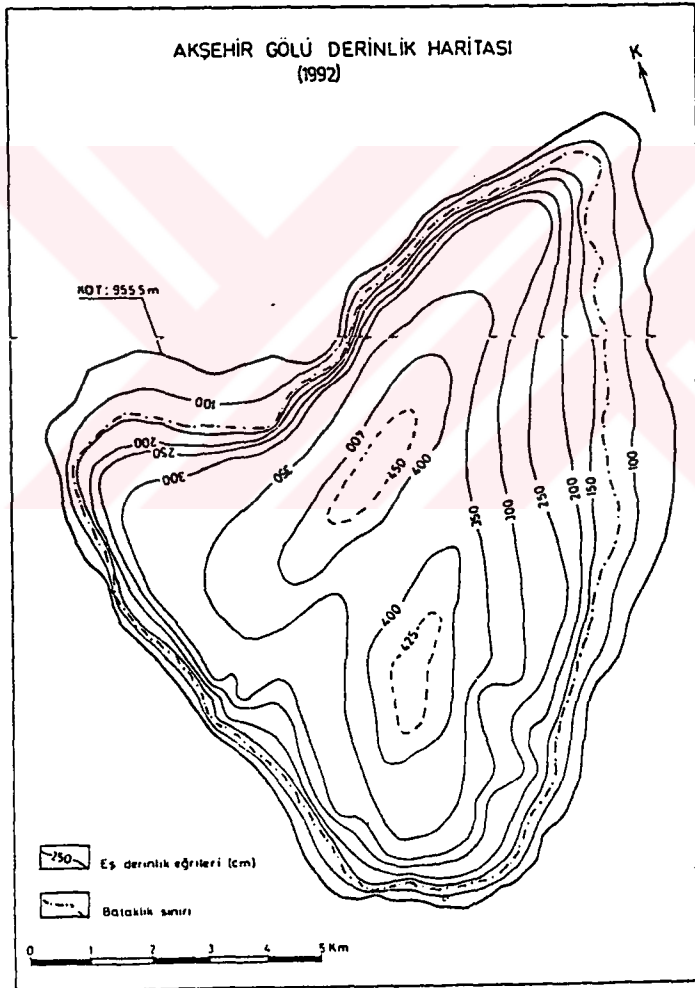
Tablo 2.1. Akşehir Gölünün Boyutları (DSİ 1994)

AKŞEHİR GÖLÜ	1936	1969	1984	1988	1993
Uzunluk (km)	18	31	22,5	26,5	20,5
En (km)	10	22	19	18	14,5
Sazlık Alan (km ²)	154	109	68	43	39
Açık Su Alanı (km ²)	107	244	183	207	138

Akşehir Gölü, Reeves (1968) sınıflamasına göre "yarı dairesel havzalar" grubuna girer. Akşehir gölünün bugünkü şekilleri üzerinde bulundukları havzanın kökenini (tektonik) yansıtmaz. Çünkü bunlar Kuvaterner bir gölün son kalıntılarıdır ve dolarak düzlenen taban üzerinde korunmuşlardır.

2.5. Taban Topoğrafyası ve Derinlik

Akşehir gölünün dip yapısı engebeli değildir. Şekil.2.2.'de Akşehir gölünün batimetri haritası verilmiştir. DSİ tarafından su hacmini hesaplamak için Akşehir gölünde yapılan (1992) ölçümler en derin yerlerin güney yarıda olduğunu göstermektedir ve 4,35 metre olarak ölçülmüştür. Akşehir gölü dibinde yaklaşık kuzeydoğu-güneybatı gidişli, göreceli bir sırt yükselti vardır. Derinliği itibariyle Akşehir gölü "çok sığ göller" grubuna girmektedir (Hutchinson 1957).



Şekil.2.2. Akşehir Gölü Batimetri Haritası

2.6. Gölün Su Kütlesi

2.6.1. Su Seviyesi Değişimleri

Akşehir gölünde 1961'den bu yana su seviye ölçümleri yapılmaktadır. Akşehir gölü için eşelli ölçüm yeri Karabulut köyünden batıya giden yol ucundaki kayıkhanenin önündedir ve DSİ kayıtlarında buradaki ölçümler esas alınmaktadır. Ayrıca, göle Sorkun köyü girişi, Gölçayır girişi ve Taşpınar köyü girişinde kontrol eşelleri vardır.

Göldeki su seviye değişimleri belirgindir ve yıllık yağış ortalamalarına paralellik gösterir. En büyük düşüşler genelde Eylül, Kasım ayları, yükselim ise Şubat, Nisan ayları arasında olur. Seviye değişmelerinin, yağışların yıllık ve aylık değişmeleriyle karşılaştırılmasında 3 aylık ve 1 yıllık kaymalar dikkati çekmiştir. Akşehir gölünde bu çok belirgindir ve kurak geçen yılın ertesi Ağustos ve Eylül aylarında maksimum düşüş vardır. Bunun muhtemel sebebi aşırı yeraltı suyu kullanılması dolayısıyla gölün akiferleri beslemesidir.

Su seviye değişimleri 1988'den bu yana hızlanmıştır. Akşehir gölü su seviye değişimleri Tablo 2.2.' de verilmiştir. DSİ'nin 1986 yılı kayıtlarında, Akşehir gölü için yukarıda yeri verilen istasyonda su seviyesi minimum 2,95 metre iken, 1993' de bu eşel mevcut su seviyesinin 0,90 metre üzerinde kalmıştır, yani 1986' dan bu yana su seviyesi en az 3,85 metre düşmüştür. Göldeki seviye değişimleri beklenilenin (örn. DSİ 1974; 1990; Altınayar, 1993) çok üzerine çıkmış bulunmaktadır.

2.7. Göl Yüzölçümü ve Değişimi

Gölleri kontrol eden faktörlerden ikisinin Yüzölçümü / Drenaj Alanı oranı ile Derinlik / Yüzölçümü oranı olduğu ve oranlar büyüdükçe göllerin nispeten uzun ömürlü olabileceği belirtilmektedir (Reeves, 1968; Sly, 1978). DSİ'nin gözlem kayıtlarında belirttiği drenaj alanı Akşehir gölü için 7340 km²' dir (DSİ, 1986).

Tablo 2.2. Yıllara Göre Akşehir Gölü Su Seviye Değişimleri (DSİ Akım Gözlem Yıllıkları, 1961-1991)

YILLAR	MİNİMUM	MAKSİMUM	YILLAR	MİNİMUM	MAKSİMUM
1962	954,99	955,68	1979	957,16	957,78
1963	954,99	956,82	1980	957,18	958,08
1964	956,45	956,96	1981	957,44	958,09
1965	956,37	956,92	1982	957,44	958,07
1966	956,67	957,57	1983	957,48	958,1
1967	956,92	957,79	1984	957,48	958,5
1968	957,24	958,42	1985	957,62	958,27
1969	957,95	959,66	1986	957,23	957,92
1970	959,16	959,79	1987	956,89	957,46
1971	959,23	959,66	1988	956,81	957,54
1972	958,81	959,35	1989	956,56	957,2
1973	958,2	958,81	1990	956,22	956,76
1974	957,35	958,11	1991	955,7	956,35
1975	956,94	957,45	ORTALAMA	957,1	957,86
1976	956,83	957,41	MİNİMUM	954,99	955,68
1977	956,82	957,61	MAKSİMUM	959,23	959,79
1978	956,96	957,8			

AKŞEHİR GÖLÜ : Yüzölçümü / Drenaj alanı = 1 / 41

Derinlik / Yüzölçümü = 1 / 40

Not: Göl alanında sazlık alanlar hariç tutulmuştur.

Bu oranlar oldukça düşüktür ve gölün yaşlılığını ifade ederler. Yalnız genelde kıta içi göllerde su seviyesi, alan değişimleri nispeten hızlı olmaktadır (Hutchinson, 1957). Bu konuda kolay uygulanabilir bir ölçü de Kerekes (1977) tarafından geliştirilmiştir. "Göl Kararlılık İndeksi" adı verilen ölçü, göl hacminin kıyı uzunluğuna oranlanmasıyla bulunmaktadır. Oran ≤ 1 ise göl çok yaşlı demektir. Tersine, oran büyümesi gölün duraylılığını, kararlılığını ifade eder.

2.8. Akşehir Gölü Kıyıları



Akşehir gölünde kıyı olarak, gölün etkileyebildiği fakat açık, serbest su örtüsünün bulunmadığı kesimler alınmıştır. Dış sınırı gölsel bitkilerin (saz, kamış) başladığı yer, iç sınırı ise makrofitlerin seyrekleştiği ve su derinliğinin 10 cm'yi geçtiği yerler kabul edilmiştir. İncelenen göllerde böyle bir tanımlama ve hatta kabul yapmak zorunludur. Çünkü yeraltı suyu girişi ve taban topografyasının düz oluşu, belirgin kıyı çizgisi, kıyı önü, göl platformu gibi fizyografik bölümlerin ayrılmasını engellemiştir. Bu durum göl tanımını da güçleştirmektedir. Öyleki değişen su seviyesi dolayısıyla topografik haritalarda göller olduklarından büyük görüldüğü gibi İl Özel İdareleri ile çevre sakinleri arasında da anlaşmazlık (tarla, bağ-bahçe açma, sahiplenme v.b. konular) yaratmaktadır. Pratik bir uygulama olarak çevre halkı göl yerine Kamışlık ve Ayna terimlerini kullanmaktadır. Ayna açık göl alanı, Kamışlık ise ayna kenarındaki bitkili alandır.

Akşehir gölünün kıyıları büyük ölçüde sazlık olup, adeta gölü halka şeklinde çevreler. Kuzeydoğu ve doğu kıyılarda sazlık genişliği çok daha fazladır. Kamış olarak adlanan bu yüksek boylu bitkiler (*Phragmites australis*) çok sık ve kökleri birleşerek yaygı oluşturduğundan gölün açık su kısmına ulaşımı engellenmekte ve ancak yöre halkının açtığı tünel kanallarla girilebilmektedir. Kıyıya kolay ulaşılabilen tek serbest giriş ise Gölçayır köyü, Yağsıyan Dere' nin teşkil ettiği deltada mümkündür. Nadir Çayı ve Deli Çayın teşkil ettiği deltalar nispeten küçüktür ve fakat delta düzlükleri sazla kaplanmıştır. Göl kıyısının içten uzunluğu 42 km, dıştan uzunluğu 58 km' dir. Sazlık alanların genişlediği kuzeydoğu uçta (Pazarkaya batısı, Üçkuyu köyü güneyi), sazlık bölge içinde, 0.2-1.5 km²'lik açık alanlar vardır ve bu kesimler her Temmuz' dan sonra mevsimlik su dışında kalır.

Doğudan gelen Adıyan çayı ince taneli malzeme taşır ve göl kıyısında mini bir delta oluşturur. Güneyden göle gelen tüm dere ve çaylar nispeten kaba malzeme taşırlar ve yine deltalar oluştururlar. Ancak 1980 sonrası bu akarsular taşkınlara karşı düzenlendiklerinden (set yapımı ve kanal derinleştirilmesi ile) daha fazla taneli malzeme taşır olmuşlardır. Eski delta düzlükleri de hızla tarım alanı haline

getirilmektedir. Sürekli tortul gelişi ve tarım faaliyetlerinin yoğunluğu sebebiyle (1957'ye kadar aktif 15 büyük çiftlik mevcut idi) güney kıyılarındaki (Akşehir, Sultandağı arası) sazlık alan şerit halinde kalmaktadır.

2.9. Akşehir Gölü'nde Dalga ve Akıntılar

Akşehir gölü geniş su kütlesi ile (en az 138 km²) rüzgara açıktır. Yöredeki hakim rüzgar yönü kuzeybatı ve güneybatı olup, kuzeybatı olanlar baskındır (Doğan, 1988). Genelde bu yön Akarçay havzasının uzanımına paraleldir ve iki taraftaki yüksek dağlar buna sebep olur. Ayrıca yerel konvektif hava akımlarına göl üzerinde çok sık alçak basınç merkezi yarattığından, yöre göreceli olarak daha çok yağış alır.

Mevcut rüzgarlar Akşehir gölünün dalgalı olmasını sağlar ve dalga boyunun yıl içinde zaman zaman 1 metreye ulaştığı olur. Ekseri 10 - 40 cm arasındadır.

Göllerde rüzgarların (dalgaların) yarattığı kıyı boyu akıntılar bazen gölün tek iç dinamiği olarak ortaya çıkabilir ve gölleri şekillendirebilir (Hutchinson, 1957; Sly, 1978; Hakanson ve Jansson, 1983). Michigan ve Ontario gölündeki akıntılar sistematik olarak incelenmiş ve dip topografyası, su tabakalaşması (tuzluluk ve sıcaklık yönünden) ve tortul cinsinin akıntılara tesirleri ortaya konulmuştur (Bennett, 1974; Blanton, 1974). Csanady (1978) önceki çalışmaları irdeleyerek göllerdeki su dolaşımının, her gölün kendi özelliğine göre değişiklik göstereceğini ve bunların modellenmesinde genel değil özel şartların kullanılabileceğini, en önemlisinin yoğunluk olduğu belirtmektedir. Hemen çoğu göllerde ortak özellik ise fırtınalardan sonra ortaya çıkan kıyı boyu akıntılarıdır. Ayrıca böyle sığ bir gölde akıntıların yaratılmasının kendine has şartları olması gerekir. Sazlar dalga ve akıntı ilerlemesini değiştirdiği gibi göl içi tortullara da filtre görevi yaparak ancak çok incelerin göle geçmesine izin vermiştir.

2.10. Akarsular

İnceleme alanında tortul taşıyan büyük akarsu yoktur. Havzadaki diğer tüm dereler, alüvyon yelpazelerini besleyen mevsimlik sulardır. Bu dereler su bulundurdıkları dönemlerde önemli miktar tortul taşırlar. Bu yüzden de yelpazeleri teşkil etmişlerdir. 1982'den bu yana menderesli akışla doğrudan Akşehir gölüne gelen Adıyan ve Engilli dereleri hariç, diğer tüm mevsimlik akarsuların yatakları Sultan dağlarındaki vadi ağzlarından başlayarak göl kıyısına kadar suni olarak düzenlenmiştir. Taşkınlardan koruma çalışmaları çerçevesinde yatak malzemesi, kenarlara yığılarak 1-5 metre yüksekliğinde setler oluşturulmuş ve böylece akış kanalları sınırlandırılmıştır. Bu sınırlandırılmış kanallar su dağılımını engellediği için derelerin debileri yükselmiş ve tortul taşıma güçleri artmıştır. Özellikle askı yüklerinin tümüne yakını göl ve/veya aşağı akarsu yatağına ulaşmaktadır. Güncel yataklarda silt-kil tortullarının az oluşu bunun işaretidir. Aynı sebeple, 1982'den beri akarsuların kontrol ettiği Akşehir gölündeki delta ilerlemeleri de hızlanmıştır. Özellikle Deliçay, Yağsıyan ve Nadir Çayı deltalarında bu durum oldukça açıktır.

Başlıca iki akarsu, Engilli Dere ve Adıyan Çayı'nın orta ve aşağı kanalları mendereslidir, Engilli Karabulut köyünden, Adıyan çayı Ortaköy köyünden geçerek Akşehir gölüne ulaşır. Engilli Dere'nin, Adıyan çayına göre nispeten daha fazla çakıllı ve yatak yükü çökeli bulundurduğu gözlenir. Yalnızca sellenme dönemlerinde çakıllı, olağan olarak kumlu yatak yükü taşırlar.

Sonuç olarak, Akarçay havzasındaki gerek menderesli, gerekse örgülü akarsu kanallarının önemli miktarlarda tortul yük taşıdıkları ve göllere boşalttıkları görülmektedir. Bölgedeki yoğun erozyon da bunu ortaya koymaktadır (Atalay, 1977). Bu akarsular, gölü su yönünden beslenmelerine rağmen, aynı önemde bir soruna, gölün dolarak sığlaşmasına da yol açmaktadır. Özellikle örgülü kanalların sınırlandırılması bu konuda etkili görülmektedir.

2.11. Akşehir Gölü Suyunun Kimyasal Özellikleri

2.11.1. Akşehir Gölü'nün pH Değeri

Akşehir gölü ve yüzey sularından alınan numunelerin pH değerleri, numune alımı sırasında ölçülmüştür. Dalgalı günlerde pH homojenleşir. Sazlık kesimde atık su girişi olan yerlerde pH düşer. Fakat hiçbir noktada pH 7'den aşağı bulunmamıştır. Su yüzeyinden derinlere doğru gidildikçe pH yükselmektedir. Ancak dalgalanma göl yüzeyinde pH homojenleşmesini sağlarken derinliğe doğru tabakalaşma korunmaktadır. Bu durum yüzeyde organik faaliyetlerin daha fazla olmasının ve atıksuların göle geç karışmasının sonucu olabilir.

Akşehir gölünün zaman içinde pH yüzünden aşırı değişmediği gözlenir. Tablo 3.1.'de muhtelif yıllara ait pH ölçümleri verilmiştir. Buradaki 1. istasyon Gölçayır deltası (Yağsıyan dere girişi) önü , 2. istasyon ise Tipiköy köyü yakınında, kıyıdan 10-15 metre açıktadır. Ölçümlerin derinliklerine ait bilgi verilmemiştir. 1984 yılı ortalaması Anonim (1984)' den , 1987 ve 1988 yılı değerleri Çetinkaya (1989)'dan , 1961-85 değerleri ise D.S.İ. kayıtlarından alınmıştır.

Tablo 2.3.Akşehir Gölünde Yıllara Göre pH Durumu

ÖLÇÜM TARİHİ	İSTASYON	pH	ÖLÇÜM TARİHİ	İSTASYON	pH
01.09.1961	1	8,6	19.12.1985	1	7,6
01.09.1961	2	8,6	19.12.1985	2	8,4
14.07.1964	1	8,5	30.09.1987	1	9,2
11.03.1965	1	8,5	01.10.1987	2	9
11.03.1965	2	7,1	28.05.1988	1	9,1
17.04.1981	1	8,4	29.05.1988	2	9
17.04.1981	2	8,1	02.07.1992	1	7,55
17.12.1984	1	8,1	03.07.1992	2	7,41
1984 Yıllık Ort.	-	7,95			

2.11.2. Akşehir Gölü'nün Oksijen Kapsamı

Göllere canlılık kazandıran elementlerden olan oksijen, göl suyunda ya çözülmüş olarak (serbest), ya da diğer elementlerle bileşik halinde (bağlı) bulunur. Temelde atmosferden göl suyuna karışır ve canlı faaliyetlerinde tüketildiği gibi (Biyolojik Oksijen İhtiyacı, BOİ), kimyasal maddelerin parçalanması ve oksitlenmesi için de harcanır (Kimyasal Oksijen İhtiyacı, KOİ). Göllerin oksijen oranı belirlenirken bu üç tür oksijenin (çözülmüş, BOİ, KOİ) ayrı ayrı belirlenmesi gerekir (Wetzel, 1983). Ölçümü en kolay yapılabilen suda çözülmüş olarak bulunandır ve genel limnolojik incelemelerde sahada doğrudan aletlerle belirlenir.

Çözülmüş oksijen serbest havadan göl suyuna girer; suda ise hayvansal canlılar oksijeni tüketir, bazı bitkisel canlılar da üretirler. Yaz sonu ve sonbahar aylarında gölde artan hayvansal faaliyetler nedeniyle oksijen varlığı az, tersine kış aylarında nispeten yüksek olur. Akşehir gölünde de bu genel durumun yıl içinde aynen korunduğu izlenmektedir (Anonim, 1984; Çetinkaya, 1989).

Mevcut ve önceki yıllara ait değerler (örn. Erdem, 1978; Karabatak, 1982; Anonim, 1984; Merter ve ark., 1986; Çetinkaya, 1989) karşılaştırıldığında, incelenen göllerdeki çözülmüş oksijen miktarının dereceli bir artış gösterdiği izlenir. Artış hem aylık, hem de yıllık ortalamalar için söz konusudur. Bu durum göllerde mikroskobik ve özellikle bitkisel canlı faaliyetlerinin giderek artışı ifade eder. Bir başka değişle trofik olayların hızlanışının sebebi ve göstergesidir (Crook ve ark., 1986).

2.11.3. Akşehir Gölü'nün Genel Su Kalitesi

İyonların göl alanındaki dağılımı mevsime ve su dolaşımına göre değişmektedir. Akşehir gölüne yüzeyden su girişi olan yerlerde, özellikle güney ve güneydoğu kıyılarında metal iyonlarla NH_4 oranı daha yüksektir. Örneğin Adıyan çayı, Akşehir deresi ve Nadir çayı girişindeki değerler oldukça belirgindir. Ayrıca Deliçay, Nadir II ve Yağsıyan dere ağızlarında NH_4 ve PO_4 nispeten fazladır, zira dereler yerleşim yerlerinden geçerken aldıkları atıkları ve kirleticileri göle boşaltırlar.

Akarsuların kuru dönemlerinde göl içindeki iyon dağılımı az çok homojenlik gösterir. Buna karşılık doğrudan akarsulardaki aynı iyonların oldukça yüksek değerleri, atık kökenli olduklarını güçlendirir. (Kazancı N., Nemel W. , 1994).

2.11.4. Akşehir Gölü'nün Kimyasal ve Organik Madde Kapsamı

Akşehir gölü kıyılarında ışık alması ve ısınması sonucu bitkiler hızlı şekilde çoğalmaktadır (Küçüköyük ve Çetik ,1984). Bu arada gölün kış aylarında donuyor olması canlı ölümlerini ve organik tortul oluşumunu arttırır. Ayrıca atık halinde organik madde de gelmektedir. Gerçi göllere gelen bu atık organik ve kimyasal maddeler göldeki canlı yaşamını sınırlamaktadır.

Akşehir gölüne Akşehir ilçesinin katı ve sıvı atıkları boşalmaktadır. Akşehir ilçesinin atıkları, birbirine bağlı, üzerleri açık 4 havuzda durultulduktan sonra göle verilir. Havuzlar katı atık tutmak amacıyla inşa edilmiş olup 1988'den bu yana başarıyla çalışmaktadırlar. Halen göle katı kısmı büyük ölçüde tutulmuş atık su verilir. Bu atık şüphesiz temizlenmiş değildir.

Akşehir gölünde kirlenme yaratan bu durum dip çamurlarında da görülmektedir. Akşehir gölünün doğu kıyılarında, bilhassa Sorkun ile Ortaköy arasındaki kesimde taban, 1988 öncesi taşınan 1-3 cm kalınlıkta kanalizasyon atıklarıyla örtülüdür. Bu kesim hem dalga sönüm yerleri hem de kamışların koruması altında bulunduğu için atık örtüsü oldukça durağanlaşmıştır.

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1. Numune Alımı

Saha çalışmaları Akşehir Gölü'nün jeolojik haritasının incelenmesiyle başlamıştır. Harita ile göle giriş yapan dereler ve gölden numune alma noktaları belirlenmiştir.

Numuneler 1 litrelik cam şişelere alınmış ve karanlık ortamda korunarak 24 saat içinde analiz yapılmasına özen gösterilmiştir. Numune alınan noktalar Akşehir gölü ve göle boşalan yüzey sularından oluşmaktadır. Gölden numuneler, Sorkun, Değirmenköy, Ortaköy, Karabulut köylerinden ve Eber Gölü'nden yüzeyden 30-40 cm derinlikten alınmıştır. Ayrıca Akşehir Atıksu Arıtma Tesisi çıkış suyundan numune alınmıştır. Göle boşalan yüzey sularından Adıyan, Çay, Deliçay, Yağsıyan ve Dereçine derelerinden yüzeyden 30-40 cm derinlikten numune alınmıştır. Değirmenköy ve Sorkun köylerinden ise göl dip çamur numuneleri alınmıştır. Numune alınan noktalar Şekil 1.2.'de işaretlenmiştir.

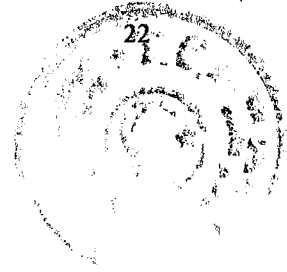
3.2. Numunelerin Hazırlanması

Tespiti yapılacak metaller için ayrı ayrı standart çözeltiler hazırlanmıştır. Her bir metal ölçümü için gerekli dalga boyları ve atomizasyon sıcaklıkları A.A.S.' de ayarlanmıştır. Numuneler ve bakılan metalin standart çözeltisi, A.A.S.' ne yerleştirilerek sonuçlar alınmıştır.

Krom ve nikel ölçümleri için analizler aynı anda yapılmıştır. Bunun nedeni atomizasyon sıcaklıklarının 2300 °C olmasıdır. Aşağıda ölçüm için gerekli ayarlar verilmiştir.

Krom için ölçüm dalga boyu:

357,9 nm



Krom için standart çözelti:	100 ppb
Nikel için ölçüm dalga boyu:	232 nm
Nikel için standart çözelti:	250 ppb

Kurşun ve Kadmiyum ölçümleri için analizler aynı anda yapılmıştır. Bunun nedeni atomizasyon sıcaklıklarının birbirine yakın olmasıdır. Aşağıda ölçüm için gerekli ayarlar verilmiştir.

Kurşun için ölçüm dalga boyu:	283.3 nm
Kurşun için atomizasyon sıcaklığı:	1500 °C
Kurşun için standart çözelti:	50 ppb

Kadmiyum için ölçüm dalga boyu:	228.8 nm
Kadmiyum için atomizasyon sıcaklığı:	1400 °C
Kadmiyum için standart çözelti:	400 ppb

Bakır için ölçüm değerleri aşağıda verilmiştir.

Bakır için ölçüm dalga boyu:	324.8 nm
Bakır için atomizasyon sıcaklığı:	1900 °C
Bakır için standart çözelti:	1000 ppb

Testler sırasında ağır metallerin yanında Mangan değerleri de ölçülmüş olup ölçüm değerleri de aşağıda verilmiştir.

Mangan için ölçüm dalga boyu:	279.5 nm
Mangan için atomizasyon sıcaklığı:	1900 °C
Mangan için standart çözelti:	200 ppb



3.3. Ağır Metal Kirliliği

3.3.1. Ağır Metaller

Doğal ve yapay yollarla ortama atılan ağır metaller kolayca birikip çevrede çok kompleks yapılar oluşturmaları nedeniyle tehlikeli kirleticiler olarak tanımlanmaktadır. Ağır metaller biyolojik olarak parçalanamamaktadır (Ketchum, 1986). Metal bileşikleri bulundukları ortamda başka metal bileşiklerine dönüşebilmektedirler. Bu dönüşme esnasında bazen bir metalin toksik ve suda çözünen bileşiğide çıkabilmektedir. Bazı metaller yaşamsal açıdan düşük konsantrasyonlarda gerekli olmasına rağmen, eşik değerler aşıldığı zaman zehirli etkileri görülmektedir. Bütün bunlara ek olarak metal kirliliği konveksiyon, rüzgar ve sular aracılığıyla bir yerden bir başka yere taşınabilmektedir (Gündüz, 1994). Genellikle eser miktarda bulunmaları nedeniyle ölçümlerinde hata payı büyük olan bu kirleticilerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik doğal mekanizmalardaki yolunun ayrıntıları ile bilinmemesi gibi nedenlerle doğada dolanım hızları da güçlükle saptanabilmektedir. Bu nedenle kirlenmeye maruz kalmış çevreyi yeniden yaşanılabilir hale getirmek ekonomik ve teknik açıdan zor hale gelmektedir. Bunu önlemek için kirlilik potansiyeli olan kaynakların zamanında belirlenmesi ve önleyici tedbirlerin alınması gün geçtikçe önem kazanmaktadır.

3.3.2. Ağır Metal Kirlenmesi ve Sonuçları

Doğal dolanım mekanizmalarına katılan metaller, insan faaliyetleri sonucu ya da doğal kaynaklardan çevreye bulaşırlar (Şengül ve Müezzinoğlu, 1993).

Denizlerde yapılan araştırmalar Se, Fe, Mn, Co gibi elementlerin doğal olarak yer kabuğundan sulara karıştığını Mg, K ve Co elementlerinin deniz suyunun doğal bileşikleri olup hava ortamına deniz kıyılarında dalgaların havayla teması sonucu geçtiğini buna karşılık Zn, Cu, Cd, Hg, Sb, As, Ar, Pb, Cr ve Se gibi kronik ve akut zehirliliği yüksek elementlerin atmosfere insan faaliyetleri sonucunda karıştıktan sonra denize ve yer kabuğuna bulaştığını ortaya koymaktadır (Şengül ve Müezzinoğlu, 1993).

Kuşkusuz bu metallerin bir kısmı akarsular, drenaj yolları, atıksu deşarjı başta olmak üzere tarımsal alanlardan denizlere karışabilmektedir. Zn, Cu, Pb, Cd, Cr gibi belli başlı zehirli metal katyonları karadaki kirletici kaynaklardan deşarjlar ve atmosferik faaliyetler sonucunda deniz suyuna karışabilmektedirler (Şengül ve Müezzinoğlu, 1993).

Yeryüzüne inen toksik metal bileşikleri nehir, yağmur ve kar sularıyla yeryüzü sularına (deniz, göl, gölet, baraj gibi) ulaştığı gibi yağmur ve kar sularıyla topraktan sızma şeklinde eser oranda da olsa yeraltı sularına da karışabilir. Bu nedenle bazen yeraltı suları da bu kaynaklardan temin edildiğinden çeşitli toksik maddeler taşıyabilmektedir (Gündüz, 1994).

3.3.3. Ağır Metallerin Canlı Metabolizmasına Etkileri

Ağır metallerin canlı metabolizması üzerine önemli etkileri vardır.

Kadmiyum; hipertansiyon, kalp ve damar hastalıkları eklem yerlerinde ağrılara kansere neden olabilir. Kadmiyum tozlarının solunumu sonucu insanlarda sistematik etki ve dişlerinde renk değişikliği görülmüştür. 0,01-10 mg/l arası ölüme sebebiyet verebilir. Havada maksimum derecede 0,1 mg/m³ konsantasyona kadar müsaade edilebilir.

Krom; sıcaklığa, pH'ya, değerliğine, kalsiyum-magnezyum konsantrasyonuna bağlı olarak toksik etkisi değişmektedir. Özellikle +6 değerlikli krom insan sağlığı için daha tehlikelidir. Solunması ya da daha değişik yollarla vücuda girmesi ciğerlerde hassasiyete ve deride yara ve tahrişe yol açar. Yüksek dozlarda bağırsakları tahrip edip böbrek bozuklarına neden olduğu, uzun süre maruz kalan insanlarda akciğer kanseri görüldüğü bilinmektedir.

Kurşun; yüksek dozlarda birikebilen metabolik bir zehir olarak bilinmektedir. Alınan kurşunun bir kısmı kemikte birikir, bir kısms ise kan ve idrar yolu ile bünyeden atılır. Ancak ateşli hastalık, kortizon tedavisi, yaşlılık gibi bazı durumlarda kemiklerde toplanan kurşun ani olarak kana verilebilir ve toksik etki yapabilir. Akut

zehirlenmenin bazı belirtileri; yorgunluk, bitkinlik, hafif karın ağrıları sinirlilik kansızlık ve özellikle çocuklarda davranış değişiklikleridir.

Demir; çoğu demir bileşiğinin toksik etkisi vardır. Demir Korbolinin bunlardan en önemlisidir. Yüksek dozlarda Demir Sülfat özellikle çocuklar için çok zararlıdır. Ayrıca su kaynaklarında ve atıksularda oksijen konsantrasyonunu azaltma gibi de bir etkisi vardır.

Çinko; toksik etkisi genellikle pH'la azalır. Ancak ortamda kalsiyum-magnezyum konsantrasyonunun yükselmesi ve pH'nın da artmasıyla toksik etkisi artar. İnsanlarda zehirlenmelere yol açtığı bilinmektedir. Bu metalin vücuttan atılması hızlıdır.

Nikel; deri iltihaplanmalarını ve kaşınmalara neden olmaktadır. Manganeze suda demir gibi etki gösterir.

3.4. Analiz Sonuçları ve Değerlendirmesi

3.4.1. Su Kaynaklarının Kalite Kriterleri

Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri Tablo 3.2 de verilmiştir. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine 7. Maddesine göre Akarsu, göl ve baraj rezervuarlarında biriktirilen kıta içi yüzeysel suların kalitelerine göre yapılan sınıflandırma ise aşağıda verilmiştir.

Sınıf I	:	Yüksek kaliteli su
Sınıf II	:	Az kirlenmiş su
Sınıf III	:	Kirli su
Sınıf IV	:	Çok kirlenmiş su

Tablo 3.2.' de sınıflandırma için geçerli su kalite parametreleri ve bunlara ait sınır değerler Sınıf I, II, III ve IV için ayrı ayrı verilmiştir.

**Tablo 3.2. Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri
(Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği)**

SUKALİTE PARAMETRELERİ	I	II	III	IV
PH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında
BAKIR($\mu\text{gCu/l}$)	20	50	200	>200
KADMİYUM($\mu\text{gCd/l}$)	3	5	10	>10
KROM($\mu\text{gCr/l}$)	20	50	200	>200
KURŞUN($\mu\text{gPb/l}$)	10	20	50	>50
DEMİR($\mu\text{gFe/l}$)	300	1000	5000	>5000
MANGAN($\mu\text{gMn/l}$)	100	500	3000	>3000
NİKEL($\mu\text{gNi/l}$)	20	50	200	>200

3.4.2. Gölden Alınan Numuneler

Gölden alınan su numunelerinin analiz sonuçları, numune alınan her bir nokta için ayrı ayrı tablolara işlenmiş ve her bir parametre için grafikler oluşturulmuştur.

3.4.2.1. Sorkun Numunesi

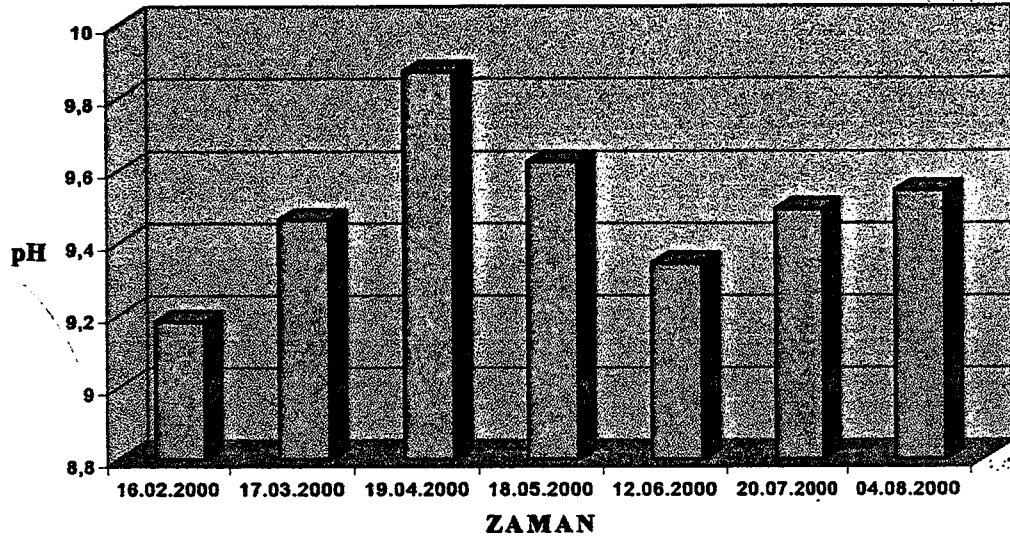
Sorkun köyünden alınan su numunelerine ait analiz değerleri Tablo 3.3.'de verilmiştir. Parametrelere ait grafikler Grafik 3.1 - 3.7' de verilmiştir.

Tablo 3.3. Sorkun Numunesi Analiz Değerleri

TARİH	PH	Cu	Cd	Pb	Ni	Fe	Mn
16.02.2000	9,18	46,473	1,6057	10,213	5,02	1,2995	1,78
17.03.2000	9,46	154,28	3,7767	28,261	7,8584	2,5931	3,05
19.04.2000	9,87	145,369	3,268	26,265	7,996	3,265	2,065
18.05.2000	9,62	93,345	4,2804	29,245	3,6732	4,7168	1,7341
12.06.2000	9,34	78,916	2,9007	20,064	5,6162	1,3917	2,9986
20.07.2000	9,49	219,07	3,4605	30,622	4,451	40,25	2,7186
04.08.2000	9,54	294	5,526	52,055	7,784	68,363	5,0083

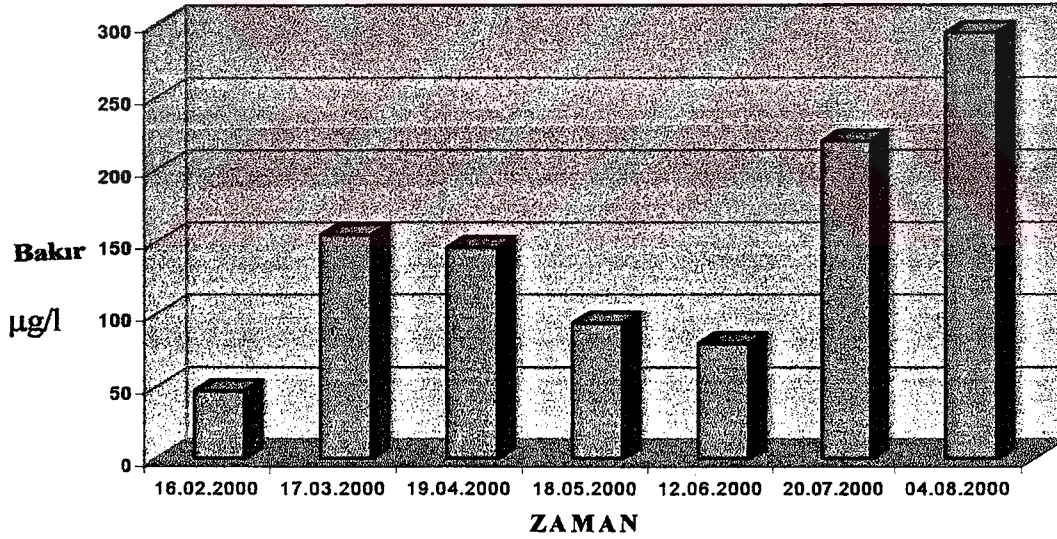
Not: pH hariç diğer parametrelerin birimleri $\mu\text{g/l}$ 'dir.

Sorkun köyünde gölden alınan numunelerde pH, Cu, Cd, Pb, Cr, Ni, Fe ve Mn analizleri yapılmıştır. Ayrıca numune alımı sırasında pH ölçümü yapılmış ve 9'dan aşağı değer bulunmamıştır. Bakır konsantrasyonu 46,473-294 $\mu\text{g/l}$, kadmiyum konsantrasyonu 1,6057-4,2804 $\mu\text{g/l}$, kurşun konsantrasyonu 10,213-52,055 $\mu\text{g/l}$, Nikel konsantrasyonu 3,6732-7,996 $\mu\text{g/l}$, demir konsantrasyonu 1,2995-68,363 $\mu\text{g/l}$, mangan konsantrasyonu 1,7341-5,0083 $\mu\text{g/l}$ arasındadır. Numunelerde krom bulunamamıştır.



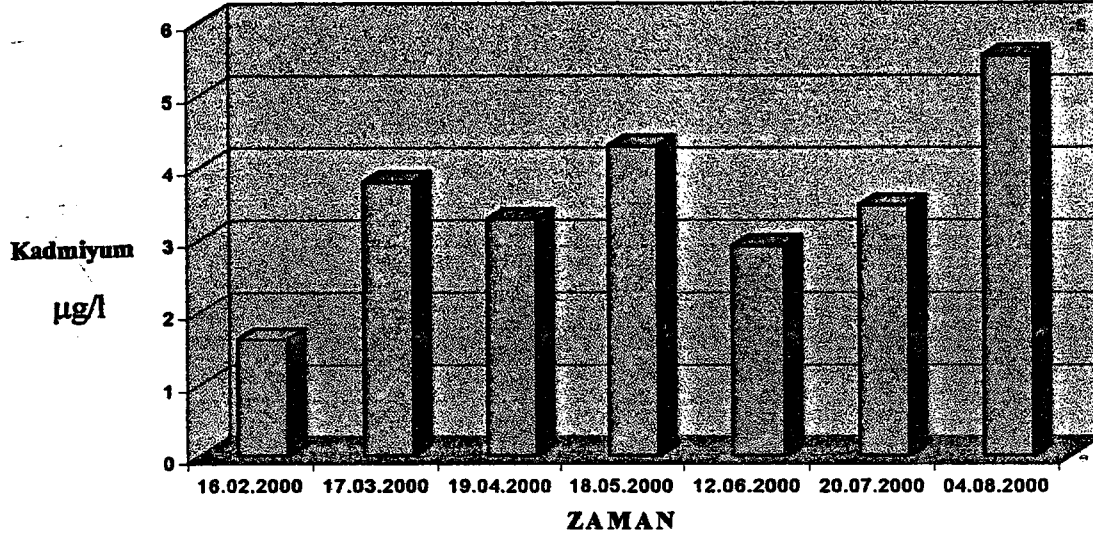
Grafik 3.1. Sorkun pH Analiz Grafiği

Yapılan ölçüm sonuçlarında pH değeri 9'dan aşağı bulunmamıştır. Bununla beraber Nisan ve Mayıs aylarında pH değeri yüksek çıkmıştır.



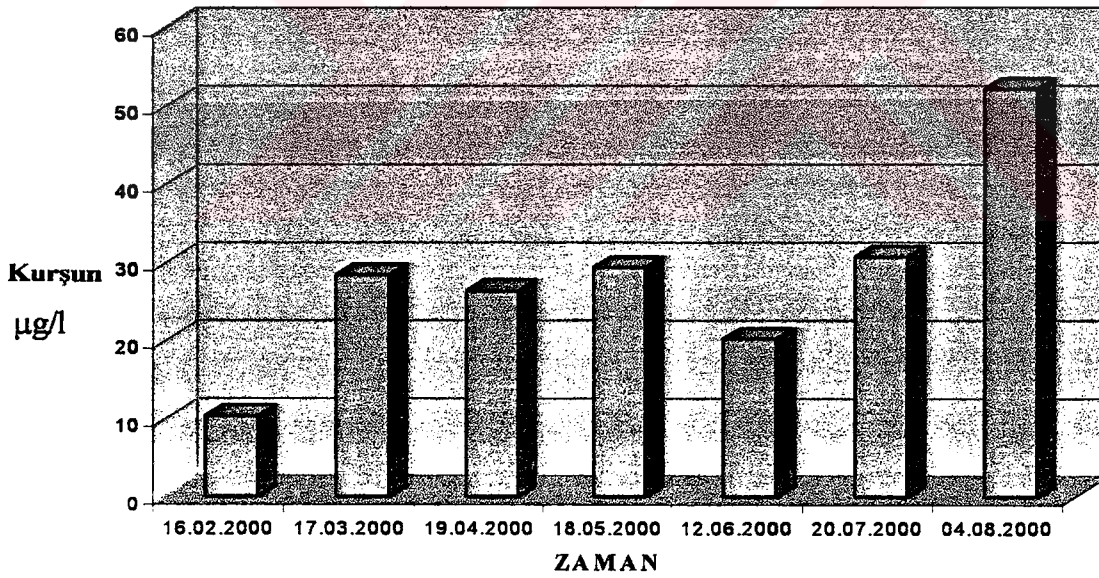
Grafik 3.2. Sorkun Bakır Analiz Grafiği

Yapılan analiz sonuçlarında Bakır konsantrasyonlarında belirli bir düzen yoktur. Fakat yaz aylarında gölde buharlaşmanın yüksek olması nedeniyle konsantrasyonlar yüksek çıkmıştır.



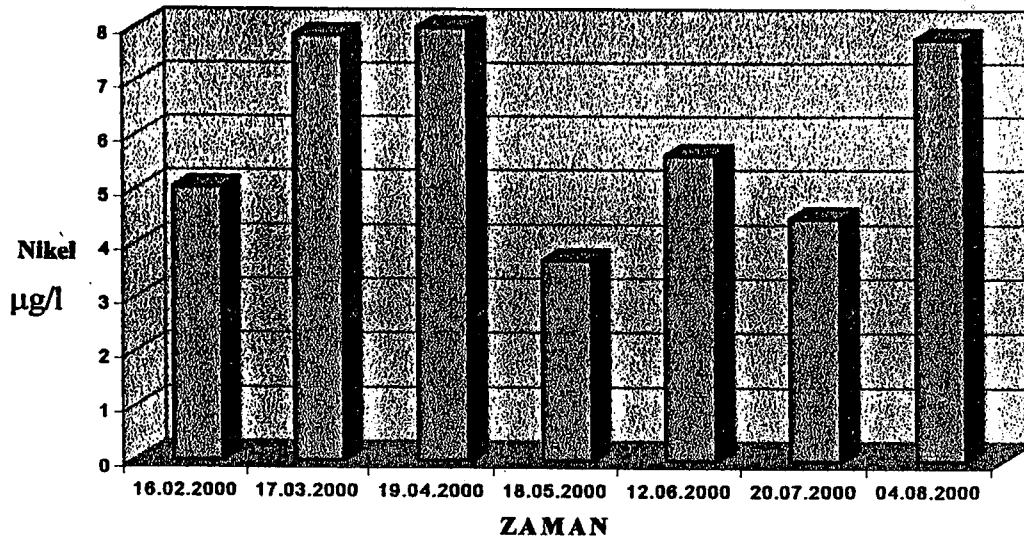
Grafik 3.3. Sorkun Kadmiyum Analiz Grafiği

Kadmiyum analiz sonuçlarını sayısal olarak düşündüğümüzde konsantrasyonlar, aynı ondalık dilimler içerisinde ve birbirine yakın seviyede çıkmıştır.



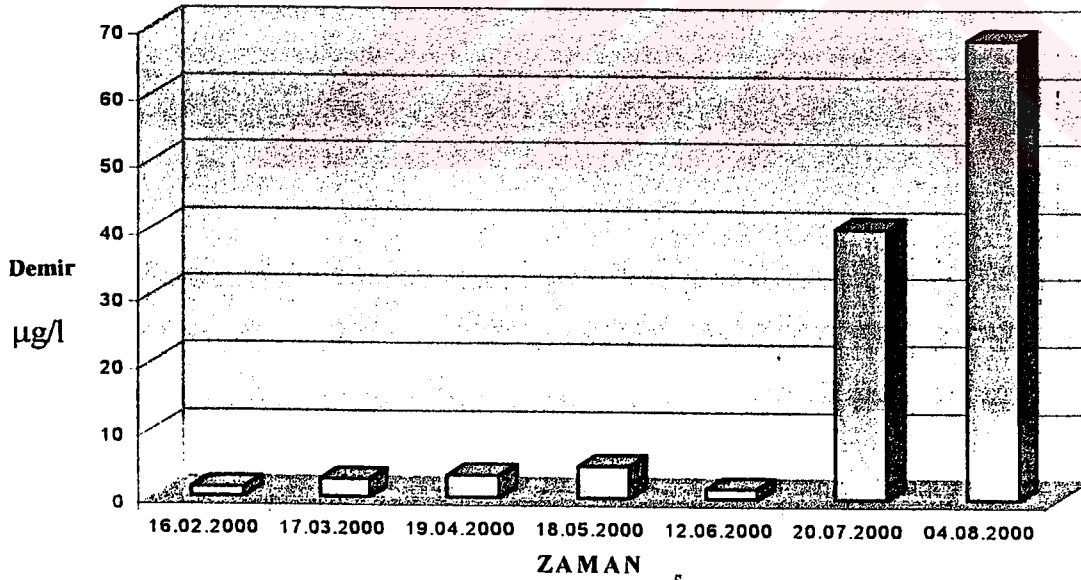
Grafik 3.4. Sorkun Kurşun Analiz Grafiği

Yapılan kurşun analizinde, kış aylarında göldeki su miktarı fazla olduğu için konsantrasyonlar düşük, yaz aylarında ise buharlaşmadan dolayı yüksek çıkmıştır.



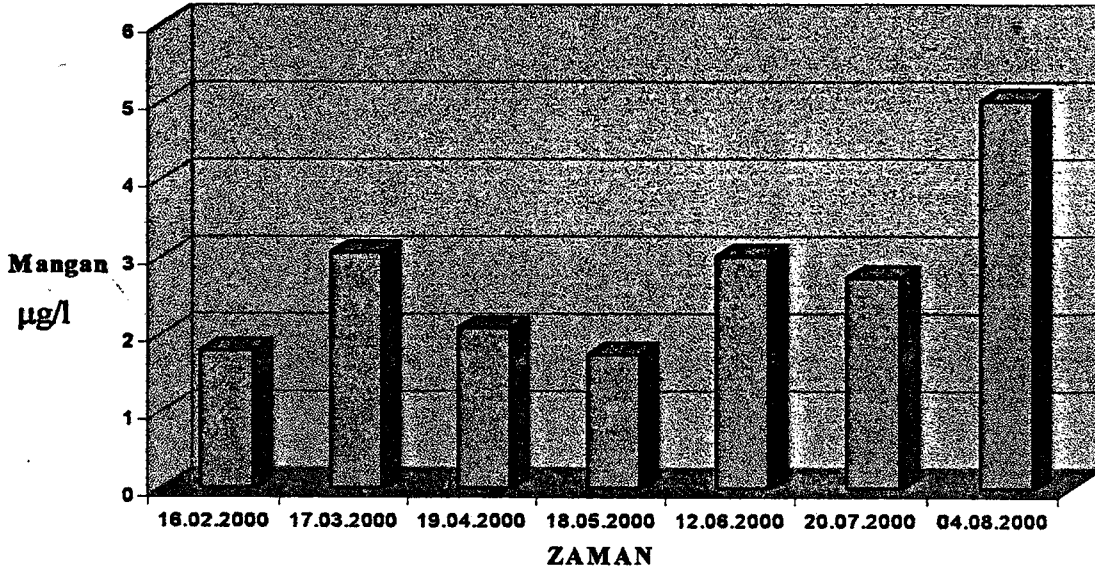
Grafik 3.5. Sorkun Nikel Analiz Grafiği

Yapılan analiz sonuçlarında Nikel konsantrasyonları birbirine yakın değerlerde bulunmuştur.



Grafik 3.6. Sorkun Demir Analiz Grafiği

Yapılan demir analizleri sonuçlarında kış ve bahar aylarında konsantrasyonlar düşük, yaz aylarında yüksek olduğu görülmüştür.



Grafik 3.7. Sorkun Mangan Analiz Grafiği

Yapılan analiz sonuçlarında mangan konsantrasyonları birbirine yakın ve sayısal olarak düşünüldüğünde aynı ondalık dilimde çıkmıştır. Yaz aylarında az miktarda artış mevcuttur.

3.4.2.2. Değirmenköy Numunesi

Değirmenköy köyünden alınan su numunesine ait analiz değerleri Tablo 3.4.'de verilmiştir.

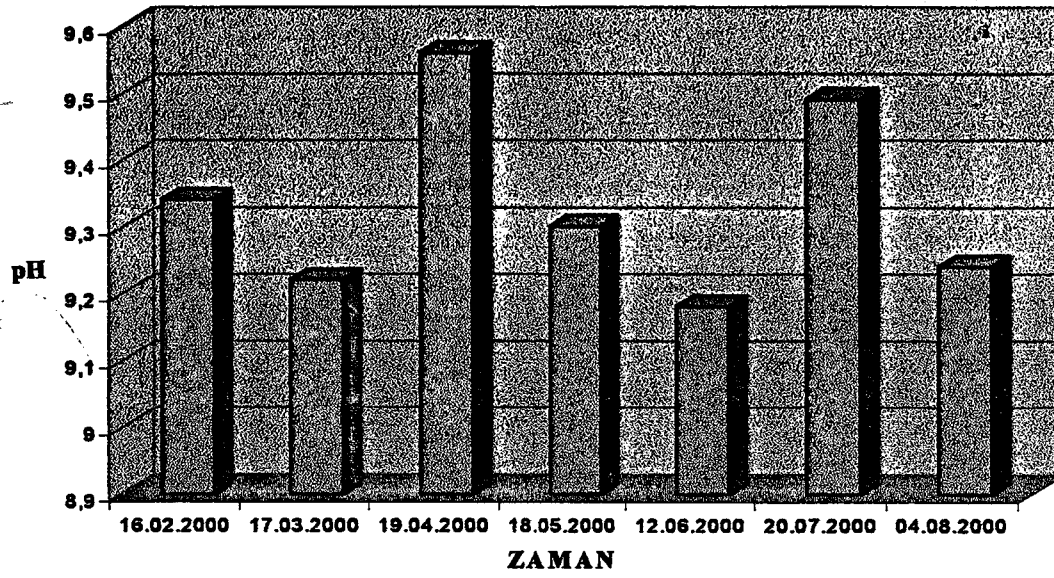
Tablo 3.4. Değirmenköy Numunesi Analiz Değerleri

TARİH	PH	Cu	Cd	Pb	Ni	Fe	Mn
16.02.2000	9,34	78,916	2,9007	20,064	5,6162	1,3917	2,9329
17.03.2000	9,22	182,56	3,256	23,56	10,41	7,2148	2,6359
19.04.2000	9,56	185,26	3,968	26,256	9,658	6,9658	3,0255
18.05.2000	9,3	192,89	3,436	24,27	10,43	7,5313	1,3707
12.06.2000	9,18	48,324	1,9887	11,513	5,373	1,3232	2,9876
20.07.2000	9,49	219,07	3,4605	30,622	-	40,25	2,7186
04.08.2000	9,24	144,41	4,4046	34,732	7,6504	26,409	4,7471

Not: pH hariç diğer parametrelerin birimleri $\mu\text{g/l}$ ' dir.

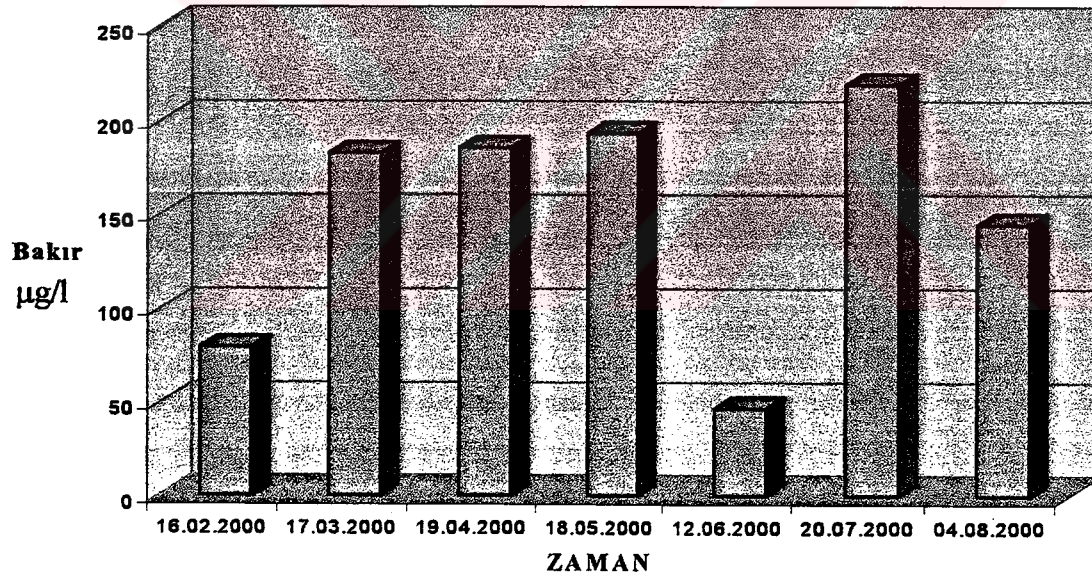
Değirmenköy köyünde gölden alınan numunelerde; pH, Cu, Cd, Pb, Cr, Ni, Fe ve Mn analizleri yapılmıştır. Ayrıca numune alımı sırasında pH ölçümü yapılmış ve 9'dan aşağı değer bulunmamıştır. Bakır konsantrasyonu 48,324-219,07 $\mu\text{g/l}$, kadmiyum konsantrasyonu 1,9887-4,4046 $\mu\text{g/l}$, kurşun konsantrasyonu 11,513-34,732 $\mu\text{g/l}$, nikel konsantrasyonu 5,373-10,43 $\mu\text{g/l}$, demir konsantrasyonu 1,3232-26,409 $\mu\text{g/l}$, mangan konsantrasyonu 1,3707-4,7471 $\mu\text{g/l}$ arasındadır. Numunelerde krom bulunamamıştır.

Parametrelere ait grafikler Grafik 3.8 – 3.14' da verilmiştir.



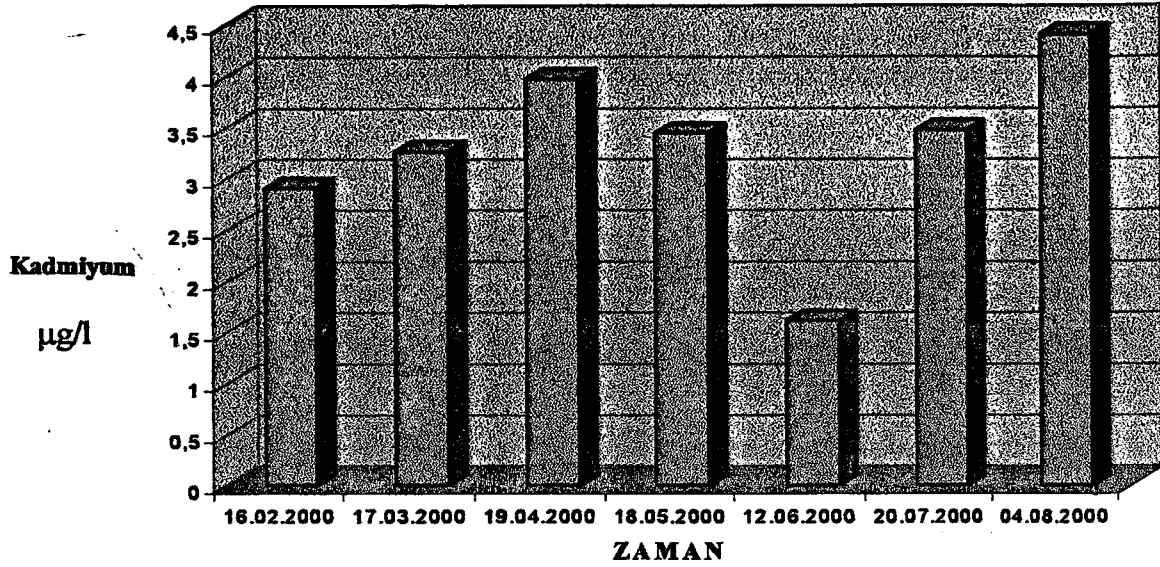
Grafik 3.8. Değirmenköy pH Analizi Grafiği

Yapılan ölçümlerde pH'ın 9.1-9.6 arasında değiştiği tespit edilmiştir.



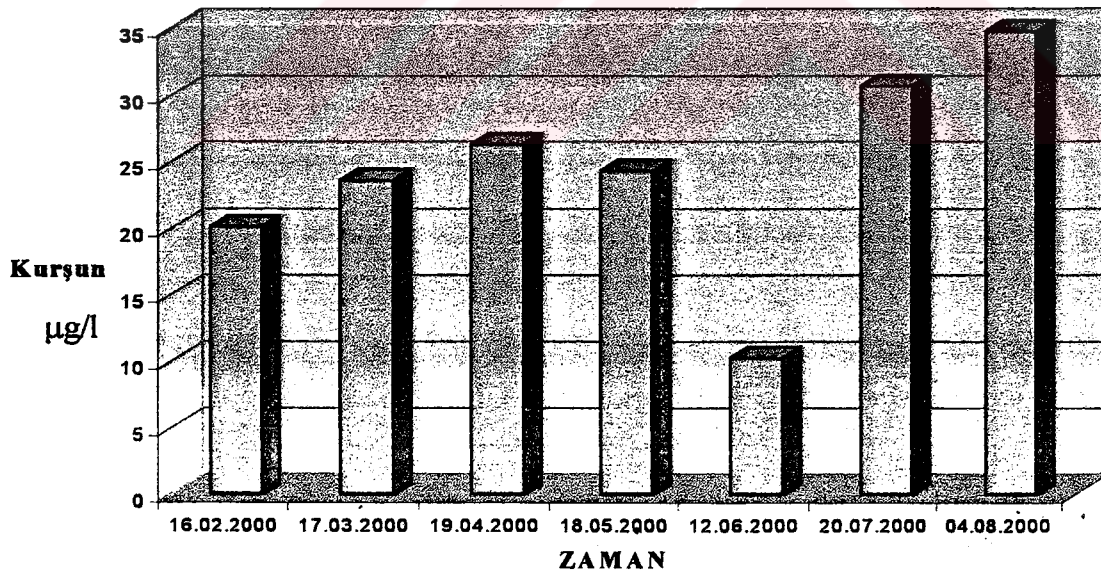
Grafik 3.9. Değirmenköy Bakır Analizi Grafiği

Yapılan Bakır analizlerinde, en yüksek konsantrasyon Temmuz ayında, en düşük konsantrasyon ise Haziran ayında ölçülmüş olup, değerlerde belirli bir düzen olmadığı tespit edilmiştir.



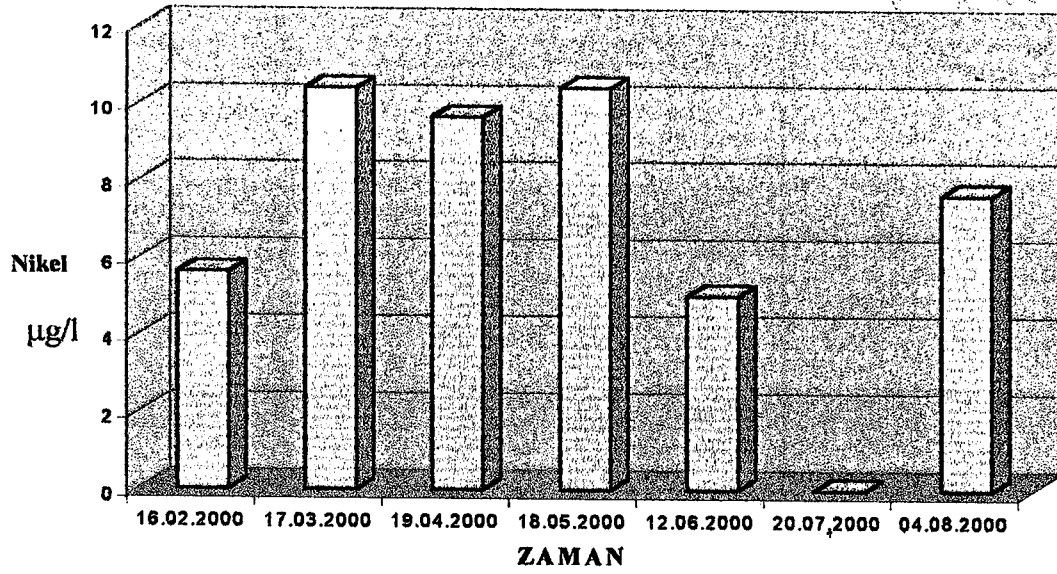
Grafik 3.10. Değirmenköy Kadmiyum Analizi Grafiği

Kadmiyum analizleri birbirine yakın değerler vermiş olup sonuçlar sayısal olarak aynı ondalık dilim içerisinde.



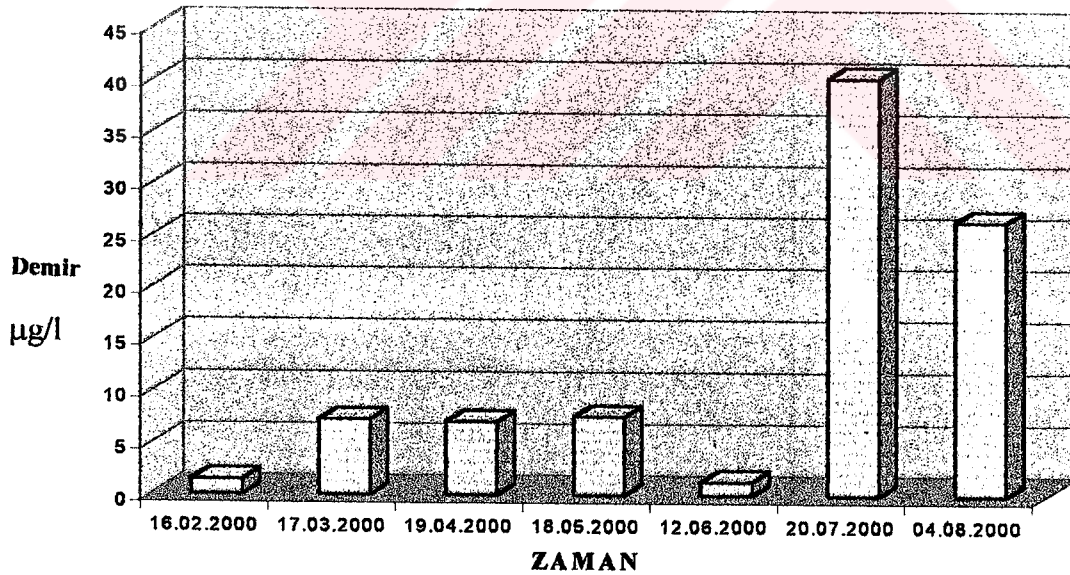
Grafik 3.11. Değirmenköy Kurşun Analizi Grafiği

Yapılan Kurşun analizi sonuçları birbirine yakın değerlerde bulunmuştur. Yaz aylarında konsantrasyonun arttığı tespit edilmiştir.



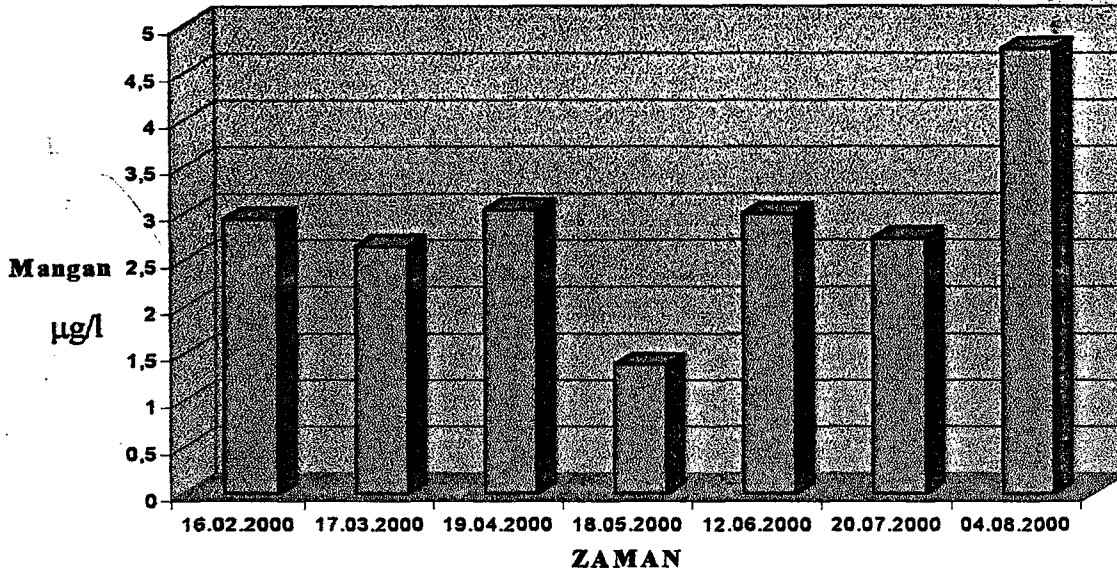
Grafik 3.12. Değirmenköy Nikel Analizi Grafiği

Yapılan analizler sonucunda Nikel konsantrasyonlarında belirli değerlerde bir düzen olmadığı görülmüştür.



Grafik 3.13. Değirmenköy Demir Analizi Grafiği

Yapılan analiz sonuçlarında kış ve bahar aylarında konsantrasyonlar düşük, yaz aylarında yükseldiği görülmüştür. Yazın buharlaşmanın artmasıyla Temmuz ve Ağustos aylarında konsantrasyon yüksek çıkmış olabilir. Demir konsantrasyonunu artıracak atık girdisi söz konusu olabilir.



Grafik 3.14. Değirmenköy Mangan Analizi Grafiği

Mangan analizleri sonuçları birbirine yakın değerler olarak tespit edilmiş.

3.4.2.3. Ortaköy Numunesi

Ortaköy köyü alınan su numunesine ait analiz değerleri Tablo 3.5.' de verilmiştir.

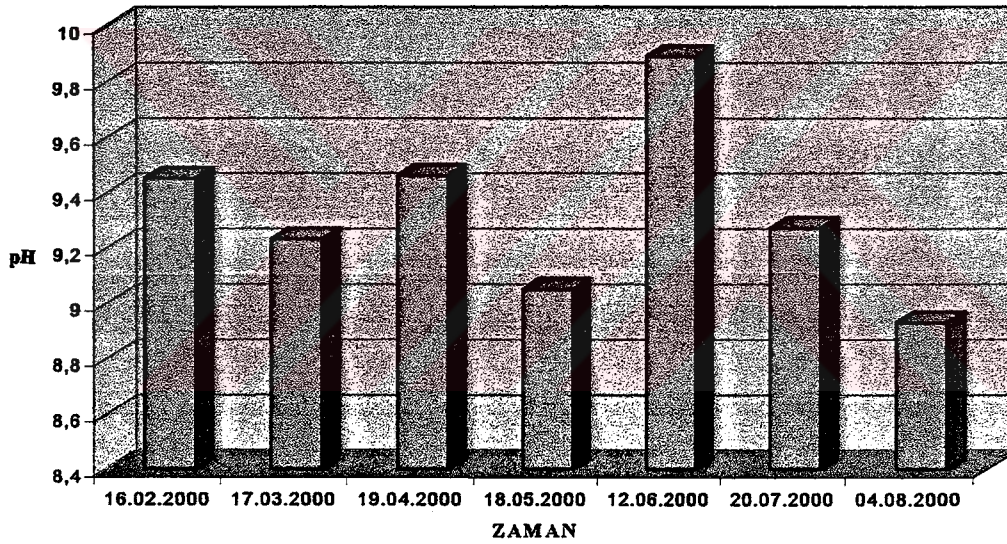
Tablo 3.5. Ortaköy Numunesi Analiz Değerleri

TARİH	Ph	Cu	Cd	Pb	Ni	Fe	Mn
16.02.2000	9,45	209,52	2,9851	28,259	5,2654	1,3256	2,9687
17.03.2000	9,23	208,756	3,9658	28,369	23,654	9,985	2,4569
19.04.2000	9,46	222,56	3,256	28,249	22,96	8,96	2,1065
18.05.2000	9,05	217,43	3,8517	30,363	25,9	9,2135	1,9039
12.06.2000	9,89	67,256	4,2689	27,789	10,025	1,325	11,856
20.07.2000	9,27	68,457	4,1439	28,312	10,447	1,499	12,828
04.08.2000	8,93	154,17	3,811	26,262	13,23	18,697	5,0004

Not: pH hariç diğer parametrelerin birimleri µg/l' dir.

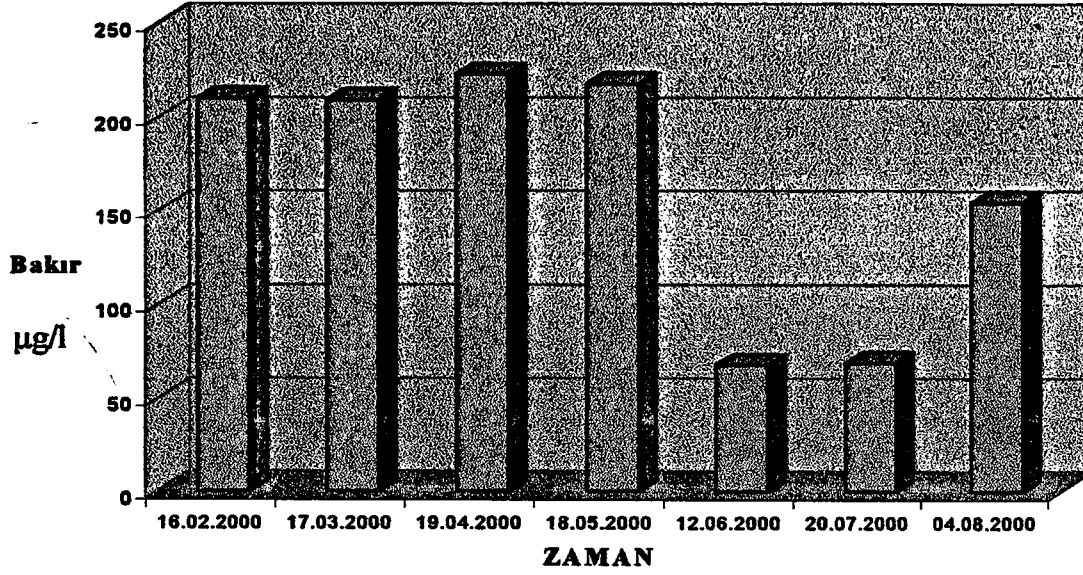
Ortaköy köyünde gölden alınan numunelerde pH, Cu, Cd, Pb, Cr, Ni, Fe ve Mn analizleri yapılmıştır. Ayrıca numune alımı sırasında pH ölçümü yapılmış ve 9'dan aşağı değer bulunmamıştır. Bakır konsantrasyonu 67,256-222,56 µg/l, kadmiyum konsantrasyonu 2,9851-4,2689 µg/l, kurşun konsantrasyonu 26,262-30,363 µg/l, nikel konsantrasyonu 5,2654-25,9 µg/l, demir konsantrasyonu 1,325-18,697 µg/l, mangan konsantrasyonu 1,9039-12,828 µg/l arasındadır. Numunelerde krom bulunamamıştır.

Parametrelere ait grafikler Grafik 3.15. – 3.21.' da verilmiştir.



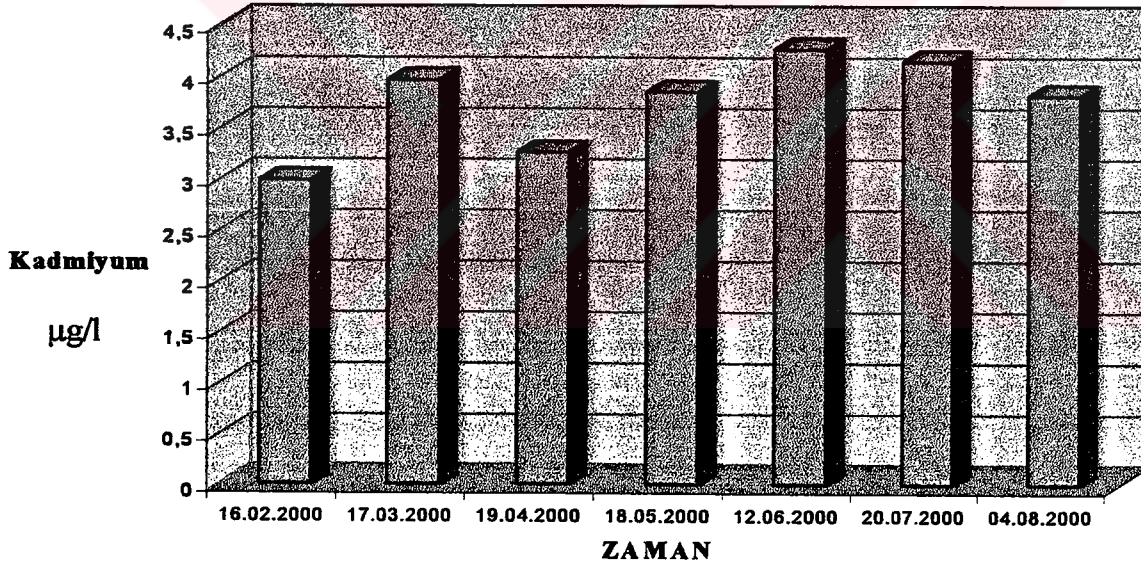
Grafik 3.15. Ortaköy pH Analizi Grafiği

Yapılan pH analizlerinde, Ağustos ayında pH : 8.93 , diğer aylarda 9'dan yüksek bulunmuştur.



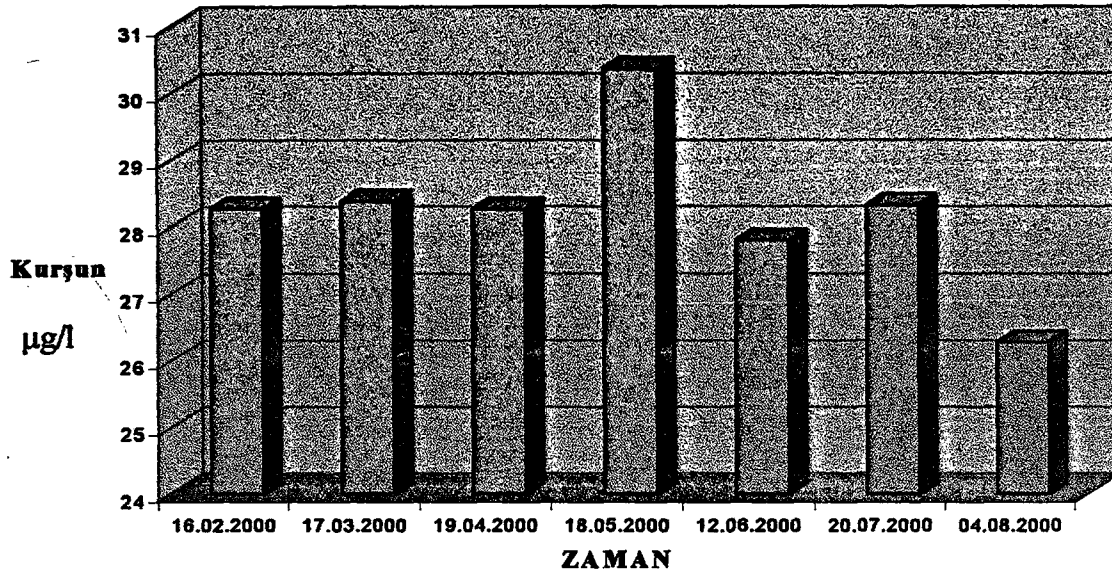
Grafik 3.16. Ortaköy Bakır Analizi Grafiği

Analiz sonuçları göstermektedir ki yaz aylarında Bakır konsantrasyonlarında bir düşme olmuştur.



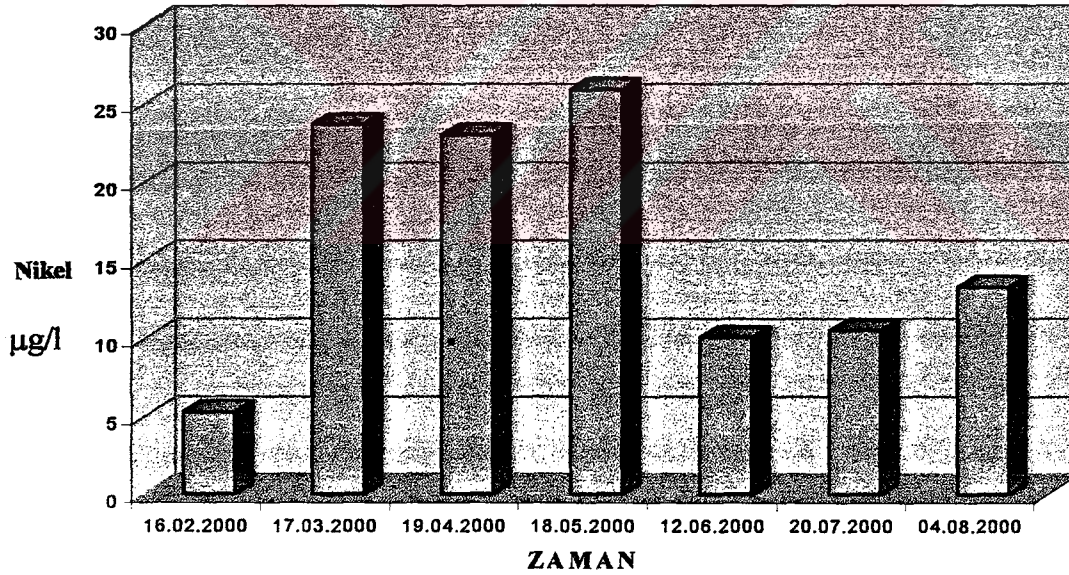
Grafik 3.17. Ortaköy Kadmiyum Analizi Grafiği

Yapılan Kadmiyum analizleri sonuçları birbirine yakın değerlerde bulunmuştur.



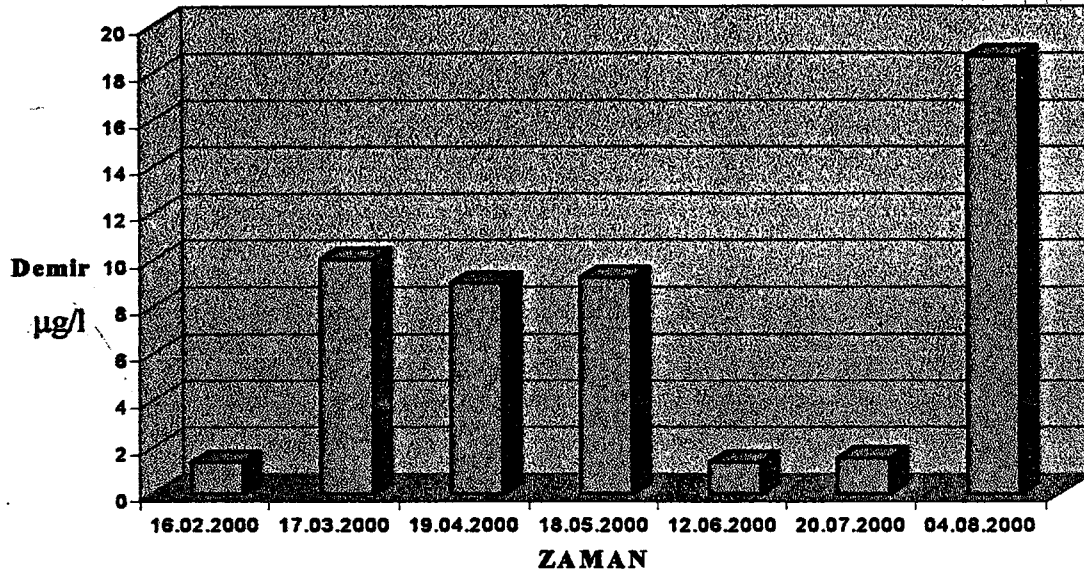
Grafik 3.18. Ortaköy Kurşun Analizi Grafiği

Yapılan analizlerde Kurşun konsantrasyonu Mayıs ayında en yüksek değerde olup, diğer aylarda birbirine yakın değerlerde bulunmuştur.



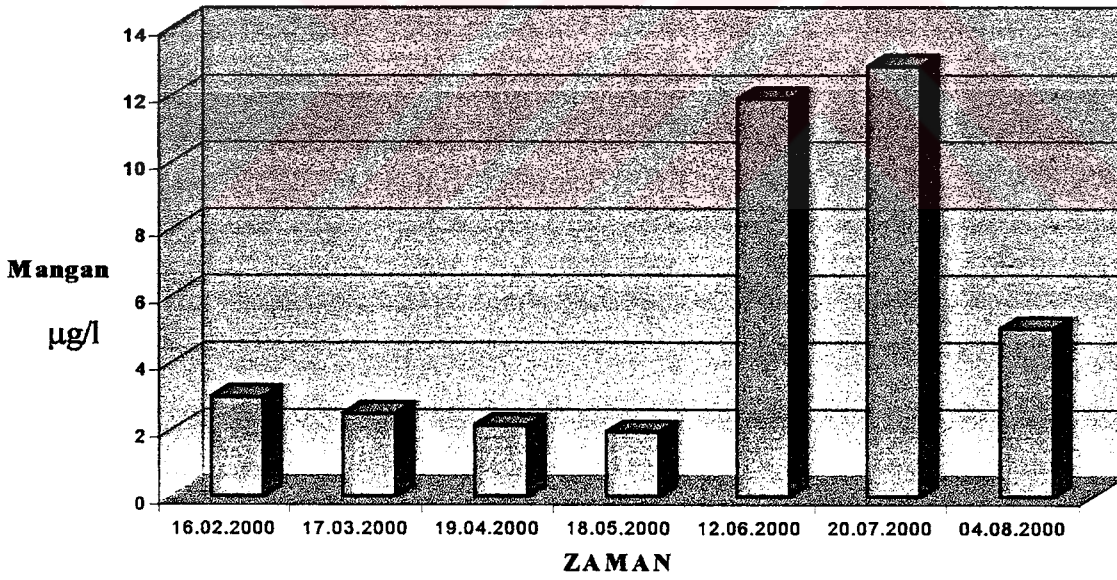
Grafik 3.19. Ortaköy Nikel Analizi Grafiği

Nikel analiz sonuçları bahar aylarında yüksek , diğer aylarda daha düşük bulunmuştur.



Grafik 3.20. Ortaköy Demir Analizi Grafiği

Yapılan analizlerde, Ağustos ayı analiz sonucu en yüksek değerdedir. Diğer aylarda daha düşük olduğu görülmüştür .



Grafik 3.21. Ortaköy Mangan Analizi Grafiği

Yapılan Mangan analizleri sonuçları, kış ve bahar aylarında yüksek konsantrasyonda, yaz aylarında yüksek konsantrasyonlarda bulunmuştur.

3.4.2.4. Karabulut Numunesi



Karabulut köyünden alınan su numunesine ait analiz değerleri Tablo 3.6.' de verilmiştir.

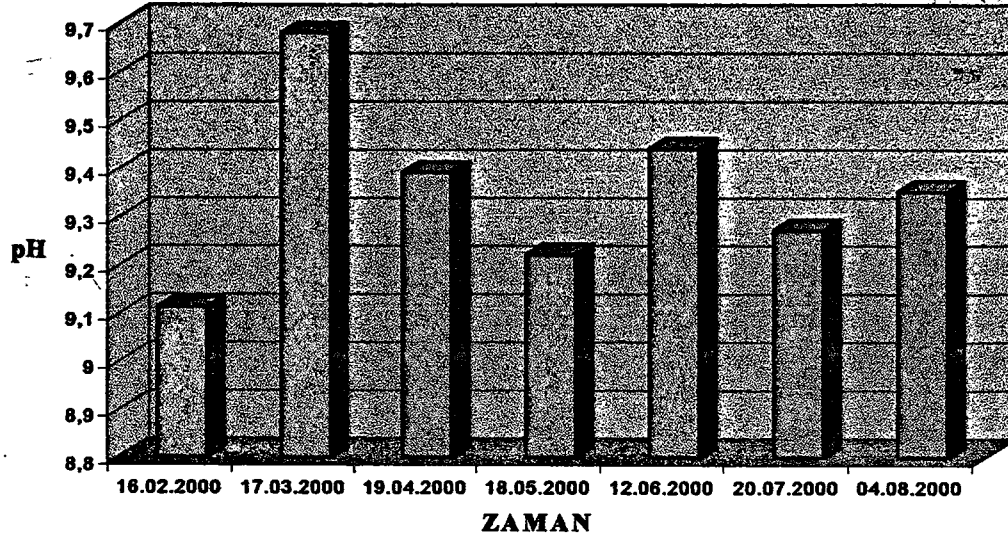
Tablo 3.6. Karabulut Numunesi Analiz Değerleri

TARİH	pH	Cu	Cd	Pb	Ni	Fe	Mn
16.02.2000	9,11	101,26	3,215	22,656	5,115	30,256	15,2693
17.03.2000	9,68	108,326	3,8947	25,689	5,963	32,2658	13,2569
19.04.2000	9,39	108,265	3,456	24,915	32,978	29,3265	14,265
18.05.2000	9,22	104,39	3,5438	23,632	5,537	34,204	15,065
12.06.2000	9,44	125,269	3,4456	25,369	6,2569	17,256	5,726
20.07.2000	9,27	75,384	3,5576	27,903	5,3248	13,676	5,885
04.08.2000	9,35	193,68	3,5659	24,834	7,9506	24,429	4,1595

Not: pH hariç diğer parametrelerin birimleri $\mu\text{g/l}$ ' dir.

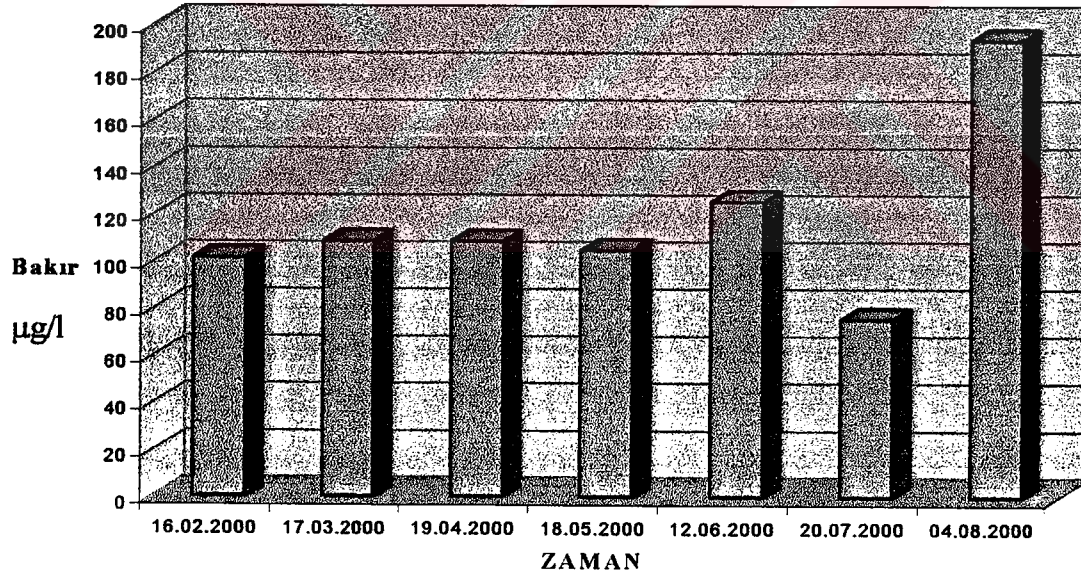
Karabulut köyünde gölden alınan numunelerde pH, Cu, Cd, Pb, Cr, Ni, Fe ve Mn analizleri yapılmıştır. Ayrıca numune alımı sırasında pH ölçümü yapılmış ve 9'dan aşağı değer bulunmamıştır. Bakır konsantrasyonu 75,384-193,68 $\mu\text{g/l}$, kadmiyum konsantrasyonu 3,215-3,8947 $\mu\text{g/l}$, kurşun konsantrasyonu 22,656-27,903 $\mu\text{g/l}$, nikel konsantrasyonu 5,115-32,978 $\mu\text{g/l}$, demir konsantrasyonu 13,676-32,2658 $\mu\text{g/l}$, mangan konsantrasyonu 4,1595-15,2693 $\mu\text{g/l}$ arasındadır. Numunelerde krom bulunamamıştır.

Parametrelere ait grafikler Grafik 3.22. - 3.28.' de verilmiştir.



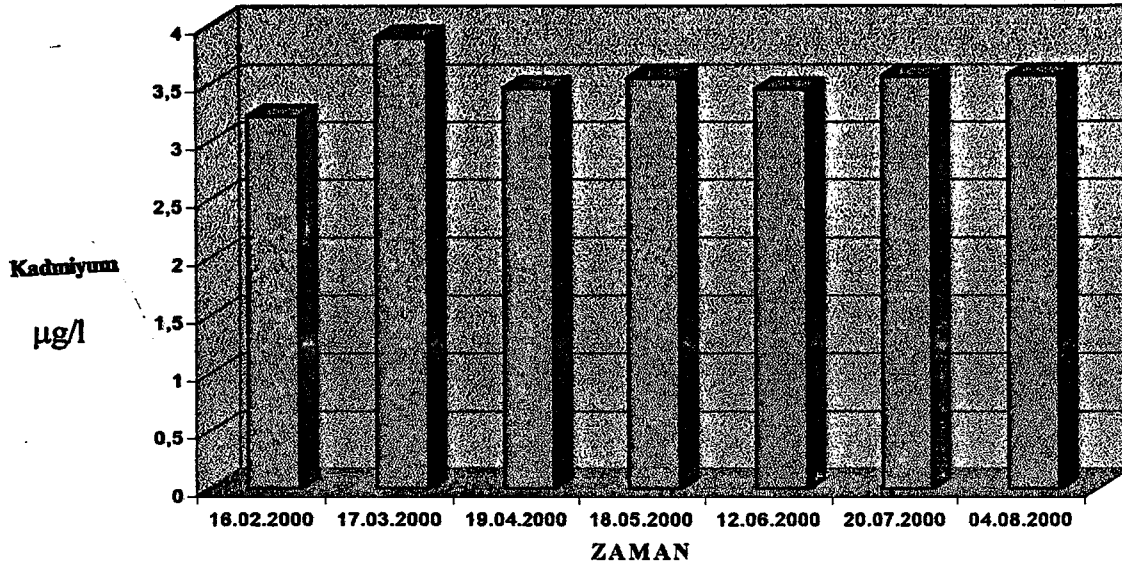
Grafik 3.22. Karabulut pH Analizi Grafiği

Yapılan pH ölçümlerinde, tüm aylarda pH, 9'un üzerinde bulunmuştur.



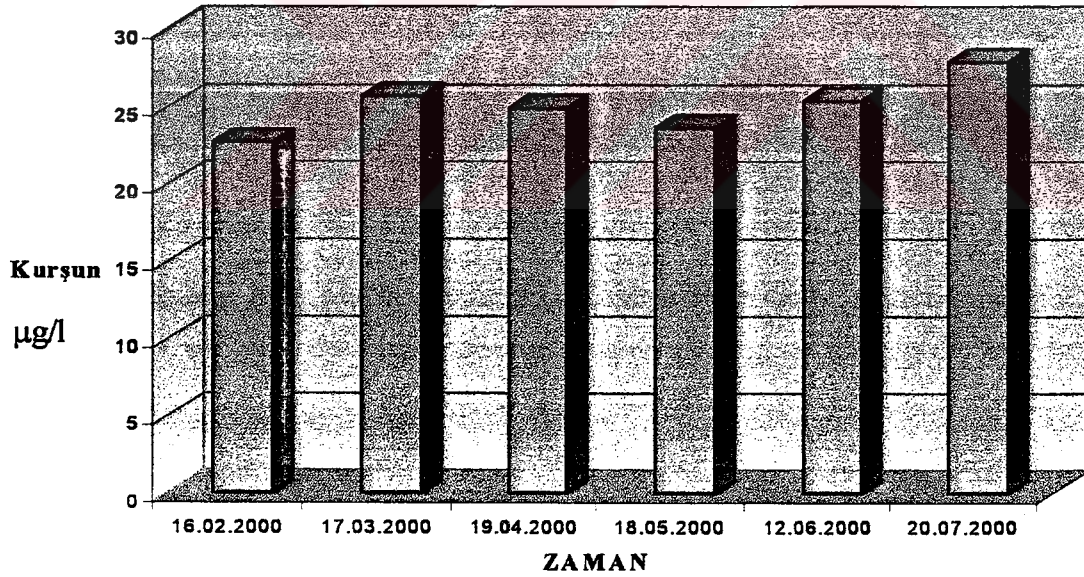
Grafik 3.23. Karabulut Bakır Analizi Grafiği

Yapılan analizler sonucunda Bakır konsantrasyonları birbirine yakın değerlerde bulunmuştur. Ağustos ayında diğer aylara göre daha yüksek konsantrasyon görülmüştür.



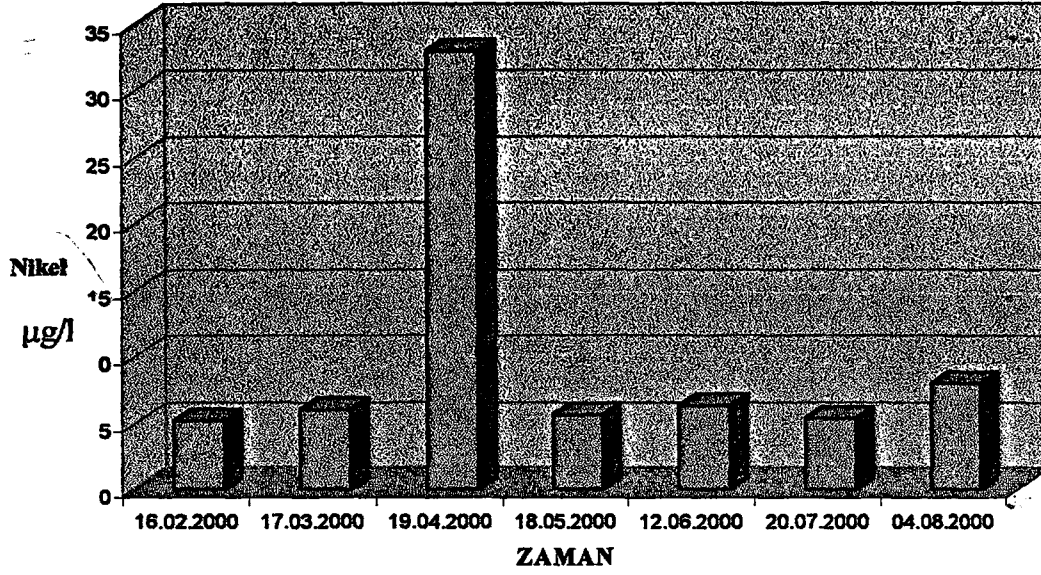
Grafik 3.24. Karabulut Kadmiyum Analizi Grafiği

Kadmiyum analiz sonuçları sayısal olarak düşünüldüğünde aynı ondalık dilim içerisinde ve birbirine çok yakın konsantrasyonlarda bulunmuştur.



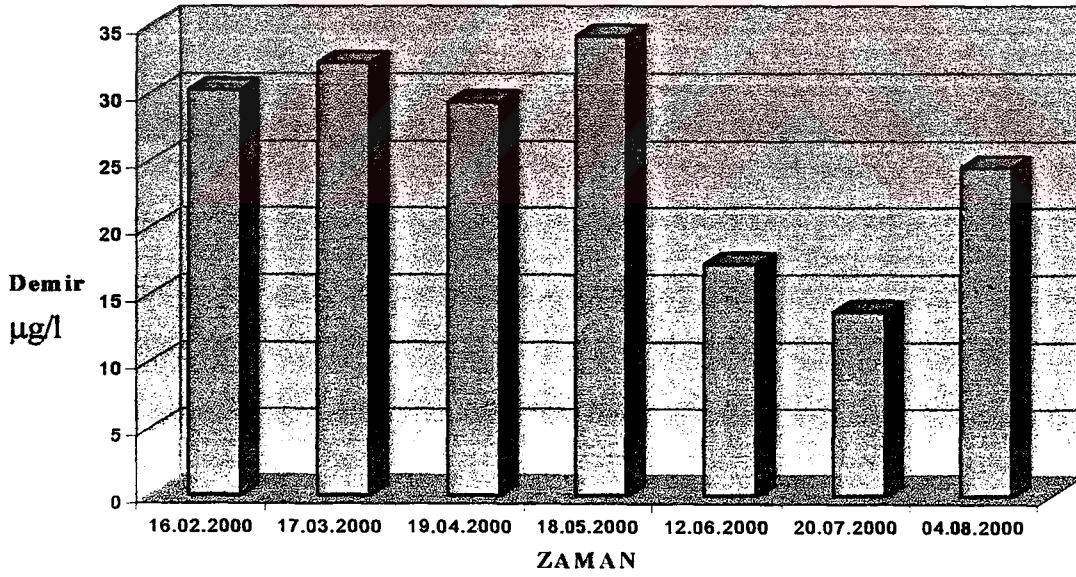
Grafik 3.25. Karabulut Kurşun Analizi Grafiği

Kurşun analiz sonuçları, birbirine yakın konsantrasyonlarda bulunmuştur.



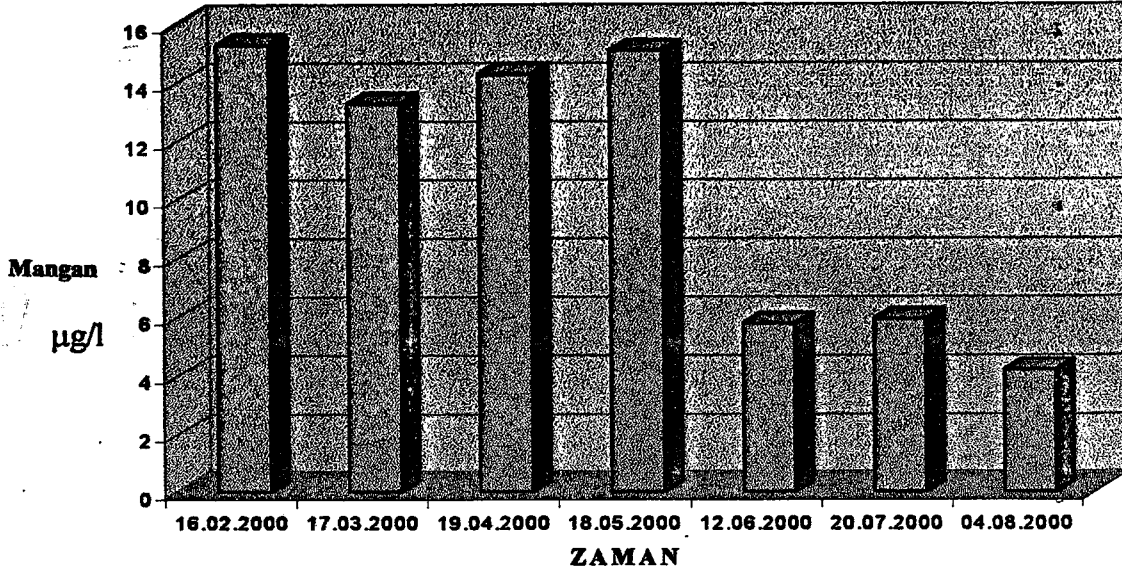
Grafik 3.26. Karabulut Nikel Analizi Grafiği

Analiz sonucunda Nisan ayında Nikel konsantrasyonunun yüksek olduğu, diğer aylarda daha düşük ve yaklaşık aynı olduğu görülmüştür.



Grafik 3.27. Karabulut Demir Analizi Grafiği

Kış ve Bahar aylarında Demir konsantrasyonu yüksek, yaz aylarında ise daha düşük seviyelerde bulunmuştur.



Grafik 2.28. Karabulut Mangan Analizi Grafiği

Mangan konsantrasyonları kış ve bahar aylarında yüksek, yaz aylarında ise daha düşük seviyededir.

3.4.2.5. Akşehir Atıksu Arıtma Tesisi Numunesi

Akşehir Atıksu Arıtma Tesisi çıkışından alınan su numunesine ait analiz değerleri Tablo 3.7.' de verilmiştir.

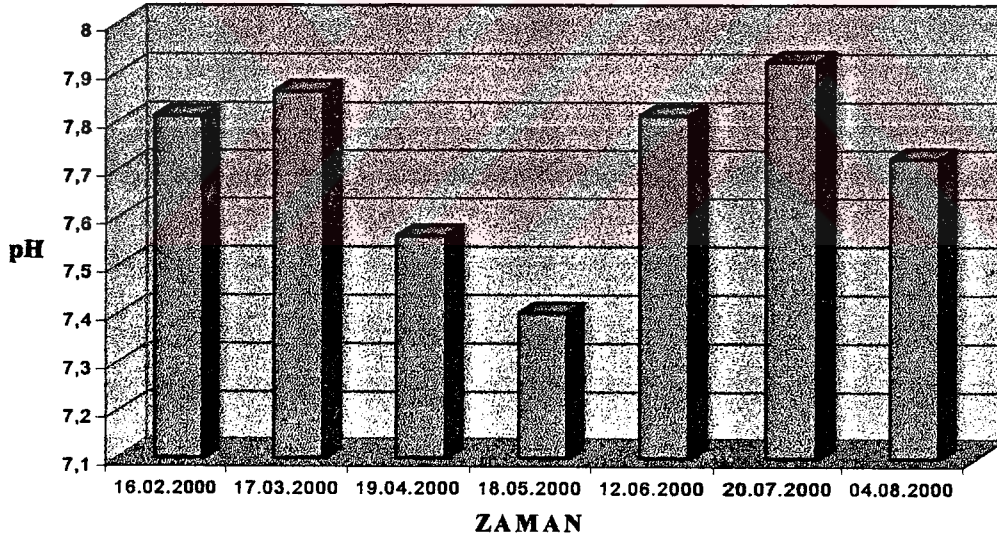
Tablo 3.7. Akşehir Atıksu Arıtma Tesisi Çıkış Numunesi Analiz Değerleri

TARİH	pH	Cu	Cd	Pb	Cr	Ni	Fe	Mn
16.02.2000	7,81	9,7351	0,29609	6,6843	1,0054	4,228	7,354	38,718
17.03.2000	7,86	20,012	2,9874	28,3647	1,3678	19,6352	8,5874	37,025
19.04.2000	7,56	19,362	0,3687	15,362	3,8541	15,0234	6,8362	166,2
18.05.2000	7,4	138,541	0,8743	0,76215	0,37109	0,42825	58,489	175,3
12.06.2000	7,81	163,85	7,5864	45,086	1,3965	23,4528	3,6454	114,598
20.07.2000	7,92	263,54	8,9654	40,058	1,9658	18,2534	17,2145	16,635
04.08.2000	7,72	202,57	4,3473	34,652	0,84214	12,421	7,154	17,6

Not: pH hariç diğer parametrelerin birimleri µg/l' dir.

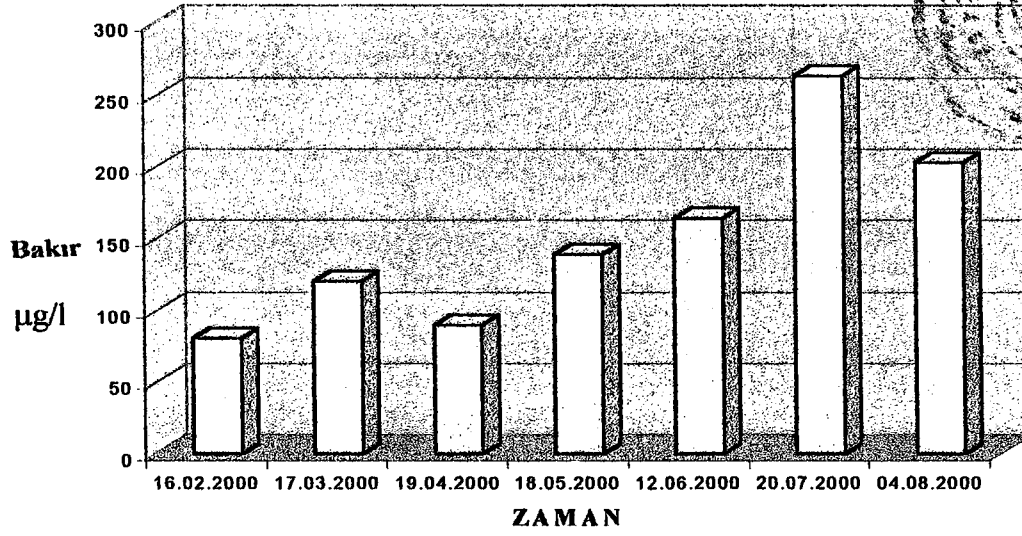
Akşehir Atıksu arıtma Tesisi'nden alınan numunelerde pH, Cu, Cd, Pb, Cr, Ni, Fe ve Mn analizleri yapılmıştır. Ayrıca numune alımı sırasında pH ölçümü yapılmış ve 9'dan aşağı değer bulunmamıştır. Bakır konsantrasyonu 9,7351-263,54 µg/l, kadmiyum konsantrasyonu 0,29609-8,9654 µg/l, kurşun konsantrasyonu 0,76215-45,086 µg/l, krom konsantrasyonu 0,37109-3,8541 µg/l, nikel konsantrasyonu 0,42825-19,6352 µg/l, demir konsantrasyonu 3,6454-58,489 µg/l, mangan konsantrasyonu 16,635-175,3 µg/l arasındadır.

Parametrelere ait grafikler Grafik 3.29.-3.36.' de verilmiştir.



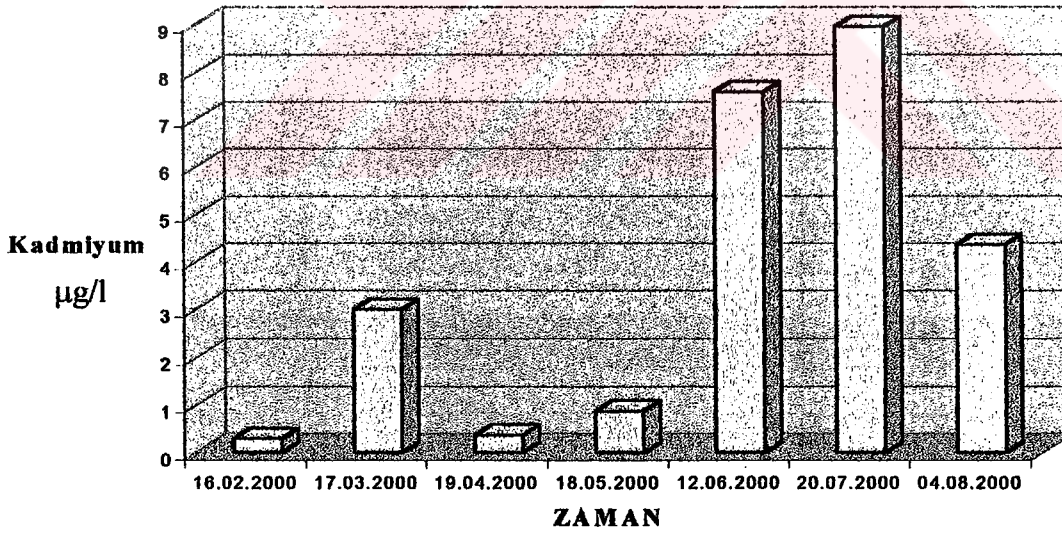
3.29. Arıtma Tesisi Çıkışı pH Grafiği

Arıtma tesisi çıkış suyunda yapılan pH ölçümlerinde, pH değerleri 7-8 arasında bulunmuştur. Sonuçlarda belirli bir düzen yoktur.



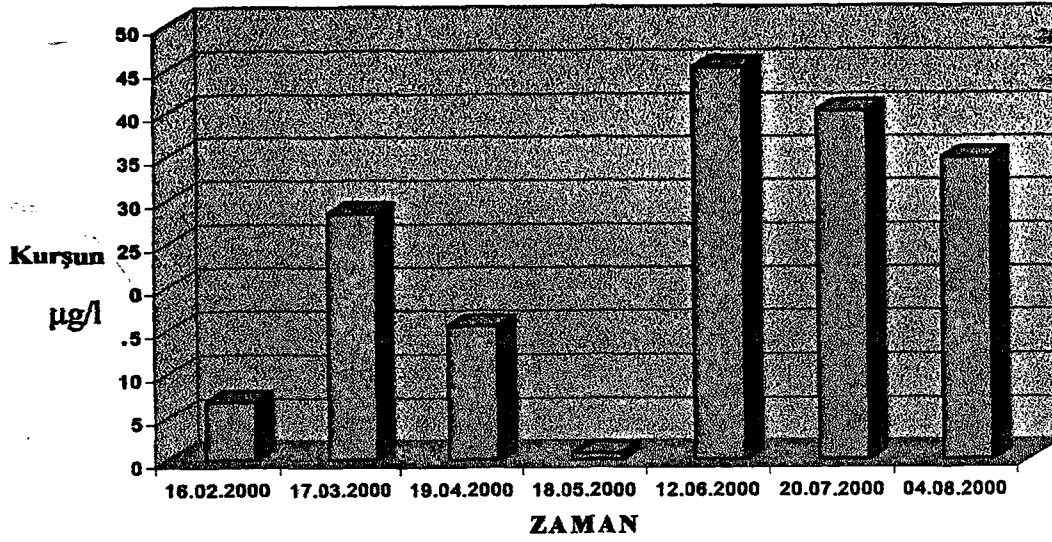
Grafik 3.30. Atıksu Arıtma Tesisi Bakır Analizi Grafiği

Yapılan Bakır analizleri sonucunda yaz aylarında konsantrasyonu yüksek, kış aylarında ise daha düşük olduğu görülmüştür. Özellikle Temmuz ayında bakır konsantrasyonu yüksek atıksu deşarj edilmiş olabilir. Bu nedenle temmuz konsantrasyonu diğer yaz aylarına göre çıkmış olabilir.



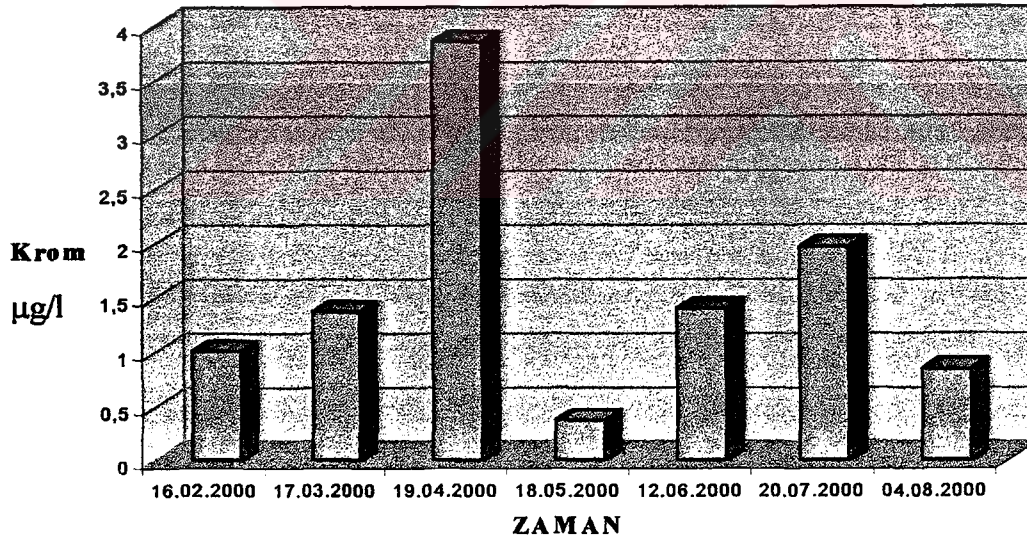
Grafik 3.31. Arıtma Tesisi Çıkışı Kadmiyum Analizi Grafiği

Kadmiyum analiz sonuçlarında kış aylarında konsantrasyonların düşük, yaz aylarında ise daha yüksek olduğu görülmektedir.



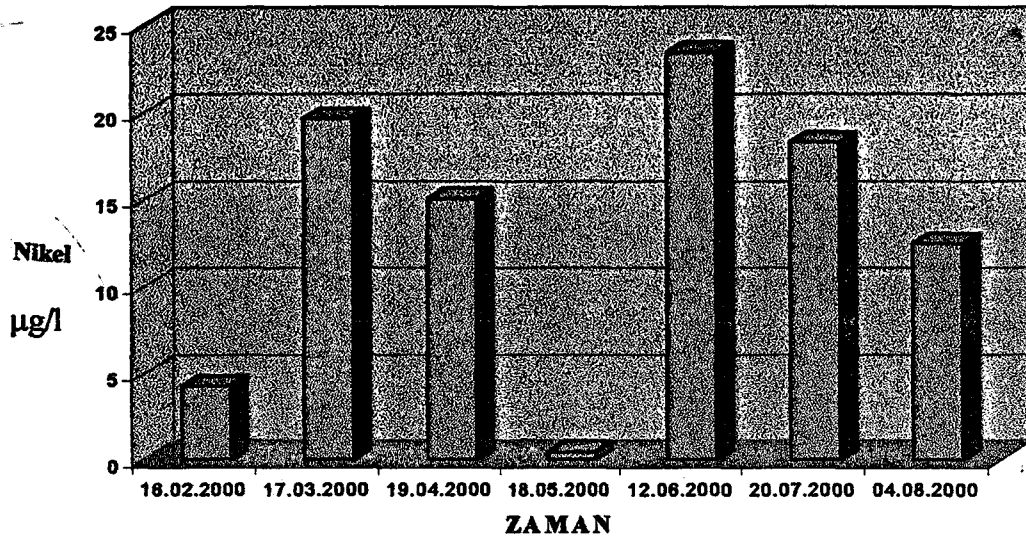
Grafik 3.32. Arıtma Tesisi Çıkışı Kurşun Analizi Grafiği

Yapılan Kurşun analizlerinde haziran ayında en yüksek konsantrasyon değeri bulunmuştur. Sonuçlarda belirli bir düzen yoktur.



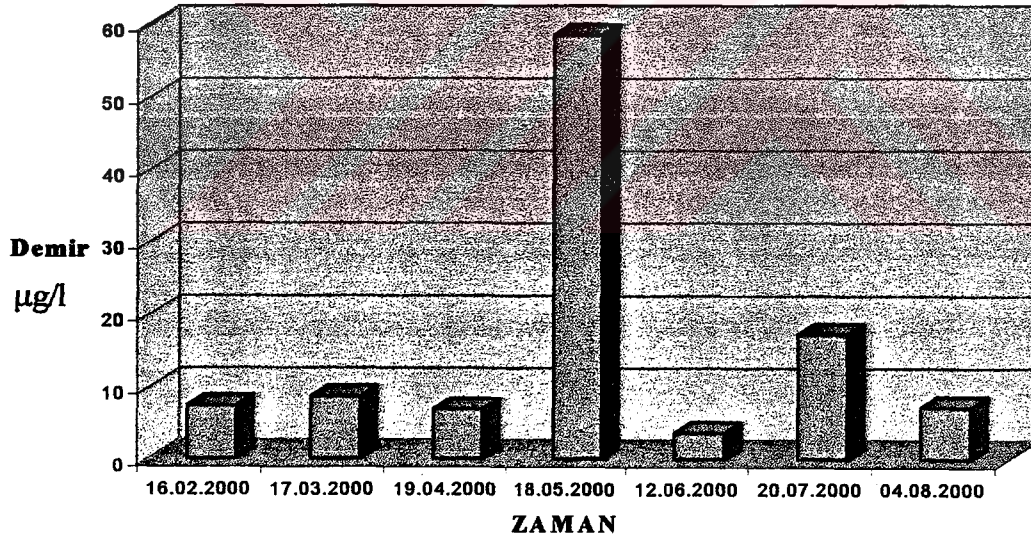
Grafik 3.33. Arıtma Tesisi Çıkışı Krom Analizi Grafiği

Krom analiz sonuçlarında düşük konsantrasyonlar bulunmuştur. Nisan ayı konsantrasyonu diğer aylara göre daha yüksek çıkmıştır.



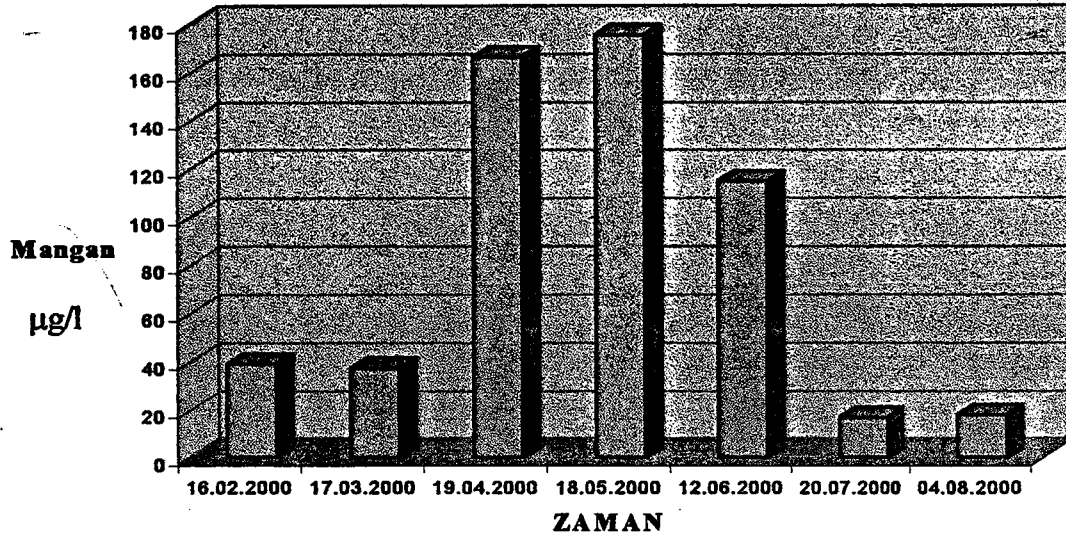
Grafik 3.34. Arıtma Tesisi Çıkışı Nikel Analizi Grafiği

Nikel analiz sonuçlarında belirli bir düzen yoktur. Haziran ayı konsantrasyonu diğer aylardan daha yüksek bulunmuştur.



Grafik 3.35. Arıtma Tesisi Çıkışı Demir Analizi Grafiği

Yapılan analizler sonucunda Demir konsantrasyonları düşük değerlerde bulunmuştur. Mayıs ayında konsantrasyonda artış olduğu görülmektedir.



Grafik 3.36. Arıtma Tesisi Çıkışı Mangan Analizi Grafiği

Mangan konsantrasyonları bahar aylarında yüksek, diğer aylarda daha düşük bulunmuştur.

3.4.2.6. Eber Gölü Numunesi

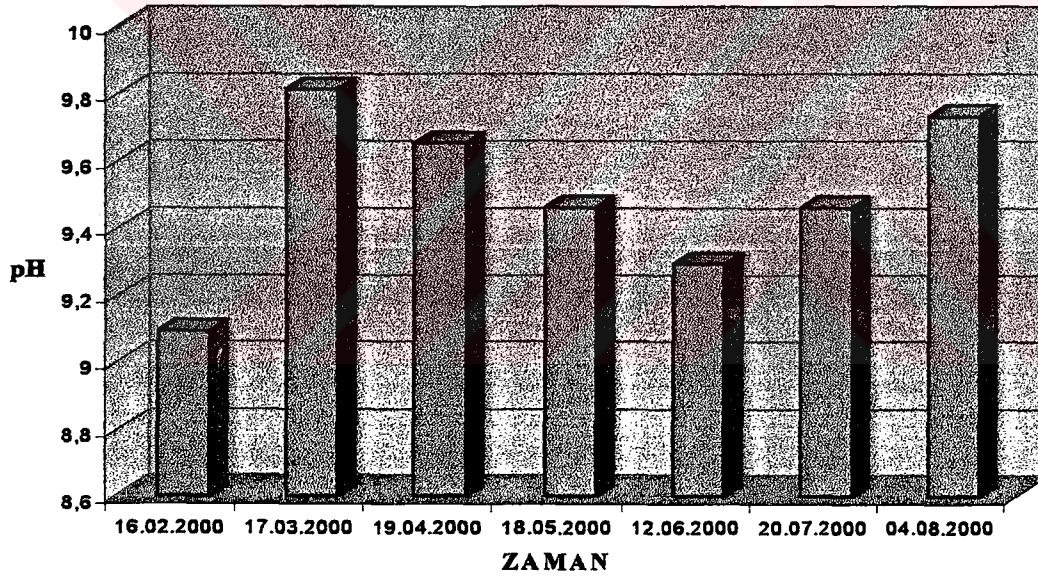
Eber gölünden alınan su numunesine ait analiz değerleri Tablo 3.8.' de verilmiştir. Parametrelere ait grafikler Grafik 3.37. - 3.43.' de verilmiştir.

Tablo 3.8. Eber Gölü Numunesi Analiz Değerleri

TARİH	PH	Cu	Cd	Pb	Ni	Fe	Mn
16.02.2000	9,09	65,743	1,985	30,125	25,465	1,445	7,1256
17.03.2000	9,81	205,36	4,01	31,256	33,315	8,965	6,1254
19.04.2000	9,65	200,254	4,256	9,249	33,259	20,368	6,9587
18.05.2000	9,46	210,569	4,36	33,56	35,147	20,015	6,5981
12.06.2000	9,29	209,25	4,456	32,654	35,2659	21,258	5,1236
20.07.2000	9,46	212,56	4,26	32,561	32,5648	20,756	5,5698
04.08.2000	9,73	221,48	4,5274	34,284	38,433	21,628	5,2022

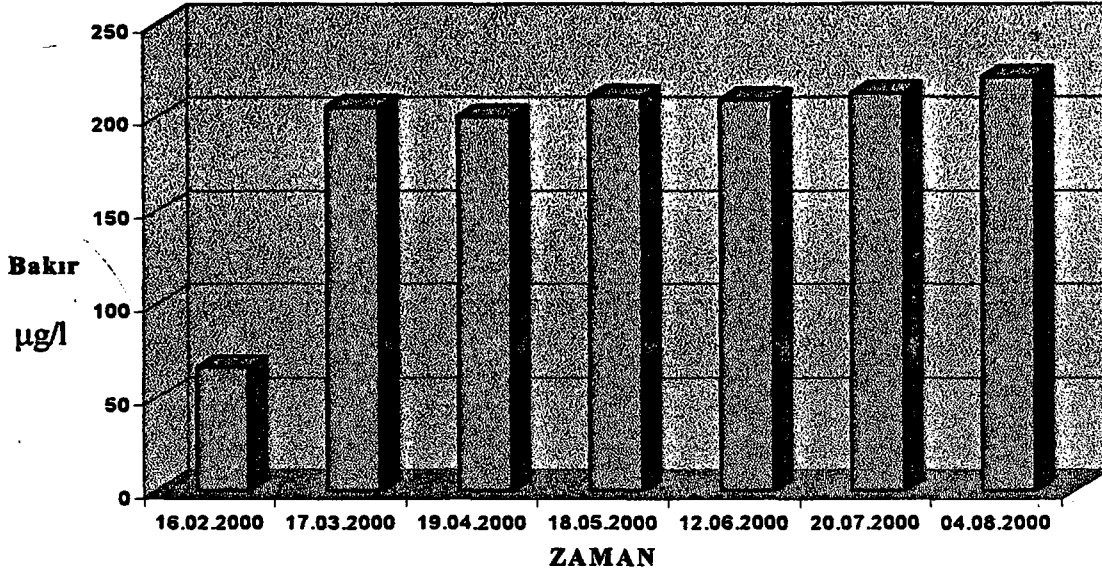
Not: pH hariç diğer parametrelerin birimleri µg/l ' dir.

Sorkun köyünde gölden alınan numunelerde pH, Cu, Cd, Pb, Cr, Ni, Fe ve Mn analizleri yapılmıştır. Ayrıca numune alımı sırasında pH ölçümü yapılmış ve 9'dan aşağı değer bulunmamıştır. Bakır konsantrasyonu 65,743-221,48 µg/l, kadmiyum konsantrasyonu 1,985-4,5274 µg/l, kurşun konsantrasyonu 9,249-34,284 µg/l, nikel konsantrasyonu 25,485-38,433 µg/l, demir konsantrasyonu 1,445-21,628 µg/l, mangan konsantrasyonu 5,1236-7,1256 µg/l arasındadır. Numunelerde krom bulunamamıştır.



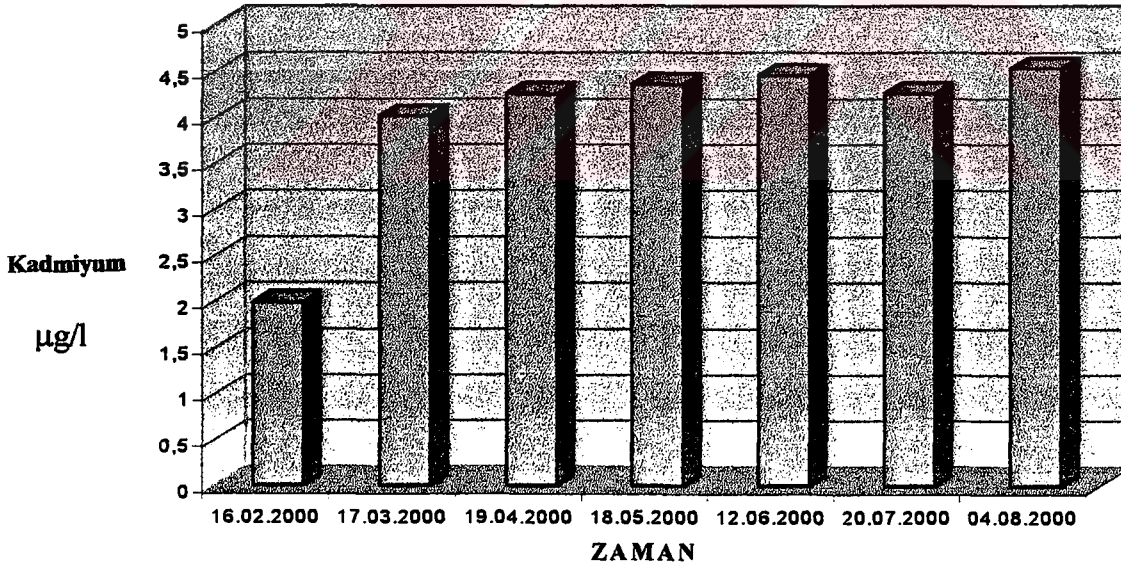
Grafik 3.37. Eber Gölü pH Analizi Grafiği

Yapılan pH ölçümlerinde sonuçlar 9-10 arasında bulunmuştur. Sonuçlar birbirine yakın değerlerdir.



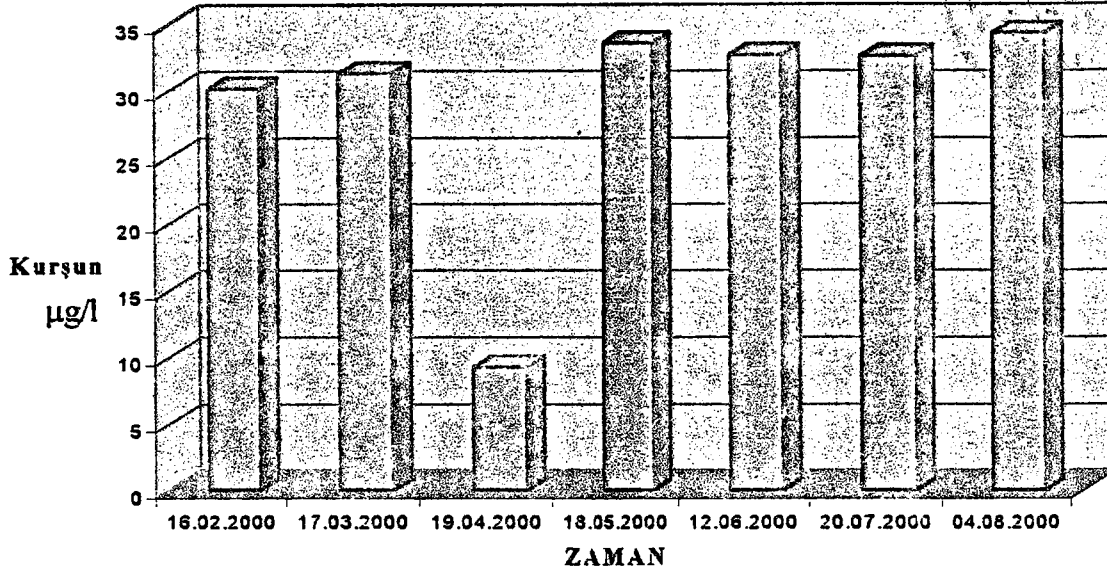
Grafik 3.38. Eber Gölü Bakır Analizi Grafiği

Bakır konsantrasyonları birbirine çok yakın değerlerde bulunmuştur.



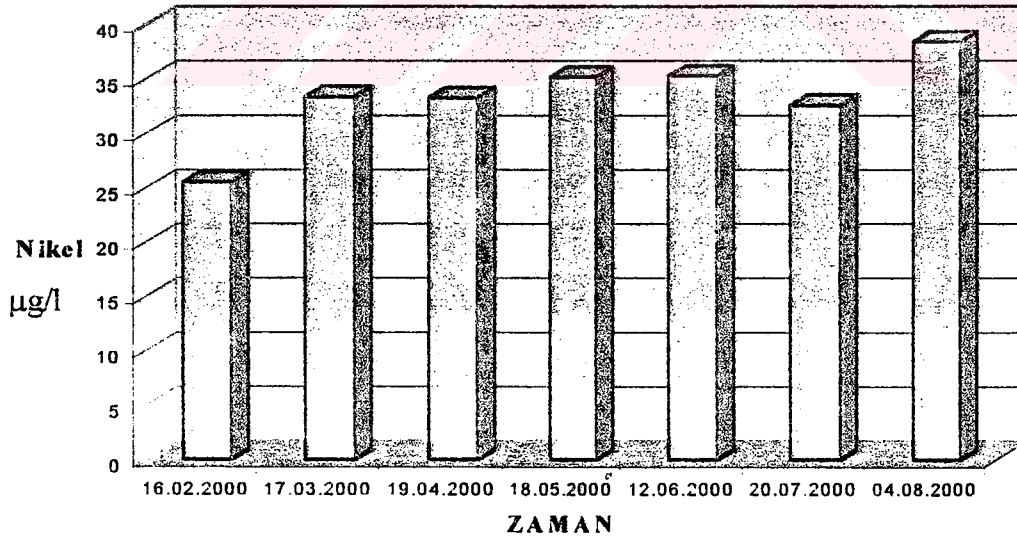
Grafik 3.39. Eber Gölü Kadmiyum Analizi Grafiği

Sayısal olarak düşünüldüğünde kadmiyum analiz sonuçları aynı ondalık dilim içerisinde ve birbirine yakın değerlerde bulunmuştur.



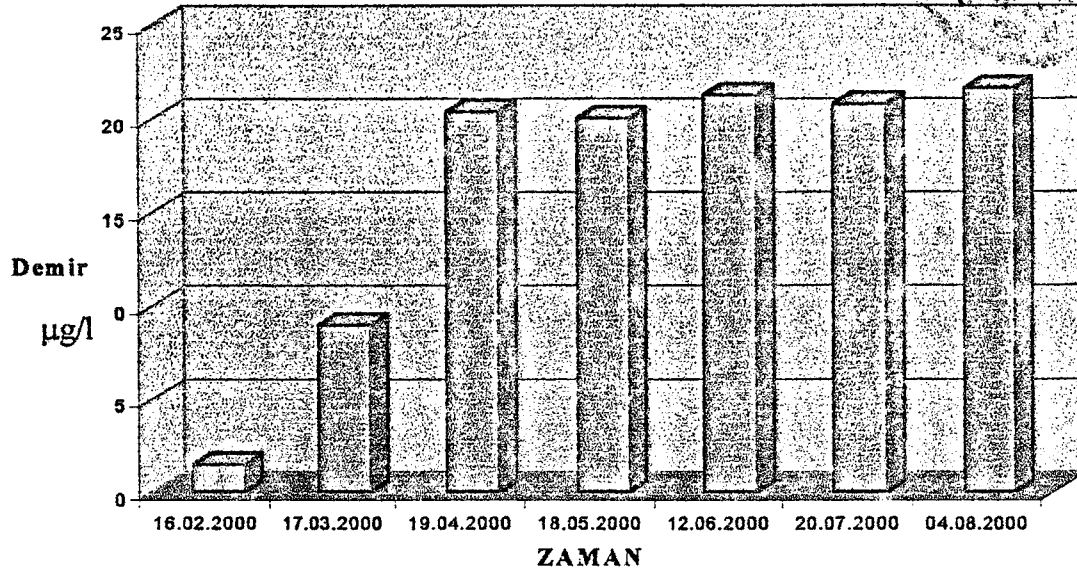
Grafik 3.40. Eber Gölü Kurşun Analizi Grafiği

Kurşun analiz sonuçlarında nisan ayı konsantrasyonu düşük, diğer aylarda daha yüksek ve birbirine yakın konsantrasyonlar bulunmuştur.



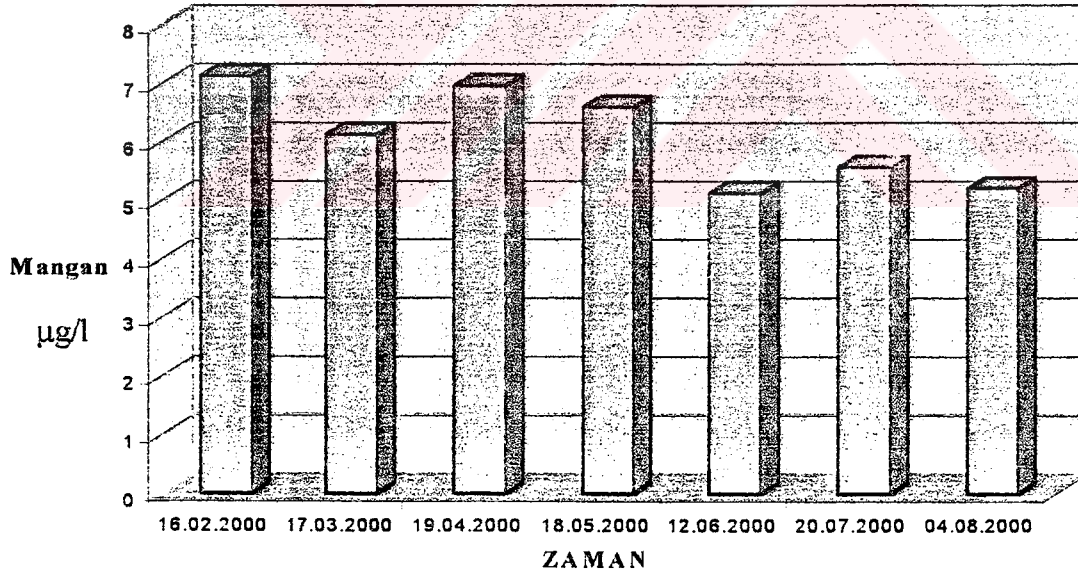
Grafik 3.41. Eber Gölü Nikel Analizi Grafiği

Nikel analiz sonuçları birbirine yakın değerlerde bulunmuştur.



Grafik 3.42. Eber Gölü Demir Analizi Grafiği

Yapılan Demir analizleri sonucunda kış aylarında düşük konsantrasyonlar, yaz aylarında ise daha yüksek ve birbirine yakın değerler bulunmuştur.



Grafik 3.43. Eber Gölü Mangan Analizi Grafiği

Sayısal olarak düşünüldüğünde Mangan analiz sonuçları aynı ondalık dilim içerisinde ve birbirine yakın değerlerde bulunmuştur.



3.4.3. Göle Boşalan Derelerden Alınan Numuneler

Göle boşalan derelerden alınan su numunelerinin analiz sonuçları, numune alınan her bir nokta için ayrı ayrı tablolara işlenmiş ve her bir parametre için grafikler oluşturulmuştur.

3.4.3.1. Adıyan Numunesi

Adıyan deresinden alınan su numunesine ait analiz değerleri Tablo 3.9.' de verilmiştir.

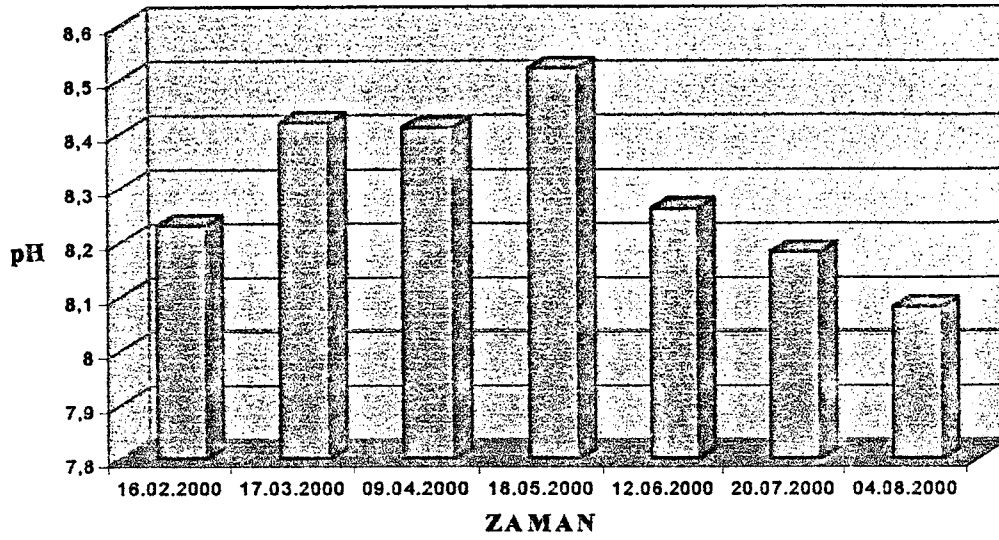
Tablo 3.9. Adıyan Numunesi Analiz Değerleri

TARİH	pH	Cu	Cd	Pb	Ni	Fe	Mn
16.02.2000	8,23	7,021	1,8581	0,8521	1,863	0,1245	3,3524
17.03.2000	8,42	5,874	2,1914	1,2488	0,47371	1,5654	2,0048
09.04.2000	8,41	5,03214	0,5214	0,3547	0,5412	0,9853	8,3654
18.05.2000	8,52	4,9685	0,06352	0,4523	0,08521	1,23654	3,0231
12.06.2000	8,26	5,2647	1,0527	0,00125	1,0854	0,95241	7,2369
20.07.2000	8,18	2,8543	1,00785	1,65641	1,0345	1,2547	5,5293
04.08.2000	8,08	4,1245	0,9585	0,991	1,0321	1,04251	1,6782

Not: pH hariç diğer parametrelerin birimleri $\mu\text{g/l}$ ' dir.

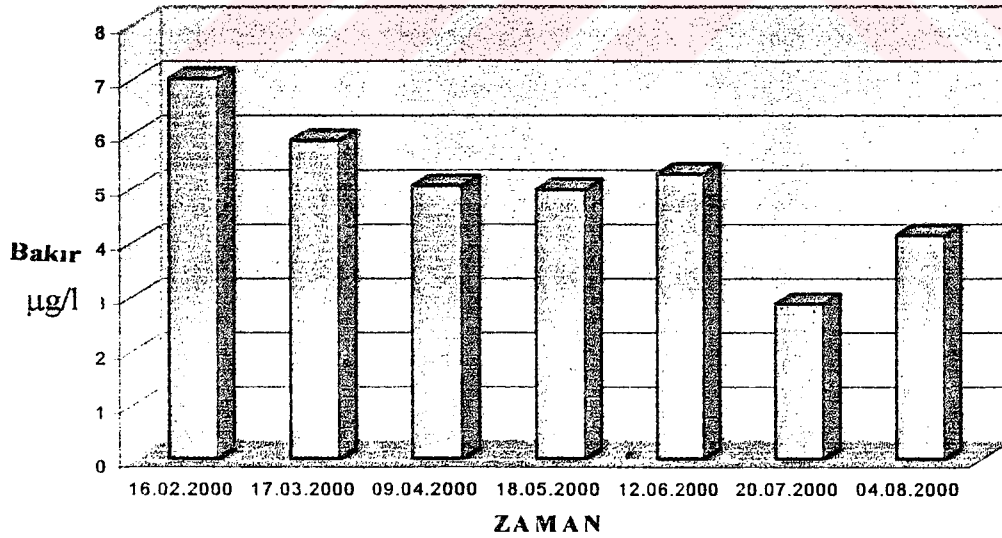
Parametrelere ait grafikler Grafik 3.44. - 3.50.' da verilmiştir.

Adıyan deresinden alınan numunelerde pH, Cu, Cd, Pb, Cr, Ni, Fe ve Mn analizleri yapılmıştır. Ayrıca numune alımı sırasında pH ölçümü yapılmış ve 9'dan yukarı değer bulunmamıştır. Bakır konsantrasyonu 2,8543-7,021 $\mu\text{g/l}$, kadmiyum konsantrasyonu 0,5214-2,1914 $\mu\text{g/l}$, kurşun konsantrasyonu 0,00125-1,65641 $\mu\text{g/l}$, nikel konsantrasyonu 0,08521-1,863 $\mu\text{g/l}$, demir konsantrasyonu 0,1245-1,5654 $\mu\text{g/l}$, mangan konsantrasyonu 2,0048-8,3654 $\mu\text{g/l}$ arasındadır. Numunelerde krom bulunmamıştır.



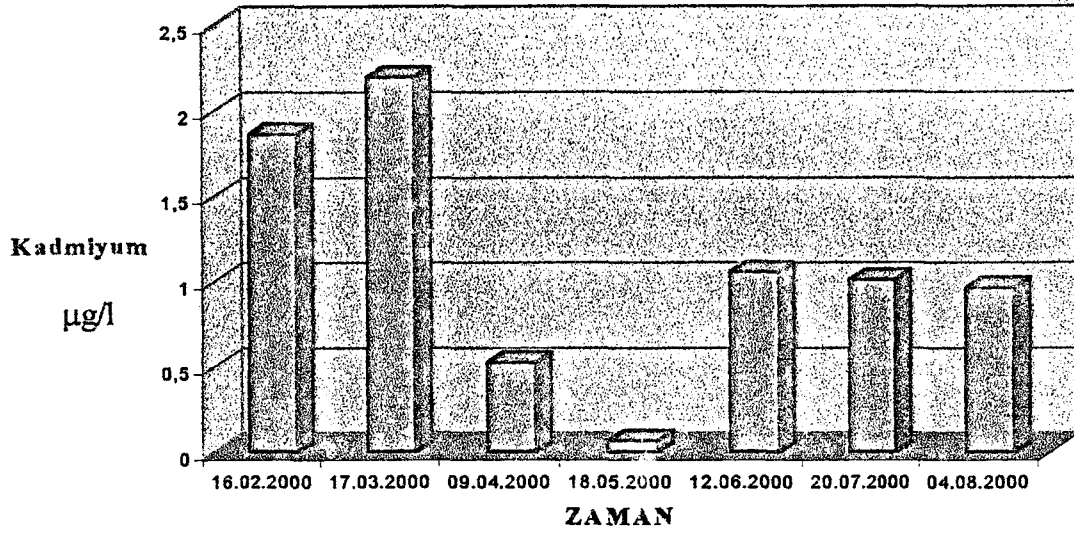
Grafik 3.44. Adıyan Numunesi pH Analizi Grafiği

Yapılan pH ölçüm sonuçları 8 ile 9 arasında bulunmuştur ve birbirine yakın değerlerdedir.



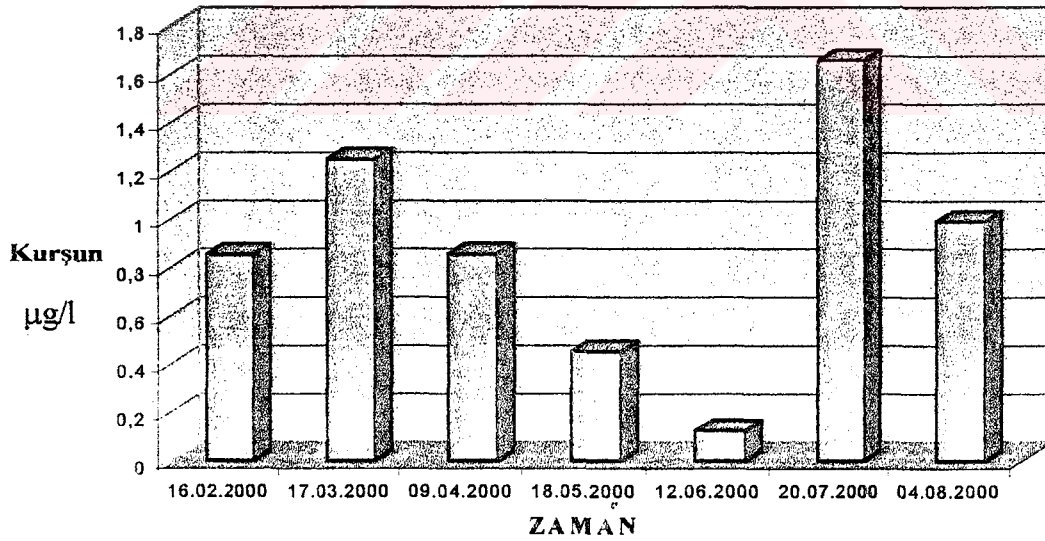
Grafik 3.45 Adıyan Numunesi Bakır Analizi Grafiği

Bakır analiz sonuçları sayısal olarak düşünüldüğünde aynı ondalık dilim içerisinde ve birbirine yakın değerlerde bulunmuştur.



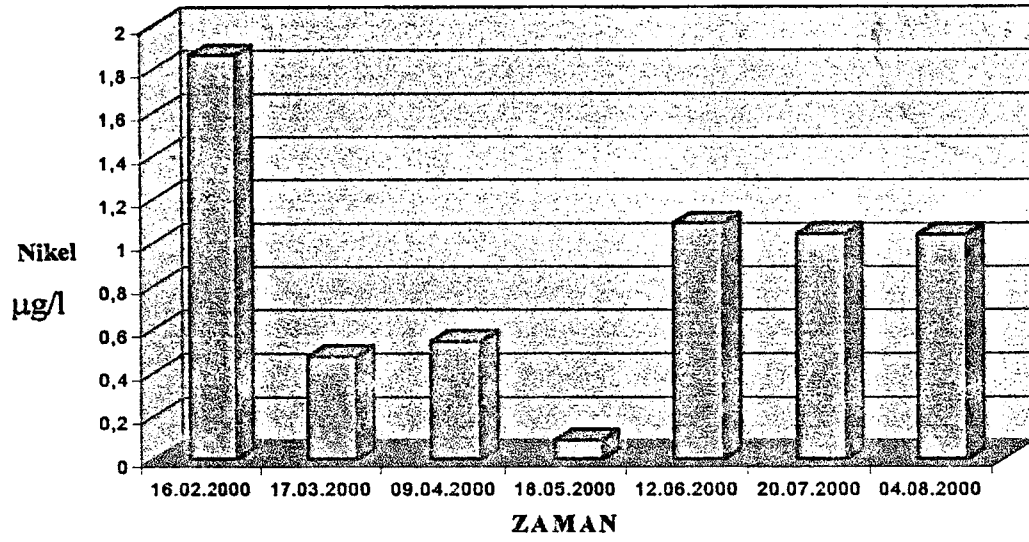
Grafik 3.46. Adıyan Numunesi Kadmiyum Analizi Grafiği

Kadmiyum analiz sonuçları, sayısal olarak düşünüldüğünde aynı ondalık dilim içerisinde ve birbirine yakın değerlerde bulunmuştur.



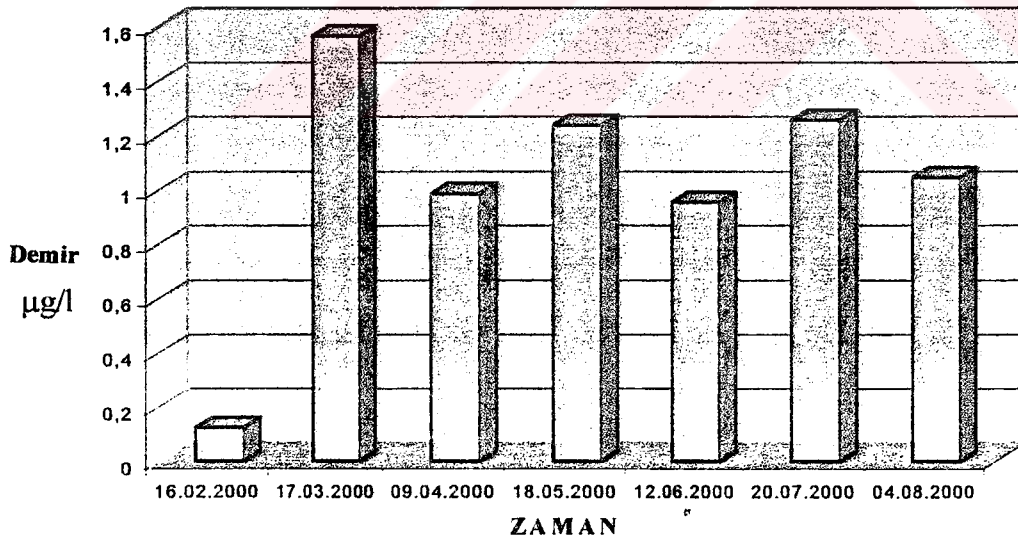
Grafik 3.47. Adıyan Numunesi Kurşun Analizi Grafiği

Yapılan Kurşun analiz sonuçlarında belirli bir düzen yoktur. Konsantrasyonlar birbirine yakın olarak bulunmuştur.



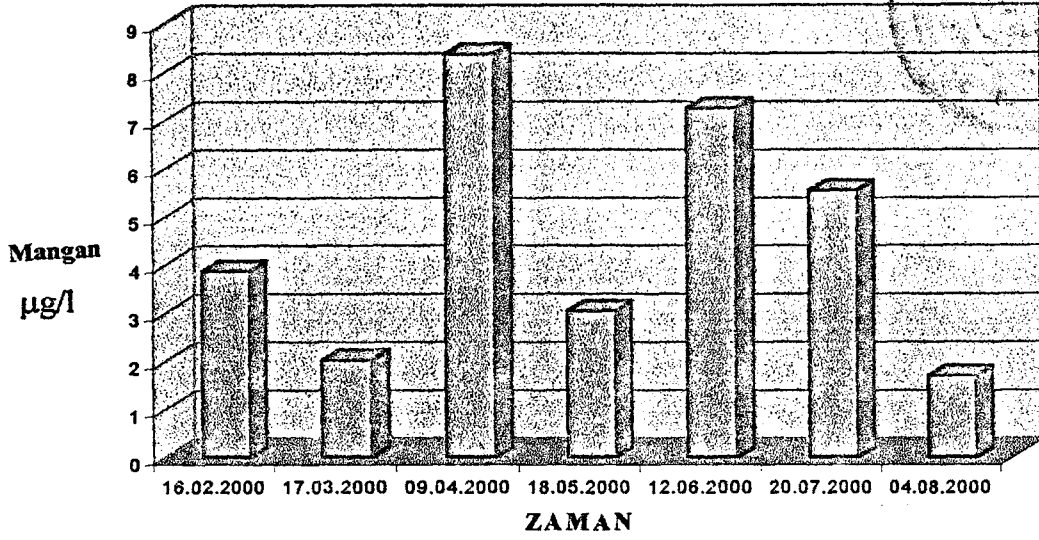
Grafik 3.48. Adıyan Numunesi Nikel Analizi Grafiği

Nikel analiz sonuçlarında ocak ayı konsantrasyonu diğer aylara göre yüksek bulunmuştur.



Grafik 3.49. Adıyan Numunesi Demir Analizi Grafiği

Yapılan Demir analiz sonuçlarında belirli bir düzen yoktur. Konsantrasyonlar genel olarak düşük değerlerdedir.



Grafik 3.50. Adıyan Numunesi Mangan Analizi Grafiği

Mangan analiz sonuçları sayısal olarak düşünüldüğünde aynı ondalık dilim içerisinde ve birbirine yakın değerlerde bulunmuştur.

3.4.3.2. Çay Deresi Numunesi

Çay deresinden alınan su numunesine ait analiz değerleri Tablo 3.10.' de verilmiştir.

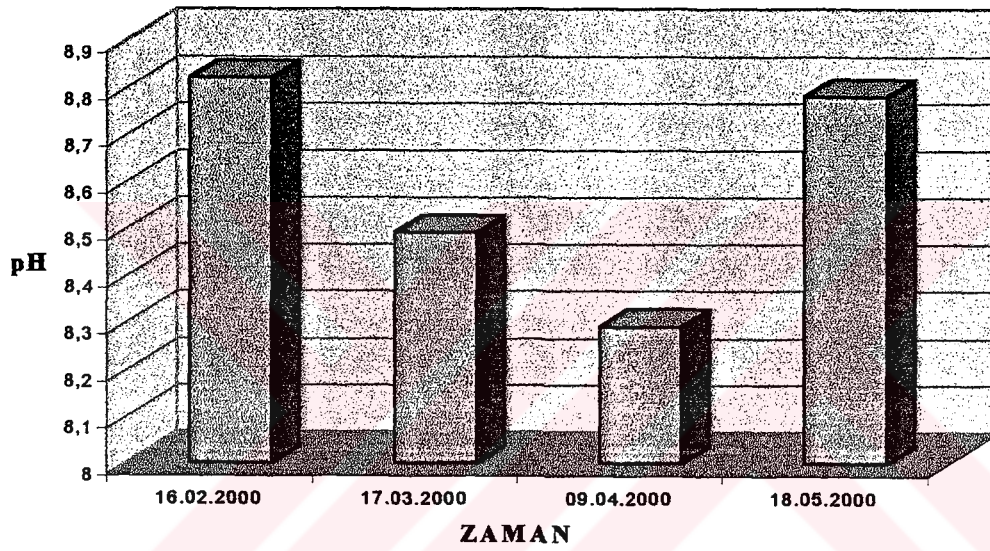
Tablo 3.10. Çay Numunesi Analiz Değerleri

TARİH	pH	Cu	Cd	Pb	Ni	Fe	Mn
16.02.2000	8,82	2,0314	1,5211	0,0211	1,0784	0,7851	1,9658
17.03.2000	8,49	5,635	2,1241	0,092144	2,0314	0,0124	3,2303
09.04.2000	8,29	8,30214	1,3265	0,07781	1,6329	1,6384	5,3698
18.05.2000	8,78	6,7452	1,2301	0,0857	1,85743	0,2354	2,2326

Not: pH hariç diğer parametrelerin birimleri µg/l' dir.

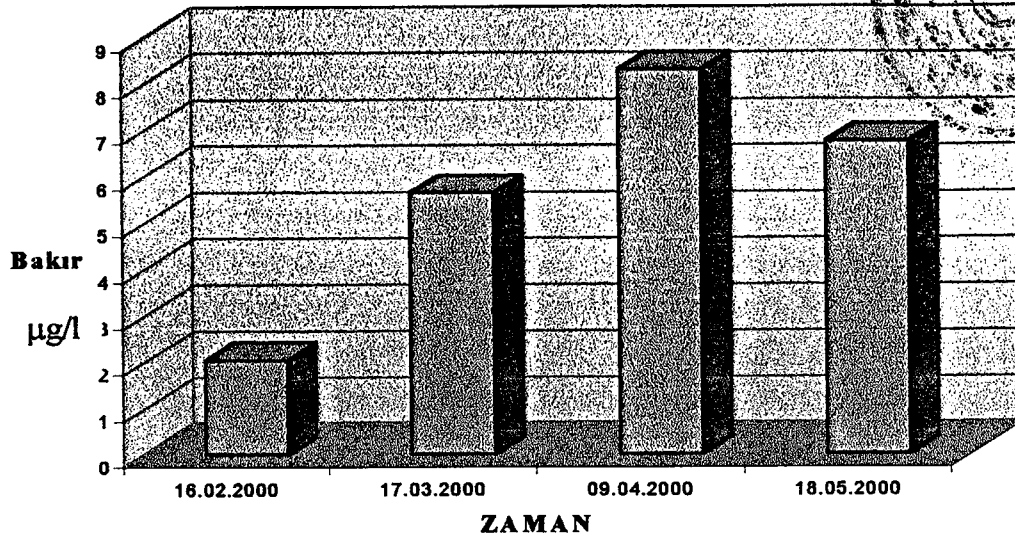
Çay deresinden alınan numunelerde pH, Cu, Cd, Pb, Cr, Ni, Fe ve Mn analizleri yapılmıştır. Ayrıca numune alımı sırasında pH ölçümü yapılmış ve 9'dan aşağı değer bulunmamıştır. Bakır konsantrasyonu 2,0314-8,30214 µg/l, kadmiyum konsantrasyonu 1,2301-2,1241 µg/l, kurşun konsantrasyonu 0,0211-0,92144 µg/l, nikel konsantrasyonu 1,0784-2,0314 µg/l, demir konsantrasyonu 0,124-1,6384 µg/l, mangan konsantrasyonu 1,9658-2,2326 µg/l arasındadır. Numunelerde krom bulunmamıştır.

Parametrelere ait grafikler Grafik 3.51. - 3.57.' de verilmiştir.



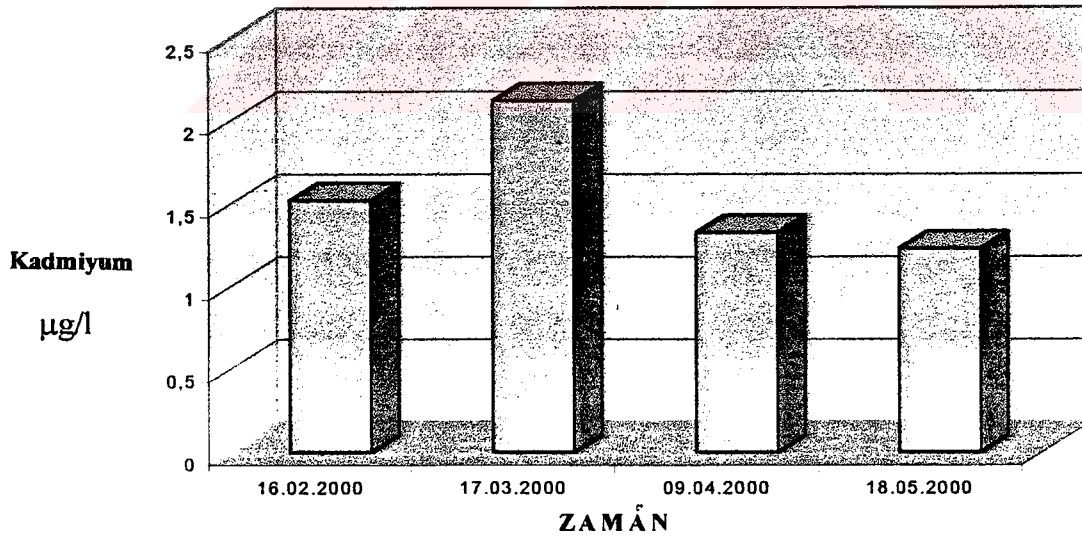
Grafik 3.51. Çay Numunesi pH Analizi Grafiği

Yapılan pH ölçümlerinde sonuçlar 8 - 9 arasında ve birbirlerine yakın değerlerde bulunmuştur.



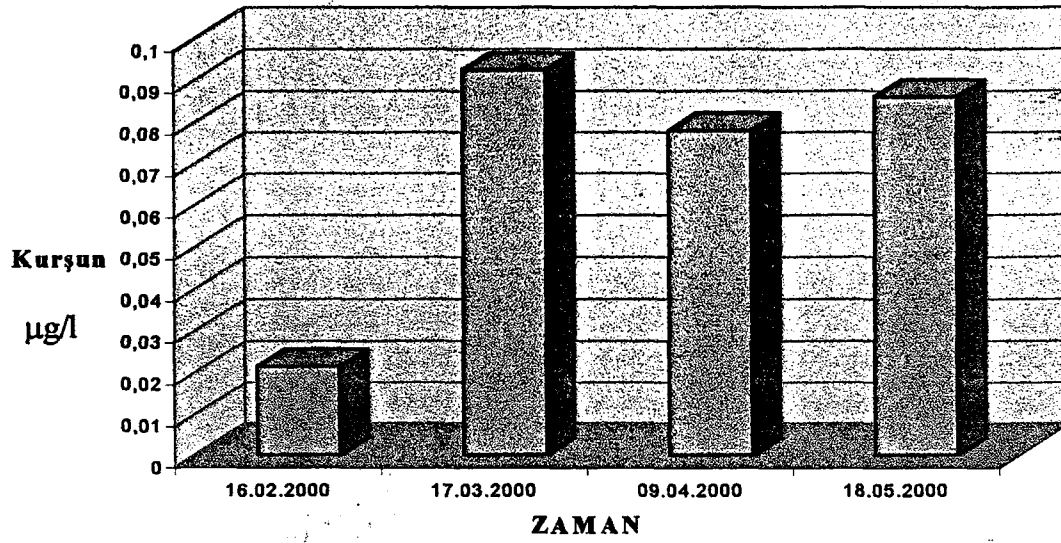
Grafik 3.52. Çay Numunesi Bakır Analizi Grafiği

Sayısal olarak düşünüldüğünde bakır konsantrasyon değerleri aynı ondalık dilim içerisinde ve birbirine yakın değerlerde bulunmuştur.



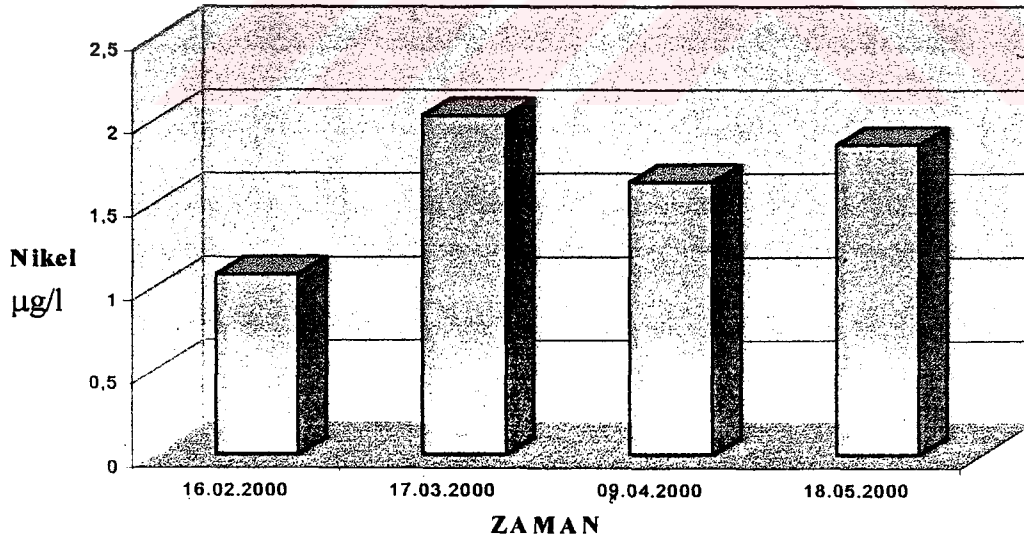
Grafik 3.53. Çay Numunesi Kadmiyum Analizi Grafiği

Yapılan Kadmiyum analizleri sonuçlarında belirli bir düzen olmayıp konsantrasyonlar birbirlerine yakın çıkmıştır.



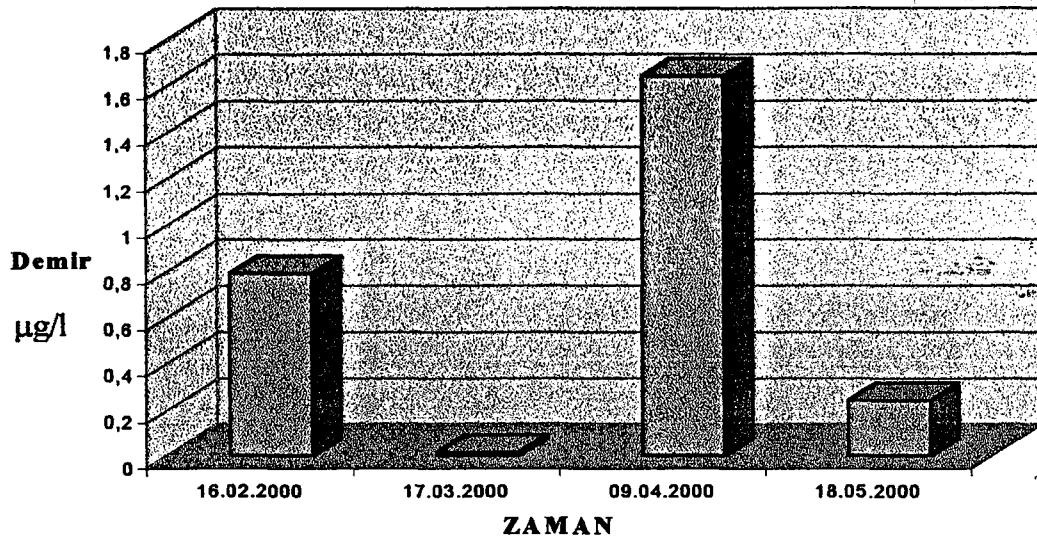
Grafik 3.54. Çay Numunesi Kurşun Analizi Grafiği

Kurşun analizleri sonucunda şubat ayı konsantrasyonu düşük, diğer aylarda daha yüksek konsantrasyonlarda bulunmuştur.



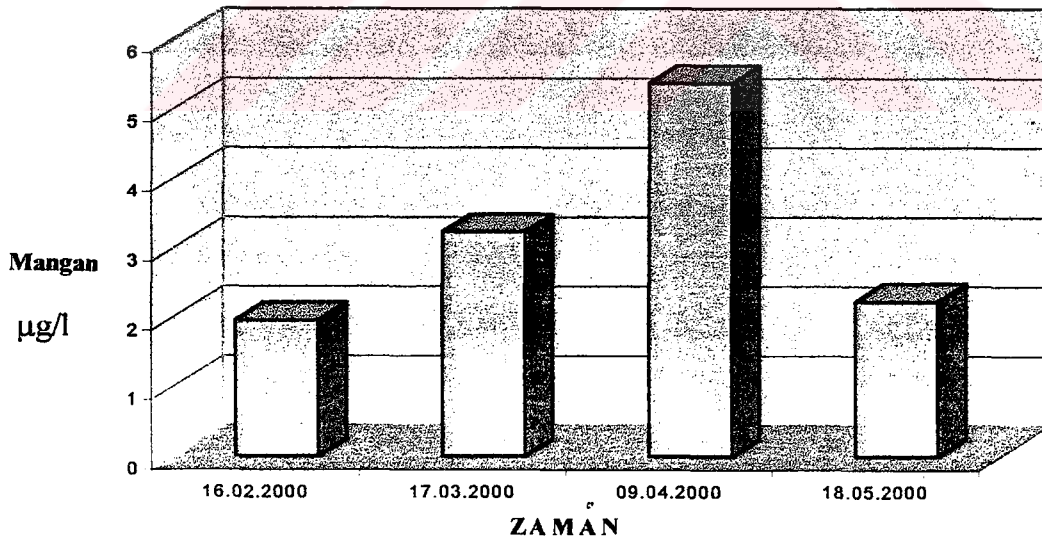
Grafik 3.55. Çay Numunesi Nikel Analizi Grafiği

Yapılan Nikel analizleri sonucunda konsantrasyonlar birbirine yakın değerlerde bulunmuştur .



Grafik 3.56. Çay Numunesi Demir Analizi Grafiği

Demir analizleri sonuçlarında belirli bir düzen yoktur. Nisan ayı konsantrasyonu diğer aylara göre yüksektir.



Grafik 3.57. Çay Numunesi Mangan Analizi Grafiği

Mangan analizleri sonuçları sayısal olarak düşünüldüğünde aynı ondalık dilim içerisinde ve birbirlerine yakın değerlerdedir.



3.4.3.3. Deliçay Numunesi

Deliçay deresinden alınan su numunesine ait analiz değerleri Tablo 3.11.' de verilmiştir.

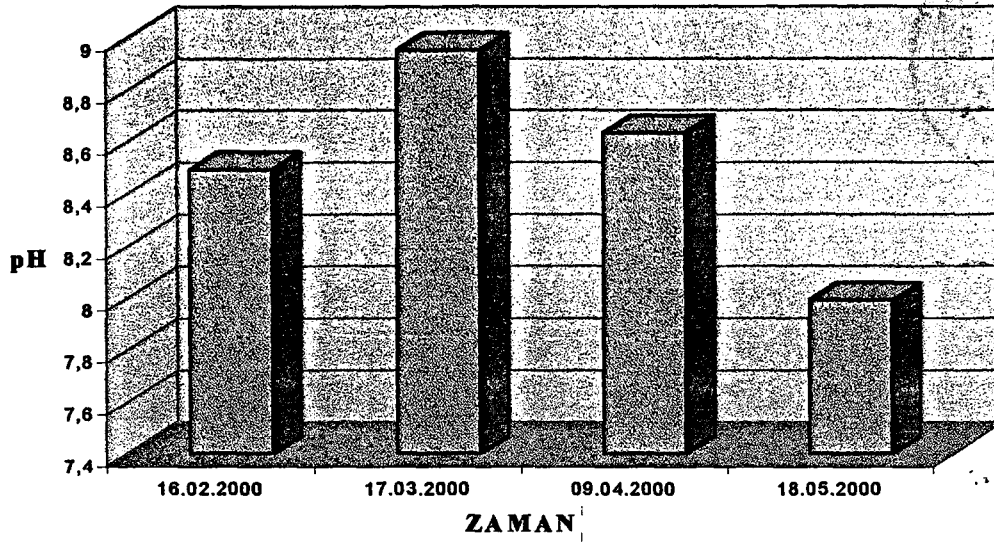
Tablo 3.11. Deliçay Numunesi Analiz Değerleri

TARİH	pH	Cu	Cd	Pb	Cr	Ni	Fe	Mn
16.02.2000	8,49	2,3687	0,0851	4,0854	0,0852	1,2341	1,3572	1,0111
17.03.2000	8,95	2,6954	0,51234	5,365	0,1987	1,0032	2,3011	2,6523
09.04.2000	8,63	3,2356	0,42144	7,03254	2,01525	1,9651	2,1134	1,3679
18.05.2000	7,99	2,0395	0,20135	2,7845	1,6352	1,01347	1,03265	4,5671

Not: pH hariç diğer parametrelerin birimleri $\mu\text{g/l}$ ' dir.

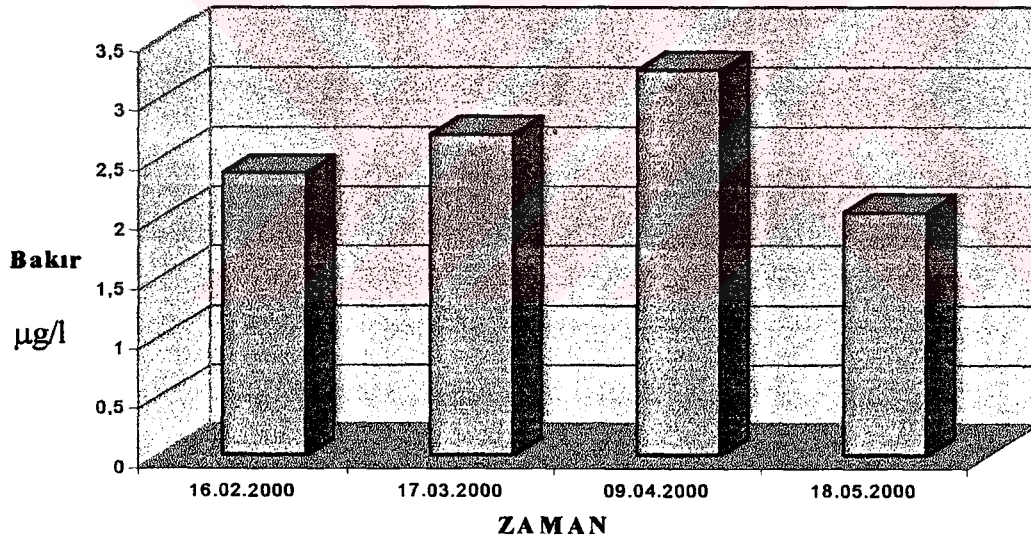
Deliçay deresinden alınan numunelerde pH, Cu, Cd, Pb, Cr, Ni, Fe ve Mn analizleri yapılmıştır. Ayrıca numune alımı sırasında pH ölçümü yapılmış ve 9'dan aşağı değer bulunmamıştır. Bakır konsantrasyonu 2,0395-3,2356 $\mu\text{g/l}$, kadmiyum konsantrasyonu 0,0851-0,51234 $\mu\text{g/l}$, kurşun konsantrasyonu 2,7845-7,03254 $\mu\text{g/l}$, nikel konsantrasyonu 1,0032-1,9651 $\mu\text{g/l}$, demir konsantrasyonu 1,03265-2,3011 $\mu\text{g/l}$, mangan konsantrasyonu 1,0111-4,5671 $\mu\text{g/l}$ arasındadır. Numunelerde krom bulunmamıştır.

Parametrelere ait grafikler Grafik 3.58. - 3.64.' de verilmiştir.



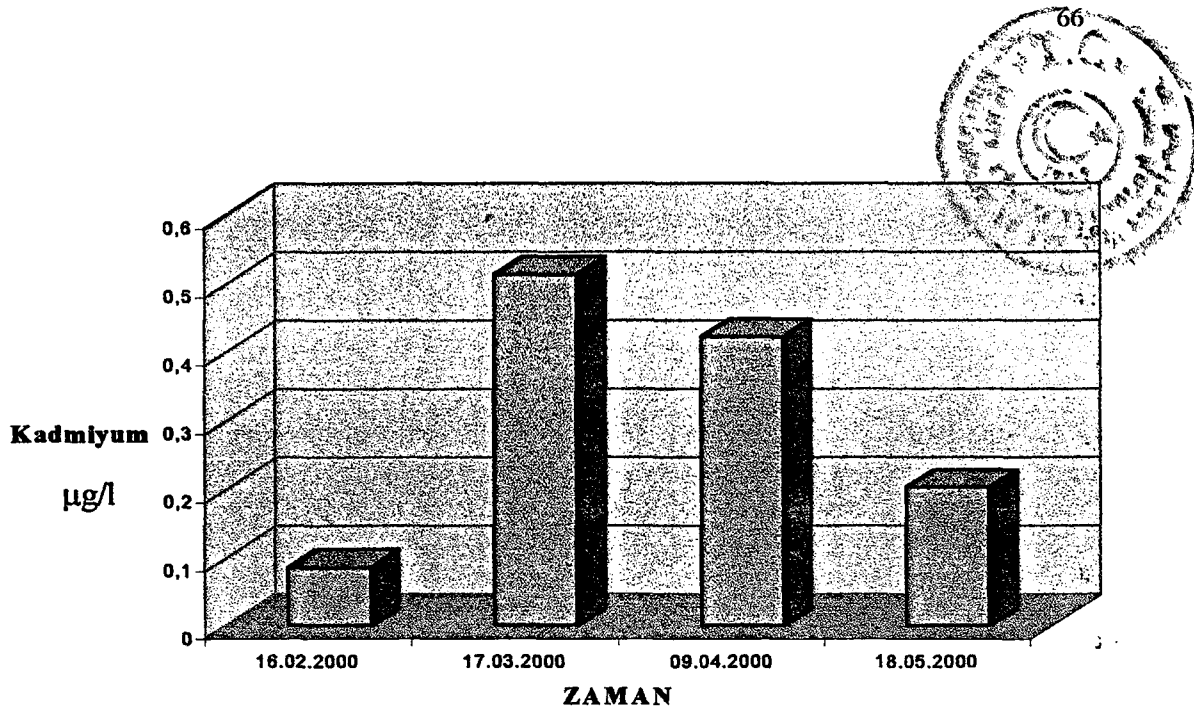
Grafik 3.58. Deliçay Numunesi pH Analizi Grafiği

Yapılan pH ölçümlerinde sonuçlar 7 ile 8 arasında bulunmuştur.



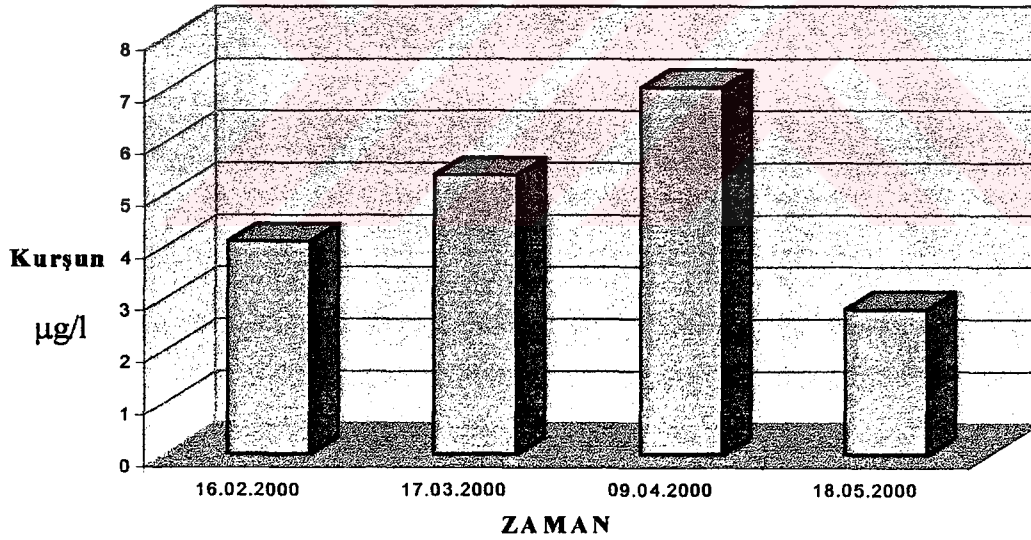
Grafik 3.59. Deliçay Numunesi Bakır Analizi Grafiği

Bakır analizleri sonuçları sayısal olarak düşünüldüğünde, aynı ondalık dilim içerisinde ve birbirine yakın değerler olarak bulunmuştur.



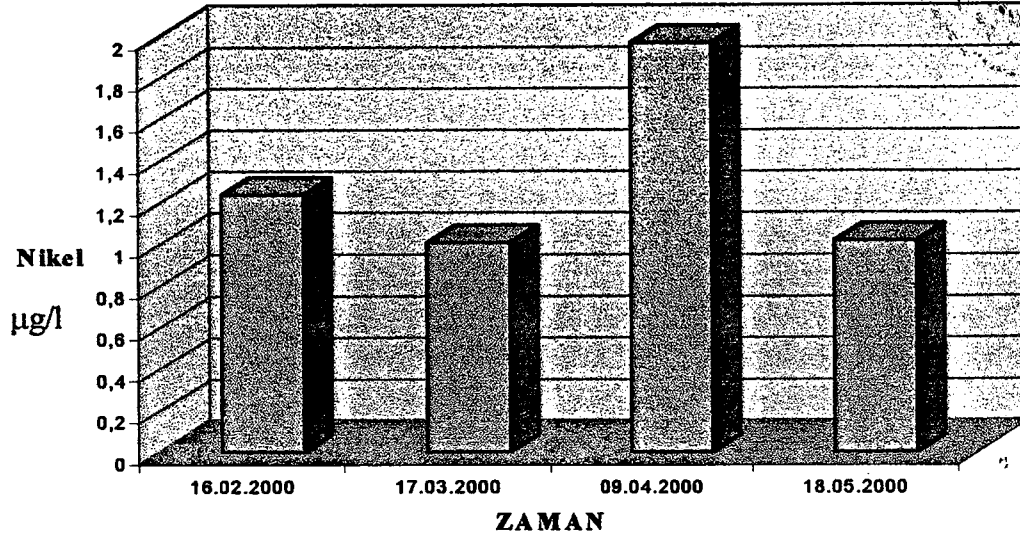
Grafik 3.60. Deliçay Numunesi Kadmiyum Analizi Grafiği

Yapılan analizler sonuçlarında belirli düzen yoktur. Konsantrasyonlar birbirlerine yakın değerler olarak bulunmuştur.



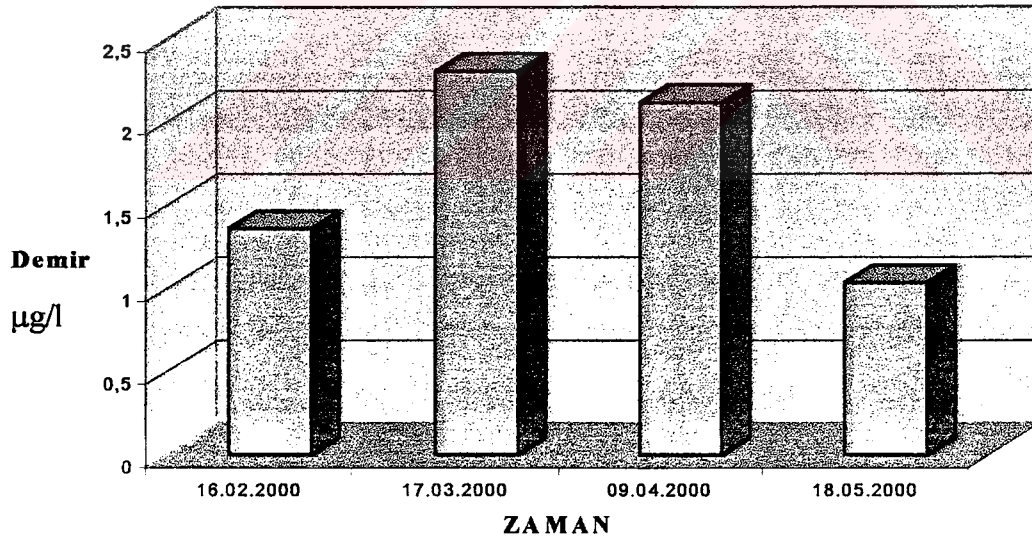
Grafik 3.61. Deliçay Numunesi Kurşun Analizi Grafiği

Yapılan kurşun analizleri sonuçlarında nisan ayı konsantrasyonu diğer aylardan yüksek olarak bulunmuştur.



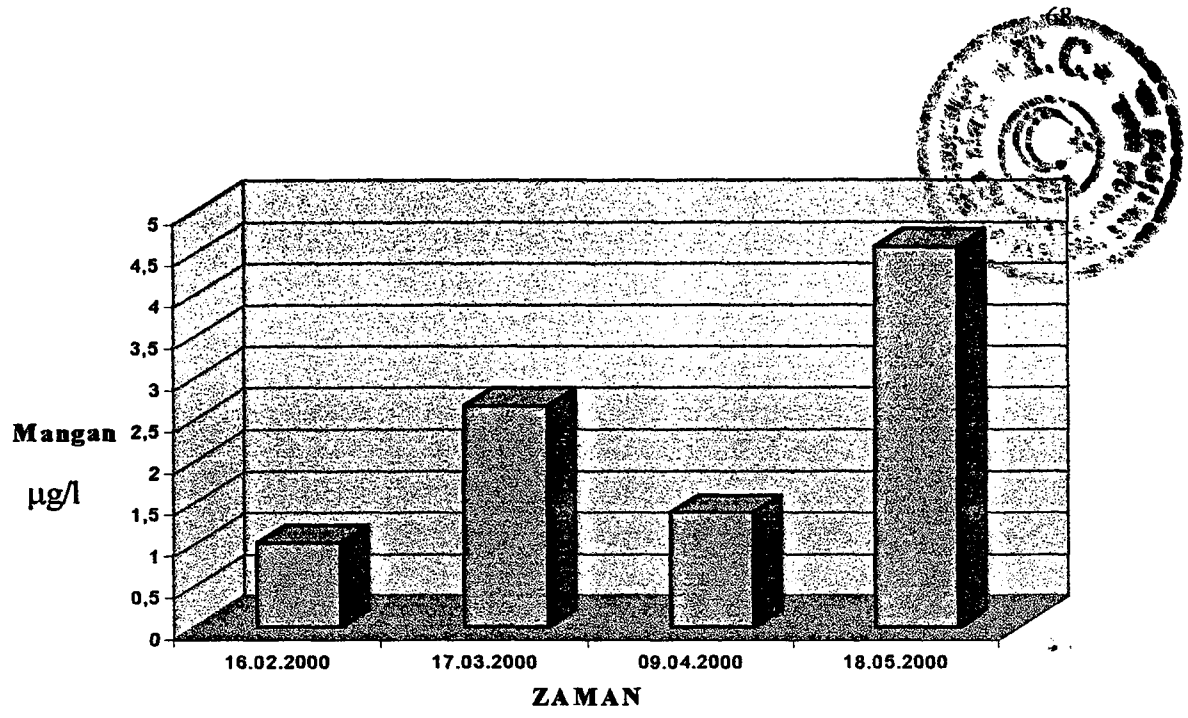
Grafik 3.62. Deliçay Numunesi Nikel Analizi Grafiği

Nikel analiz sonuçları birbirlerine yakın konsantrasyonlarda, düşük miktarlarda bulunmuştur.



Grafik 3.63. Deliçay Numunesi Demir Analizi Grafiği

Yapılan Demir analizleri sonuçlarında belirli bir düzen yoktur. Konsantrasyon birbirlerine yakın değerler olarak tespit edilmiştir.



Grafik 3.64. Deliçay Numunesi Mangan Analizi Grafiği

Yapılan Mangan analizlerinde mayıs ayı konsantrasyonu diğer aylara göre daha yüksek değerde tespit edilmiştir.



3.4.3.4. Yağsıyan Numunesi

Yağsıyan deresinden alınan su numunesine ait analiz değerleri Tablo 3.12.'de verilmiştir.

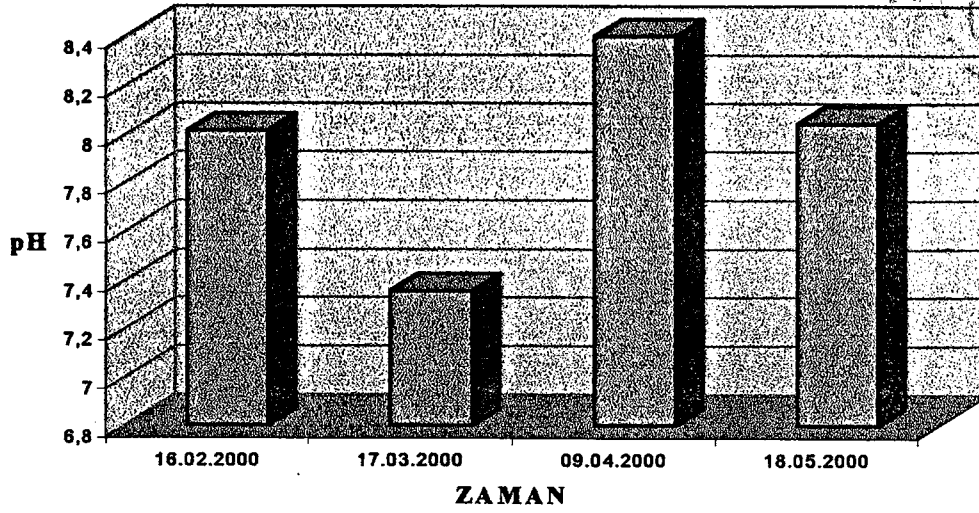
Tablo 3.12. Yağsıyan Numunesi Analiz Değerleri

TARİH	pH	Cu	Cd	Pb	Ni	Fe	Mn
16.02.2000	8,01	0,00012	0,009861	2,0451	0,6358	1,9685	7,1754
17.03.2000	7,35	0,00145	0,02539	0,95412	1,4637	4,2185	5,3195
09.04.2000	8,4	0,00214	0,02314	2,0124	0,0978	3,9685	2,3658
18.05.2000	8,04	0,03254	0,05522	1,2587	0,08921	2,03156	4,4996

Not: pH hariç diğer parametrelerin birimleri $\mu\text{g/l}$ ' dir.

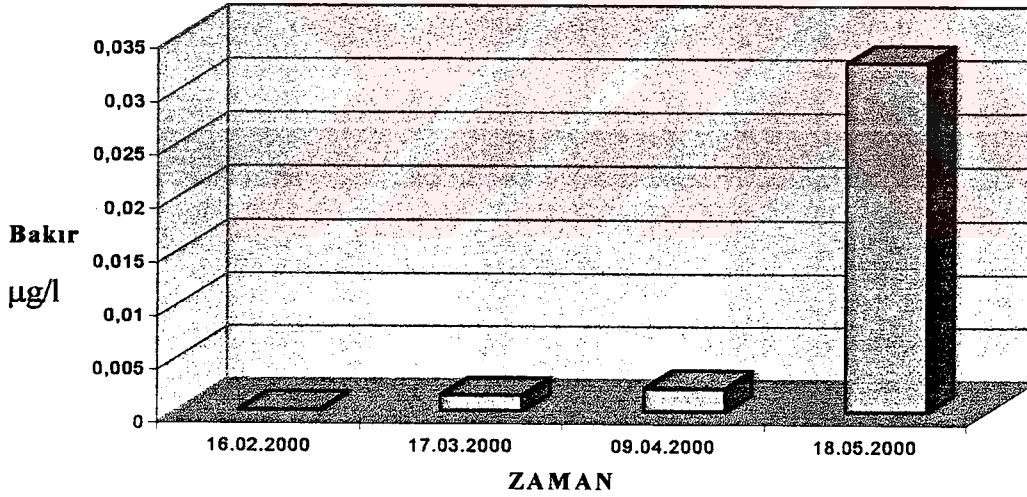
Yağsıyan deresinden alınan numunelerde pH, Cu, Cd, Pb, Cr, Ni, Fe ve Mn analizleri yapılmıştır. Ayrıca numune alımı sırasında pH ölçümü yapılmış ve 9'dan aşağı değer bulunmamıştır. Bakır konsantrasyonu 0,00012-0,03254 $\mu\text{g/l}$, kadmiyum konsantrasyonu 0,009861-0,05522 $\mu\text{g/l}$, kurşun konsantrasyonu 0,95412-2,0451 $\mu\text{g/l}$, nikel konsantrasyonu 0,08921-1,4637 $\mu\text{g/l}$, demir konsantrasyonu 1,9685-4,2185 $\mu\text{g/l}$, mangan konsantrasyonu 2,3658-7,1754 $\mu\text{g/l}$ arasındadır. Numunelerde krom bulunmamıştır.

Parametrelere ait grafikler Grafik 3.65. - 3.71.' de verilmiştir.



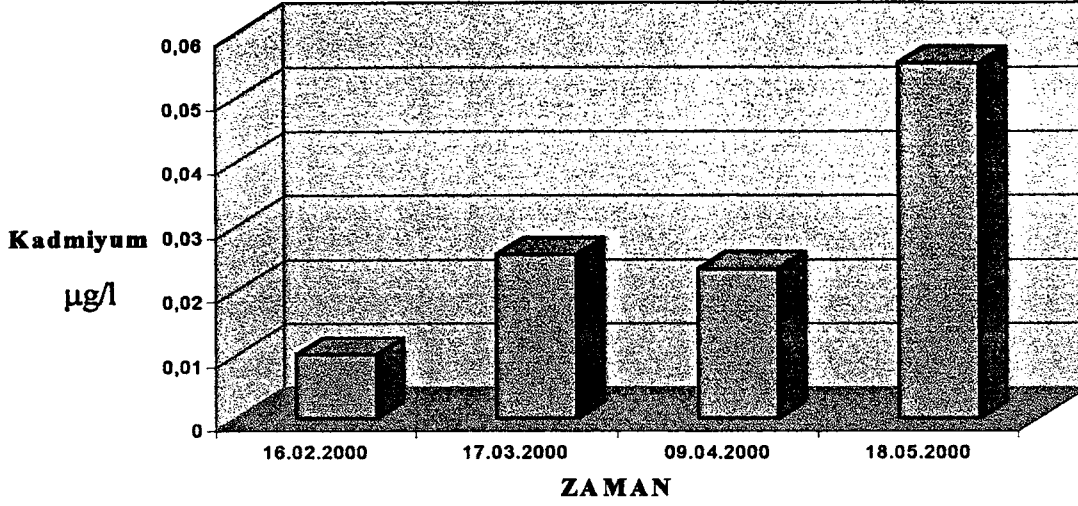
Grafik 3.65. Yağsıyan Numunesi pH Analizi Grafiği

Yapılan pH ölçümlerinde sonuçlar 7-9 arasında değerlerdir. Sonuçlarda belirli bir düzen yoktur.



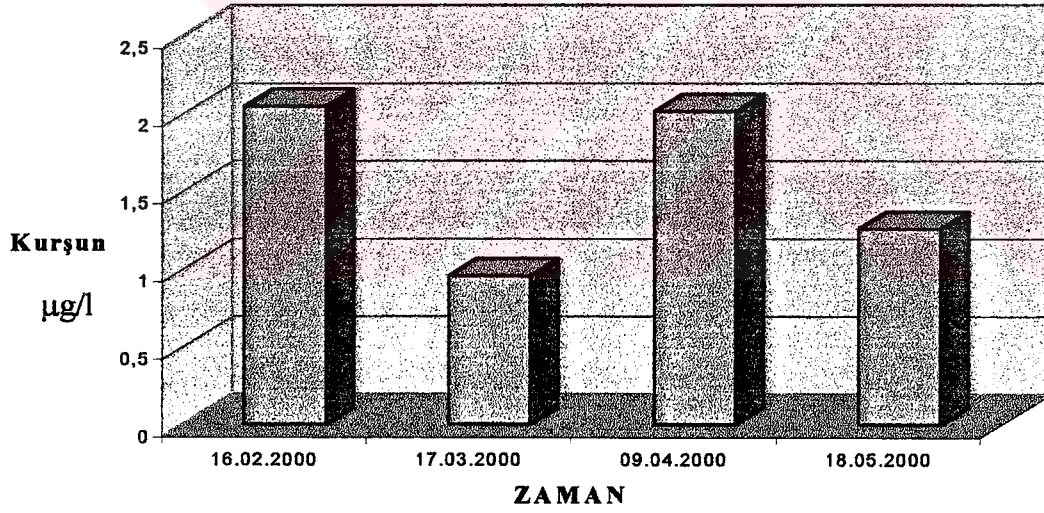
Grafik 3.66. Yağsıyan Numunesi Bakır Analizi Grafiği

Yapılan Bakır analizlerinde, konsantrasyonlar düşük seviyelerde bulunmuştur. Sonuçlar sayısal olarak düşünüldüğünde aynı ondalık dilim içerisinde ve birbirlerine yakın değerlerdir.



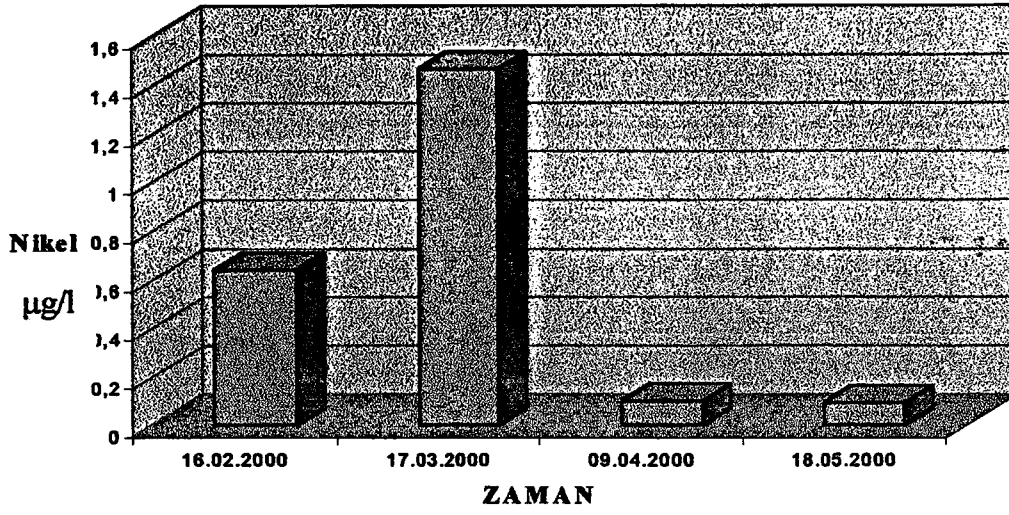
Grafik 3.67. Yağsıyan Numunesi Kadmiyum Analizi Grafiği

Yapılan Kadmiyum analiz sonuçları birbirlerine yakın konsantrasyonlarda bulunmuştur.



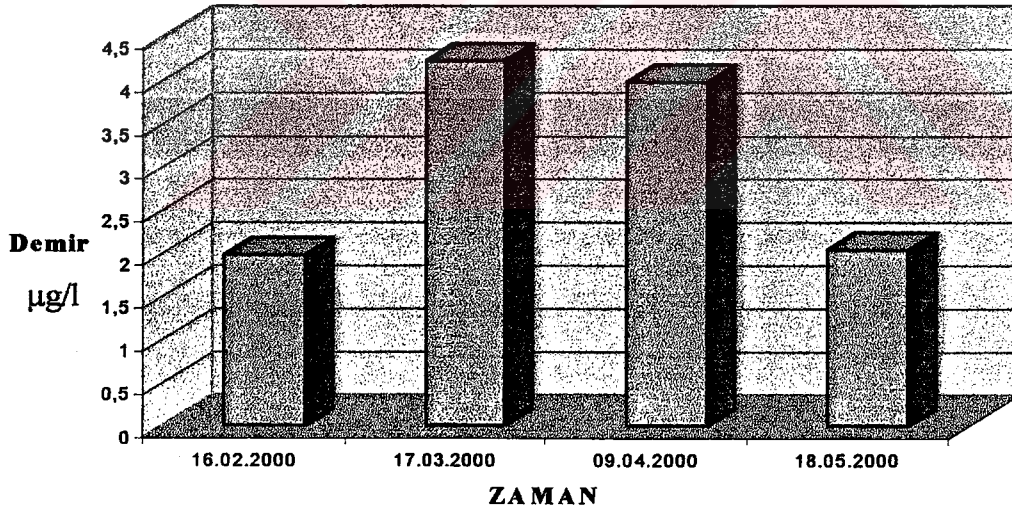
Grafik 3.68. Yağsıyan Numunesi Kurşun Analizi Grafiği

Kurşun analiz sonuçlarında belirli bir düzen yoktur. Konsantrasyon mart ayı analizinde en düşük değerdedir.



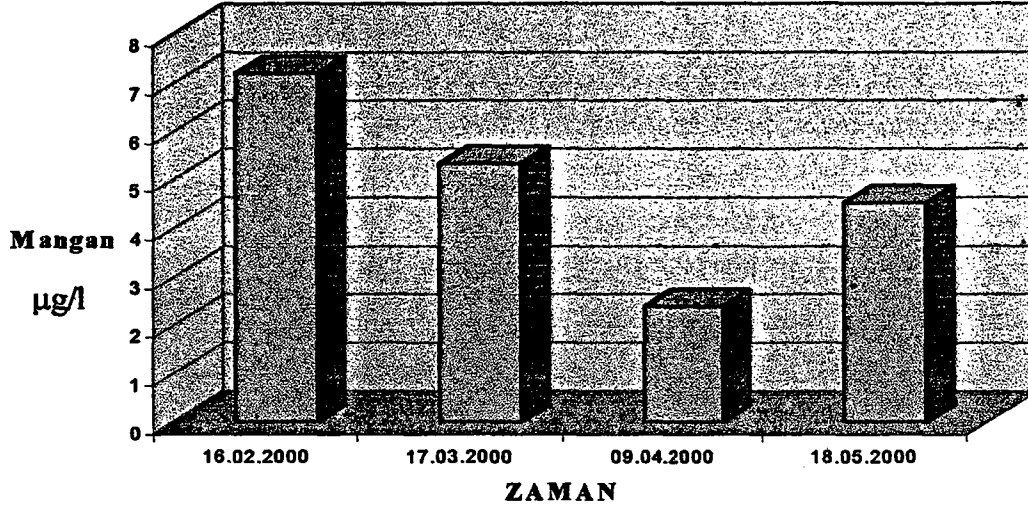
Grafik 3.69. Yağsıyan Numunesi Nikel Analizi Grafiği

Yapılan nikel analizlerinde belirli bir düzen olmayıp, mart ayı konsantrasyonu diğer aylara göre daha yüksek değerdedir.



Grafik 3.70. Yağsıyan Numunesi Demir Analizi Grafiği

Demir analiz sonuçları birbirine yakın konsantrasyon değerlerinde bulunmuştur.



Grafik 3.71. Yağsıyan Numunesi Mangan Analizi Grafiği

Yapılan mangan analiz sonuçlarında belirli bir düzen olmadığı ve şubat ayı konsantrasyonunun diğer aylara göre daha yüksek değerde bulunduğu görülmektedir.

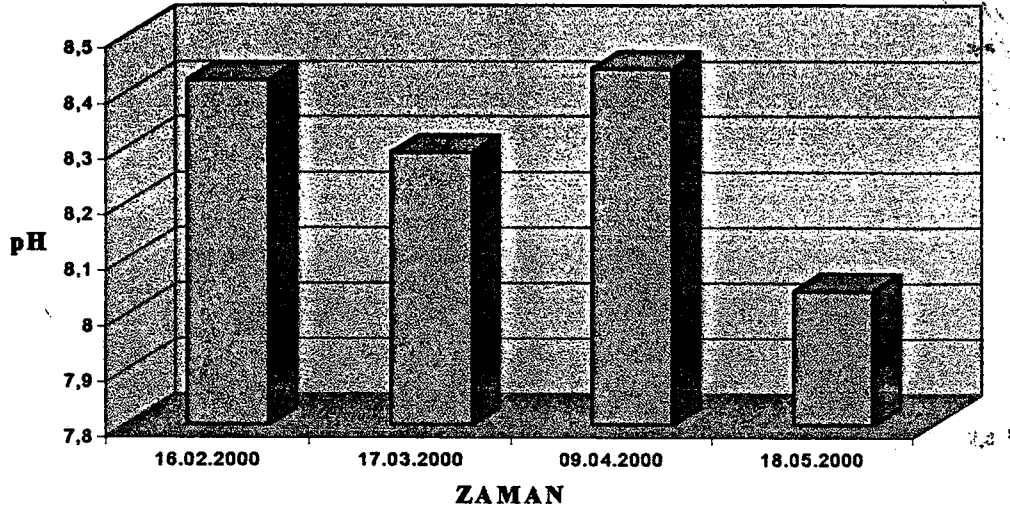
3.4.3.5. Dereçine Numunesi

Dereçine deresinden alınan su numunesine ait analiz değerleri Tablo 3.13.' de verilmiştir.

Tablo 3.13. Dereçine Numunesi Analiz Değerleri

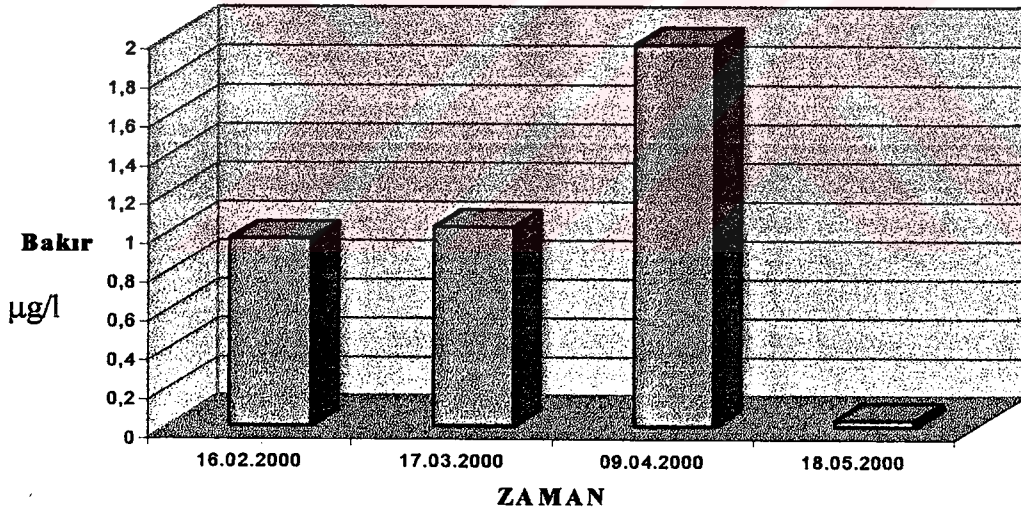
TARİH	pH	Cu	Cd	Pb	Ni	Fe	Mn
16.02.2000	8,42	0,9645	0,0021	1,6828	0,7171	0,0147	3,23165
17.03.2000	8,29	1,0234	0,62354	1,0862	0,3212	4,5214	7,6359
09.04.2000	8,44	1,9632	0,00012	1,3241	0,5331	0,9654	9,6363
18.05.2000	8,04	0,03254	0,05529	1,2587	0,442	2,00315	4,9669

Not: pH hariç diğer parametrelerin birimleri µg/l ' dir.



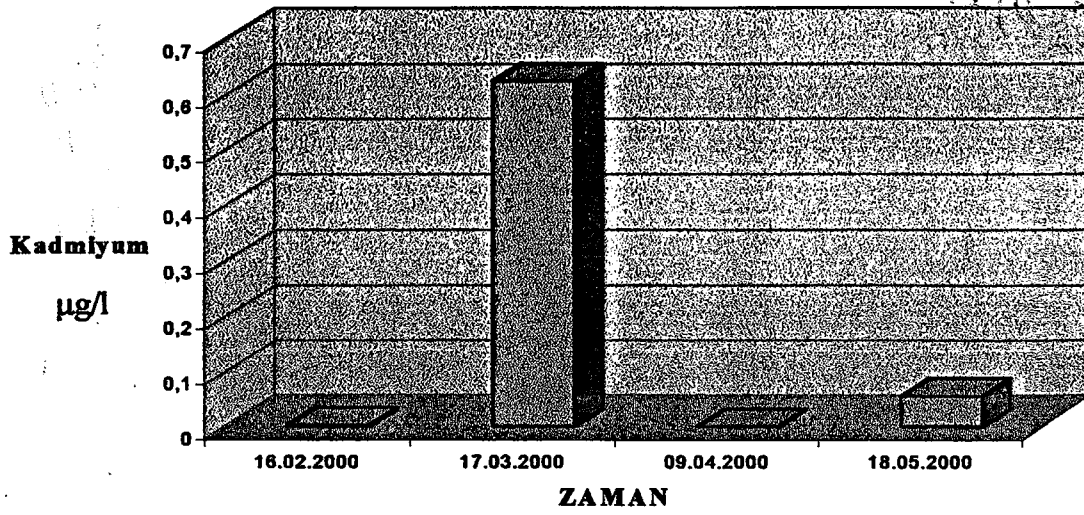
Grafik 3.72. Dereçine Numunesi pH Analizi Grafiği

Yapılan pH ölçümleri sonuçları 8-9 arasında değerler olarak bulunmuştur.



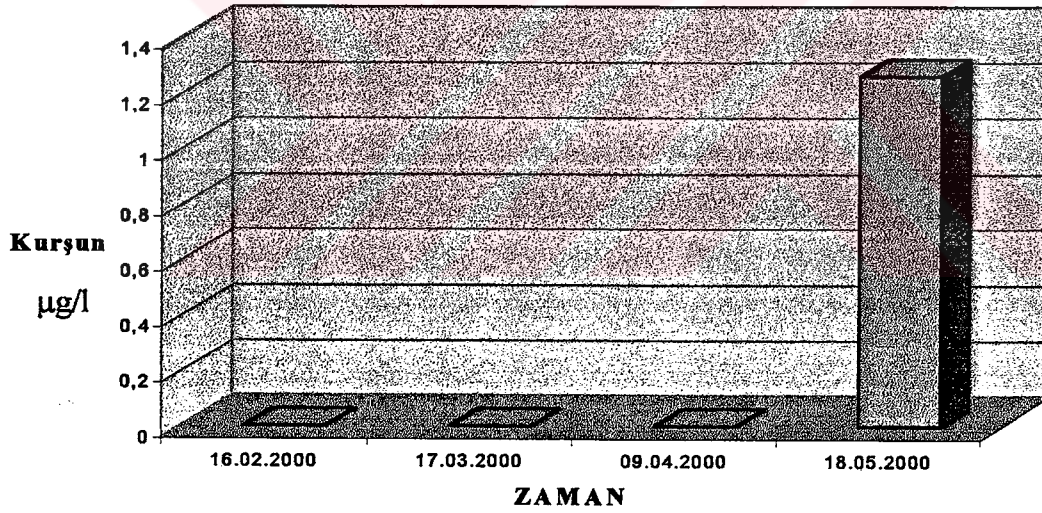
Grafik 3.73. Dereçine Numunesi Bakır Analizi Grafiği

Yapılan Bakır analizleri sonucunda en yüksek konsantrasyon değeri nisan ayında görülmektedir. Sonuçlarda belirli bir düzen yoktur.



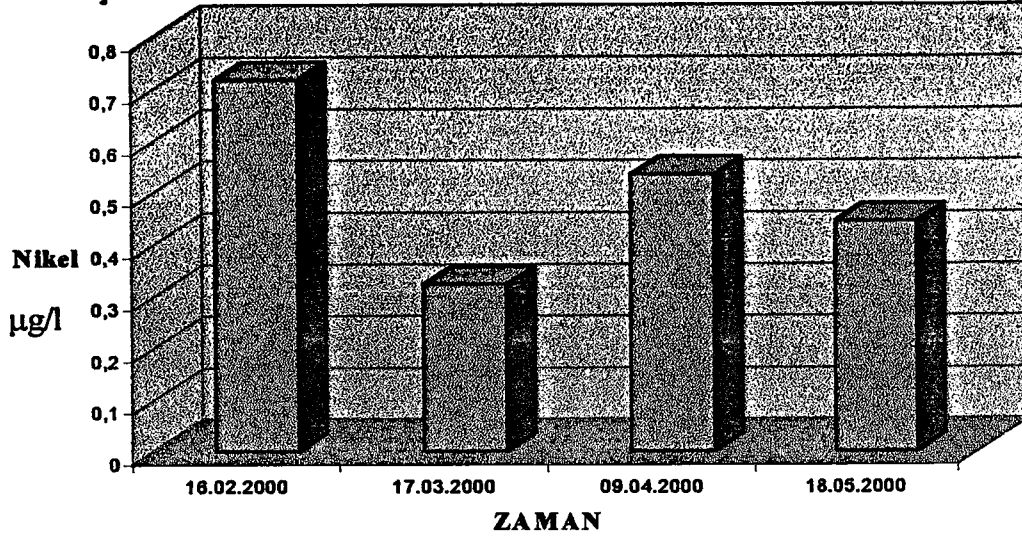
Grafik 3.74. Dereçine Numunesi Kadmiyum Analizi Grafiği

Kadmiyum analiz sonuçlarında çok düşük konsantrasyonlar elde edilmiştir. Sonuçlarda bir düzen yoktur.



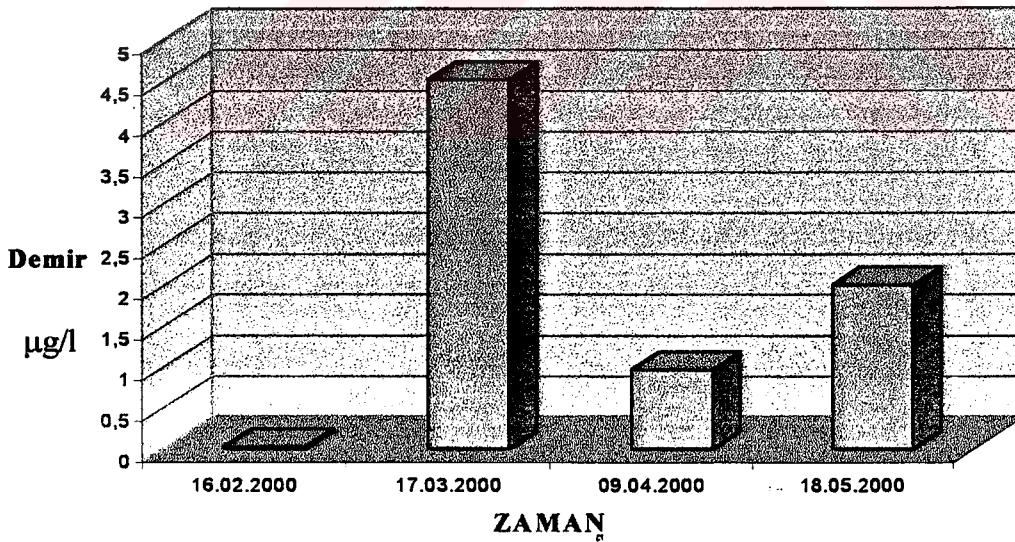
Grafik 3.75. Dereçine Numunesi Kurşun Analizi Grafiği

Yapılan kurşun analiz sonuçlarında mayıs ayı konsantrasyonu diğer aylara göre yüksek değerde bulunmuştur.



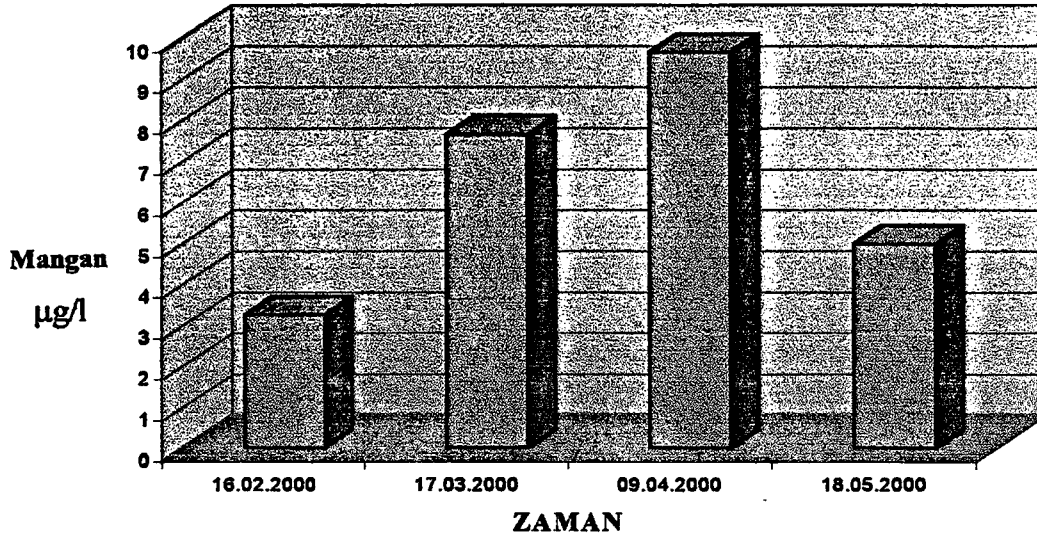
Grafik 3.76. Dereçine Numunesi N kel Analizi Grafiği

Nikel analiz sonuçlarında belirli bir düzen yoktur. Sonuçlar sayısal olarak d         nde aynı ondalık dilim içerisinde ve birbirine yakın değerler olduğu görülmektedir.



Grafik 3.77. Dereçine Numunesi Demir Analizi Grafiği

Yapılan Demir analizleri sonucunda mart ayı konsantrasyonu diğer aylara göre yüksek çıkmıştır. Sonuçlarda belirli bir düzen yoktur.



Grafik 3.78. Dereçine Numunesi Mangan Analizi Grafiği

Mangan analizleri sonuçlarında en yüksek değer nisan ayında çıkmıştır. Diğer değerlerin birbirine yakın olduğu gözükmemektedir.

3.4.4. Gölden Alınan Çamur Numuneleri

Sorkun ve Değirmenköy köylerinde, göl dip çamurundan ortalama 20 cm derinlikten numuneler alınmıştır. Numuneler etüvde kurutulduktan sonra, 50 gr alınarak saf su ile 250 ml'ye seyreltilmiş ve analiz yapılmıştır. Alınan numunelere ait analiz değerleri Tablo 3.14.'te verilmiştir.

Tablo 3.14. Çamur Numuneleri Analiz Değerleri

PARAMETRE	SORKUN ÇAMUR	DEĞİRMENKÖY ÇAMUR
pH	8,23	8,16
Cu	197,16	184,9
Cd	.1,5273	3,1316
Pb	8,5668	18,875
Cr	0,8434	1,9565
Ni	31,45	37,442
Fe	17,969	142,07
Mn	103,68	133,69

Not: pH hariç diğer parametrelerin birimleri µg/l' dir.

Gölden alınan çamur numunelerinde ölçülen ağır metal konsantrasyonları ile ilgili olarak bazı tespitler yapılabilmesi amacıyla Linda Birch tarafından Cadagno gölünde yapılan çalışmalar incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur. Cadagno gölünde yapılan çalışmalarda numuneler 25 cm derinlikten alınmıştır.

Cadagno Gölü ve Amerika – Avrupa gölleri ortalamasına ait değerler aşağıda tabloda verilmiştir :

Tablo 3.14. Cadagno Gölü ve Amerika – Avrupa gölleri çamurlarında ağır metal

Konsantrasyonları (Birch,L.,Wat.Res.,1996)

	Amerika-Avrupa Gölleri Ortalaması, mg/l	Cadagno Gölü analiz değerleri, mg/l
Cu	29	50
Cd	0.58	0.40
Pb	35	20
Cr	49	40
Ni	50	40
Fe	26.700	35.000
Mn	860	500

Akşehir Gölü çamur numunelerindeki ağır metal analiz değerleri, kirliliğin daha çok jeolojik yapıdan kaynaklandığı Cadagno Gölü ile karşılaştırıldığında, Akşehir Gölündeki kirliliğin daha düşük olduğu ve buna istinaden Akşehir Gölünde jeolojik yapıdan kaynaklanan pek kayda değer bir kirlenmenin olmadığı söylenebilir.

Öte yandan aynı değerler, sebebi daha çok endüstriyel atıklar olan Avrupa-Amerika kirlilik ortalamaları ile karşılaştırıldığında ise, Akşehir Gölündeki kirliliğin, Avrupa-Amerika ortalamasının çok çok altında olduğu ve buna istinaden Akşehir Gölünde henüz endüstri kaynaklı ağır metal kirliliğinin ciddi boyutlara ulaşmadığı söylenebilir.

4. SONUÇLAR

1-) Sultan dağlarındaki Paleozoik yaşlı kayalar içinde çeşitli metalik maden yatakları bilinmektedir. Kış aylarında drenaj havzasının çok genişlemesi, Sultandağları'nda oluşan bazı maden oluşumlarının ayrışması ve akıntı yolu ile taşınması sonucu gölde ağır metal birikimi olabilir.

2-) Akşehir Gölünün Konya-Afyon karayoluna yakın mesafede olması sonucu, taşıtların egsoz gazlarından çıkan zararlı maddelerin göle doğrudan veya yüzey suları ile taşınımı zamanla ağır metal ve diğer kirlilik yüklerinin birikmesinin nedenlerinden biri olabilir.

Tam olarak kirlilik kaynaklarının temeline inildiğinde; 1998 yılında yayınlanan Pyeong-Koo Lee'nin konuya ilişkin makalesinde kirliliğe sebep olan kurşunun bir miktarını akaryakıtta bulunan tetra etil – kurşun ve metil – kurşun katkılarından kaynaklandığı, çinko kirliliğinin bir kısmının ise otomobil lastiklerinde bulunan çinko oksit bileşiğinin ve güvenlik bariyerlerindeki çinko kaplamaların zamanla asfalta inmesi daha sonra yüzey suları ile karışarak toprakta ve gölde birikmesi sonucu ortaya çıktığı görülmüştür. Yine aynı makalede yollardaki kadmiyum, bakır ve krom kirliliğinin de araçların kaporta ve egzozlarından kaynaklanabileceği belirtilmiştir. (Lee. P.Koo and Touray, J. Claude Wat.Res., 1998)

3-) Yerleşim yerlerinde ısınma maksatlı yakılan kömürün küllerinin gelişigüzel atılması ile külde belirli miktarda bulunan bakırın akarsular ve atmosfer yoluyla taşınması sonucu gölde bakır kirliliğine yol açtığı düşünülmektedir. Ayrıca tarımsal zararların mücadelesinde kullanılan halk dilinde göz taşı olarak bilinen Bakır sülfat bileşimi yüzey şartlarında ayrışarak belirli kesimlerde bakır konsantrasyonunu arttırdığı tahmin edilmektedir.

4-) Gerek araç egzozlarından gerekse bacalardan çıkan dumanların yağmurun asitlenmesine neden olması ve göle taşınması kirlilik unsuru olabilir

5-) Bölgede sebze meyve ve tahıl ürünleri üretimi önemli ekonomik girdi sağlamaktadır. Dolayısıyla kullanılan gübrelerin içerdiği azot ve fosfor, sulamadan

dönen drenaj sularının yüzeysel sulara karışması ile azot ve fosfor göle ulaşır. Gölde beslenmeyi artırarak fotosentez ile aşırı alg üremesine organik madde miktarının artmasına neden olmasından dolayı birtakım kimyasal değişiklikler meydana gelir. Derinlerde oksijen yokluğu nedeni ile demir ve mangan bileşiklerinin çözünmüş halde suda dağıldığı düşünülmektedir.

6-) Yapılan analizler sonucunda kadmiyum, krom, nikel konsantrasyonlarının düşük olmasına rağmen ağır metallerin bozulmayan ve toksit özelliği olan kirleticiler olmasından dolayı zamanla birikmeleriyle kirlilik potansiyeli oluşturmaktadır.

7-) Tablo 3.2.'de verilen Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına göre Kalite Kriterleri ile yapılan analizlerin sonuçları karşılaştırıldığında bazı sonuçlar elde edilmiştir.

Gölden aylık periyotlarla belirlenen noktalardan alınan analiz sonuçlarına göre, bakır konsantrasyonları bakımından kirli sular, kadmiyum ve kurşun konsantrasyonları bakımından az kirlenmiş sular sınıfına girdiği söylenebilir. Nikel, demir ve krom konsantrasyonlarına göre ise yüksek kaliteli su sınıfına girdiği söylenebilir.

Göle boşalan yüzey sularından aylık periyotlarla alınan numunelerin yapılan bakır, kadmiyum, kurşun, nikel, demir, krom analizleri sonuçlarına göre yüksek kaliteli sular sınıfına girdiği söylenebilir.

5. ÖNERİLER

1-) Bu çalışmada örnekler Akşehir Gölü ve Göle boşalan yüzey sularından derlenmiştir. Özellikle bazı derelerin çok geniş drenaj alanları vardır. Bundan sonraki çalışmalarda bireysel olarak derelerin drenaj alanlarından çok sayıda ayrıntılı numune alınarak analizlerin yapılması ağır metallerin kaynağı hakkında daha detaylı bilgiler verecektir.

2-) Akşehir Gölünde gözlem istasyonu kurulup göle etkileyen faktörler izlenebilir. Göl yakınında ilaçlamaya dayalı ziraat yapıldığından kullanılan zirai ilaçların miktarı ve kimyasal içerikleri kontrol altına alınmalıdır.

3-) Bölgede sulu tarım yapıldığından yaz ve sonbahar aylarında aşırı yeraltı suyu kullanılmakta olup göl seviyesinin düşmesine neden olmaktadır. Yeraltı suyu kullanım planlaması yapılmalıdır.

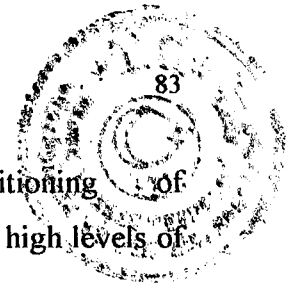
4-) Göle yapılan tüm deşarjlar kontrol altına alınmalıdır. Regreasyon alanları oluşturulabilir.

5-) Türkiye’ deki tüm göllerin sorunlarının çözümleri için idari tedbirler alınmalıdır.

6-) Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, hava kirliliği sonucunda göle ulaşabilecek kirlilik yükleri belirlenebilir. Bu kirlilik yüklerinin rüzgar yönü, dalga şiddeti ve zamana bağlı değişimleri, birbirleriyle olan ilişkileri düşünülerek incelenebilir.

KAYNAKLAR

1. ALTINAYAR G.Eber – Akşehir sulama projesinin Eber ve Akşehir Göleri bitkisel ve hayvansal su ürünleri üretimi üzerindeki etkisi konusunda ön çalışmalar 1993
2. ANONİM . Akşehir Gölünün Bazı limnolojik özellikleri üzerine bir araştırma. Isparta Su Ürünleri Bölge Müdürlüğü 1984
3. ATALAY I. Akşehir Eber ve Karamık Gölleri havzalarının kuvaterner depoları ve jeomorfolojisi. Cumhuriyetin 50. Yılı yerbilimleri kong. Tebliğleri 1973 ANKARA
4. BIRCH,L.,HANSELMANN,K.W. AND BACHOFEN,R.,Heavy Metal Conservation In Lake Cadagno Sediments,Instutute of Plant Biology,University of Zürich,Switzerland, Wat.Res.Vol.30,No.3,pp.679-687,1996
5. Çevre Bakanlığı (1995): II. Çevre Şurası Sonuç Raporu, Yeşil Seri: 5 ANKARA
6. Çevre Bakanlığı (1995): 'Su Kirliliği', Çevre Eğitim ve Yayın Dairesi, Çevre Notları ANKARA
7. Çevre Bakanlığı (1996): Türkiye Çevre Atlası-1995: ÇED ve Planlama Genel Müdürlüğü Çevre Envanterleri Dairesi Yayını, No:4, ANKARA
8. DOĞAN F Ş. Konya İklim Etüdü. Devlet meteoroloji işleri genel müdürlüğü 1988 ANKARA
9. DSI Afyon – Akarçay – Eber- Akşehir projeleri istikşaf raporu ANKARA
10. KAZANCI N., NEMEL W. Akşehir ve Eber Göllerinin' Sedimentolojik incelenmesi. Ankara üniversitesi Araştırma fonu ANKARA 1994



11. HICKEY,M.G. and KITTRICK, J.A.,Chemical partitioning of cadmium,copper,nickel and zinc in soils and sediments containing high levels of heavy metals,J.Environ.Qual.,13,372-376,1984
12. MUNSUZ N.ve ÜNVER İ.Türkiye Suları Ankara üniversitesi 1983 ANKARA
13. Su kirliliği ve Kontrolu, T.C.Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi 1987 ANKARA
14. SMITH, E.H.,Uptake of Heavy Metals In Batch Systems By A Recycled Iron-Bearing Material,Environmental Engineering Program,Southern Methodist University,Dallas,U.S.A.,Wat.Res.Vol.30,No.10,pp.2424-2434,1996
15. SHI,B.,MA,M.T.G.H. AND ALLEN,H.E.,Changes in Potential Bioavailability of Heavy Metals Discharged to Receiving Water,Depertment of Civil and Environmental Engineering,University of Delaware,Newark,DE 19716,1996
16. ŞAHİNCİ A.Doğal suların Jeokimyası İZMİR 1991
17. SARAÇOĞLU H. Bitki örtüsü Akarsular ve göller 1990 İSTANBUL
18. TAMER, E(1995) 'Su Havzaları Nasıl Kullanılmalı', Çevre ve İnsan Dergisi, Yıl 6 sayı 22 Ağustos Çevre Bakanlığı Yayın Organı ANKARA
19. ZHOU,H.Y,CHEUNG,R.Y.H.,CHAN,K.M. AND WONG,M.H.,Institute for Natural Resources and Waste Management ,and Department of Biology,Hong Kong Baptist University, Wat.Res.Vol.32,No.11,pp.3131-3340,1998

ÖZGEÇMİŞ



06.06.1973 yılında Akşehir/Konya'da doğdu. Sırasıyla Gazi Mustafa Kemal İlkokulu'nu, Akşehir Atatürk Ortaokulu'nu ve Akşehir Lisesi'ni bitirdi. 1996 yılında Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Halen Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde Yüksek Lisans programına kayıtlıdır.

