

CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ *FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GEDİZ NEHRİNDEN ALINAN SU VE SEDİMENT ÖRNEKLERİNDE BAZI AĞIR METAL
KONSANTRASYONLARININ BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Orkide UZUNOĞLU

**Anabilim Dalı : Biyoloji
Programı: Hidrobiyoloji**

90735

MANİSA 1999

**TC YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

T.C
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ*FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GEDİZ NEHRİNDEN ALINAN SU VE SEDİMENT ÖRNEKLERİNDE BAZI AĞIR METAL
KONSANTRASYONLARININ BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Orkide UZUNOĞLU

90735

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 26.08.1999

Tezin Savunulduğu Tarih : 20.09.1999

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Meral ÖZTÜRK

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Hüseyin UYSAL

: Prof.Dr. Mehmet ÖZTÜRK

MANİSA

1999

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. KURŞUNUN CANLILAR ÜZERİNE ETKİSİ	7
2.2. BAKIRIN CANLILAR ÜZERİNE ETKİSİ	8
2.3. ÇİNKONUN CANLILAR ÜZERİNE ETKİSİ	9
2.4. KADMIYUMUN CANLILAR ÜZERİNE ETKİSİ	10
2.5. DEMİRİN CANLILAR ÜZERİNE ETKİSİ	10
2.6. KROMUN CANLILAR ÜZERİNE ETKİSİ.....	11
2.7. KOBALTIN CANLILAR ÜZERİNE ETKİSİ	12
2.8. NİKELİN CANLILAR ÜZERİNE ETKİSİ	12
2.9. MANGANIN CANLILAR ÜZERİNE ETKİSİ.....	12
2.10. KAYNAK ARAŞTIRMASI	13
3. MATERYAL-METOD	15
3.1. MATERYAL.....	15
3.1.1. ARAŞTIRMA BÖLGESİNİN ÖZELLİKLERİ	15
3.1.1.1. İSTASYON 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü)	15
3.1.1.2. İSTASYON 2 (Derelerin Birleştiği Yer)	18
3.1.1.3. İSTASYON 3 (Nif Gediz Köprüsü).....	18
3.1.1.4. İSTASYON 4 (Belediye Arıtım Tesisleri)	19
3.1.1.5. İSTASYON 5 (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı)	19
3.1.1.6. İSTASYON 6 (Karaçay 1)	21
3.1.1.7. İSTASYON 7 (Karaçay 2)	21
3.1.1.8. İSTASYON 8 (Muradiye Gediz Köprüsü).....	22
3.1.1.9. İSTASYON 9 (Gediz İzmir Sınırı).....	22
3.2. METOD.....	24
3.2.1. Su Örneklerinin Analize Hazırlanışı.....	24
3.2.2. Sediment Örneklerinin Analize Hazırlanışı	24
4. BULGULAR.....	26
4.1. SU ÖRNEKLERİNDE ÖLÇÜMÜ YAPILAN BAZI AĞIR METAL MİKTARLARI	26
4.1.1. Su Örneklerindeki Bazı Ağır Metal Miktarlarının İstasyonlara Göre Değişimi	26
4.1.2. Su Örneklerindeki Bazı Ağır Metal Miktarlarının Aylara Göre Değişimi.....	27
4.2. SEDİMENT ÖRNEKLERİNDE BULUNAN BAZI AĞIR METAL MİKTARLARI	43
4.2.1. Sediment Örneklerindeki Bazı Ağır Metal Miktarlarının İstasyonlara Göre Değişimi ...	43

4.2.2. Sediment Örneklerindeki Bazı Ağır Metal Miktarlarının Aylara Göre Değişimi	43
5. TARTIŞMA.....	60
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	72
7. KAYNAKLAR	74



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1: Toksik metaller içeren bir noktasal atıksu deşarjının akarsudaki yaşam türleri üzerine etkisi	6
Şekil 3.1: Araştırma ortamının Gediz havzasındaki konumu.....	16
Şekil 3.2: Araştırma ortamında seçilen istasyonların konumu	17
Şekil 3.3: İstanbul Yolu Gediz Köprüsü.....	18
Şekil 3.4: Nif Çayı	19
Şekil 3.5: Belediye Arıtım Tesisleri (Atıksu havalandırma havuzu)	20
Şekil 3.6: Belediye Arıtım Tesisleri (Çamur Kurutma Havuzları).....	20
Şekil 3.7: Karaçay 1	21
Şekil 3.8: Karaçay 2	22
Şekil 3.9: Muradiye Gediz Köprüsü	23
Şekil 3.10: Gediz İzmir Sınırı.....	23
Şekil 3.11: Varian-Terra Model Liberty II ICP - AES.....	25
Şekil 4.1.1: Su örneklerindeki bazı ağır metallerin ortalama miktarlarının araştırma istasyonlarına göre değişimi.	33
Şekil 4.1.2: Su Örneklerindeki Bakır (Cu) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)	34
Şekil 4.1.3: Su Örneklerindeki Demir (Fe) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm).....	35
Şekil 4.1.4: Su Örneklerindeki Mangan (Mn) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm).....	36
Şekil 4.1.5: Su Örneklerindeki Çinko (Zn) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm).....	37
Şekil 4.1.6: Su Örneklerindeki Kadmiyum (Cd) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)	38
Şekil 4.1.7: Su Örneklerindeki Kobalt (Co) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm).....	39
Şekil 4.1.8: Su Örneklerindeki Krom (Cr) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm).....	40
Şekil 4.1.9: Su Örneklerindeki Nikel (Ni) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm).....	41
Şekil 4.1.10: Su Örneklerindeki Kurşun (Pb) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm).....	42
Şekil 4.2.1: Sediment örneklerindeki bazı ağır metallerin ortalama miktarlarının araştırma istasyonlarına göre değişimi.	50

Şekil 4.2.2: Sediment Örneklerindeki Bakır (Cu) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)	51
Şekil 4.2.3: Sediment Örneklerindeki Demir (Fe) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)	52
Şekil 4.2.4: Sediment Örneklerindeki Mangan (Mn) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)	53
Şekil 4.2.5: Sediment Örneklerindeki Çinko (Zn) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)	54
Şekil 4.2.6: Sediment Örneklerindeki Kadmiyum (Cd) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)	55
Şekil 4.2.7: Sediment Örneklerindeki Kobalt (Co) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)	56
Şekil 4.2.8: Sediment Örneklerindeki Krom (Cr) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)	57
Şekil 4.2.9: Sediment Örneklerindeki Nikel (Ni) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)	58
Şekil 4.2.10: Sediment Örneklerindeki Kurşun (Pb) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)	59
Şekil 5.1 : Su örneklerindeki ortalama bakır miktarlarının istasyonlara göre değişimi.....	63
Şekil 5.2: Su örneklerindeki ortalama demir miktarlarının istasyonlara göre değişimi.....	63
Şekil 5.3 : Su örneklerindeki ortalama mangan miktarlarının istasyonlara göre değişimi.....	63
Şekil 5.4: Su örneklerindeki ortalama çinko miktarlarının istasyonlara göre değişimi.	64
Şekil 5.5: Su örneklerindeki ortalama kadmiyum miktarlarının istasyonlara göre değişimi.	64
Şekil 5.6: Su örneklerindeki ortalama kobalt miktarlarının istasyonlara göre değişimi.	64
Şekil 5.7: Su örneklerindeki ortalama krom miktarlarının istasyonlara göre değişimi.....	65
Şekil 5.8: Su örneklerindeki ortalama nikel miktarlarının istasyonlara göre değişimi.	65
Şekil 5.9: Su örneklerindeki ortalama kurşun miktarlarının istasyonlara göre değişimi.	65
Şekil 5.10: Sediment örneklerinde ortalama bakır miktarlarının istasyonlara göre değişimi...	69
Şekil 5.11: Sediment örneklerinde ortalama demir miktarlarının istasyonlara göre değişimi.....	69
Şekil 5.12 : Sediment örneklerinde ortalama mangan miktarlarının istasyonlara göre değişimi	69
Şekil 5.13: Sediment örneklerinde ortalama çinko miktarlarının istasyonlara göre değişimi.	70
Şekil 5.14 : Sediment örneklerinde ortalama kadmiyum miktarlarının istasyonlara göre değişimi.	70
Şekil 5.15 : Sediment örneklerinde ortalama kobalt miktarlarının istasyonlara göre değişimi. ...	70
Şekil 5.16 : Sediment örneklerinde ortalama krom miktarlarının istasyonlara göre değişimi...	71
Şekil 5.17 : Sediment örneklerinde ortalama nikel miktarlarının istasyonlara göre değişimi.	71
Şekil 5.18 : Sediment örneklerinde ortalama kurşun miktarlarının istasyonlara göre değişimi. .	71

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1: Kirleticilerin sınıflandırılması.....	2
Tablo 4.1.1: Su Örneklerindeki Bazı Ağır Metal Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Değişimleri	32
Tablo 4.1.2 : Su Örneklerindeki Bakır (Cu) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi	34
Tablo 4.1.3: Su Örneklerindeki Demir (Fe) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi	35
Tablo 4.1.4 : Su Örneklerindeki Manganez (Mn) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi	36
Tablo 4.1.5: Su Örneklerindeki Çinko (Zn) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi	37
Tablo 4.1.6: Su Örneklerindeki Kadmiyum (Cd) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi	38
Tablo 4.1.7: Su Örneklerindeki Kobalt (Co) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi	39
Tablo 4.1.8: Su Örneklerindeki Krom (Cr) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi	40
Tablo 4.1.9: Su Örneklerindeki Nikel (Ni) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi	41
Tablo 4.1.10: Su Örneklerindeki Kurşun (Pb) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi	42
Tablo 4.2.1: Sediment Örneklerindeki Bazı Ağır Metal Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Değişimleri .	49
Tablo 4.2.2 : Sediment Örneklerindeki Bakır (Cu) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi	51
Tablo 4.2.3: Sediment Örneklerindeki Demir (Fe) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi	52
Tablo 4.2.4: Sediment Örneklerindeki Manganez (Mn) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi	53
Tablo 4.2.5: Sediment Örneklerindeki Çinko (Zn) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi	54
Tablo 4.2.6: Sediment Örneklerindeki Kadmiyum (Cd) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi	55
Tablo 4.2.7: Sediment Örneklerindeki Kobalt (Co) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi	56

Tablo 4.2.8: Sediment Örneklerindeki Krom (Cr) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi	57
Tablo 4.2.9: Sediment Örneklerindeki Nikel (Ni) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi	58
Tablo 4.2.10: Sediment Örneklerindeki Kurşun (Pb) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi	59
Tablo 5.1: Su kalite parametreleri ve sınıfları	60
Tablo 5.2: II. Su Kalite sınıfına ait kirlilik değerleri	61
Tablo 5.3: Sulama sularında izin verilebilen maksimum ağır metal konsantrasyonları	61
Tablo 5.4 : Türkiye'deki bazı nehir sedimentlerinde saptanan ağır metal konsantrasyonları.....	66
Tablo 5.5 : Gediz Nehri'nden alınan sediment örneklerinde ağır metal konsantrasyonları	67
Tablo 5.6 : İzmir Körfez Bölgesi Sahil Kenarı Sedimentlerinde Ağır Metallerin Ortalama Derişimleri	68



TEŞEKKÜR

Bana bu çalışmayı öneren ve gerçekleşmesinde yardımlarını esirgemeyen, Danışman Hocam, Sayın Doç. Dr. Meral ÖZTÜRK'e ve Biyoloji Bölümü Başkanı Sayın Prof. Dr. Mehmet ÖZTÜRK'e, laboratuvar çalışmalarında, istatistiki analizlerin yapılmasında, tezin yazımı ve düzenlenmesinde büyük emeği geçen Sayın Ersin MİNARECİ'ye, ICP-AES'de ağır metal analizlerinin yapılmasında yardımcı olan Manisa Tarım İl Müdürlüğü laboratuvar sorumlusu ve çalışanlarına, çalışmam süresince bana destek olan sevgili aileme ve arkadaşlarım Fatma KOÇBAŞ ve Salih GÜCEL'e teşekkürlerimi sunarım.



GEDİZ NEHRİNDEN ALINAN SU VE SEDİMENT ÖRNEKLERİNDE BAZI AĞIR METAL KONSANTRASYONLARININ BELİRLENMESİ

Bu araştırmada, Manisa il merkezinden geçen Gediz Nehri ve özellikle deşarj bölgelerinde belirlenen dokuz istasyondan alınan su ve sediment örneklerinde, Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Co, Cr, Ni ve Pb gibi ağır metallerinin konsantrasyonları belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre, su örneklerinde, bakır 0,0147 - 0,1007 ppm ; demir 0,0103 - 0,2826 ppm ; mangan 0,0075 - 0,191 ppm ; çinko 1,0327 - 1,3222 ppm ; kadmiyum 0,00343 - 0,00391 ppm ; kobalt 0,00625 - 0,00656 ppm ; krom 0,057 - 0,1196 ppm ; nikel 0,0224 - 0,1217 ppm ; kurşun 0,2061 - 0,2221 ppm ; sediment örneklerinde, bakır 4,66025 - 2075,95 ppm ; demir 2851,85 - 7484 ppm ; mangan 107,96 - 956,65 ppm ; çinko 38,133 - 930,95 ppm ; kadmiyum 0,08065 - 1,8967 ppm ; kobalt 0,03 - 4,5051 ppm ; krom 8,7535 - 1145,8 ppm ; nikel 15,2795 - 207,61 ppm ; kurşun 0,0997 - 230,775 ppm arasındaki değerlerde bulunmuştur.

Su örneklerinden elde edilen değerler, sulama sularında izin verilen maksimum ağır metal konsantrasyonlarıyla karşılaştırılmış ve metal düzeylerinin düşük olduğu, sadece kromun bazı istasyonlarda sınır düzeylerde olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlara göre, Gediz Nehri'nden alınan su, sulama suyu olarak kullanılabilir özellik göstermektedir.

Yine su örneklerinden elde edilen değerler, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde verilen inorganik kirlilik sınır değerleri ile karşılaştırılmış ve nehir suyunun krom ve kurşun bakımından kirliliği olduğu ve kirliliğin halk sağlığı açısından da önemli düzeyde olduğu saptanmıştır. Sediment örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları su örneklerinden daha yüksek bulunmuştur.

ABSTACT

DETERMINING SOME HEAVY METAL CONCENTRATIONS IN WATER AND SEDIMENTS SAMPLES TAKEN FROM GEDİZ RIVER

In this study, heavy metals concentrations like Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Co, Cr, Ni and Pb is determined in the water and sediment samples from Gediz River that also flows from Manisa city centre and especially nine stations that are detrmind in the decharge regions.

According to the analysis results, in the water samples copper 0,0147 - 0,1007 ppm ; iron 0,0103 - 0,2826 ppm ; manganese 0,0075 - 0,191 ppm ; zinc 1,0327 - 1,3222 ppm ; cadmium 0,00343 - 0,00391 ppm ; cobalt 0,00625 - 0,00656 ppm ; crom 0,057 - 0,1196 ppm ; nickel 0,0224 - 0,1217 ppm ; lead 0,2061 - 0,2221 ppm ; in the sedimet samples, copper 4,66025 - 2075,95 ppm ; iron 2851,85 - 7484 ppm ; manganese 107,96 - 956,65 ppm ; zinc 38,133 - 930,95 ppm ; cadmium 0,08065 - 1,8967 ppm ; cobalt 0,03 - 4,5051 ppm ; crom 8,7535 - 1145,8 ppm ; nickel 15,2795 - 207,61 ppm ; lead 0,0997 - 230,775 ppm was fixed in these amounts.

The results taken from water samples was compared with maximum heavy metal concentrations that is permitted in watering waters and it was fixed that metal amounts was low, only crom was at limits amounts. According to these results, the water taken from Gediz River is proved to be usable as watering water.

Again, the results taken from water samples, was compared to inorganic pollution limit amounts announced by Water Pollution Control Regulation and it was proved that river water was polluted in the respect of crom and lead and it was fixed that pollution was at the threatening levels. Heavy metal concentrations in the sediment samples was found higher than the water samples.

1. GİRİŞ

Çağımızda doğal dengeyi, insan ve hayvan sağlığını tehdit eden en önemli tehlikelerin başında çevre sorunları gelmektedir. Hızla artan dünya nüfusunun beslenmeyi, gelişen endüstrilerinin ve daha uygar yaşama düzeyi sağlama amacıyla sürdürülen çabaların istenilmeyen bir sonucu olarak ortaya çıkan bu konu günümüzde giderek artan boyutlarda önemini korumaktadır.

Sözcük anlamı kirlletme olan pollusyon, genel olarak ortamın kirlenmesi anlamını taşır. Kirlenme meydana getiren bu atıklara polluant, pollutant, kirlletici denir.

Metaller ve diğer atıklardan oluşan kirlleticilerin çok çeşitli kaynaklardan ortaya çıkabilmeleri, yaygın kirlenme nedeni oluşturmaları, çevre koşullarına dayanaklı olmaları, daima biyolojik sistemlere yönelik etki göstermeleri ve kolaylıkla besin zincirine girerek canlılarda artan yoğunluklarda birikebilmeleri nedeniyle diğer kimyasal kirlleticiler arasında civa, kadmiyum ve çinko gibi metaller kirlletici özelliklerine göre ilk sırada yer almaktadır (Gündüz,1994).

Bilindiği gibi doğa, canlıların aktiviteleri sonucu oluşan kirlleticilerle sürekli olarak kirlenmektedir. Kirlilik her geçen gün, akarsu ve denizlerde de hızla artmaktadır. Bu nedenle denizlere kıyısı olan ülkeler ve FAO, UNEP, UNESCO gibi uluslararası kuruluşlar kirlilik problemine önem vermişlerdir.

FAO (Birleşmiş Milletler Tarım Organizasyonu) su kirliliğini ; canlı kaynaklara zararlı, insan sağlığı için tehlikeli, balıkçılık gibi çalışmaları engelleyici, su kalitesini zedeleyici etkiler yaratabilecek maddelerin suya atılması şeklinde tanımlamaktadır.

Kirlilik oluşumu, kaynağı ve etkileri bakımından karmaşık bir olay olduğu için sınıflandırılması da güç olmakla birlikte kirlletici çeşitlerine göre fiziksel, biyolojik ve kimyasal kirlilik olarak 3 grupta incelenebilir (Yaramaz,1992).

Fiziksel, kimyasal ve biyolojik kirlleticilerin atmosfer ve ekosistemde dağılımı Tablo 1.1'deki gibidir.

Doğaya bilerek yada bilmeyerek atılan kimyasal maddelerle endüstriyel atıkların karışımı sonucunda ortaya çıkan kirlilik kimyasal kirliliktir. Kimyasal kirliliğe neden olan kirlleticilere boyalar, deterjanlar, pestisitler ve petrol ürünleri örnek olarak verilebilir.

Ağır metal kirliliği de günümüzde kimyasal kirlilik içinde incelenmektedir. Ağır metaller deniz suyundaki konsantrasyonu 1 ppm'den düşük olan elementlerdir. Belli başlıcaları Cu, Fe, Zn, Pb, Hg, Co, Mn, Cr, Se, Ni, V, Cd'dur. Doğada var olan bu metaller belli bir doza kadar biyotop için gereklidir. Bu metallerin birçoğu canlıların yaşamı için gerekli olmakta ve organizmaların organik molekül ve protein yapılarına katılmaktadır.

Tablo 1.1: Kirleticilerin sınıflandırılması. (Ramade, 1979).

	Ekosistem			
	Atmosfer	Karalar	İç Sular	Deniz
Kirleticilerin tabiatı 1) Fiziksel kirleticiler İyonlaştırıcı ışıma Termik pollusyon	+	+	+	+
2) Kimyasal kirleticiler Hidrokarbonlar ve onların yanma ürünleri Plastik maddeler Pestisitler Deterjanlar Çeşitli sentez organik bileşikler Kükürt türevleri Nitratlar Fosfatlar Ağır metaller Florürler Partiküle mineraller (Aerosoller)	+	+	+	+
3) Biyolojik kirleticiler Ölü organik maddeler Patojen m. organizmalar	+	+	+	+

Ortamda belirli sınırlar içerisinde bulunduklarında yararlı olan bu metaller, belirli olan bir dozdan sonra canlılar için zararlı etkisini göstermekte, ekosistem bireylerinin biyolojik aktivitelerini tehlikeli bir şekilde etkileyerek, gıda zinciri organizmaları arasında dengenin bozulmasına neden olmaktadır.

En zehirli ağır metaller sırası ile; **Hg, Cu, Cd, Pb, Zn, Ni, ve Co**'dır. Zehirlilik metalin bileşik yada iyon halde oluşuna göre değiştiği gibi organizmaların metali absorbe ediş derecesine göre de değişir. Ortamda varolan ortalama konsantrasyondaki ağır metallerle organizmaların ilişkili olması onları öldürmez, ancak sürekli birikimi sonucu gözle görülebilen şekil, renk ve lezzet değişikliği gibi değişikliklere neden olur. Örneğin; yüksek dozda bakır, mangan, çinko ve kurşun içeren midyelerin ve istridyelerin eti mavi-yeşil renkte ve lezzetsiz olmaktadır. Ayrıca ağır metal birikiminin organizmaların birikimini engellediği yapılan çalışmalar sonucu saptanmıştır (Anonim, 1989).

Çok küçük miktarlarda bile genellikle zehir etkisine sahip olan bu maddeler, kirlenmiş sularda metal, katyon, tuz ve kısmen anyon şeklinde bulunurlar. Bunlar hem kirlenmiş suların kendiliğinden temizlenmesini engelleyebilir, hem de bu suların arıtılmamış veya arıtılmış halde sulamada kullanılmasını veya arıtma atıklarının gübre olarak kullanılmasını sınırlandırabilirler. Ayrıca ağır metaller hücrelerde plazmanın sertleşmesine, şişme ve büzülmeye neden olur. Proteinleri de çöktürürler, bunun sonucu solunum insentisitesi ve buna bağlı olarak oksijen tüketimi azalır. Cd, Cu, Hg, Pb gibi ağır metaller hücre membranını etkileyerek, Na, K, Cl ve organik moleküllerin membrandan geçişini etkileyerek ve hatta membranı tamamıyla bloke ederek toksik etki gösterirler.

Ağır metal kirliliğinde canlılar bir çok metalin birlikte etkisi altındadırlar. Böyle durumlarda metaller arasında bir etkileşim söz konusu olmaktadır.

Ancak, çeşitli kirlenici karışımlarının birlikte etkilerini veya tehlikeli olabilecek kombinasyonlarını belirlemek amacı ile yapılan çalışmalara son yıllarda rastlanmaktadır. Örneğin, **Brown ve ark.(1970)** alabalıklar üzerinde bakır, fenol, çinko ve nikel karışımlarının, **Calamati ve Marchetti (1973)** çeşitli metal ve sürtkütant karışımlarının etkilerini saptamışlar ve bu maddelerin birbirlerinin etkilerini arttırdıklarını göstermişlerdir (Gündüz,1994).

20. Yüzyıla girerken bir çok ülkede baş gösteren su sıkıntısı son yıllarda ülkemizi de tehdit etmeye başlamıştır. Özellikle sanayi ve endüstrileşmenin yoğun olduğu kent bölgelerinde yer alan tatlı su rezervleri bu gelişmeden üst düzeyde etkilenmektedir.

Son zamanlarda fabrika ve şehir atıklarının nehir sularına karışması ve bu sularda birikimi nedeniyle mevcut canlı formlarında azalma ve bazı formlarda yok olma tehlikesi görülmektedir. Bu olaylar nehirlerimizdeki kirlenme düzeylerinin araştırılmasını zorunlu kılmaktadır.

Ayrıca çeşitli atıklar içinde ve çeşitli yollarla denizlere gelen iz elementler, ortamda belirli sınırlarda bulunduklarında organizmaların fizyolojik aktivitelerinde önemli rol oynamakta, ancak doğal konsantrasyon düzeylerinin dışına çıktığında ekosistem bireylerinin biyolojik aktivitelerini etkileyerek, gıda zinciri organizmaları arasında dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada Gediz nehrinden alınan su ve sediment örneklerinde, bazı ağır metal konsantrasyonlarının Atomik Emisyon Spektrofotometre'sinden yararlanılarak belirlenmesi sonucu nehrin ağır metal kirlilik derecesini ortaya çıkarmak hedeflenmiş olup, nehrin kirliliğinin oluşum kaynaklarını belirlemek ve gerekli tedbirlerin alınması yönünde çözümler ortaya koymak ayrıca amaçlanmıştır.

Gediz Havzası boyunca çeşitli endüstrilerden çıkan atıkların ve nüfus artışı nedeniyle artan evsel atıkların yeterince arıtılmadan veya hiç arıtılmaksızın Gediz'e ve kollarına verilmesi, yağmur ve drenaj sularının taşıdığı erozyon, ayrıca tarımda kullanılan gübre ve ilaçlarla kirlenen suların da karışması, Gediz Nehri'nin kirlenmesine yol açmaktadır. Çiftçiler sulama suyu olarak kullandıkları bu sular nedeni ile, ürün kalite ve veriminde, büyük düşüşler olduğundan yakınmakta, ziraatçiler bu sularla sulanan ürünlerin zehir kustuklarından

bahsetmektedirler. Bu bakımdan Gediz'in kirlenmeye karşı korunması ayrı bir önem taşımaktadır.



2. GENEL BİLGİLER

Canlı yapısına girdiği zaman, canlının yapısı ve çeşidine bağlı olarak, olumsuz şekilde canlıyı etkileyen ve belli doz aşımalarında canlının ölümüne neden olabilen metaller **toksik metaller** denir. Toksiklik metalden metale, canlıdan canlıya değiştiği gibi konsantrasyona bağlı olarak da değişir. Toksik metaller canlı yapısına havadan, sudan ve özellikle de alınan besinlerden girer. Toksik metaller zamanımızda en zararlı çevre kirleticileri arasında yer alır. Ayrıca, toksik olanlardan bir kısmı, yer kabuğunda eser olarak bulunur, bir kısmının da tuzları suda çok az çözünür. Böylece potansiyel toksik metallerin sayısı bir hayli azalmış olur. Bunlardan en yaygın olanları civa (Hg) ve kurşundur (Pb).

Son zamanlarda antropolojik aktivitelerin büyük ölçüde artması canlıyı, yapısının yabancı olduğu toksik metallerle karşı karşıya getirmiş ve bunların toksik etkileri canlı yapısında kendisini göstermeye başlamıştır.

Toksik metal kirliliği etkenlerinin başlıcaları ; jeolojik ayrışma, endüstri atık suları, endüstriyel atıklar, evsel atıklar ve şehirselleşen suları, atmosferik kaynaklar, tarım alanlarından gelen metal girişleri ve özel kaynaklardır.

Metaller, uygarlıkların gelişmesinde büyük rolü olan maddelerdir. Günümüzde bile insanlar büyük problemlerin çözümünde gene metallerle başvurmaktadır. Buna tipik örnek, enerji sorunu için uranyum kullanılmasıdır.

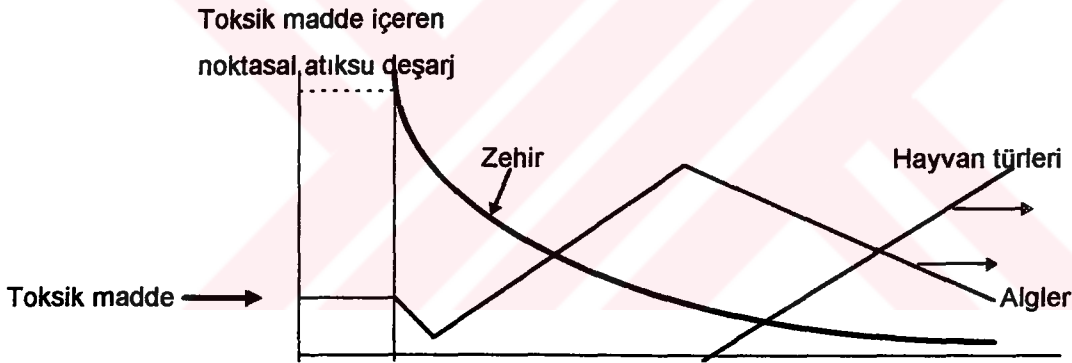
İnsanlar metal filizlerinin yer kabuğundan çıkarılması, depo edilmesi, taşınması, kırılması, eritilmesi, rafine edilmesi, kullanılması, eskimesi, ve çevreye atılması sırasında metallerle hep karşı karşıyadır. Ayrıca bir metal filizinin çıkarılmasından rafine edilmesine kadar geçen süre içinde insanlar genel olarak canlılar, sadece o metalle değil, filizinde o metalden daha az oranlarda bulunan öteki metallerle de karşı karşıya gelir.

Bazı metal bileşikler de kullanılmaları gereği direkt çevreye yayılır ve çevreyi kirlendirir. Buna tipik örnekler bazı kurşun ve civa bileşiklerinin kullanılmasıdır. Kurşun tetraetil kurşun halinde kalite iyileştirici olarak benzine katılır ve motordaki yanma sonucu çeşitli bileşikler halinde eksoz gazlarıyla çevreye atılır. Civa ise, fenilciva asetat bileşiği halinde fungisit olarak kullanılır ve çevreye yayılır. Ayrıca fosil yakıtlarından da çevre indirekt olarak önemli ölçüde kirlenir. Bilindiği gibi fosil yakıtlarından bazıları eser oranda olmak üzere kurşun ve civanın da içinde bulunduğu çok çeşitli metal içerir. Bütün bunlara ek olarak, bazı metallerde insan aktivitelerinin dışında doğal yollardan canlı yapısına geçer. Bazıları da canlı yapısında birikir. Biriken metaller idrar, dışkı ve çürümelerle tekrar doğaya döner. Kısacası metallerden bir kısmı cansız doğayla canlı doğa arasında sürekli çevrim yapar (Gündüz, 1994).

Metalik kirlenmelerin çoğu sularda toplanır. Sularda toplanma, sularda çözünme şeklinde olabileceği gibi çözünmeden suların dibinde toplanma şeklinde de olabilir. Bu şekilde bir kirlenme şehir endüstriyel ve zirai atıklarından ileri geldiği gibi herhangi bir yolla atmosfere verilen metalik maddelerden de gelebilir.

Akarsu ortamına atık su girdisi olması durumunda özelliklerini kirlenmeden önceki kalitesine doğru götüren bir doğal arıtma işlemi başlar. Bu süreç, akarsuyun özellikleri ve iklim koşulları ile yakından ilgilidir. Yavaş akan ve havuzlanma özelliği gösteren akarsuların havalanma hızı yavaş olduğundan doğal arıtma olayı uzun sürmektedir. Sığ ve dik akarsu yatakları iyi bir havalanma sağlar. Normal olarak atık asimilasyonu için ülkemiz koşullarında en kritik durum, düşük akım koşulları ve yüksek sıcaklığının olduğu yaz ve sonbahar mevsimlerinde oluşmaktadır.

Şekil 2.1'de, bir nehre boşaltılan ve toksik maddeler içeren atık suyun etkisi görülmektedir. Toksik maddeler içeren bir atık suyunun deşarj noktasının hemen başlangıcında bu maddelere karşı hassas türler yok olmakta, sadece dayanıklı türler yaşamlarını sürdürebilmektedirler. Toksik etki altındaki ve nehirde deşarj noktasının başlangıcında alg sayısı ve türlerinde bir artış izlenebilmektedir. Çünkü alglerle beslenen bir çok türün ölmesi (balıkların) ve akarsuda azalan türler nedeniyle alglerin yararlanabileceği besleyici element konsantrasyonlarındaki artıştır. Uzun bir akış süresi, sonunda toksik maddelerin azaldığı ve akarsuda yeni bir dengenin meydana geldiği görülmektedir (Yaramaz, 1992).



Şekil 2.1: Toksik metaller içeren bir noktasal atıksu deşarjının akarsudaki yaşam türleri üzerine etkisi (Uslu ve Türkman, 1987).

Denizler ve iç su kaynakları, atmosfer ve karasal ortamlardan daha çok toksik kirliliğinin etkisi altında kalmaktadır.

Her geçen gün giderek artan oranda çeşitli kaynaklardan gelen atık maddelerin akarsulara, dolayısıyla göl ve denizlere akıtılması sonucu, suyun kirlenmesine ve ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Sucul sisteme gelen toksik elementler ortamda belli bir düzeyin üzerine çıktıklarında doğal dengeyi bozmakta ve besin zincirini oluşturan organizmalar aracılığıyla insan sağlığını tehdit etmektedir.

İnsanoğlu gelecekte büyük boyutlara ulaşacak olan su sorununun çözümünü, iç su rezervlerinin en iyi şekilde kullanılması ve toksik etmenlerin azaltılması şeklinde bulma yoluna

gitmektedir. Oysa yıllardır bakır, çinko kurşun gibi iz elementlerin, gittikçe artan konsantrasyonlarda, gıda zinciri yoluyla organizmalarda birikmesi sonucu, su ürünlerine, insan sağlığına ve su ekonomisine zarar verebilecek düzeye ulaşma korkusu gün geçtikçe artmaktadır.

Bu nedenle tüm dünya ülkelerinde toksik element kirliliğinden doğabilecek tehlike konusunda bir çok araştırma başlatılmış, hatta son yıllarda bu tür çalışmalara hız verilmiştir.

Atmosfere verilen metalik maddeler sonunda yeryüzüne dönerler ve akarsular aracılığıyla su yataklarına sürüklenirler. Metalik kirlenmeler, organik kirlenmeler gibi kimyasal ve biyolojik yollarla parçalanamazlar. Olsa olsa, bir metal bileşiği bir başka bileşiğine dönüşür. Dönüşme ne olursa olsun metal iyonu kaybolmaz. Bu dönüşmeler sırasında bazen bir metalin çok toksik ve suda çözünen bileşiği de meydana gelebilir.

Bütün bunlara ek olarak, metalik kirlenmeler konveksiyon, rüzgar ve sular aracılığıyla bir yerden başka bir yere sürüklenirler. Bu şekilde bir dağılmanın yararlı yönleri yanında zararlı yönleri de vardır. Çünkü, hiç kirlenmemiş temiz bölgeler böylece kirlenmektedir.

Yeryüzüne inen toksik metal bileşikler nehir, yağmur ve kar suları ile topraktan sızarak eser oranda da olsa yeraltı sularına karışabilir. Bu nedenle bazen yeraltı suları da, çeşitli toksik metaller içerebilir. İçme suları bu kaynaklardan temin edildiğinden, içlerinde çeşitli toksik metaller bulunabilir.

Toksik metallerin gıda yapısında birikmesi de, metal kirliliği açısından önemlidir. Birikme sonucu metallerin konsantrasyonları sudakinin ve havadakinin çok üstüne çıkabilir. Böyle büyük oranda toksik metal içeren bir gıdayı alan insan veya hayvan zehirlenebilir. Ayrıca insan vücudunun bazı toksik metalleri biriktirme özelliği de vardır. Örneğin, kurşunun insan vücudundaki yarılanma ömrü 1460, kadmiyumunki 200, çinkonunki ise 933 gündür (Gündüz, 1994).

2.1. Kurşunun Canlılar Üzerine Etkisi

Sularda klinik olaylara neden olacak kadar kurşun bulunmaz. Amerikan Sağlık Teşkilatının (PHS) sularda kabul ettiği maksimum kurşun konsantrasyonu 0,05 mg/l'dir. Metal endüstrilerine yakın sularda tespit edilen kurşun konsantrasyonu, öteki sulardakinden daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışmalarda bulunan en yüksek kurşun değeri 0,14 mg/l'dir

Yakın bir geçmişte Avrupa ülkelerinde kurşun zehirlenmelerine rastlanmıştır. Yapılan araştırmalar bunun, evlerde kullanılan kurşun borulardan ileri geldiğini ortaya koymuştur. Amerika'da böyle olaylara hiç rastlanmamıştır. Çünkü orada iç tesisatlarda kurşun değil, bakır ve galvanizli demir borular kullanılmıştır. Sertliği yüksek doğal sularda kurşun boruların kullanılması o kadar önemli değildir. Çünkü, kurşun oksijen yanında, doğal sularda bulunan karbonat ve sülfat iyonlarıyla reaksiyona girerek suda çözünmeyen kurşun karbonat ($PbCO_3$) ve kurşun sülfat ($PbSO_4$) verir.

Bunlar kurşun borunun iç yüzeyinde koruyucu bir tabaka meydana getirir.

Kurşunlu surlarla kaplanmış olan toprak kaplarda bazen zehirlenme olaylarına sebep olmaktadır. Sırrı iyi formüle edilmemiş ve iyi pişirilmemiş seramik bir kapta bekleyen elma suyunu içen Amerikalı 2 yaşındaki çocuk kurşun zehirlenmesi sonucu ölmüştür. Bundan sonra konunun daha iyi anlaşılabilmesi için, başka bir elmadan alınan su, aynı kapta 3 saat bekletilmiş ve analizi yapılmış litresinde 157 mg, üç gün bekletilmiş litresinde 300 mg kurşun olduğu tespit edilmiştir (Gündüz, 1994).

Kirlenmiş sulardaki Pb konsantrasyonu 0,1 mg/l den az ise suda yaşayan canlılar bundan pek etkilenmezler. Hassas balıklar için 0,1 - 0,2 mg Pb/l toksisite sınırını teşkil eder (Sert sulara bu sınır 1 mg Pb/l'dir). İçme sularında en fazla 0,05 mg Pb/l bulunmaktadır (Anonim, 1989).

Çok eski yıllarda bile oto radyatörlerindeki kurşun petekler zehirlenmelere ve ölümlere neden olmakta, boyalarda kullanılan kurşun, çocukların zehirlenmelerine yol açmaktaydı. Günümüzde hala Pb büyük miktarlarda pillerde, bataryalarda, akülerde, kondansatörlerde, benzinde ve hatta şişecam sanayiinde, kristal yapımında kullanılmaktadır. Bu da her geçen gün deniz suyundaki kurşun miktarını arttırmaktadır. Bir litre deniz suyundaki kurşun konsantrasyonu 9 µg'dır. Pb, organizmalarda birikim yapmakta ve yüksek dozlarda ölümlere neden olmaktadır. 0,5 mg/l konsantrasyondaki Pb, flagellatlar ve protozoalar gibi tek hücrelilere zehir etkisi yapmaktadır. Wilder adlı bir araştırmacı kurşunla kaplı tanklara konulan istakozların 20 gün içinde öldüklerini gözlemiş, çelik yada diğer maddelerle kaplı tanklarda istakozların uzun süre yaşadığını kanıtlamıştır.

İngiltere'de su kirliliği araştırma grubunun yaptığı çalışmalarda gökkuşağı alabalıklarının 1,6 mg/l Pb konsantrasyonunda 18-24 saat, 4,0 mg/l Pb konsantrasyonunda 10-12 saat yaşayabildiklerini saptamışlardır. Buna karşın dev deniz alglerden *Macrocyctis pyrijera*'lar üzerinde yapılan araştırmalarda kurşunun Hg, Cu, Cr, Zn, ve Ni'den daha az zehir etkisi olduğu saptanmıştır.

Birleşmiş Milletler Halk Sağlığı servisi standartlarına göre içme sularında Pb miktarı 0,05 ppm olarak verilmekte bunun da çok nadir ulaşılan bir değer olduğu bildirilmektedir (Anonim, 1989).

2.2. Bakırın Canlılar Üzerine Etkisi

Bakır küçük canlılar için yüksek derecede zehirlidir. Hafif alkali sulara hidroksit, çürüyen organik madde içeren sulara sülfür şeklinde çöker. Bakır balıklar için kuvvetli bir zehirdir. Cu, çözünen tuz olarak suda bulunuyorsa alabalıklar için toksisite sınırı 0,14 mg Cu/l'dir. Sert sulara zehir etkisi daha azdır. Suda çözünmüş halde bulunan diğer tuzlar bakırın zehir etkisini azaltır. 2,5 mg Cu/l yüksek su bitkilerine zarar vermez. İçme sularında en fazla 0,05 mg Cu/l bulunmaktadır (Anonim, 1989).

Bakırın insan vücudundaki fazlalığı olumsuz etkilere neden olur. Bakır metabolizmasındaki tipik değişikliklerden biri insan patolojisinin hepato-lentiküler dejenerasyonu yani Wilson Hastalığı'dır

Wilson hastalığında bağırsaktan bakır emilimi çok artmış, ayrıca emilen bakır 24 saat bile globuline geçememiş ve albumine bağlı kalmış olarak bulunur. Buna göre, bu hastalıkta, bakırın globuline geçme yeteneği yoktur denilebilir.

Wilson hastalığı bulunan hastalarda, karaciğerin safraya bakır atılımı yapma yeteneği bozulmuştur. Bakırın tüm vücuttaki retansiyonu özellikle karaciğer, beyin, böbrekler ve korneada artmıştır. Karaciğer yetmezliği ortaya çıkar. Fazla bakırın şelatlanması organ hasarının bir kısmını geri döndürebilir (Yenson, 1981).

Bakırın suda yaşayan çeşitli organizmalara yaptığı toksik etki suyun sıcaklığına, sertliğine, bulanıklığına, içerdiği karbondioksit, organizmaların türüne bağlıdır. İnsanlar için 100 mg konsantrasyondaki bakır zehirlidir yani öldürücüdür. Zehirlenme yapısında yoğun bakır içeren kabukluların yenilmesi sonucu ortaya çıkar.

Deniz suyundaki doğal Cu konsantrasyonu 1-20 µg/l arasında değişmektedir. Özellikle yumuşak sularda 0,015-3 mg/l arasındaki bakır konsantrasyonlarının bir çok balık cinsine, kabuklulara, yumuşakçalara toksik etkisi olduğu bulunmuştur. 1-5 mg/l dozlardaki bakırın balıkların böbreklerinde ve derilerinde lezyonlara, kanamalara neden olduğu gözlenmiştir. Bakır, omurgasız deniz organizmalarının doğal olarak solunum pigmentinde (hemosiyanin) %0,25 oranında bulunmaktadır. Bakırca zengin sularda yaşayan istiridyeler, kendilerine gerekli miktardan daha yüksek oranda biriktirirler ve tadlarında belirgin bir değişiklik olur.

Bakır civaya oranla daha az toksik olmasına karşın, nikel, krom, kurşun, çinkoya oranla daha fazla toksiktir (Anonim, 1989).

2.3. Çinkonun Canlılar Üzerine Etkisi

Belirli konsantrasyonlarda çinko sulardaki mikro florayı olumsuz yönde etkiler. Balıklar için toksisite sınırı 0,3 mg/l , sert olmayan sularda 0,15 mg/l dir. Bakır ve nikel, çinkonun zehir etkisini arttırırlar. İçme suyunda 5 mg/l zararsız sayılmaktadır.

İnsanlarda çinko alımına bağlı zehirlenmeler yaygın değildir. Galvanize kaplarda uzun süre saklanan yiyecek ve içecekler tüketilince gastrointestinal sistem bozuklukları ve diare oluştuğu bilinir.

Elemental çinkonun 12 gramının iki günlük periyotta tüketimi sonucu hepatit ve renal bozukluklar gözlenmiştir. Endüstriyel alanlarda çinko dumanının inhalasyonu sonucu önemli bozukluklar oluşur. Çinko oksit dumanı için bu durum söz konusudur ki bunlar ; ateş,terleme, üşüme ile karakterize olup 4-8 saat sonra ortaya çıkar (Çetin, 1994).

Zn, deniz suyunda özellikle çinkosülfür halinde bulunan toksik elementlerden birisidir. Deniz suyundaki doğal Zn konsantrasyonu 1-20 mg/l'dir. 0,4 mg/l konsantrasyonaki

Zn midye larvalarını öldürmektedir. Çinkonun toksik miktarı gelişmiş balıklar ve kabuklu su ürünleri için 10 ppm (hatta midyeler için 100 ppm) olarak verilmektedir. Yüksek miktardaki çinko, balıklar ve kabukluların mavi-yeşil renk almasına neden olmaktadır. Bu ürünlerin insanlar tarafından yenilmesi sonucunda sindirim ve sinir sistemi ile ilgili ağrıların ve ölümün görüldüğü bilinmektedir (Anonim,1989).

2.4. Kadmiyumun Canlılar Üzerine Etkisi

Toksik etki gösteren diğer bir ağır metal de kadmiyumdur. Gıdalarda yüksek düzeylerde kadmiyum alınması akut toksikasyona neden olur. 16 mg/l kadmiyum içeren suların içilmesiyle abdominal ağrı, kusma, bulantı gibi semptomlar şekillenir. Kadmiyumun teneffüs edilmesiyle de akut pnömoni ve pulmoner ödem oluşur.

Solunum sistemindeki etkileri, alınan kadmiyum miktarı ile orantılıdır. Obstruktif akciğer hastalıklarının başlıcaları kronik bronşit, amfizendir. Akciğer hastalıkları dispne, vital kapasitenin azalması ve volümün artmasıyla kendini belli eder.

Proksimal tubuler fonksiyonu üzerinde etkisi görülür. Etki sonucu idrar ile atılan kadmiyum miktarı artar, proteinüri, aminoasidüri, glikozüri ve renal tubuler fosfat absorpsiyonunda azalma görülür. Bağ dokuda yangı ve fibrozis oluşur (Çetin, 1994).

Kadmiyum toksisitesinden kalsiyum metabolizması etkilenir. Bireyde şiddetli kalsiyum nefropatileri oluşur. Sistemdeki bozukluklar osteoporoz veya osteomalasi ile sonuçlanır. Japonya'da ortaya çıkan Itai Itai adı verilen kemiklerdeki kalsiyumun açığa çıkmasıyla meydana gelen kemik erimesine, kol ve bacak eklemlerinin çıkmasına neden olmaktadır. Bu olayın Japonya'da çıktığı yer olan Cd madeninden Cinzu Nehri'ne boşaltımın olduğu bölgede, ciddi sorunların ve hatta ölümlerin olduğu kaydedilmektedir.

1965'de pil yapımında çalışan işçilerde prostat kanserlerinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmalarda kadmiyumun etkisi olduğu ortaya çıkmıştır.

Deniz suyundaki doğal Cd konsantrasyonu 0,02 mg/l'dir. Bunun dört beş kat fazlası deniz canlıları için zararlı olmaktadır. Deniz canlılarına toksik etkisi deniz suyunun sertliğine ve tuz miktarına bağlı olarak değişir.

Cd birikim düzeyleri üzerine yapılan çalışmalarda özellikle yumuşakça ve kabuklulara ağırlık verilmektedir. Cd'un toksik etki yaptığı miktarlar türlere göre çok değişiktir. Örneğin sazanda 5 mg/l , midyede 2,5 mg/l olduğu bilinmektedir (Anonim,1989).

2.5. Demirin Canlılar Üzerine Etkisi

Hayati öneme sahip biyokimyasal reaksiyonlar için demirin gereği, elektron taşıma özelliğinden kaynaklanır. Organizmada demir başlıca hemoglobin, miyoglobin, stromalar olmak üzere çeşitli dokularda dağılmış olarak bulunur. Ancak kan plazmasındaki demir

bağlama kapasitesini aşacak miktarda iyonize demir alındığı zaman akut demir zehirlenmesi meydana gelir. Bunda bulantı, kusma, asidoz ve kramplı ağır hallerde ölüm görülür (Ersoy ve Bayşu, 1986).

Vücutta aşırı demir depolanmasında iki hal vardır. Biri, parankima hücrelerine bir zarar yapmadan büyükçe miktar demir depolanmasıdır. Buna hemosideroz denir. Örneğin; Bantular'ın beslenme siderozu gibi. Öbürü siroz, diabet, renkli pigmentlenme ile beliren ve dokulara zarar veren depolanım şeklidir. Buna hemokromatoz denir. Burada demir emilimi artmış ve depolardaki demir normalin 10 katı kadar yükselmiştir. Normalde 4-5 gr olan vücut demiri, 20-60 grama çıkar. Demir en çok karaciğerde, pankreasta, öbür parankimsel dokularda, hemosiderin (ve Ferritin) şeklinde depolanır. Deride, hemosiderin ile beraber melanin de bulunabilir. Bu bozukluk yaygın deri pigmentasyonu, karaciğer sirozu ve şeker hastalığı ile kendini gösterir. Taze idrarda hemosiderin ile beraber saptanması önemli laboratuvar bulgusu olabilir. Tedavide esas, organizmadan aşırı demiri uzaklaştırmaktır (Yenson, 1981).

Denizel ortama klorür, sülfat formlarından gelen Fe tuzları erir ve ortaya çıkan demir iyonları, hidroksil iyonları ile birleşerek çöker. Ancak yine de, Fe iyonları ortamda kalır. Demirhidroksit balıkların solungacında birikerek sinirsel depresyonlara ve solunum güçlüklerine yol açmaktadır, balık yumurtaları üzerine de olumsuz etki yapmaktadır.

Knight, " Kirlenmiş Suların Balıklar Üzerindeki Etkileri " isimli eserinde alabalık, sırtı dikenli balık, tatlı su levreği üzerinde çivi sanayiinden gelen atıkların etkilerini incelemiştir. Bu atıklar yüksek konsantrasyonda klorür, hidrojen, ferrüs, ferrik iyonları ihtiva etmelerine karşılık, pH değerleri dikkate alınmamıştır. Çeşitli tuzlar ihtiva eden bir karışımın konsantrasyonu 1000 mg/l olduğunda bir çok balık birkaç saat içinde ölmüştür. Ölme olayı özellikle demir oksit veya hidroksitlerin balığın solungaçlarında birikmesi sonucunda meydana gelmiştir. Southgate adlı araştırmaya göre, demir, demir tuzlarının zehirleyicilik tesisi, demirin çözeltide ferrüs veya ferrik formlarda bulunmasına bağlıdır (Baltacı, 1994-95).

2.6. Kromun Canlılar Üzerine Etkisi

Krom, kirlenmiş sulara hem katyon, hem de anyon (kromat, bikromat, kromik asit) olarak bulunabilir. Anyon şekli katyon şeklinden daha etkilidir. Balıklar için toksisite sınırı 28-80 mg Cr/l veya 15 mg/l kromat veya bikromat, içme suyunda sınır değeri olarak 0,05 mg Cr/l verilmektedir (Anonim,1989).

Kromun insanlara fazla toksik etkisi yoktur. Meslek nedeniyle kromat tuzlarıyla sürekli karşı karşıya olanlarda olumsuz etkiler yapabilir. Ayrıca besinlere, paslanmaz çelik kaplarda pişirme sırasında önemli miktarda krom katılır (Martin et all, 1988).

2.7. Kobaltın Canlılar Üzerine Etkisi

Kobaltın doğal konsantrasyonu 0,3-0,7 mg/l'dir. 10 mg/l konsantrasyon canlılar için toksik etki yapmamaktadır. Fakat bu değer tam bir sınır olmayabilir.

Arsenik ile bileşikler yapar. Bulunan formları smaltit, kobaltittir. Deniz suyunda kobaltus formunda bulunur (Baltacı, 1994-95).

2.8. Nikelin Canlılar Üzerine Etkisi

Bu metalin zararlılık sınırı balıklar için 1-5 mg/l, balıklara yem olan küçük su canlıları için 3-4 mg/l dir. Deniz suyunda NiS formunda bulunur. 6 mg Ni/l sularda mikrobiyolojik olayları inhibe edebilir (Anonim,1989).

2.9. Manganın Canlılar Üzerine Etkisi

Mangan ağır metaller arasında en zehirsiz metallereendir. Deniz suyunda katyon olarak manganın stabilite sınırı alabalık için 75 mg/l, sazanlar için 600 mg/l dir.

Ayrıca manganiz yumruları bir veya birkaç mineral veya hayvani menşeli çekirdekler etrafında gelişirler. Nodüllerin kimyasal yapısında bu metallerden başka Zn, Ni, Cu, Co, Mn, Fe bulunur. Bu yumrulara Kuzey Atlantik, Güney Atlantik, Hint Okyanusu, Güney Pasifik, Kuzey Pasifik'te rastlanır. Fosforit ve Manganiz yumrularının çıkarma işleminden dolayı ortaya çıkan kirlenme riski fazla değildir. Ancak su ürünlerinin yaşam düzeni bozulmaktadır (Baltacı, 1994-95).

İnsanlarda Mn zehirlenmesi son derece ender görülürse de Mn^{+2} cevherleri ile karşılaşan madencilerde ortaya çıkar (Martin et al, 1988).

Sonuç olarak; Sanayii atıklarıyla veya madenlerin çıkarılmasıyla ya da diğer nedenlerden dolayı kirlilik yaratan bu ağır metaller canlılar için zararlı etki göstermektedirler. Ekosistem bireylerinin biyolojik aktivitelerini tehlikeli bir şekilde etkileyerek gıda zinciri organizmaları arasında dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Bu nedenle ağır metal kirliliğinin artışı önlemek gerekmektedir. Çözüm yolları değişik şekillerde olabilir.

Bunlardan birisi, büyük su kitlelerinde mümkün olmayan eliminasyon yöntemlerinin, atıklarını nehirlere ve denizlere boşaltan tesislerde uygulanmasıdır. Bu yöntemle ağır metaller arıtma tanklarında konsantre edilmektedir. Böylece sorun olan bu maddeler arıtma tanklarında kalmaktadır.

Diğer bir çözüm yolu ise, yüksek miktarlarda Cd ve Hg gibi maddeler içeren pil, floresan lambası ve benzeri maddeleri içeren atıkların akarsu ve denizlere boşaltılmasını önlemektir. Ayrıca bu metaller geri dönüşüm yoluyla tekrar elde edilebilir. Örneğin; Japonya'da 100.000 ton pilden, 127 ton Hg, 23.000 ton Zn, 66 ton Ag, 26 ton Pb elde edilmektedir.

2.10. Kaynak Araştırması

İnsan nüfusu ve kentleşmenin artışıyla, çevre kirliliğinin de önem kazandığı son yıllarda, ağır metallerin değişimleri ve konsantrasyonları üzerine yapılan çalışmalar artmıştır. Ne var ki son yirmi yıl içerisinde bu konuda yapılan araştırmaların büyük bir çoğunluğunu, canlı organizmalar üzerindeki ağır metallerin birikim düzeylerine ilişkin çalışmalar oluşturmaktadır. Tez konumuzu oluşturan nehir su ve sedimentlerindeki ağır metal kirliliğinin tespiti ve nedenleri hakkında yapılan çalışmaların az sayıda olduğu görülmüştür.

Bu konuda dünyada ilk kez Vinogradov (1953) ve Bowen (1966) tarafından, deniz organizmalarındaki ağır metal düzeylerinin araştırıldığı, fakat analiz alet ve yöntemlerin yeterli ve uygun olmaması nedeniyle, aynı konuda Benjamin, Pringle, Hissong (1968), Riley ve Segar (1970) tarafından da tekrarlandığı, yine aynı sonuçlar elde edildiği kaydedilmiştir.

Yaramaz (1983), İzmir Körfezi'nde kurşun ve kadmiyum elementlerinin dağılımını ve kaynaklarını araştırmıştır. Yüzey sularındaki kurşun ve kadmiyumun aylık dağılımlarında farklı derişimler bulmuş ve kirlenme kaynağının yağmur suları, sel suları ve havadan geldiği sonucuna varmıştır.

Uysal ve Tunçer 1984 yılında yaptıkları çalışmada, ekonomik olan balık türlerinde ve sedimentte bulunan ağır metal miktarlarını incelemişlerdir. Sedimentte buldukları ağır metal miktarlarının İzmir iç körfezinde, dış körfezden çok daha fazla olduğunu saptamışlardır.

Uysal ve Tunçer (1984), İzmir Körfezi'nin kirliliğinin zemininde yaşayan iki Mollusca türünde demir, çinko, mangan, bakır, kurşun, kobalt, krom, kadmiyum ve civa miktarlarını incelemiş, çok kirliliğindeki bölgelerde çamura gömülü olarak yaşamını sürdüren Corbula gibba örneklerinin, nispeten daha temiz zemine gömülü olarak yaşayan Arca myodolum örneklerine oranla çok daha fazla miktarda ağır metal içerdiklerini, türlerdeki ağır metal düzeylerinin yaşadıkları ortamla yakın ilişkisi olduğunu saptamışlardır.

Parlak (1987) Mugil ssp. ve Chasmichthys gulosus üzerinde kadmiyum, demir ve kurşunun oluşturacakları toksik etkiler sırasında meydana gelebilecek etkileşimleri araştırmıştır. Bu amaçla, metalleri farklı konsantrasyonlarda tekli, ikili ve üçlü kombinasyonlar halinde uygulamış ve subletal kadmiyum konsantrasyonlarının bu balıklar üzerinde toksik olmadığı halde demir ile birlikte, daha düşük konsantrasyonlarda toksik etki gözlemiştir. Böylece demirin kadmiyum toksisitesini artırıcı veya sinerjistik etkiye sahip olduğunu söylemiştir.

Gey ve Mordoğan'ın (1988), İzmir Körfezindeki bazı deniz organizmalarında ve iç körfezin sahil kenarı sedimentlerinde çeşitli ağır metallerin derişimleri üzerine yaptıkları çalışmada, seçilen deniz organizmalarında olduğu gibi, sahil kenarı sedimentlerinde de ağırmatal derişimlerinin mevsimlere ve istasyonlara göre derişimler gösterdiğini ve özellikle demir derişimlerini hem biyolojik türlerde hem de sedimentlerde en yüksek düzeyde bulmuşlardır. Ancak, sedimentlerde ağır metal derişimlerinin incelenen biyolojik türlerden çok daha yüksek düzeylerde olduğunu saptamışlardır.

Kinler ve Sevim (1989), Türkiye nehir sedimentlerindeki ağır metal miktarlarını saptamışlar ve Gediz Nehri sedimentlerinde demir konsantrasyonunun diğer nehlere oranla daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Bunun nedenini, sedimentin, yüksek karbon bileşikleri ve organik maddeler bakımından zengin oluşuna bağlamışlardır.

Tuğrul (1992), Gediz Nehri'nde evsel ve endüstriyel atıkların neden olduğu anyonik yüzey aktif madde ve nutrient kirliliğini incelemiş, su örneklerinde anyonik yüzey aktif madde, fosfat, nitrat, nitrit, amonyum ve silikat konsantrasyonlarını saptamıştır. Ayrıca Gediz Nehri'nin bir yılda İzmir Körfezi'ne getirdiği anyonik deterjan ve nutrient yüklemesini hesaplamıştır.

Bat ve diğerleri (1996), Batı İspanya'da nehir sedimentlerinin toksisitesi üzerine yaptıkları çalışmada, bir çok ağır metalle kirlenmiş sediment, güneybatı İspanya'dan toplanmış ve amfipod Corophium volutator (Pallas) biyolojik deneyi kullanarak bu sedimentin toksisiti incelenmiştir. Deney sonucunda amfipodların bu sedimentlere karşı çok duyarlı oldukları görülmüştür.

Karapire 1998 yılında, Gediz Nehri sedimentlerinde bazı ağır metalleri, AAS yöntemi ile tayin etmiş ve metal derişimlerinin Gediz havzasının endüstriyel alanlarda oldukça yüksek olduğunu, tarımsal ve endüstriyel aktivitelerin yer aldığı yoğun yerleşim alanlarında kurşun, krom, mangan ve bakır derişimlerinin önemli boyut kazandığını saptamıştır.

İzmir ve Manisa Çevre İl Müdürlüklerinin birlikte yürüttükleri "Gediz Havzası Çalışmaları" sonucunda verilen raporda, özellikle sanayinin yoğun olduğu noktalarda mangan, demir ve krom miktarları kirlilik sınır değerlerinin üzerinde çıkmıştır. Bazı dönemlerde birkaç noktada da kobalt metaline ait konsantrasyonların sınır değerin üzerinde kaldığı görülmüştür.

3. MATERYAL-METOD

3.1. MATERYAL

Bu araştırmada, Manisa il merkezinden geçen Gediz Nehri'nin ağır metal kirliliğinin saptanması amacıyla, Gediz Nehri ve özellikle deşarj bölgelerinde belirlenen istasyonlardan hava koşullarına göre hemen her ay alınan su ve sediment örnekleri araştırma materyali olarak seçilmiştir.

Örneklemeye istasyonlarının saptanmasında, kirletici kaynak olarak evsel ve endüstriyel atıkların nehre yoğun bir şekilde dkldėđ nktalar dikkate alınmıştır.

Alınan rnekler için belirlenen istasyonların 4 tanesi Gediz Nehri üzerinde olmak üzere, toplam 9 istasyondan su ve sediment örnekleri alınmıştır.

rneklemeler Temmuz 1998 - Nisan 1999 tarihleri arasındaki sürede, aylık periyotlar halinde yapılmıştır.

3.1.1. ARAşTIRMA BÖLGESİNİN ÖZELLİKLERİ

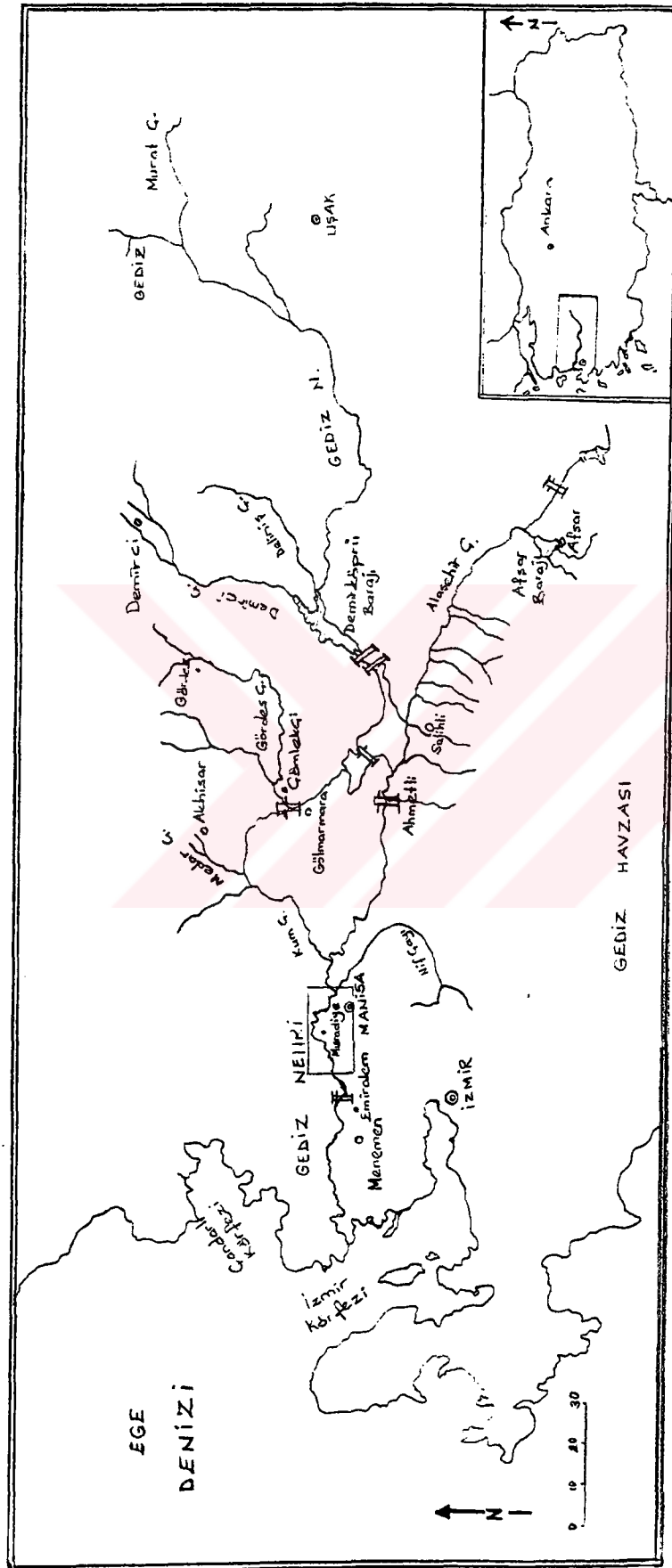
Ktah'ya'nın Gediz ilçesinin 26 km doğusundaki Murat Dağı'nın yamaçlarından doğan Gediz Nehri 'nin önemli kolları Nif, Murat, Kum, Medar, Selendi, Alaşehir, Derbent, Gördes, Deliniş ve Demrek aylarıdır. Kurşunlu, Tabak, Sart, Gencer, Yeniköy, Karaçalı, Irlamaz ve Keili gibi derelerin katılımıyla daha da büyüyen Gediz Nehri, Salihli, Manisa ve Menemen ovalarını geçtikten sonra, Foça'nın güneyinde, amaltı Tuzlası yakınlarında Ege denizine dökülmektedir.

Doğduğu bölgeden dkldėđ yere kadar Gediz Nehri yakınlarında, Manisa il merkezi ile Foça, Menemen, Kemalpaşa, Turgutlu, Salihli, Demirci, Alaşehir ve Gediz ile merkezleri olmak üzere birçok yerleşim yeri vardır ve nehrin suları gün geçtikçe, insanların her türlü aktivileri sonucu oluşan atıklarla kirlenmektedir.

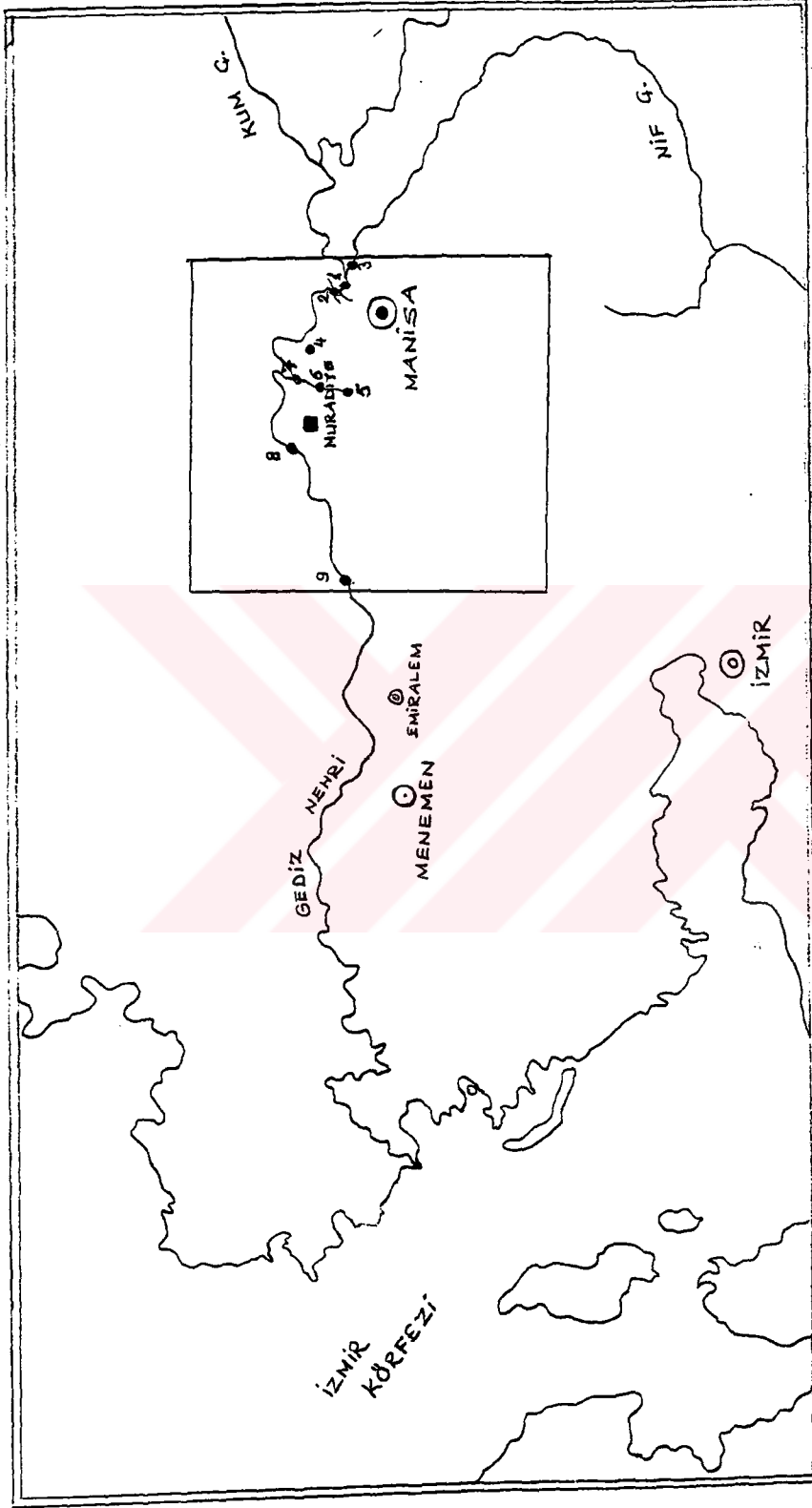
Bu çalışmada da Manisa il merkezi sınırları içinde, Gediz Nehri üzerinde belirlenen istasyonlardan su ve sediment örnekleri alınmıştır. Seçilen istasyonlar ve özellikleri şunlardır (şekil 3.1 ve 3.2).

3.1.1.1. İSTASYON 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü)

Gediz Nehri üzerinde belirlenen 4 istasyondan biridir. Gediz Nehri Manisa il merkezi girişi olarak bu istasyon seçilmiştir. Doğrudan herhangi bir atık atılmamaktadır.



Şekil 3.1 : Araştırma Ortamının Gediz Havzasındaki Konumu.



Şekil 3.2 : Araştırma Ortamında Seçilen İstasyonların Konumu



Sekil 3.3: İstanbul Yolu Gediz Köprüsü

3.1.1.2. İSTASYON 2 (Derelerin Birleştiği Yer)

Manisa il merkezinde evsel atıkların çoğu kez dere içlerine atılmış olduğu ve bu küçük dereler aracılığıyla da Gediz Nehri'ne ulaştığı görülmektedir. Şehrin kuzeyinde, İstanbul Yolu Gediz Köprüsüne yaklaşık 500 m. uzaklıkta evsel atıkların atıldığı küçük dereler tespit edilmiş ve bu küçük derelerin birleştiği ve nehre boşaldığı yer istasyon olarak seçilmiştir. Böylece bu küçük derelerin nehre taşıdığı atıkların ne derece kirlilik yarattığı tespit edilebilecektir.

3.1.1.3. İSTASYON 3 (Nif Gediz Köprüsü)

İzmir ili Kemalpaşa ilçesinde son zamanlarda sanayi bakımından büyük bir gelişme gözlenmektedir. Bu bölgede gıda, metal, kimya, tekstil, deri, çeşitli makine ve yedek parça, karton ve ambalaj, seramik, toprak ürünleri, ayakkabı, karo ve boya üretimi, mermer maden işleme gibi çok geniş bir yelpazede üretim yapan tesislerin sayısı günden güne artmaktadır. Kemalpaşa ilçesinin endüstriyel ve evsel atıklarını Gediz Nehri'ne taşıyan Nif Çayı, Gediz Nehri'ni kirleten önemli kirlenici kaynaklardan biridir. Nif Çayı, Manisa ili girişinde Gediz Nehri'ne boşaldığı için önemli bir istasyon olarak seçilmiştir.



Şekil 3.4: Nif Çayı

3.1.1.4. İSTASYON 4 (Belediye Arıtım Tesisleri)

Manisa'nın evsel atık suları, Manisa merkezinden 7 km, Horozköy'den 2 km. uzaklıkta Mağarabahçe mevkiinde bulunan biyolojik arıtma kapasitesi 31.000 m³/gün olan Belediye Evsel Atıksu Arıtma Tesisi de istasyon olarak özellikle seçilmiştir. Tüm evsel atık su arıtılarak Gediz Nehrine bırakılmaya hazır hale getirilmektedir. Arıtım işlemleri sonucunda elde edilen çamur (günde 15 ton), kurutularak gübre olarak kullanılabilir. Arıtılan su ise doğrudan Gediz Nehri'ne boşaltılmaktadır. Ayrıca buraya belediye sınırları içinde endüstriyel atıksu oluşumuna neden olan işletmelerden Sümerbank Tekstil Fabrikası ve Kenan Evren Sanayi Sitesi atıksulanda gelmektedir.

3.1.1.5. İSTASYON 5 (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı)

Manisa'nın tek endüstriyel atıksu arıtma tesisidir. Arıtma kapasitesi 6500 m³/gün, elde edilen çamur miktarı 11 ton/gün'dür. İstasyonumuz, Manisa Organize Sanayi Bölgesi endüstriyel atıksularının arıtıldıktan sonra bırakıldığı ve çaya karışmadan önce biriktiği yerdir.



Şekil 3.5: Belediye Arıtım Tesisleri (Atıksu havalandırma havuzu)



Şekil 3.6: Belediye Arıtım Tesisleri (Çamur Kurutma Havuzları)

3.1.1.6. İSTASYON 6 (Karaçay 1)

Manisa'da yerleşmiş olan ve çoğunda hiçbir arıtma tesisi bulunmayan Manisa Organize Sanayi Bölgesi'nin endüstriyel atık sularının arıtıldığı Sanayi Arıtım Tesislerinin deşarj yaptığı çay olması ve suyunun kahverengi-kırmızı renkte olması nedeniyle istasyon olarak belirlenmiştir. Karaçay üzerindeki ilk istasyondur.



Şekil 3.7: Karaçay 1

3.1.1.7. İSTASYON 7 (Karaçay 2)

Karaçay üzerindeki 2. İstasyon olan Karaçay 2, çayın Gediz Nehri'ne ulaştığı yerdir.

3.1.1.8. İSTASYON 8 (Muradiye Gediz Köprüsü)

Manisa il merkezine bağlı bir belde olan Muradiye'nin evsel ve endüstriyel nitelikli atık suları Gediz Nehri'ne boşaldığı için, Muradiye sınırları içindeki Muradiye Gediz Köprüsü istasyon olarak seçilmiştir.

3.1.1.9. İSTASYON 9 (Gediz İzmir Sınırı)

Manisa merkez sınırları içinden geçen Gediz Nehri üzerinde araştırma yapıldığı için; Manisa il merkezi çıkışı, İzmir ili Menemen ilçesine bağlı Emiralem beldesi sınırları girişi olan nokta istasyon olarak seçilmiştir. Özellikle de Manisa içinde Gediz Nehri'nin evsel ve endüstriyel atıklarla ne derece kirletildiğinin saptanması bakımından son istasyon olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.8: Karaçay 2



Şekil 3.9: Muradiye Gediz Köprüsü



Şekil 3.10: Gediz İzmir Sınırı

3.2. METOD

Araştırma konumuzu oluşturan su ve sediment örnekleri hava koşullarına bağlı olarak bazı aylar dışında hemen her ay alınmıştır. Çalışma alanlarının, Fakültemiz laboratuvarlarına uzak olması nedeni ile alınan örnekler, soğutucu sistem yardımıyla getirilip, laboratuvara getirildikten sonra zaman geçirmeden analize hazırlama işlemlerine başlanmıştır.

Örneklerin analize hazırlanması sırasında herhangi bir bulaşmaya meydan vermemek için steril çalışılmıştır. Kullanılan tüm cam ve diğer malzemeler önce yıkama asidi ile sonra şehir suyu ve distile su ile yıkanmıştır. Tartımlar hassas terazide yapılmıştır.

Alınan su ve sediment örneklerinin analize hazırlanış yöntemleri birbirinden farklıdır.

3.2.1. Su Örneklerinin Analize Hazırlanışı

Belirlenen 9 istasyondan alınan su örnekleri; sudaki metal analizleri için kullanılan ve önceden temizlenip, etiketlenen 100 cc'lik polietilen şişelere koyulmuştur. Ağır metal analizleri için su örnekleri alınır alınmaz üzerine 1 cc HCl (Merck) ilave edilerek ortam asitlendirilmiştir. Böylece ortamdaki mevcut mikroorganizmaların ve bakterilerin biyolojik aktiviteleri sona erdirilerek, metallerden başka formlara dönüşümlerin önüne geçilmektedir. Analize kadar örnekler soğutucuda saklanmıştır. (Tuncer ve Uysal., 1983.)

3.2.2. Sediment Örneklerinin Analize Hazırlanışı

Sediment örnekleri kıyıdan 0-5 m. uzaktan, 4 cm. çapında ve 2 m. uzunluğunda PVC bir boru ile, yaklaşık 0-5 cm arasındaki derinliklerden polietilen torbalara alınmıştır. Örnekler etiketlenip, HNO₃ (Merck) ile asitlendirilmiştir.

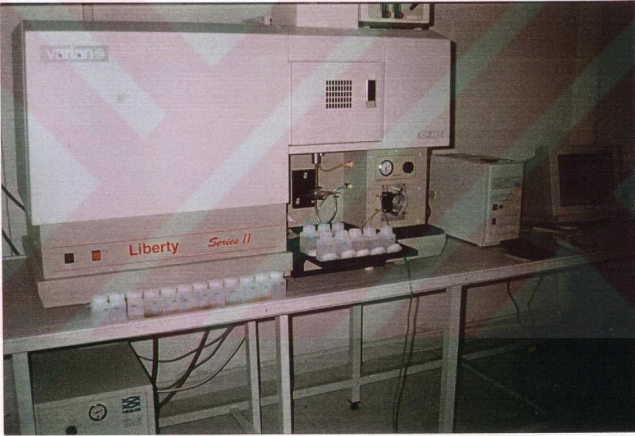
Analize kadar -21 °C' deki derin dondurucuda saklanan sediment örnekleri, işlem öncesi, oda sıcaklığına getirilmiştir. Tartılmış ve darası bilinen cam petri kaplarda 100 °C'ye ayarlı etüvde 24 saat bekletilerek kurutulmuştur. Kurutulan örneklerin herbiri, porselen havanda toz haline getirilmiş ve 100 µm'lik elek ile elenmiştir. Bu örneklerden 1'er gram alınarak üzerlerine sırasıyla (1 : 1 : 6) oranında HF (Hidrojen florür veya florik asit) :HClO₄ (Perklorik asit) : HCl (Klorik asit veya hidrojen florür) eklenmiştir.

Örnekler, çeker ocakta, hot-plate üzerine yerleştirildikten sonra yavaş yavaş buharlaştırılarak mineralize edilmiştir. Mineralize edilen örnekler üzerine N/10'luk HCl ilave edilmek suretiyle, hacim 50 ml'ye tamamlanarak analize hazırlanmıştır. (Amiel, Navrot, 1978) (Gey ve Mordoğan,1987.)

Analize hazırlanan su ve sediment örneklerinin analizleri Varian-Terra Model Liberty II ICP (Inductively Coupled Plasma) - AES (Atomic Emission Spectrophotometer)'de argon gazı

kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.11). Analiz sırasında kullanılan parametreler:

Cu	için dalga boyu	324,754 nm.
Fe	için dalga boyu	259,940 nm.
Mn	için dalga boyu	257,610 nm.
Zn	için dalga boyu	213,856 nm.
Cd	için dalga boyu	228,802 nm.
Co	için dalga boyu	238,892 nm.
Cr	için dalga boyu	267,716 nm.
Ni	için dalga boyu	231,604 nm.
Pb	için dalga boyu	220,353 nm.



Şekil 3.11: Varian-Terra Model Liberty II ICP - AES

Ölçülecek ağır metalin önce farklı konsantrasyonlarda standartları hazırlanarak ICP-AES de ölçülmüş ve örneklerdeki ağır metal konsantrasyonları ppm değeri olarak verilmiştir.

Ayrıca tüm verilerin ortalama değerleri ve standart hataları hesaplanmış, bulguların istasyonlar arasında farklı olup olmadığını saptamak için varyans analizleri yapılmış, sonuçlar istatistiksel olarak açıklanmıştır.

4. BULGULAR

Manisa il merkezinden geçen Gediz Nehri üzerinde ve özellikle deşarj bölgelerinde belirlenen 9 istasyondan, aylık periyotlar halinde örnek alınarak sürdürülen bu çalışmada, bazı ağır metallerin (Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Co, Cr, Ni, Pb) konsantrasyonlarının belirlenmesi ile bunların istasyonlara ve aylara göre değişimleri araştırılmıştır.

4.1. Su Örneklerinde Ölçümü Yapılan Bazı Ağır Metal Miktarları

Temmuz 1998-Nisan 1999 tarihleri arasında yapılan çalışma süresince alınan su örneklerinde ölçülen ağır metal analizi sonuçlarına göre; bakırın 0,0138 - 0,2830 ppm ; demirin 0,0029 - 0,5806 ppm ; manganın 0,0010 - 0,4594 ppm ; çinkonun 0,0110 - 2,2362 ppm ; kadmiyumun 0,0030 - 0,0044 ppm ; kobaltın 0,0054 - 0,0073 ppm ; kromun 0,0010 - 0,1247 ppm ; nikelin 0,0010 - 0,2678 ppm ; kurşunun 0,1515 - 0,2338 ppm arasında değiştiği bulunmuştur.

Analiz sonucunda elde edilen bulgular ağır metallere göre hazırlanan tablo ve grafiklerle açıklanmıştır (Tablo 4.1.2,3,4,5,6,7,8,9,10. Şekil 4.1.2,3,4,5,6,7,8,9,10.).

4.1.1. Su Örneklerindeki Bazı Ağır Metal Miktarlarının İstasyonlara Göre Değişimi

Dokuz istasyondan alınan su örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları, istasyonlara göre farklılıklar göstermektedir.

Su örneklerindeki ağır metal miktarlarının ortalama sonuçlarının verildiği Tablo 4.1.1 de görüldüğü gibi bakırın 0,0147 - 0,1007 ppm ; demirin 0,0103 - 0,2826 ppm ; manganın 0,0075 - 0,191 ppm ; çinkonun 1,0327 - 1,3222 ppm ; kadmiyumun 0,00343 - 0,00391 ppm ; kobaltın 0,00625 - 0,00656 ppm ; kromun 0,057 - 0,1196 ppm ; nikelin 0,0224 - 0,1217 ppm ; kurşunun 0,2061 - 0,2221 ppm arasında değiştiği saptanmıştır. Yine ortalama sonuçlarına göre bakır ve nikelin İstasyon 5'te (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı) ; demir, mangan ve çinkonun İstasyon 3'te (Nif Çayı Gediz Köprüsü) ; kadmiyumun İstasyon 6'da (Karaçay 1) ; kobaltın İstasyon 5 ve İstasyon 8'de (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı ve Muradiye Gediz Köprüsü) ; kromun İstasyon 2'de (Derelerin Birleştiği Yer) ; kurşunun İstasyon 8'de (Muradiye Gediz Köprüsü) en yüksek düzeylerde olduğu saptanmıştır (Tablo 4.1.1 ve Şekil 4.1.1).

Su örneklerinde ölçülen her bir ağır metalin istasyonlar arasında önemli farklılık taşıyıp taşımadığı varyans analizi ile incelenmiş; kadmiyum, kobalt, krom ve kurşun miktarlarının önemli bir farklılık göstermediği bulunmuştur. ($P>0,05$). Bakır, demir, mangan, çinko ve nikel miktarlarının istasyonlar arasındaki farklılığı önemli bulunmuştur. ($P<0,05$).

4.1.2. Su Örneklerindeki Bazı Ağır Metal Miktarlarının Aylara Göre Değişimi

Araştırma istasyonlarından alınan su örneklerindeki ağır metal miktarlarının aylık değişimleri **Tablo 4.1.2,3,4,5,6,7,8,9,10** ve **Şekil 4.1.2,3,4,5,6,7,8,9,10**'da gösterilmiştir.

Tablo ve şekillerde de görüldüğü gibi su örneklerindeki **bakır** miktarlarının en düşük ve en yüksek değerleri :

İstasyon 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü)

0,013827 ppm (Kasım) - 0,065709 ppm (Temmuz)

İstasyon 2 (Derelerin Birleştiği Yer)

0,01418 ppm (Ağustos) - 0,016488 ppm (Temmuz)

İstasyon 3 (Nif Çayı Gediz Köprüsü)

0,01437 ppm (Eylül) - 0,016053 ppm (Temmuz)

İstasyon 4 (Belediye Arıtım Tesisleri)

0,014606 ppm (Ocak) - 0,021739 ppm (Aralık)

İstasyon 5 (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı)

0,024391 ppm (Ağustos) - 0,28308 ppm (Temmuz)

İstasyon 6 (Karaçay 1)

0,026261 ppm (Ağustos) - 0,093675 ppm (Nisan)

İstasyon 7 (Karaçay 2)

0,017542 ppm (Nisan) - 0,075317 ppm (Eylül)

İstasyon 8 (Muradiye Gediz Köprüsü)

0,014173 ppm (Ağustos) - 0,016067 ppm (Aralık)

İstasyon 9 (Gediz İzmir Sınırı)

0,014064 ppm (Eylül) - 0,017882 ppm (Kasım)

Su örneklerindeki **demir** miktarlarının en düşük ve en yüksek değerleri :

İstasyon 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü)

0,070719 ppm (Eylül) - 0,039239 ppm (Aralık)

İstasyon 2 (Derelerin Birleştiği Yer)

0,031138 ppm (Eylül) - 0,36558 ppm (Aralık)

İstasyon 3 (Nif Çayı Gediz Köprüsü)

0,060648 ppm (Nisan) - 0,58068 ppm (Kasım)

İstasyon 4 (Belediye Arıtım Tesisleri)

0,002906 ppm (Nisan) - 0,019197 ppm (Aralık)

İstasyon 5 (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı)

0,038347 ppm (Eylül) - 0,11312 ppm (Aralık)

İstasyon 6 (Karaçay 1)

0,022347 ppm (Temmuz) - 0,212778 ppm (Nisan)

İstasyon 7 (Karaçay 2)

0,015207 ppm (Nisan) - 0,07973 ppm (Aralık)

İstasyon 8 (Muradiye Gediz Köprüsü)

0,011849 ppm (Nisan) - 0,43396 ppm (Aralık)

İstasyon 9 (Gediz İzmir Sınırı)

0,033017 ppm (Temmuz) - 0,36119 ppm (Aralık)

Su örneklerindeki **mangan** miktarlarının en düşük ve en yüksek değerleri :

İstasyon 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü)

0,008481 ppm (Ocak) - 0,022114 ppm (Eylül)

İstasyon 2 (Derelerin Birleştiği Yer)

0,003832 ppm (Aralık) - 0,021446 ppm (Ağustos)

İstasyon 3 (Nif Çayı Gediz Köprüsü)

0,018878 ppm (Nisan) - 0,45942 ppm (Ocak)

İstasyon 4 (Belediye Arıtım Tesisleri)

0,001063 ppm (Temmuz) - 0,023761 ppm (Ağustos)

İstasyon 5 (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı)

0,016166 ppm (Kasım) - 0,087224 ppm (Temmuz)

İstasyon 6 (Karaçay 1)

0,009307 ppm (Temmuz) - 0,081565 ppm (Ağustos)

İstasyon 7 (Karaçay 2)

0,01322 ppm (Kasım) - 0,080887 ppm (Ağustos)

İstasyon 8 (Muradiye Gediz Köprüsü)

0,005323 ppm (Ağustos) - 0,10145 ppm (Kasım)

İstasyon 9 (Gediz İzmir Sınırı)

0,005391 ppm (Ağustos) - 0,11068 ppm (Kasım)

Su örneklerindeki **çinko** miktarlarının en düşük ve en yüksek değerleri :

İstasyon 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü)

0,85913 ppm (Eylül) - 1,5487 ppm (Kasım)

İstasyon 2 (Derelerin Birleştiği Yer)

0,33942 ppm (Temmuz) - 1,7978 ppm (Eylül)

İstasyon 3 (Nif Çayı Gediz Köprüsü)

0,26765 ppm (Temmuz) - 2,1191 ppm (Kasım)

İstasyon 4 (Belediye Arıtım Tesisleri)

0,048136 ppm (Nisan) - 2,1776 ppm (Eylül)

İstasyon 5 (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı)

0,81037 ppm (Temmuz) - 1,9799 ppm (Eylül)

İstasyon 6 (Karaçay 1)

0,11869 ppm (Nisan) - 1,7861 ppm (Eylül)

İstasyon 7 (Karaçay 2)

0,011084 ppm (Nisan) - 2,2362 ppm (Kasım)

İstasyon 8 (Muradiye Gediz Köprüsü)

0,1084 ppm (Nisan) - 2,023 ppm (Kasım)

İstasyon 9 (Gediz İzmir Sınırı)

0,44158 ppm (Temmuz) - 1,5096 ppm (Ağustos)

Su örneklerindeki **kadmium** miktarlarının en düşük ve en yüksek değerleri :

İstasyon 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü)

0,003356 ppm (Aralık) - 0,003911 ppm (Ağustos)

İstasyon 2 (Derelerin Birleştiği Yer)

0,003231 ppm (Aralık) - 0,003749 ppm (Ağustos)

İstasyon 3 (Nif Çayı Gediz Köprüsü)

0,003135 ppm (Kasım) - 0,003996 ppm (Ağustos)

İstasyon 4 (Belediye Arıtım Tesisleri)

0,003194 ppm (Nisan) - 0,0041 ppm (Eylül)

İstasyon 5 (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı)

0,003083 ppm (Temmuz) - 0,004478 ppm (Eylül)

İstasyon 6 (Karaçay 1)

0,00342 ppm (Temmuz) - 0,004208 ppm (Ağustos)

İstasyon 7 (Karaçay 2)

0,003065 ppm (Aralık) - 0,00431 ppm (Eylül)

İstasyon 8 (Muradiye Gediz Köprüsü)

0,003263 ppm (Ağustos) - 0,003837 ppm (Eylül)

İstasyon 9 (Gediz İzmir Sınırı)

0,00322 ppm (Kasım) - 0,003717 ppm (Aralık)

Su örneklerindeki **kobalt** miktarlarının en düşük ve en yüksek değerleri :

İstasyon 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü)

0,005439 ppm (Temmuz) - 0,007332 ppm (Aralık)

İstasyon 2 (Derelerin Birleştiği Yer)

0,006062 ppm (Kasım) - 0,006592 ppm (Aralık)

İstasyon 3 (Nif Çayı Gediz Köprüsü)

0,005687 ppm (Eylül) - 0,007234 ppm (Kasım)

İstasyon 4 (Belediye Arıtım Tesisleri)

0,005908 ppm (Eylül) - 0,006651 ppm (Ağustos)

İstasyon 5 (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı)

0,00617 ppm (Kasım) - 0,007259 ppm (Temmuz)

İstasyon 6 (Karaçay 1)

0,00565 ppm (Eylül) - 0,006815 ppm (Aralık)

İstasyon 7 (Karaçay 2)

0,005696 ppm (Eylül) - 0,006769 ppm (Kasım)

İstasyon 8 (Muradiye Gediz Köprüsü)

0,005568 ppm (Eylül) - 0,007073 ppm (Aralık)

İstasyon 9 (Gediz İzmir Sınırı)

0,005464 ppm (Eylül) - 0,006792 ppm (Aralık)

Su örneklerindeki **krom** miktarlarının en düşük ve en yüksek değerleri :

İstasyon 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü)

0,10548 ppm (Eylül) - 0,12398 ppm (Kasım)

İstasyon 2 (Derelerin Birleştiği Yer)

0,11439 ppm (Temmuz) - 0,12441 ppm (Kasım)

İstasyon 3 (Nif Çayı Gediz Köprüsü)

0,10199 ppm (Ağustos) - 0,12423 ppm (Kasım)

İstasyon 4 (Belediye Arıtım Tesisleri)

0,082579 ppm (Eylül) - 0,12471 ppm (Nisan)

İstasyon 5 (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı)

0,033988 ppm (Eylül) - 0,10467 ppm (Temmuz)

İstasyon 6 (Karaçay 1)

0,001086 ppm (Eylül) - 0,10679 ppm (Nisan)

İstasyon 7 (Karaçay 2)

0,035285 ppm (Eylül) - 0,1146 ppm (Nisan)

İstasyon 8 (Muradiye Gediz Köprüsü)

0,10857 ppm (Temmuz) - 0,1224 ppm (Kasım)

İstasyon 9 (Gediz İzmir Sınırı)

0,11217 ppm (Eylül) - 0,12083 ppm (Kasım)

Su örneklerindeki **nikel** miktarlarının en düşük ve en yüksek değerleri :

İstasyon 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü)

0,022467 ppm (Ocak) - 0,025247 ppm (Nisan)

İstasyon 2 (Derelerin Birleştiği Yer)

0,021733 ppm (Temmuz) - 0,027668 ppm (Aralık)

İstasyon 3 (Nif Çayı Gediz Köprüsü)

0,020272 ppm (Ağustos) - 0,028614 ppm (Nisan)

- İstasyon 4 (Belediye Arıtım Tesisleri)
0,020487 ppm (Ağustos) - 0,22437 ppm (Temmuz)
- İstasyon 5 (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı)
0,00102 ppm (Temmuz) - 0,26783 ppm (Eylül)
- İstasyon 6 (Karaçay 1)
0,008201 ppm (Nisan) - 0,24879 ppm (Eylül)
- İstasyon 7 (Karaçay 2)
0,015278 ppm (Nisan) - 0,20711 ppm (Eylül)
- İstasyon 8 (Muradiye Gediz Köprüsü)
0,020395 ppm (Aralık) - 0,21536 ppm (Ocak)
- İstasyon 9 (Gediz İzmir Sınırı)
0,020209 ppm (Temmuz) - 0,027301 ppm (Eylül)

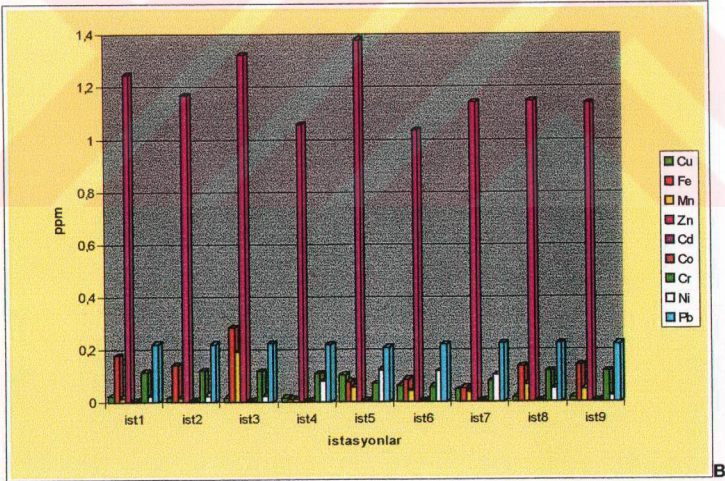
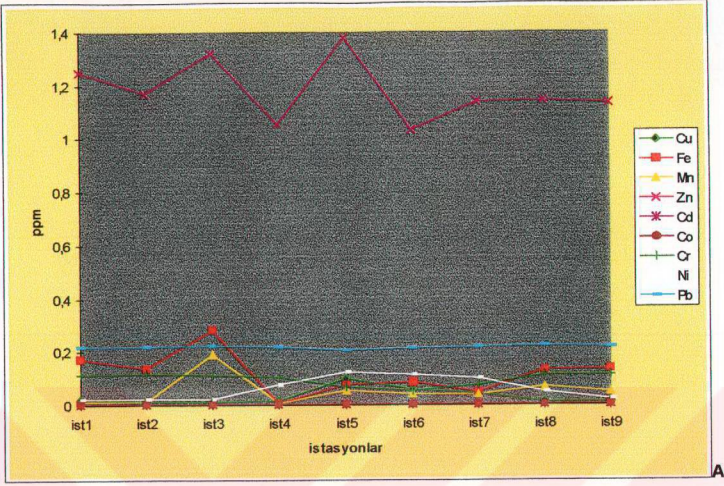
Su örneklerindeki **kursun** miktarlarının en düşük ve en yüksek değerleri :

- İstasyon 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü)
0,21325 ppm (Ağustos) - 0,23063 ppm (Aralık)
- İstasyon 2 (Derelerin Birleştiği Yer)
0,21102 ppm (Eylül) - 0,23224 ppm (Aralık)
- İstasyon 3 (Nif Çayı Gediz Köprüsü)
0,2139 ppm (Ağustos) - 0,22674 ppm (Aralık)
- İstasyon 4 (Belediye Arıtım Tesisleri)
0,21237 ppm (Eylül) - 0,22687 ppm (Nisan)
- İstasyon 5 (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı)
0,15155 ppm (Temmuz) - 0,22854 ppm (Kasım)
- İstasyon 6 (Karaçay 1)
0,20761 ppm (Ağustos) - 0,22873 ppm (Kasım)
- İstasyon 7 (Karaçay 2)
0,217 ppm (Eylül) - 0,22604 ppm (Kasım)
- İstasyon 8 (Muradiye Gediz Köprüsü)
0,21428 ppm (Eylül) - 0,23387 ppm (Kasım)
- İstasyon 9 (Gediz İzmir Sınırı)
0,20709 ppm (Ağustos) - 0,2271 ppm (Aralık)

Tablo : Su Örneklerindeki Bazı Ağır Metal Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Değişimleri (ppm).

İstasyon 1: İstanbul Yolu Gediz Köprüsü
 İstasyon 2: Derelerin Birleştiği Yer
 İstasyon 3: Nif Çayı Gediz Köprüsü
 İstasyon 4: Belediye Arıtım Tesisleri
 İstasyon 5: Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı
 İstasyon 6: Karacay 1
 İstasyon 7: Karacay 2
 İstasyon 8: Muradiye Gediz Köprüsü
 İstasyon 9: Gediz İzmir Sınırı

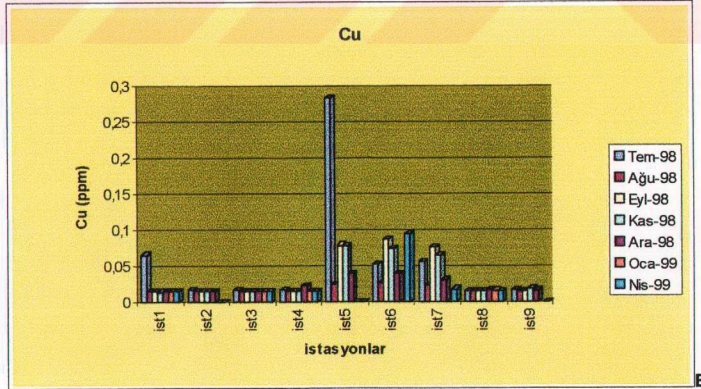
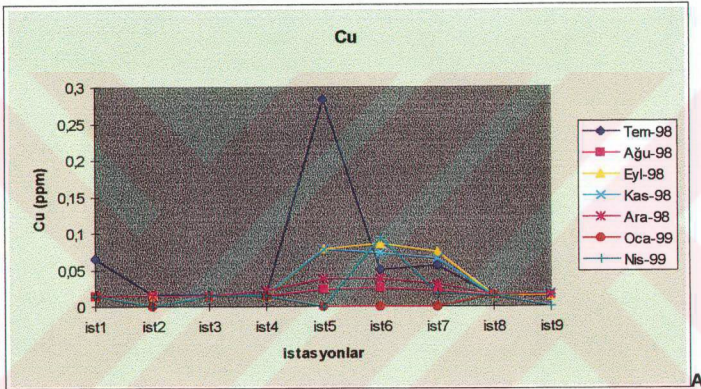
İstasyonlar	İSTASYON 1		İSTASYON 2		İSTASYON 3		İSTASYON 4		İSTASYON 5		İSTASYON 6		İSTASYON 7		İSTASYON 8		İSTASYON 9	
ağır metaller	n	ort. ± st.sap	n	ort. ± st.sap	n	ort. ± st.sap	n	ort. ± st.sap	n	ort. ± st.sap	n	ort. ± st.sap	n	ort. ± st.sap	n	ort. ± st.sap	n	ort. ± st.sap
Bakır (Cu)	7	0,0216 ± 0,0194	5	0,0147 ± 0,0009	7	0,0148 ± 0,0006	7	0,0161 ± 0,0025	5	0,1007 ± 0,1047	6	0,0616 ± 0,0277	6	0,0444 ± 0,0241	7	0,0149 ± 0,0008	5	0,0156 ± 0,0016
Demir (Fe)	7	0,1759 ± 0,1054	5	0,139 ± 0,1318	7	0,2826 ± 0,2309	7	0,0103 ± 0,0007	5	0,0756 ± 0,0271	6	0,0856 ± 0,0881	6	0,0522 ± 0,0244	7	0,1337 ± 0,1423	5	0,139 ± 0,1297
Mangan (Mn)	7	0,0148 ± 0,0054	5	0,0149 ± 0,0072	7	0,191 ± 0,1854	7	0,0075 ± 0,008	5	0,055 ± 0,0264	6	0,041 ± 0,0276	6	0,0394 ± 0,0239	7	0,0671 ± 0,0418	5	0,0484 ± 0,0415
Çinko (Zn)	7	1,2474 ± 0,2413	5	1,1699 ± 0,5382	7	1,3222 ± 0,5593	7	1,0579 ± 0,719	5	1,3806 ± 0,4681	6	1,0327 ± 0,6484	6	1,1408 ± 0,8954	7	1,1442 ± 0,7477	5	1,1361 ± 0,4096
Kadmiyum (Cd)	7	0,0099 ± 0,0002	5	0,0035 ± 0,0002	7	0,0034 ± 0,0002	7	0,0035 ± 0,0003	5	0,0036 ± 0,0005	6	0,0039 ± 0,0002	6	0,0038 ± 0,0004	7	0,0035 ± 0,0001	5	0,0034 ± 0,0002
Kobalt (Co)	7	0,00652 ± 0,0005	5	0,0063 ± 0,0002	7	0,00651 ± 0,0005	7	0,00634 ± 0,0002	5	0,00656 ± 0,0004	6	0,00635 ± 0,0004	6	0,00634 ± 0,0003	7	0,00656 ± 0,0004	5	0,00632 ± 0,0005
Krom (Cr)	7	0,1136 ± 0,007	5	0,1196 ± 0,0048	7	0,1165 ± 0,0076	7	0,1035 ± 0,0169	5	0,0892 ± 0,0276	6	0,057 ± 0,0348	6	0,078 ± 0,0288	7	0,1157 ± 0,0058	5	0,1151 ± 0,0036
Nikel (Ni)	7	0,0236 ± 0,001	5	0,0246 ± 0,0024	7	0,0224 ± 0,0029	7	0,0796 ± 0,0754	5	0,1217 ± 0,1021	6	0,1144 ± 0,0634	6	0,1013 ± 0,0679	7	0,0503 ± 0,0727	5	0,0236 ± 0,0027
Kurşun (Pb)	7	0,2201 ± 0,0057	5	0,2191 ± 0,008	7	0,2219 ± 0,0044	7	0,2183 ± 0,0053	5	0,2061 ± 0,0314	6	0,2171 ± 0,0075	6	0,2217 ± 0,0035	7	0,2221 ± 0,0068	5	0,2202 ± 0,0077



Şekil 4.1.1: Su örneklerindeki bazı ağır metallerin ortalama miktarlarının araştırma istasyonlarına göre değişimi. (A: Çizgi grafiği, B: Sütun grafiği)

Tablo 4.1.2 : Su Örneklerindeki Bakır (Cu) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)

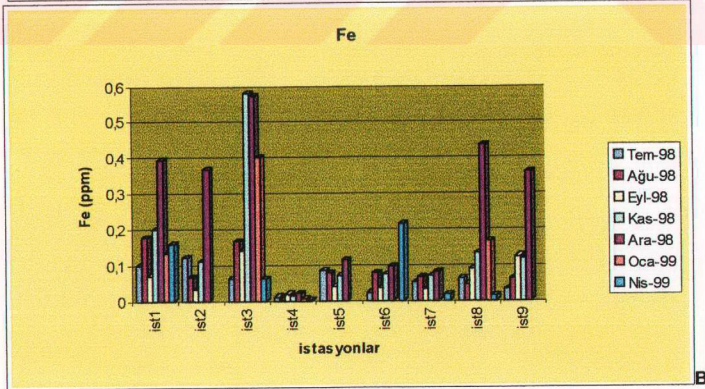
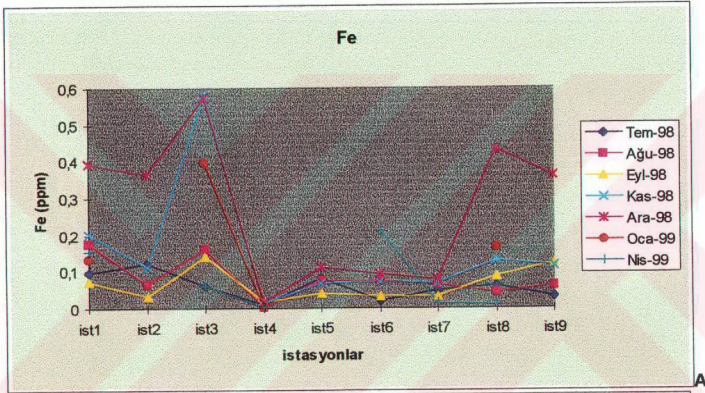
Cu	Tem-98	Ağu-98	Eyl-98	Kas-98	Ara-98	Oca-99	Nis-99
ist1	0,065709	0,013937	0,014137	0,013827	0,014182	0,01468	0,014762
ist2	0,016488	0,01418	0,014541	0,014224	0,014289	-----	-----
ist3	0,016053	0,014688	0,01437	0,014422	0,014489	0,015223	0,0148
ist4	0,01672	0,014801	0,015033	0,015462	0,021739	0,014606	0,014942
ist5	0,28308	0,024391	0,078594	0,078466	0,03909	-----	-----
ist6	0,051254	0,026261	0,086354	0,073369	0,038889	-----	0,093675
ist7	0,055555	0,022475	0,075317	0,065364	0,03046	-----	0,017542
ist8	0,015061	0,014173	0,014339	0,014555	0,016067	0,015637	0,015019
ist9	0,016584	0,014139	0,014064	0,017882	0,015617	-----	-----



Şekil 4.1.2: Su Örneklerindeki Bakır (Cu) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm) (A: Çizgi grafiği, B: Sütun grafiği)

Tablo 4.1.3: Su Örneklerindeki Demir (Fe) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)

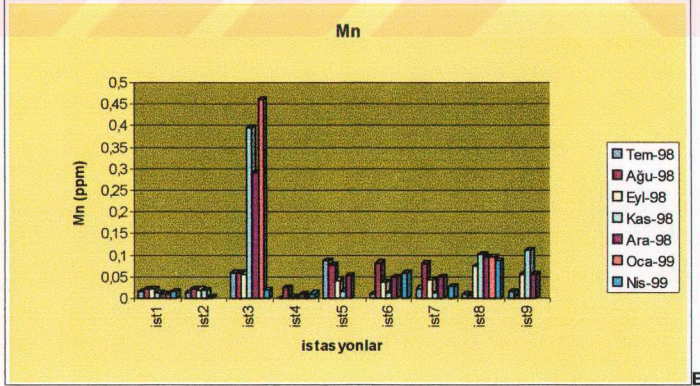
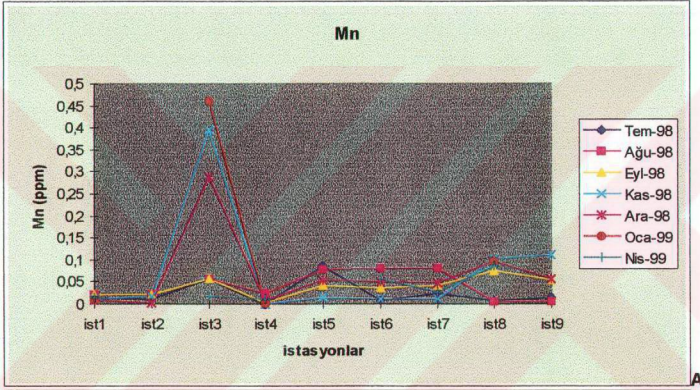
Fe	Tem-98	Ağu-98	Eyl-98	Kas-98	Ara-98	Oca-99	Nis-99
ist1	0,098774	0,17813	0,070719	0,20084	0,39239	0,13347	0,15707
ist2	0,12265	0,064394	0,031138	0,11145	0,36558	-----	-----
ist3	0,060879	0,16415	0,13944	0,58068	0,57348	0,39928	0,060648
ist4	0,011003	0,003469	0,018631	0,013352	0,019197	0,004101	0,002906
ist5	0,084442	0,074794	0,038347	0,067568	0,11312	-----	-----
ist6	0,022347	0,075852	0,033746	0,073721	0,095346	-----	0,212778
ist7	0,051117	0,06625	0,032454	0,069039	0,07973	-----	0,015207
ist8	0,059812	0,044727	0,08751	0,13144	0,43396	0,16696	0,011849
ist9	0,033017	0,061555	0,12274	0,11655	0,36119	-----	-----



Şekil 4.1.3: Su Örneklerindeki Demir (Fe) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm) (A: Çizgi grafiği, B: Sütun grafiği)

Tablo 4.1.4 : Su Örneklerindeki Mangan (Mn) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)

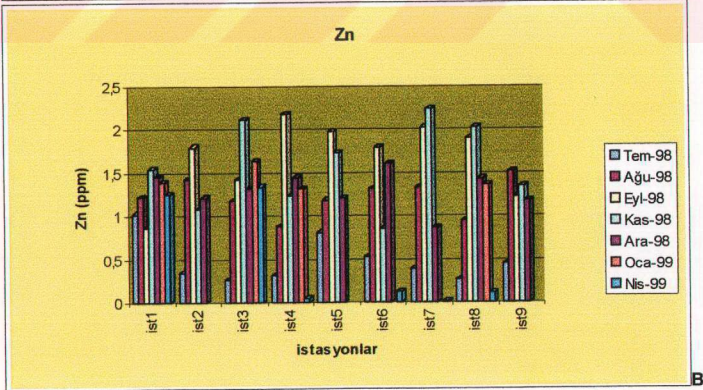
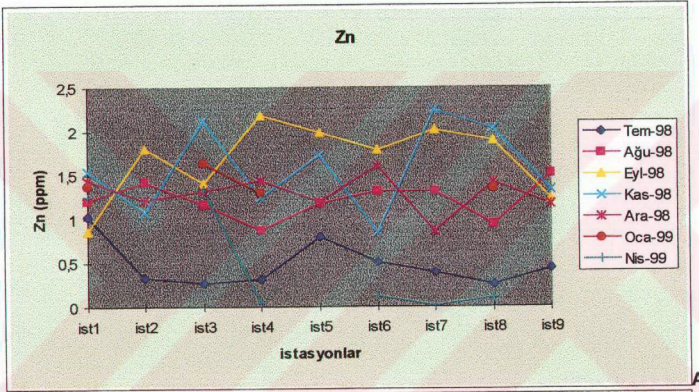
Mn	Tem-98	Ağu-98	Eyl-98	Kas-98	Ara-98	Oca-99	Nis-99
ist1	0,014495	0,021688	0,022114	0,012731	0,008836	0,008481	0,015594
ist2	0,011179	0,021446	0,02005	0,017607	0,003832	-----	-----
ist3	0,058558	0,058245	0,05688	0,39562	0,28978	0,45942	0,018878
ist4	0,001063	0,023761	0,004045	0,001181	0,008499	0,003403	0,010733
ist5	0,087224	0,077401	0,041412	0,016166	0,05288	-----	-----
ist6	0,009307	0,081565	0,036218	0,012728	0,050064	-----	0,057189
ist7	0,023123	0,080887	0,042873	0,01322	0,047926	-----	0,028427
ist8	0,0092	0,005323	0,074599	0,10145	0,09676	0,095622	0,086813
ist9	0,015315	0,005391	0,054688	0,11068	0,056044	-----	-----



Şekil 4.1.4: Su Örneklerindeki Mangan (Mn) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm) (A: Çizgi grafiği, B: Sütun grafiği)

Tablo 4.1.5: Su Örneklerindeki Çinko (Zn) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)

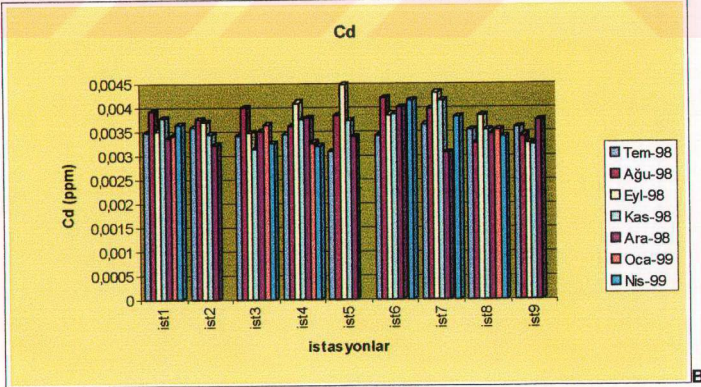
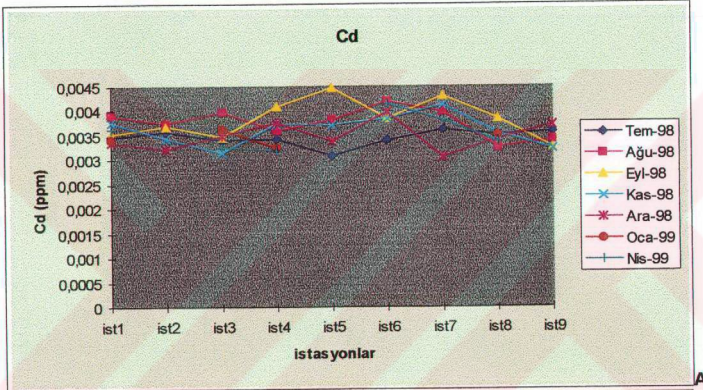
Zn	Tem-98	Ağu-98	Eyl-98	Kas-98	Ara-98	Oca-99	Nis-99
ist1	1,0266	1,2158	0,85913	1,5487	1,4464	1,3835	1,2518
ist2	0,33942	1,424	1,7978	1,0765	1,2118	-----	-----
ist3	0,26765	1,1718	1,4133	2,1191	1,3132	1,6363	1,3346
ist4	0,3121	0,88266	2,1776	1,2368	1,443	1,3055	0,048136
ist5	0,81037	1,1805	1,9799	1,7285	1,2042	-----	-----
ist6	0,52029	1,3119	1,7861	0,85467	1,6049	-----	0,11869
ist7	0,38945	1,325	2,0182	2,2362	0,86525	-----	0,011084
ist8	0,25955	0,94241	1,8936	2,023	1,4273	1,3554	0,1084
ist9	0,44158	1,5096	1,2247	1,3374	1,1673	-----	-----



Şekil 4.1.5: Su Örneklerindeki Çinko (Zn) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm) (A: Çizgi grafiği, B: Sütun grafiği)

Tablo 4.1.6: Su Örneklerindeki Kadmiyum (Cd) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)

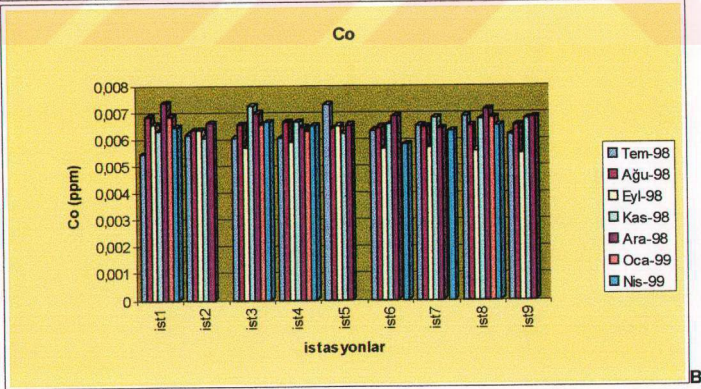
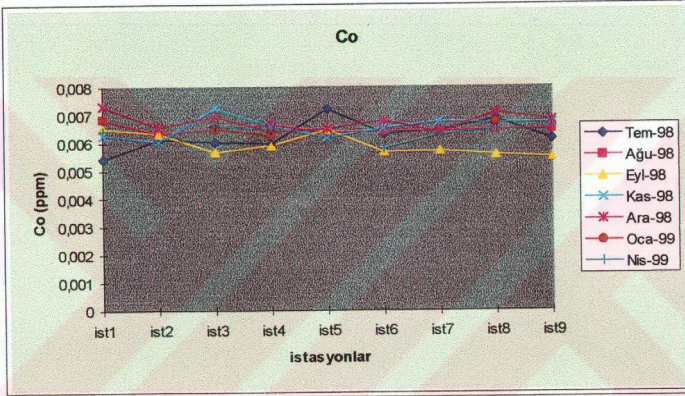
Cd	Tem-98	Ağu-98	Eyl-98	Kas-98	Ara-98	Oca-99	Nis-99
ist1	0,003462	0,003911	0,003516	0,003778	0,003356	0,003425	0,003634
ist2	0,00358	0,003749	0,003689	0,00345	0,003231	-----	-----
ist3	0,003413	0,003996	0,003476	0,003135	0,00351	0,00364	0,003258
ist4	0,003447	0,003603	0,0041	0,003748	0,003778	0,003264	0,003194
ist5	0,003083	0,003823	0,004478	0,00372	0,003378	-----	-----
ist6	0,00342	0,004208	0,003848	0,003852	0,003993	-----	0,004144
ist7	0,003632	0,003983	0,00431	0,004129	0,003065	-----	0,003819
ist8	0,003525	0,003263	0,003837	0,00354	0,003446	0,003535	0,003381
ist9	0,003589	0,003403	0,003258	0,00322	0,003717	-----	-----



Şekil 4.1.6: Su Örneklerindeki Kadmiyum (Cd) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm) (A: Çizgi grafiği, B: Sütun grafiği)

Tablo 4.1.7: Su Örneklerindeki Kobalt (Co) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)

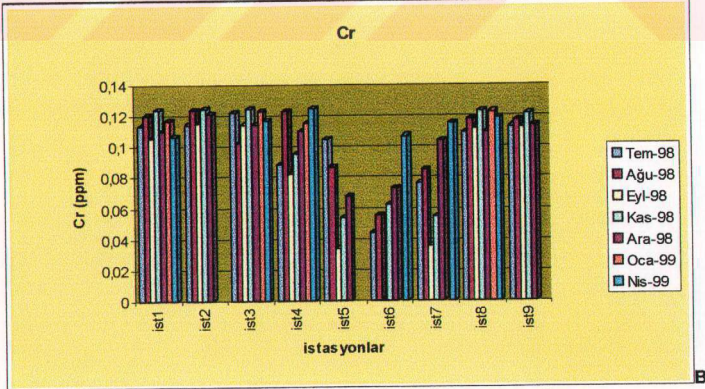
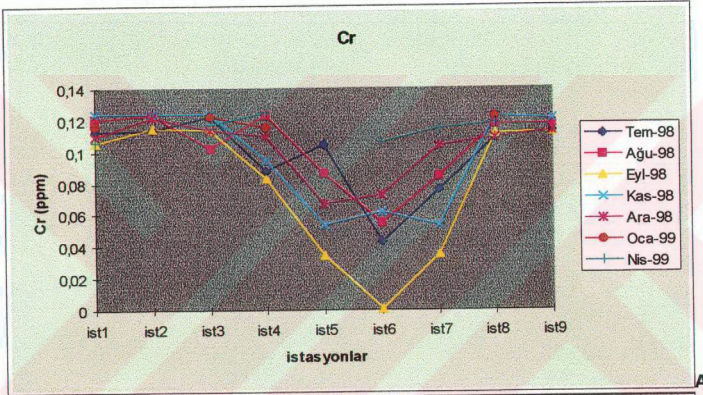
Co	Tem-98	Ağu-98	Eyl-98	Kas-98	Ara-98	Oca-99	Nis-99
ist1	0,005439	0,006837	0,006531	0,006289	0,007332	0,006836	0,006443
ist2	0,006163	0,006341	0,006356	0,006062	0,006592	-----	-----
ist3	0,006059	0,006532	0,005687	0,007234	0,006957	0,006537	0,006616
ist4	0,006016	0,006651	0,005908	0,006631	0,006444	0,006273	0,006473
ist5	0,007259	0,006373	0,006492	0,00617	0,00651	-----	-----
ist6	0,006314	0,006413	0,00565	0,006532	0,006815	-----	0,005805
ist7	0,006499	0,006438	0,005696	0,006769	0,006375	-----	0,006303
ist8	0,006836	0,006485	0,005568	0,006716	0,007073	0,006777	0,006487
ist9	0,006144	0,006488	0,005464	0,006736	0,006792	-----	-----



Şekil 4.1.7: Su Örneklerindeki Kobalt (Co) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm) (A: Çizgi grafiği, B: Sütun grafiği)

Tablo 4.1.8: Su Örneklerindeki Krom (Cr) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)

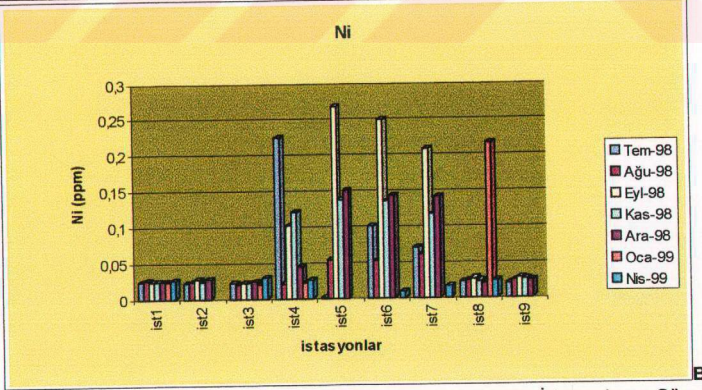
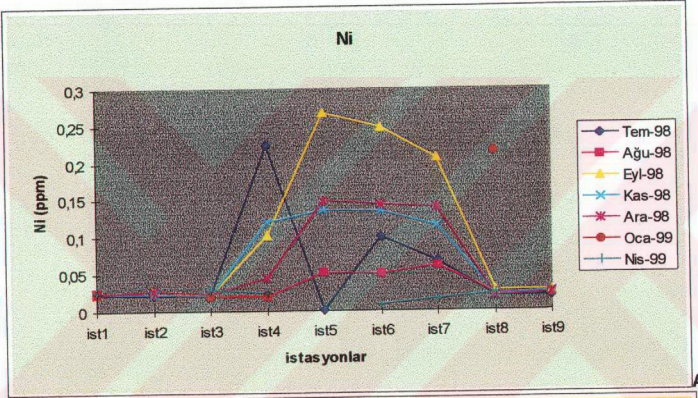
Cr	Tem-98	Ağu-98	Eyl-98	Kas-98	Ara-98	Oca-99	Nis-99
ist1	0,11287	0,12031	0,10548	0,12398	0,10967	0,11691	0,10654
ist2	0,11439	0,12359	0,11473	0,12441	0,12132	-----	-----
ist3	0,12203	0,10199	0,11394	0,12423	0,1141	0,12238	0,11707
ist4	0,088389	0,12309	0,082579	0,094795	0,10981	0,11535	0,12471
ist5	0,10467	0,086722	0,033988	0,053659	0,0671	-----	-----
ist6	0,043805	0,055453	0,001086	0,062129	0,07279	-----	0,10679
ist7	0,076154	0,084426	0,035285	0,054067	0,10367	-----	0,1146
ist8	0,10857	0,11759	0,11182	0,1224	0,10918	0,12235	0,11815
ist9	0,11281	0,11704	0,11217	0,12083	0,11308	-----	-----



Şekil 4.1.8: Su Örneklerindeki Krom (Cr) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm) (A: Çizgi grafiği, B: Sütun grafiği)

Tablo 4.1.9: Su Örneklerindeki Nikel (Ni) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)

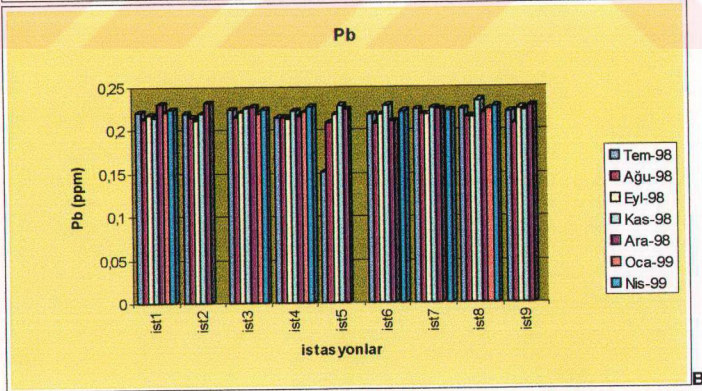
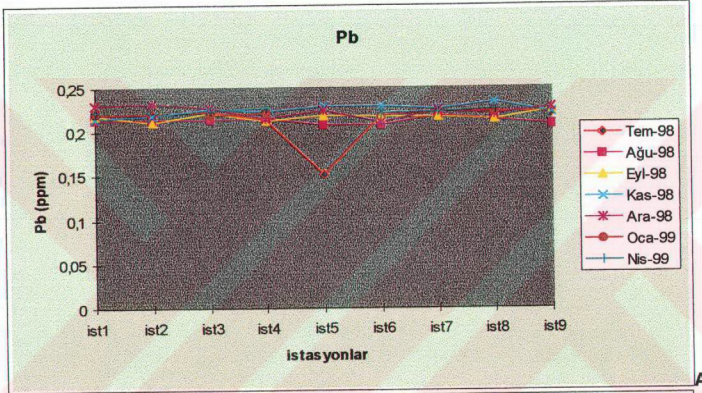
Ni	Tem-98	Ağu-98	Eyl-98	Kas-98	Ara-98	Oca-99	Nis-99
ist1	0,022627	0,024839	0,024003	0,023279	0,023302	0,022467	0,025247
ist2	0,021733	0,023397	0,02681	0,023854	0,027668	-----	-----
ist3	0,021223	0,020272	0,021568	0,021803	0,023422	0,020299	0,028614
ist4	0,22437	0,020487	0,10169	0,12005	0,044122	0,021573	0,025565
ist5	0,00102	0,052452	0,26783	0,13742	0,14995	-----	-----
ist6	0,10044	0,051152	0,24879	0,13509	0,14327	-----	0,008201
ist7	0,069041	0,060313	0,20711	0,11577	0,1407	-----	0,015278
ist8	0,020626	0,024018	0,026054	0,022337	0,020395	0,21536	0,023867
ist9	0,020209	0,022651	0,027301	0,025412	0,022557	-----	-----



Şekil 4.1.9: Su Örneklerindeki Nikel (Ni) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm) (A: Çizgi grafiği, B: Sütun grafiği)

Tablo 4.1.10: Su Örneklerindeki Kurşun (Pb) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)

Pb	Tem-98	Ağu-98	Eyl-98	Kas-98	Ara-98	Oca-99	Nis-99
ist1	0,22025	0,21325	0,21777	0,21504	0,23063	0,22108	0,22333
ist2	0,21935	0,21428	0,21102	0,21903	0,23224	-----	-----
ist3	0,22355	0,2139	0,22065	0,22599	0,22674	0,21899	0,22391
ist4	0,21446	0,21492	0,21237	0,22295	0,21568	0,22121	0,22687
ist5	0,15155	0,20857	0,2181	0,22854	0,22415	-----	-----
ist6	0,21775	0,20761	0,21708	0,22873	0,21057	-----	0,22145
ist7	0,2232	0,21776	0,217	0,22604	0,2237	-----	0,22275
ist8	0,22325	0,21429	0,21428	0,23387	0,21929	0,22318	0,22657
ist9	0,22079	0,20709	0,22461	0,22181	0,2271	-----	-----



Şekil 4.1.10: Su Örneklerindeki Kurşun (Pb) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm) (A: Çizgi grafiği, B: Sütun grafiği)

4.2. Sediment Örneklerinde Bulunan Bazı Ağır Metal Miktarları

Temmuz 1998-Nisan 1999 tarihleri arasında yapılan çalışma süresince alınan sediment örneklerinde ölçülen ağır metal analizi sonuçlarına göre ; bakırın 4,66025 - 2075,95 ppm ; demirin 2851,85 - 7484 ppm ; manganın 107,96 - 956,65 ppm ; çinkonun 38,133 - 930,95 ppm ; kadmiyumun 0,08065 - 1,8967 ppm ; kobaltın 0,03 - 4,5051 ppm ; kromun 8,7535 - 1145,8 ppm ; nikelin 15,2795 - 207,61 ppm ; kurşunun 0,0997 - 230,775 ppm arasında değiştiği bulunmuştur.

Analiz sonucunda elde edilen bulgular ağır metallere göre hazırlanan tablo ve grafiklerle açıklanmıştır (**Tablo 4.2.2,3,4,5,6,7,8,9,10. Şekil 4.2.2,3,4,5,6,7,8,9,10**).

4.2.1. Sediment Örneklerindeki Bazı Ağır Metal Miktarlarının İstasyonlara Göre Değişimi

Dokuz istasyondan alınan sediment örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları, istasyonlara göre farklılıklar göstermektedir.

Sediment örneklerindeki ağır metal miktarlarının ortalama sonuçlarının verildiği Tablo 4.2.1' de görüldüğü gibi, bakırın 20,4 - 735 ppm ; demirin 3072 - 5727 ppm ; manganın 145 - 662 ppm ; çinkonun 129 - 631 ppm ; kadmiyumun 0,26 - 0,95 ppm ; kobaltın 0,98 - 2,44 ppm ; kromun 27,7 - 356 ppm ; nikelin 29,7 - 135 ppm ; kurşunun 2,60 - 53,1 ppm arasında değiştiği saptanmıştır. Yine ortalama sonuçlarına göre; bakır,krom ve kurşunun İstasyon 5'te (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı) ; demir ve manganın İstasyon 3'te (Nif Çayı Gediz Köprüsü) ; çinko, kadmiyum ve nikelin İstasyon 4'te (Belediye Arıtım Tesisleri) ; kobaltın İstasyon 8'de (Muradiye Gediz Köprüsü) en yüksek düzeylerde olduğu saptanmıştır (Tablo 4.2.1 ve Şekil 4.2.1).

Sediment örneklerinde ölçülen her bir metalin istasyonlar arasında önemli farklılık taşıyıp taşımadığı varyans analizi ile incelenmiş, demir miktarlarının istasyonlar arasında önemli bir farklılık göstermediği bulunmuştur. ($P>0,05$). Bakır, mangan, çinko, kadmiyum, kobalt, krom, nikel ve kurşun miktarlarının istasyonlar arasındaki farklılığı önemli bulunmuştur. ($P<0,05$).

4.2.2. Sediment Örneklerindeki Bazı Ağır Metal Miktarlarının Aylara Göre Değişimi

Araştırma istasyonlarından alınan sediment örneklerindeki ağır metal miktarlarının aylık değişimleri **Tablo 4.2.2,3,4,5,6,7,8,9,10** ve **Şekil 4.2.2,3,4,5,6,7,8,9,10**'da gösterilmiştir.

Tablo ve şekillerde de görüldüğü gibi sediment örneklerindeki bakır miktarlarının en düşük ve en yüksek değerleri :

- İstasyon 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü)
4,66025 ppm (Nisan) - 35,1775 ppm (Ocak)
- İstasyon 2 (Derelerin Birleştiği Yer)
26,9625 ppm (Kasım) - 35,3785 ppm (Temmuz)
- İstasyon 3 (Nif Çayı Gediz Köprüsü)
28,2225 ppm (Kasım) - 40,4565 ppm (Temmuz)
- İstasyon 4 (Belediye Arıtım Tesisleri)
215,61 ppm (Ağustos) - 483,165 ppm (Ocak)
- İstasyon 5 (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı)
21,633 ppm (Aralık) - 2075,95 ppm (Temmuz)
- İstasyon 6 (Karaçay 1)
73,155 ppm (Aralık) - 571.4 ppm (Nisan)
- İstasyon 7 (Karaçay 2)
135,07 ppm (Eylül) - 1585,75 ppm (Kasım)
- İstasyon 8 (Muradiye Gediz Köprüsü)
10,1335 ppm (Nisan) -154,385 ppm (Kasım)
- İstasyon 9 (Gediz İzmir Sınırı)
16,607 ppm (Ağustos) - 98,165 ppm (Kasım)

Sediment örneklerindeki **demir** miktarlarının en düşük ve en yüksek değerleri :

- İstasyon 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü)
3521 ppm (Nisan) - 5691 ppm (Ağustos)
- İstasyon 2 (Derelerin Birleştiği Yer)
5532 ppm (Kasım) - 5687 ppm (Temmuz)
- İstasyon 3 (Nif Çayı Gediz Köprüsü)
4927,6 ppm (Ocak) - 7484 ppm (Nisan)
- İstasyon 4 (Belediye Arıtım Tesisleri)
2851,85 ppm (Nisan) - 3515,85 ppm (Temmuz)
- İstasyon 5 (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı)
5128,5 ppm (Aralık) - 5797,5 ppm (Ağustos)
- İstasyon 6 (Karaçay 1)
4707,5 ppm (Nisan) - 5587 ppm (Ağustos)
- İstasyon 7 (Karaçay 2)
4724,65 ppm (Nisan) - 5454 ppm (Temmuz)
- İstasyon 8 (Muradiye Gediz Köprüsü)
3398,1 ppm (Nisan) - 5804 ppm (Temmuz)
- İstasyon 9 (Gediz İzmir Sınırı)
4576,8 ppm (Ağustos) - 5929,5 ppm (Temmuz)

Sediment örneklerindeki mangan miktarlarının en düşük ve en yüksek değerleri :

- İstasyon 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü)
115,055 ppm (Nisan) - 313,54 ppm (Ocak)
- İstasyon 2 (Derelerin Birleştiği Yer)
261,78 ppm (Kasım) - 370,51 ppm (Temmuz)
- İstasyon 3 (Nif Çayı Gediz Köprüsü)
371,27 ppm (Ağustos) - 956,65 ppm (Eylül)
- İstasyon 4 (Belediye Arıtım Tesisleri)
117,135 ppm (Kasım) - 185,045 ppm (Temmuz)
- İstasyon 5 (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı)
164,99 ppm (Eylül) - 259,355 ppm (Aralık)
- İstasyon 6 (Karaçay 1)
185,57 ppm (Nisan) - 279,065 ppm (Ağustos)
- İstasyon 7 (Karaçay 2)
137,85 ppm (Eylül) - 232,02 ppm (Kasım)
- İstasyon 8 (Muradiye Gediz Köprüsü)
107,96 ppm (Nisan) - 346,22 ppm (Temmuz)
- İstasyon 9 (Gediz İzmir Sınırı)
165,88 ppm (Aralık) - 262,9 ppm (Temmuz)

Sediment örneklerindeki çinko miktarlarının en düşük ve en yüksek değerleri :

- İstasyon 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü)
38,133 ppm (Nisan) - 272,195 ppm (Aralık)
- İstasyon 2 (Derelerin Birleştiği Yer)
91,6 ppm (Temmuz) - 203,085 ppm (Aralık)
- İstasyon 3 (Nif Çayı Gediz Köprüsü)
128,52 ppm (Temmuz) - 270,335 ppm (Ocak)
- İstasyon 4 (Belediye Arıtım Tesisleri)
574,7 ppm (Nisan) - 752,9 ppm (Temmuz)
- İstasyon 5 (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı)
189,29 ppm (Aralık) - 930,95 ppm (Temmuz)
- İstasyon 6 (Karaçay 1)
405,335 ppm (Kasım) - 641,765 ppm (Aralık)
- İstasyon 7 (Karaçay 2)
261,46 ppm (Eylül) - 796,1 ppm (Kasım)
- İstasyon 8 (Muradiye Gediz Köprüsü)
40,4025 ppm (Nisan) - 343,705 ppm (Aralık)

İstasyon 9 (Gediz İzmir Sınırı)

53,66 ppm (Ağustos) - 216,21 ppm (Aralık)

Sediment örneklerindeki **kadmiyum** miktarlarının en düşük ve en yüksek değerleri :

İstasyon 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü)

0,18035 ppm (Nisan) - 1,2614 ppm (Ocak)

İstasyon 2 (Derelerin Birleştiği Yer)

0,5782 ppm (Ağustos) - 1,0031 ppm (Kasım)

İstasyon 3 (Nif Çayı Gediz Köprüsü)

0,34235 ppm (Kasım) - 1,8967 ppm (Temmuz)

İstasyon 4 (Belediye Arıtım Tesisleri)

0,7062 ppm (Kasım) - 1,35535 ppm (Temmuz)

İstasyon 5 (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı)

0,16235 ppm (Eylül) - 0,6464 ppm (Aralık)

İstasyon 6 (Karaçay 1)

0,1536 ppm (Ağustos) - 0,85605 ppm (Aralık)

İstasyon 7 (Karaçay 2)

0,08065 ppm (Nisan) - 0,5718 ppm (Aralık)

İstasyon 8 (Muradiye Gediz Köprüsü)

0,20795 ppm (Nisan) - 1,00135 ppm (Kasım)

İstasyon 9 (Gediz İzmir Sınırı)

0,21875 ppm (Ağustos) - 0,8906 ppm (Eylül)

Sediment örneklerindeki **kobalt** miktarlarının en düşük ve en yüksek değerleri :

İstasyon 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü)

0,1504 ppm (Eylül) - 3,8083 ppm (Ocak)

İstasyon 2 (Derelerin Birleştiği Yer)

0,8087 ppm (Eylül) - 3,31145 ppm (Temmuz)

İstasyon 3 (Nif Çayı Gediz Köprüsü)

1,087 ppm (Eylül) - 4,5051 ppm (Nisan)

İstasyon 4 (Belediye Arıtım Tesisleri)

0,4404 ppm (Temmuz) - 1,6004 ppm (Nisan)

İstasyon 5 (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı)

0,1054 ppm (Ağustos) - 2,51455 ppm (Aralık)

İstasyon 6 (Karaçay 1)

0,84315 ppm (Aralık) - 3,86915 ppm (Nisan)

İstasyon 7 (Karaçay 2)

- 0,03 ppm (Ağustos) - 3,09325 ppm (Nisan)
- İstasyon 8 (Muradiye Gediz Köprüsü)
1,5921 ppm (Ağustos) - 3,41245 ppm (Ocak)
- İstasyon 9 (Gediz İzmir Sınırı)
1,01685 ppm (Temmuz) - 3,1931 ppm (Kasım)

Sediment örneklerindeki **krom** miktarlarının en düşük ve en yüksek değerleri :

- İstasyon 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü)
8,7535 ppm (Nisan) - 56,525 ppm (Ocak)
- İstasyon 2 (Derelerin Birleştiği Yer)
26,811 ppm (Kasım) - 44,7435 ppm (Aralık)
- İstasyon 3 (Nif Çayı Gediz Köprüsü)
25,3055 ppm (Kasım) - 42,4755 ppm (Eylül)
- İstasyon 4 (Belediye Arıtım Tesisleri)
56,545 ppm (Ağustos) - 278,395 ppm (Aralık)
- İstasyon 5 (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı)
22,7965 ppm (Aralık) - 1145,8 ppm (Temmuz)
- İstasyon 6 (Karaçay 1)
28,9075 ppm (Aralık) - 131,875 ppm (Eylül)
- İstasyon 7 (Karaçay 2)
52,675 ppm (Eylül) - 542,25 ppm (Kasım)
- İstasyon 8 (Muradiye Gediz Köprüsü)
13,085 ppm (Nisan) - 377,755 ppm (Aralık)
- İstasyon 9 (Gediz İzmir Sınırı)
32.4645 ppm (Ağustos) - 287,445 ppm (Kasım)

Sediment örneklerindeki **nikel** miktarlarının en düşük ve en yüksek değerleri :

- İstasyon 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü)
15,2795 ppm (Nisan) - 45,569 ppm (Ağustos)
- İstasyon 2 (Derelerin Birleştiği Yer)
30,2755 ppm (Kasım) - 46,5115 ppm (Aralık)
- İstasyon 3 (Nif Çayı Gediz Köprüsü)
30,838 ppm (Kasım) - 38,5835 ppm (Nisan)
- İstasyon 4 (Belediye Arıtım Tesisleri)
33,639 ppm (Ağustos) - 207,595 ppm (Aralık)
- İstasyon 5 (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı)
27,067 ppm (Aralık) - 198.76 ppm (Temmuz)

İstasyon 6 (Karaçay 1)

39,597 ppm (Aralık) - 62,78 ppm (Nisan)

İstasyon 7 (Karaçay 2)

36,032 ppm (Eylül) - 207,61 ppm (Kasım)

İstasyon 8 (Muradiye Gediz Köprüsü)

19,3405 ppm (Nisan) - 49,9415 ppm (Ocak)

İstasyon 9 (Gediz İzmir Sınırı)

20,593 ppm (Ağustos) - 40,6325 ppm (Kasım)

Sediment örneklerindeki **kurşun** miktarlarının en düşük ve en yüksek değerleri :

İstasyon 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü)

0,0997 ppm (Ocak) - 9,2145 ppm (Temmuz)

İstasyon 2 (Derelerin Birleştiği Yer)

0,3616 ppm (Temmuz) - 5,08 ppm (Eylül)

İstasyon 3 (Nif Çayı Gediz Köprüsü)

1,32365 ppm (Kasım) - 9,181 ppm (Temmuz)

İstasyon 4 (Belediye Arıtım Tesisleri)

8,715 ppm (Eylül) - 41,224 ppm (Aralık)

İstasyon 5 (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı)

2,29815 ppm (Aralık) - 230,775 ppm (Temmuz)

İstasyon 6 (Karaçay 1)

2,60745 ppm (Aralık) - 55,06 ppm (Nisan)

İstasyon 7 (Karaçay 2)

5,525 ppm (Eylül) - 91,025 ppm (Nisan)

İstasyon 8 (Muradiye Gediz Köprüsü)

2,5201 ppm (Nisan) - 40,4995 ppm (Aralık)

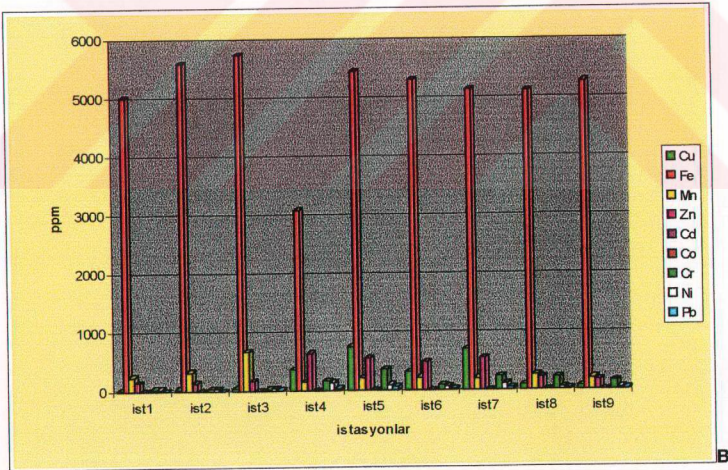
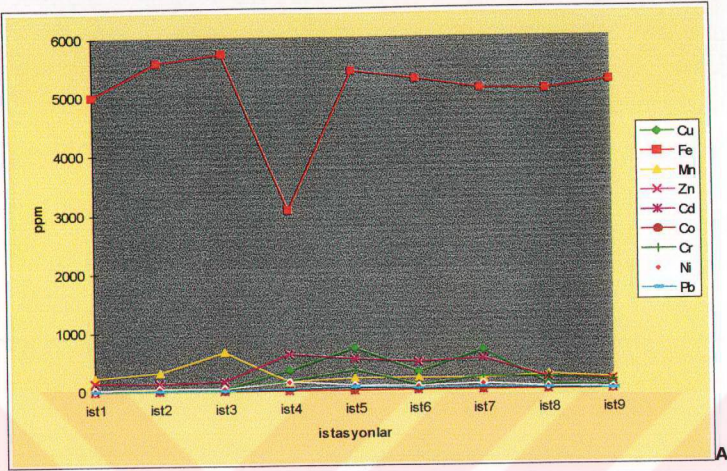
İstasyon 9 (Gediz İzmir Sınırı)

3,7286 ppm (Kasım) - 17,467 ppm (Temmuz)

Tablo : Sediment Örneklerindeki Bazı Ağır Metal Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Değişimleri (ppm).

İstasyon 1: İstanbul Yolu Gediz Köprüsü
 İstasyon 2: Derelerin Birleştiği Yer
 İstasyon 3: Nif Çayı Gediz Köprüsü
 İstasyon 4: Belediye Artım Tesisi
 İstasyon 5: Sanayi Artım Tesisi Çıkışı
 İstasyon 6: Karaçay 1
 İstasyon 7: Karaçay 2
 İstasyon 8: Muradiye Gediz Köprüsü
 İstasyon 9: Gediz İzlir Sınırı

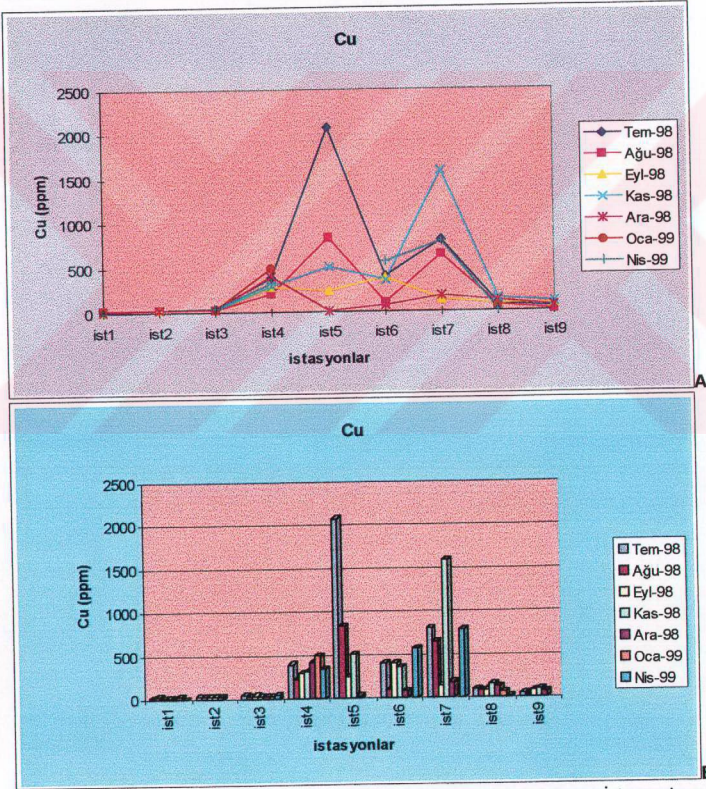
İstasyonlar ağır metaller	İSTASYON 1		İSTASYON 2		İSTASYON 3		İSTASYON 4		İSTASYON 5		İSTASYON 6		İSTASYON 7		İSTASYON 8		İSTASYON 9	
	n	ort.±st.sap	n	ort.±st.sap	n	ort.±st.sap	n	ort.±st.sap	n	ort.±st.sap	n	ort.±st.sap	n	ort.±st.sap	n	ort.±st.sap	n	ort.±st.sap
Bakır (Cu)	7	20,4±10,5	5	30,4±3,4	7	34±5,3	7	34±6±88,8	5	735±808	6	315±193	6	690±529	7	83,7±45,5	5	60,8±30,9
Demir (Fe)	7	5001±689	5	5586±60	7	5727±810	7	3072±219	5	5434±310	6	5289±323	6	5125±265	7	5106±810	5	5260±611
Mangan (Mn)	7	237±78,6	5	318±43	7	662±199	7	146±25,5	5	212±40,6	6	217±35,5	6	196±34,6	7	249±77,8	5	195±40,1
Çinko (Zn)	7	136±94,7	5	129±42,9	7	164±48,7	7	631±61,3	5	533±289	6	481±85,1	6	532±205	7	202±93,5	5	158±66,7
Kadmiyum (Cd)	7	0,73±0,34	5	0,81±0,15	7	0,85±0,56	7	0,95±0,23	5	0,40±0,19	6	0,34±0,27	6	0,26±0,16	7	0,70±0,28	5	0,69±0,27
Kobalt (Co)	7	1,84±1,22	5	2,36±1,20	7	2,33±1,29	7	0,98±0,46	5	1,35±0,96	6	1,94±1,03	6	1,54±1,21	7	2,44±0,73	5	1,96±0,89
Krom (Cr)	7	27,7±15,6	5	35,4±6,86	7	30,9±6,75	7	159±78,7	5	356±658	6	86,3±39,7	6	221±178	7	202±136	5	142±101
Nikel (Ni)	7	31,1±10,8	5	39,9±6,46	7	33,7±3,26	7	135±62,4	5	90,8±67,7	6	52,2±9,88	6	94,9±61,3	7	37,5±9,73	5	28,7±6,19
Kurşun (Pb)	7	3,76±3,46	5	2,60±1,77	7	4,43±2,99	7	25,5±12,2	5	53,1±99,4	6	17,8±18,9	6	39,6±30,3	7	15,9±14,1	5	7,78±5,90



Şekil 4.2.1: Sediment örneklerindeki bazı ağır metallerin ortalama miktarlarının araştırma istasyonlarına göre değişimi. (A: Çizgi grafiği, B: Sütun grafiği)

Tablo 4.2.2 : Sediment Örneklerindeki Bakır (Cu) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)

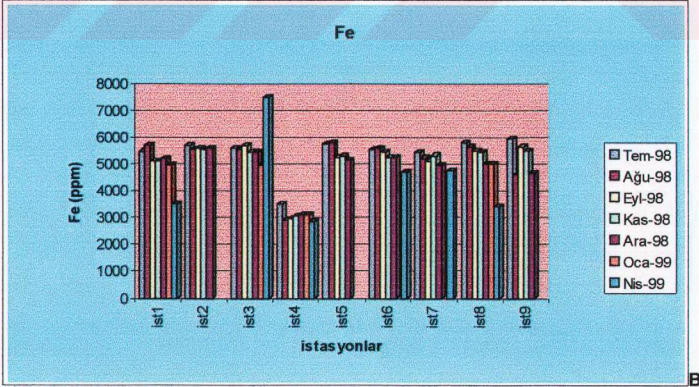
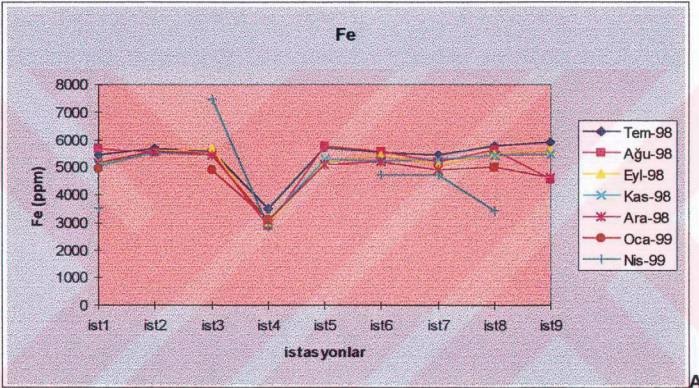
Cu	Tem-98	Ağu-98	Eyl-98	Kas-98	Ara-98	Oca-99	Nis-99
ist1	20,649	31,9635	14,646	14,837	20,953	35,1775	4,66025
ist2	35,3785	27,4325	32,1335	26,9625	30,1755	-----	-----
ist3	40,4565	33,719	37,064	28,2225	28,686	29,762	40,1925
ist4	392,175	215,61	287,405	305,18	410,89	483,165	333,855
ist5	2075,95	835,35	243,835	502,65	21,633	-----	-----
ist6	398,86	97,885	394,035	355,115	73,155	-----	571,4
ist7	803,15	648,22	135,07	1585,75	176,17	-----	792,6
ist8	89,37	75,635	84,035	154,385	117,67	55,205	10,1335
ist9	50,84	16,607	79,995	98,165	58,455	-----	-----



Şekil 4.2.2: Sediment Örneklerindeki Bakır (Cu) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm) (A: Çizgi grafiği, B: Sütun grafiği)

Tablo 4.2.3: Sediment Örneklerindeki Demir (Fe) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)

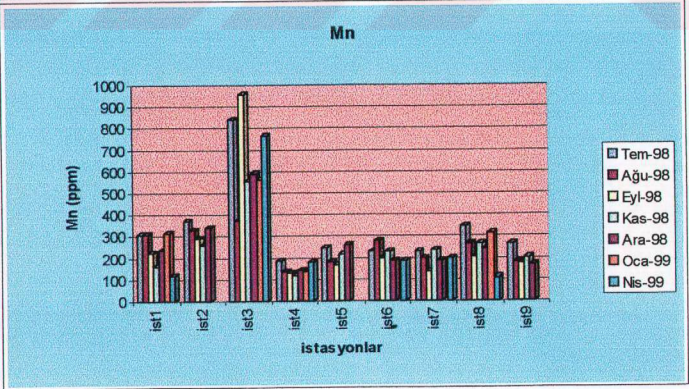
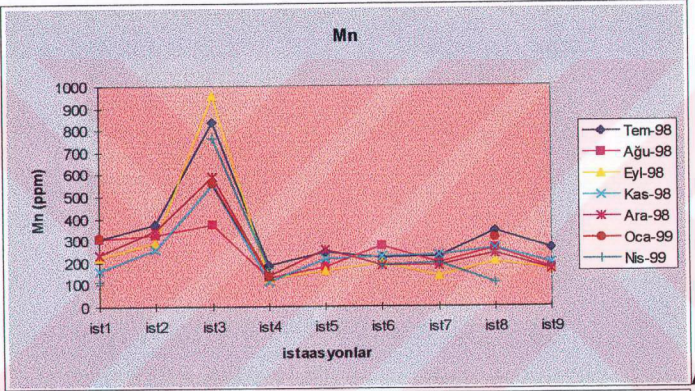
Fe	Tem-98	Ağu-98	Eyl-98	Kas-98	Ara-98	Oca-99	Nis-99
ist1	5467,5	5691	5109	5080	5176	4966,6	3521
ist2	5687	5553,5	5570,5	5532	5590,5	-----	-----
ist3	5568,5	5520,5	5675,5	5462	5452	4927,6	7484
ist4	3515,85	2893,75	2971,45	3062,7	3099,4	3113,15	2851,85
ist5	5738,5	5797,5	5221	5285,5	5128,5	-----	-----
ist6	5547,5	5587	5436,5	5238	5221,5	-----	4707,5
ist7	5454	5216	5116,5	5315,5	4924,85	-----	4724,65
ist8	5804	5631	5474,5	5425	5009,5	5004,5	3398,1
ist9	5929,5	4576,8	5649,5	5495	4650,35	-----	-----



Şekil 4.2.3: Sediment Örneklerindeki Demir (Fe) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm) (A: Çizgi grafiği, B: Sütun grafiği)

Tablo 4.2.4: Sediment Örneklerindeki Mangan (Mn) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)

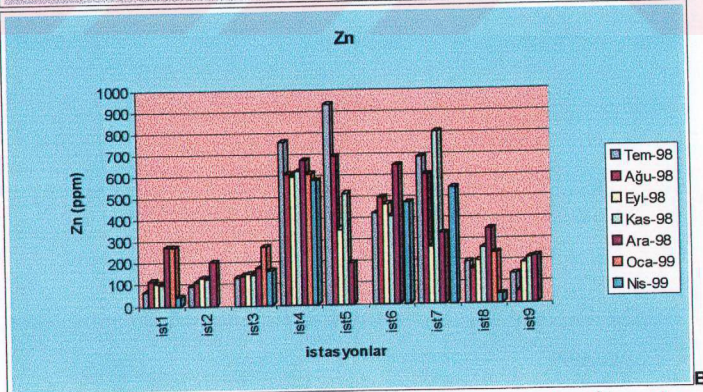
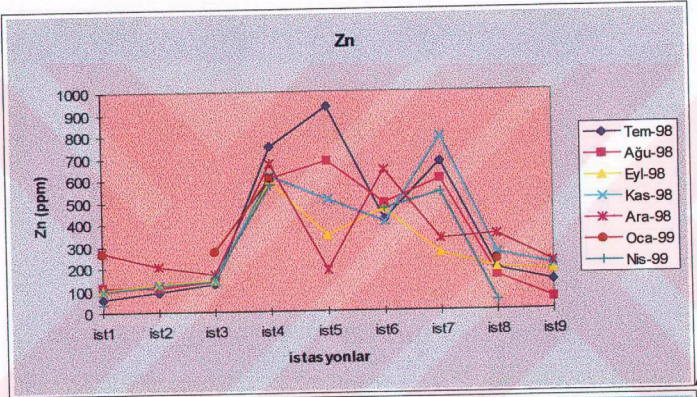
Mn	Tem-98	Ağu-98	Eyl-98	Kas-98	Ara-98	Oca-99	Nis-99
ist1	308,085	309,1	222,18	159,885	234,105	313,54	115,055
ist2	370,51	327,595	289,055	261,78	342,065	-----	-----
ist3	838,2	371,27	956,65	554,8	589,3	561,35	764,95
ist4	185,045	134,105	127,495	117,135	140,27	137,045	177,26
ist5	244,49	179,015	164,99	215,405	259,355	-----	-----
ist6	225,84	279,065	197,39	229,24	187,453	-----	185,57
ist7	230,11	199,19	137,85	232,02	184,095	-----	196,11
ist8	346,22	266,12	202,97	264,535	241,5	314,48	107,96
ist9	262,9	176,215	170,33	200,545	165,88	-----	-----



Şekil 4.2.4: Sediment Örneklerindeki Mangan (Mn) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm) (A: Çizgi grafiği, B: Sütun grafiği)

Tablo 4.2.5: Sediment Örneklerindeki Çinko (Zn) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)

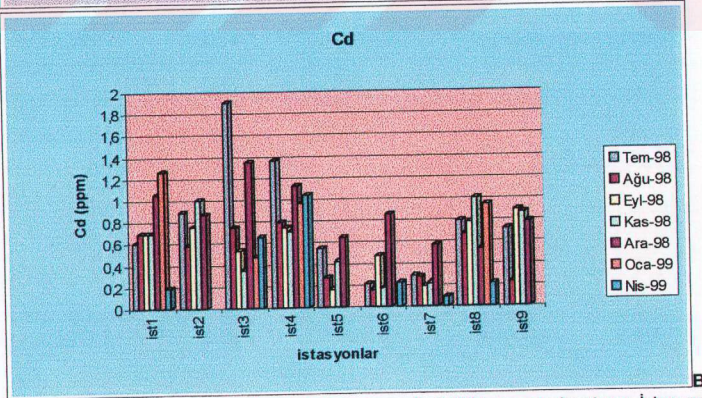
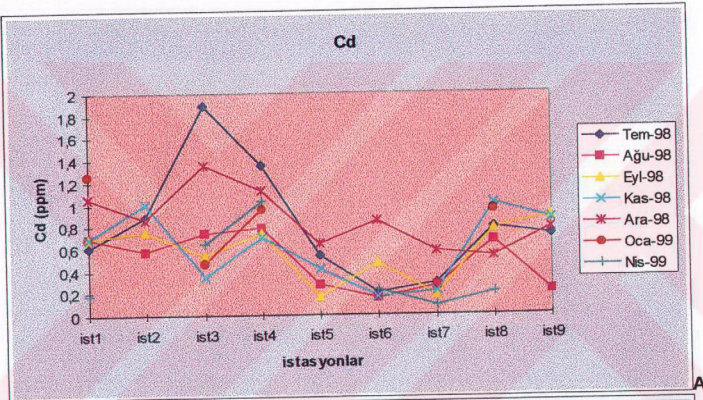
Zn	Tem-98	Ağu-98	Eyl-98	Kas-98	Ara-98	Oca-99	Nis-99
ist1	63,535	112,77	100,685	98,175	272,195	267,51	38,133
ist2	91,6	108,7	124,61	120,325	203,085	-----	-----
ist3	128,52	136,635	147,37	139,56	169,6	270,335	158,86
ist4	752,9	606,85	591,35	615,75	669,95	605,95	574,7
ist5	930,95	686,05	347,785	511,85	189,29	-----	-----
ist6	416,49	493,31	464,975	405,335	641,765	-----	468,505
ist7	678,25	598,3	261,46	796,1	324,37	-----	536,6
ist8	189,845	157,74	193,97	258,52	343,705	231,995	40,4025
ist9	133,885	53,66	180,91	207,645	216,21	-----	-----



Şekil 4.2.5: Sediment Örneklerindeki Çinko (Zn) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm) (A: Çizgi grafiği, B: Sütun grafiği)

Tablo 4.2.6: Sediment Örneklerindeki Kadmiyum (Cd) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)

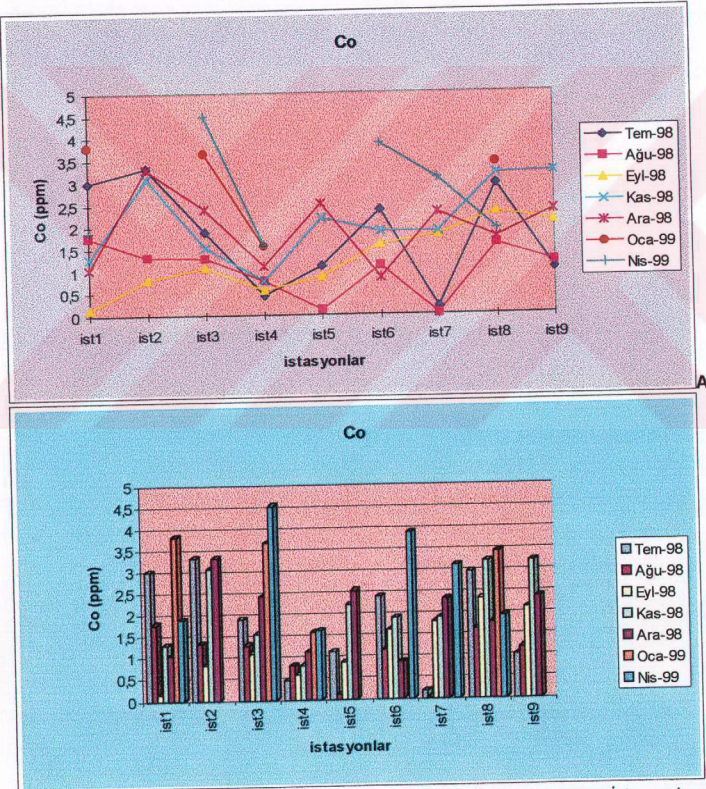
Cd	Tem-98	Ağu-98	Eyl-98	Kas-98	Ara-98	Oca-99	Nis-99
ist1	0,61005	0,6948	0,69055	0,69295	1,04825	1,2614	0,18035
ist2	0,88745	0,5782	0,75645	1,0031	0,86155	-----	-----
ist3	1,8967	0,74515	0,5335	0,34235	1,3477	0,4645	0,6491
ist4	1,35535	0,79475	0,7449	0,7062	1,1223	0,9585	1,03505
ist5	0,54405	0,27105	0,16235	0,42375	0,6464	-----	-----
ist6	0,2051	0,1536	0,4695	0,1687	0,85605	-----	0,22505
ist7	0,2826	0,2687	0,18235	0,2162	0,5718	-----	0,08065
ist8	0,7849	0,669	0,77995	1,00135	0,5257	0,94095	0,20795
ist9	0,71685	0,21875	0,8906	0,86675	0,77605	-----	-----



Şekil 4.2.6: Sediment Örneklerindeki Kadmiyum (Cd) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm) (A: Çizgi grafiği, B: Sütun grafiği)

Tablo 4.2.7: Sediment Örneklerindeki Kobalt (Co) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)

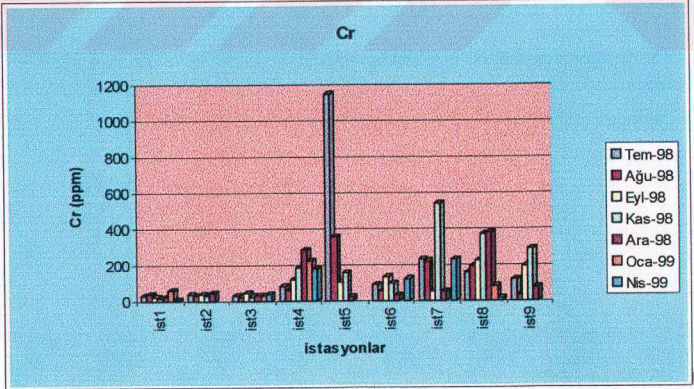
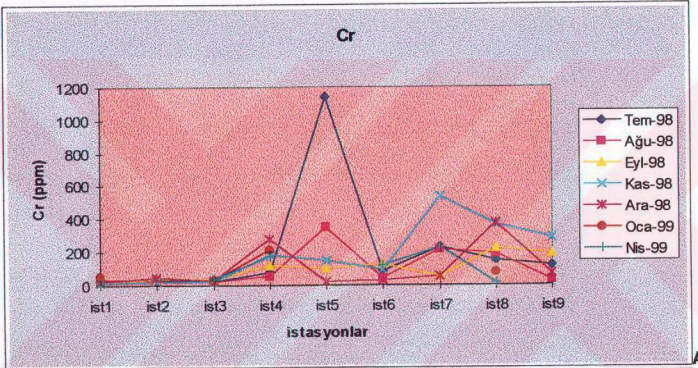
Co	Tem-98	Ağu-98	Eyl-98	Kas-98	Ara-98	Oca-99	Nis-99
ist1	2,9982	1,7694	0,1504	1,2971	1,0431	3,8083	1,87975
ist2	3,31145	1,31555	0,8087	3,0692	3,3081	-----	-----
ist3	1,8909	1,27355	1,087	1,5279	2,39545	3,6591	4,5051
ist4	0,4404	0,7801	0,57165	0,7916	1,10805	1,5705	1,6004
ist5	1,09365	0,1054	0,86665	2,1821	2,51455	-----	-----
ist6	2,36535	1,1202	1,5922	1,8896	0,84315	-----	3,86915
ist7	0,17635	0,03	1,7815	1,8751	2,3149	-----	3,09325
ist8	2,92995	1,5921	2,3133	3,17855	1,74295	3,41245	1,9208
ist9	1,01685	1,1807	2,09055	3,1931	2,33935	-----	-----



Şekil 4.2.7: Sediment Örneklerindeki Kobalt (Co) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm) (A: Çizgi grafiği, B: Sütun grafiği)

Tablo 4.2.8: Sediment Örneklerindeki Krom (Cr) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)

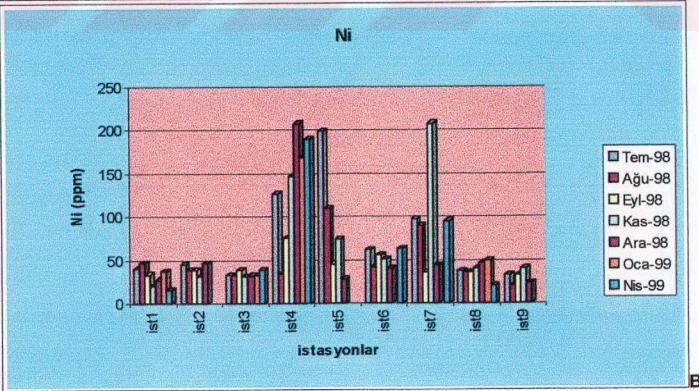
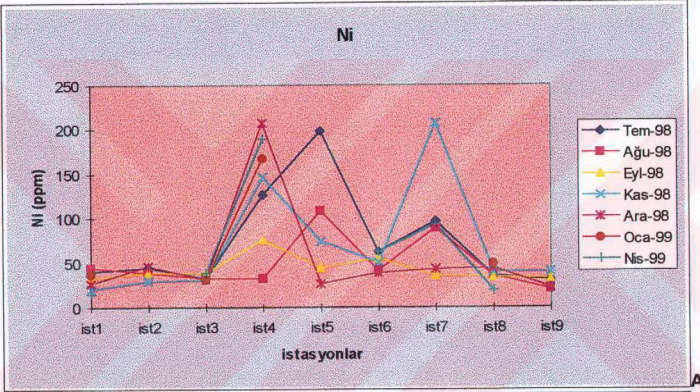
Cr	Tem-98	Ağu-98	Eyl-98	Kas-98	Ara-98	Oca-99	Nis-99
ist1	28,4355	38,425	20,978	17,512	23,403	56,525	8,7535
ist2	38,216	31,07	36,3445	26,811	44,7435	-----	-----
ist3	27,581	25,7335	42,4755	25,3055	28,1975	28,851	38,6045
ist4	80,535	56,545	118,82	187,22	278,395	219,315	175,57
ist5	1145,8	354,78	103,575	153,62	22,7965	-----	-----
ist6	89,965	51,52	131,875	93,905	28,9075	-----	121,645
ist7	229,81	218,585	52,675	542,25	54,34	-----	231,99
ist8	155,46	192,07	224,355	370,995	377,755	84,05	13,085
ist9	120,35	32,4645	195,03	287,445	75,01	-----	-----



Şekil 4.2.8: Sediment Örneklerindeki Krom (Cr) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm) (A: Çizgi grafiği, B: Sütun grafiği)

Tablo 4.2.9: Sediment Örneklerindeki Nikel (Ni) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)

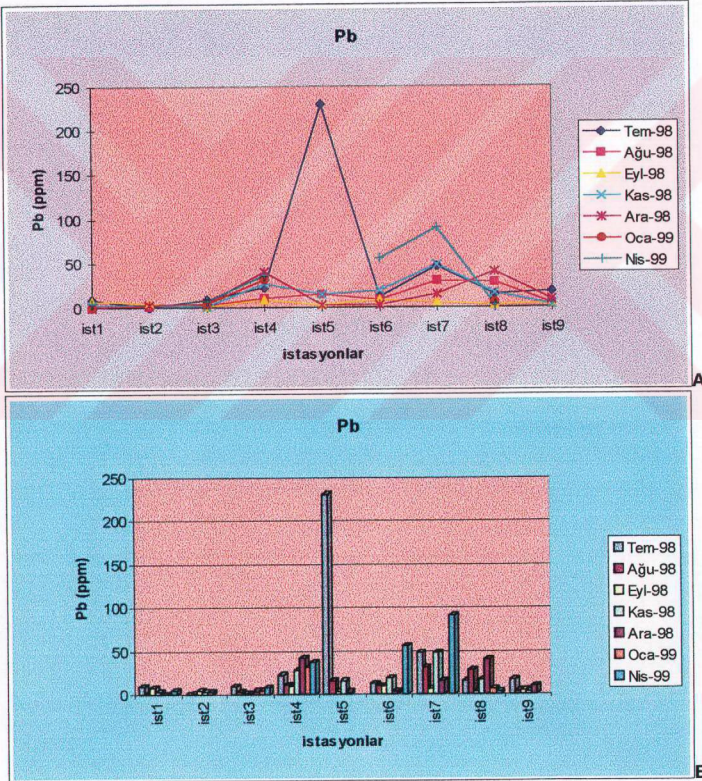
Ni	Tem-98	Ağu-98	Eyl-98	Kas-98	Ara-98	Oca-99	Nis-99
ist1	39,953	45,569	33,1485	20,522	27,004	36,7	15,2795
ist2	45,229	38,625	38,9835	30,2755	46,5115	-----	-----
ist3	32,5575	32,373	38,3885	30,838	31,6415	32,111	38,5835
ist4	126,53	33,639	75,77	146,26	207,595	167,94	190,125
ist5	198,76	109,005	45,463	74,13	27,067	-----	-----
ist6	62,145	41,82	55,395	51,48	39,597	-----	62,78
ist7	97,715	90,02	36,032	207,61	43,621	-----	94,935
ist8	36,467	35,9185	34,993	40,4035	45,5915	49,9415	19,3405
ist9	31,8215	20,593	32,9565	40,6325	22,5475	-----	-----



Şekil 4.2.9: Sediment Örneklerindeki Nikel (Ni) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm) (A: Çizgi grafiği, B: Sütun grafiği)

Tablo 4.2.10: Sediment Örneklerindeki Kurşun (Pb) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm)

Pb	Tem-98	Ağu-98	Eyl-98	Kas-98	Ara-98	Oca-99	Nis-99
ist1	9,2145	1,78275	6,98	3,13635	0,20505	0,0997	4,9694
ist2	0,3616	1,71675	5,08	3,41155	2,45365	-----	-----
ist3	9,181	3,08805	1,349	1,32365	3,85175	4,66075	7,5855
ist4	22,3865	11,2215	8,715	27,1615	41,224	31,2915	36,675
ist5	230,775	15,6065	2,412	14,7975	2,29815	-----	-----
ist6	12,395	9,023	9,2635	18,994	2,60745	-----	55,06
ist7	47,4395	30,226	5,525	48,229	15,6545	-----	91,025
ist8	15,4375	28,049	3,2597	16,431	40,4995	5,647	2,5201
ist9	17,467	3,8516	4,4552	3,7286	9,4115	-----	-----



Şekil 4.2.10: Sediment Örneklerindeki Kurşun (Pb) Miktarlarının Araştırma İstasyonlarına Göre Aylık Değişimi (ppm) (A: Çizgi grafiği, B: Sütun grafiği)

5. TARTIŞMA

Bu araştırmada, Manisa il merkezinden geçen Gediz Nehri üzerinde ve özellikle deşarj bölgelerinde belirlenen dokuz istasyondan alınan su ve sediment örneklerinde, Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Co, Cr, Ni, Pb ağır metallerinin konsantrasyonları ve bunların istasyonlara göre değişimleri saptanmıştır.

ICP-AES'de (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrophotometer) yapılan ağır metal ölçümlerinden elde edilen verilerle, tablo ve şekiller hazırlanmış ve istasyonlar arasında önemli farklılıklar olup olmadığını saptamak amacıyla varyans analizi uygulanmıştır.

Su örneklerindeki ağır metal miktarlarının ortalama sonuçlarının verildiği Tablo 4.1.1 de görüldüğü gibi bakırın 0,0147 - 0,1007 ppm ; demirin 0,0103 - 0,2826 ppm ; manganın 0,0075 - 0,191 ppm ; çinkonun 1,0327 - 1,3222 ppm ; kadmiyumun 0,00343 - 0,00391 ppm ; kobaltın 0,00625 - 0,00656 ppm ; kromun 0,057 - 0,1196 ppm ; nikelin 0,0224 - 0,1217 ppm ; kurşunun 0,2061 - 0,2221 ppm arasında değiştiği saptanmıştır.

Çalışma süresince Gediz Nehri üzerinde, örneklemelerin yapıldığı istasyonlarda su kalitesi ölçümleri yapılmış, bu ölçümler sonucunda suyun pH'ı ortalama 8,11 ; çözülmüş oksijen miktarı ortalama 6,0 mg/l ; sıcaklık ortalama 21,2 °C olarak saptanmıştır. Elde edilen bu ölçümler, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği çerçevesinde, Resmi Gazete'nin 28.02.1990 tarih ve 20447 sayılı "Su Kirlenmesi İle İlgili Hükümler" başlıklı altında verilen, "Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri" ile karşılaştırılmış ve bu kriterlerden nehir suyunun II. Su Kalite Sınıfına denk düştüğü görülmüştür. (Tablo 5.1)

Tablo 5.1: Su kalite parametreleri ve sınıfları

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
1. Sıcaklık (°C)	20	20-25	30	30
2. pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0
3. Çözülmüş oksijen (mg/l)	8	6	3	3

Aynı Resmi Gazete'de yayımlanan Kıta İçi Su Kaynaklarının II. Kalite Su Sınıfına ait inorganik kirlenme parametreleri Tablo 5.2'de verilmiştir. İstasyonlardan alınan su örneklerindeki ağır metal miktarlarının araştırma istasyonlarına göre değişimlerinin verildiği Tablo 5.1'deki değerler ile bu parametreler karşılaştırılmıştır.

Buna göre ; bakırın İstasyon 5 (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı) ve İstasyon 6'da (Karaçay 1) yüksek düzeyde olduğu, buna karşın Manisa il merkezinden geçen Gediz Nehri sınırları içerisinde düşük düzeylerde olduğu saptanmıştır.

Tablo 5.2: II. Su Kalite sınıfına ait kirlilik değerleri (ppm)

İnorganik kirlenme parametreleri	Kirlilik sınır değerleri (ppm)
1. Bakır (Cu)	0,05
2. Demir (Fe)	1
3. Mangan (Mn)	0,5
4. Çinko (Zn)	0,5
5. Kadmiyum (Cd)	0,005
6. Kobalt (Co)	0,02
7. Krom (Cr)	0,05
8. Nikel (Ni)	0,05
9. Kurşun (Pb)	0,02

Tüm istasyonlarda çinko miktarı yüksek düzeylerde bulunmuş ve nehir suyunun kalite kriterlerine göre çinko bakımından kirli olduğu belirlenmiştir. Çinko miktarı ortalama 1,14 ppm olmasına karşın insan sağlığı açısından tehlike oluşturmadığı saptanmıştır. Çünkü içme suyu 5 mgZn/l zararsız sayılmaktadır.

Krom ve kurşun miktarları kriterlerle karşılaştırıldığında, tüm istasyonlarda, her iki ağır metalin de yüksek düzeylerde olduğu saptanmış ; ayrıca bu değerlerin Amerikan Sağlık Teşkilatının (PHS) sularda kabul ettiği maksimum krom ve kurşun değeri olan 0,05 mg/l'den de yüksek olduğu görülmüştür.

Nikel miktarlarının İstasyon 4 (Belediye Arıtım Tesisleri), İstasyon 5 (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı), İstasyon 6 (Karaçay 1) ve İstasyon 7'de (Karaçay 2) kriter değerlerden yüksek olduğu görülmüştür. Fakat nehir üzerinde belirlenen istasyonlarda nikel miktarı düşüktür.

Ayrıca demir, mangan, kadmiyum ve kobalt miktarlarının su kalite kriterlerine göre düşük düzeylerde olduğu saptanmıştır.

İzmir ve Manisa Çevre İl Müdürlüklerinin birlikte yürüttükleri "Gediz Havzası Çalışmaları" sonucunda verilen raporda, sulama sularında izin verilen maksimum ağır metal konsantrasyonları belirtilmiştir (Tablo 5.3). Bu değerlerle, araştırmamızın sonucunda elde ettiğimiz değerler karşılaştırılmıştır.

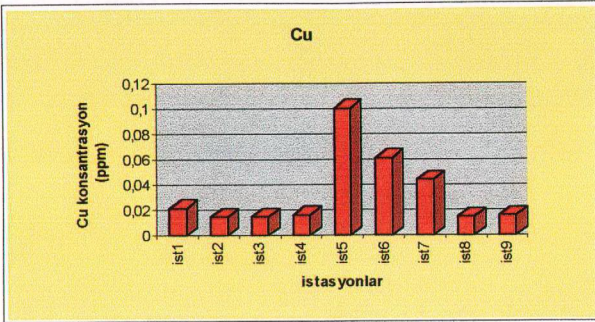
Tablo 5.3: Sulama sularında izin verilebilen maksimum ağır metal konsantrasyonları (ppm).

Elementler	İzin verilen maksimum konsantrasyonlar (ppm)
Bakır (Cu)	0,2
Demir (Fe)	5,0
Mangan (Mn)	0,2
Çinko (Zn)	2,0
Kadmiyum (Cd)	0,01
Kobalt (Co)	0,05
Krom (Cr)	0,1
Nikel (Ni)	0,2
Kurşun (Pb)	5,0

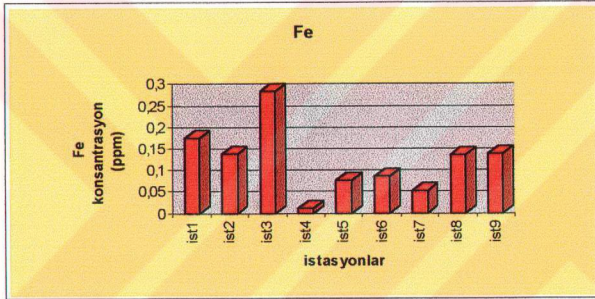
Bu değerlere göre ; bakır, demir, mangan, çinko, kadmiyum, kobalt, nikel ve kurşun değerlerinin, tüm istasyonlarda, sulama sularında izin verilen maksimum ağır metal konsantrasyonlarında düşük düzeylerde olduğu saptanmıştır. Krom ise, İstasyon 5'te (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı), İstasyon 6'da (Karaçay 1) ve İstasyon 7'de (Karaçay 2) sınır değerinin altında ; İstasyon 1 (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü), İstasyon 2 (Derelerin Birleştiği Yer), İstasyon 3 (Nif Çayı Gediz Köprüsü), İstasyon 4 (Belediye Arıtım Tesisleri), İstasyon 8 (Muradiye Gediz Köprüsü) ve İstasyon 9'da (Gediz İzmir Sınırı) ise sınır düzeyindedir.

Su örneklerinde ölçümü yapılan ağır metallerin araştırma istasyonlarına göre değişimleri incelendiğinde **bakır** İstasyon 2'de (Derelerin Birleştiği Yer) en düşük, İstasyon 5'te (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı) en yüksek ; **demir** ve **mangan** İstasyon 4'te (Belediye Arıtım Tesisleri) en düşük, İstasyon 3'te (Nif Çayı Gediz Köprüsü) en yüksek ; **çinko** İstasyon 6'da (Karaçay 1) en düşük, İstasyon 3'te (Nif Çayı Gediz Köprüsü) en yüksek ; **kadmiyum** İstasyon 9'da (Gediz İzmir Sınırı) en düşük, İstasyon 6'da (Karaçay 1) en yüksek ; **kobalt** İstasyon 6'da (Karaçay 1) en düşük, İstasyon 5'te (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı) en yüksek ; **krom** İstasyon 6'da (Karaçay 1) ve İstasyon 8'de (Muradiye Gediz Köprüsü) en düşük ; İstasyon 2'de (Derelerin Birleştiği Yer) en yüksek ; **nikel** İstasyon 3'de (Nif Çayı Gediz Köprüsü) en düşük, İstasyon 5'te (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı) en yüksek ; **kurşun** İstasyon 5'te (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı) en düşük, İstasyon 8'de (Muradiye Gediz Köprüsü) en yüksek düzeylerde bulunmuştur (**Şekil 5.1,2,3,4,5,6,7,8,9**).

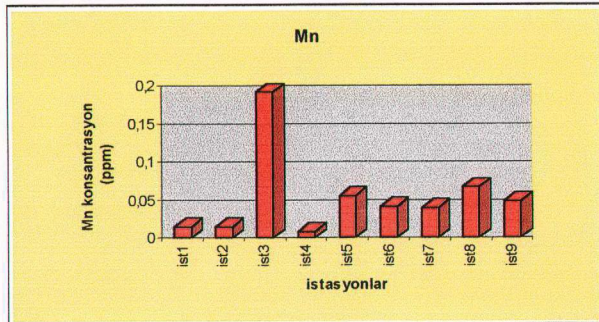
Bu verilerden İstasyon 2'nin (Derelerin Birleştiği Yer) krom bakımından ; İstasyon 3'ün (Nif Çayı Gediz Köprüsü) demir, mangan ve çinko bakımından ; İstasyon 5'in (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı) bakır, kobalt ve nikel bakımından ; İstasyon 6'nın (Karaçay 1) kadmiyum bakımından ; İstasyon 8'in kobalt ve kurşun bakımından diğer istasyonlara göre daha yüksek değerlerde olduğu görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonucunda, kadmiyum, kobalt, krom ve kurşun miktarlarının istasyonlar arasında önemli bir farklılık göstermediği ($p>0,05$) ; bakır, demir, mangan, çinko ve nikel miktarlarının ise farklılıklar gösterdiği ($p<0,05$) bulunmuştur.



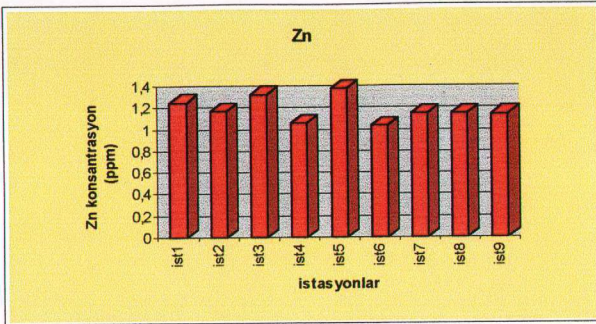
Şekil 5.1 : Su örneklerindeki ortalama bakır miktarlarının istasyonlara göre değişimi.



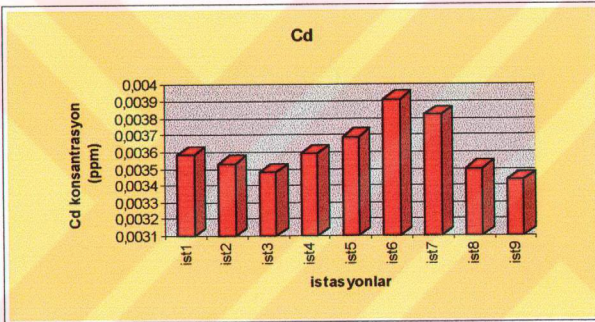
Şekil 5.2: Su örneklerindeki ortalama demir miktarlarının istasyonlara göre değişimi.



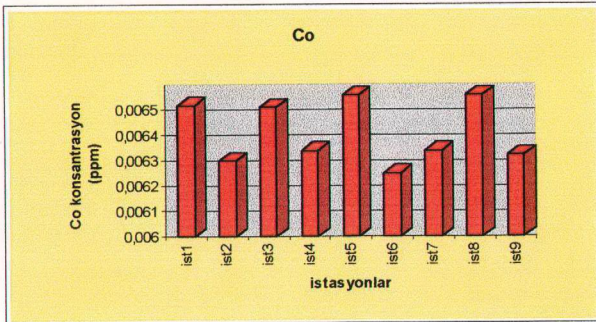
Şekil 5.3 : Su örneklerindeki ortalama mangan miktarlarının istasyonlara göre değişimi.



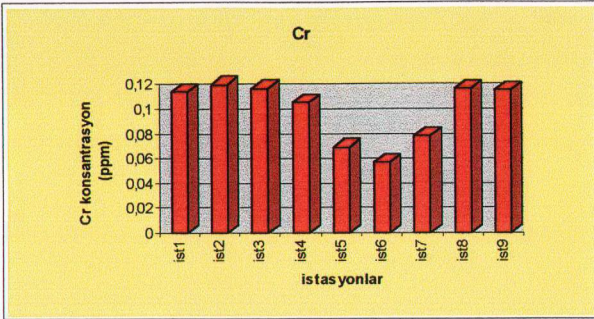
Şekil 5.4: Su örneklerindeki ortalama çinko miktarlarının istasyonlara göre değişimi.



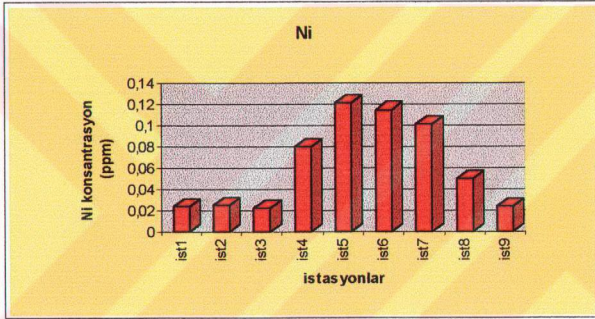
Şekil 5.5: Su örneklerindeki ortalama kadmiyum miktarlarının istasyonlara göre değişimi.



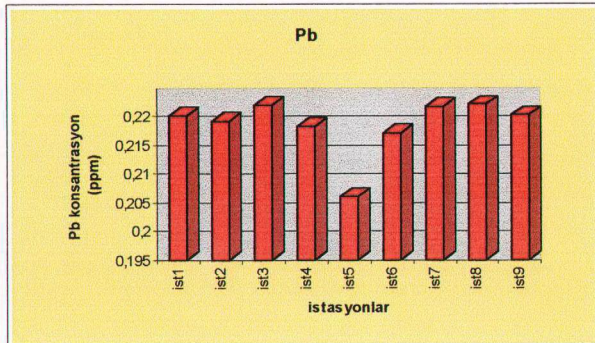
Şekil 5.6: Su örneklerindeki ortalama kobalt miktarlarının istasyonlara göre değişimi.



Şekil 5.7: Su örneklerindeki ortalama krom miktarlarının istasyonlara göre değişimi.



Şekil 5.8: Su örneklerindeki ortalama nikel miktarlarının istasyonlara göre değişimi.



Şekil 5.9: Su örneklerindeki ortalama kurşun miktarlarının istasyonlara göre değişimi.

Araştırma konumuzu oluşturan sediment örneklerindeki ağır metal miktarlarının ortalama sonuçlarına göre, en düşük ve en yüksek değerler ; bakırda 4,66025 - 2075,95 ppm ; demirde 2851,85 - 7484 ppm ; manganda 107,96 - 956,65 ppm ; çinkoda 38,133 - 930,95 ppm ; kadmiyumda 0,08065 - 1,8967 ppm ; kobaltta 0,03 - 4,5051 ppm ; kromda 8,7535 - 1145,8 ppm ; nikelde 15,2795 - 207,61 ppm ; kurşunda 0,0997 - 230,775 ppm olarak bulunmuştur (Tablo 4.2.1).

Kinler ve Sevim (1989), yaptıkları çalışmada, Türkiye'deki bazı nehirlerin sedimentlerindeki ağır metal konsantrasyonlarını saptamışlardır (Tablo 5.4). Bu çalışma sonucu Gediz Nehri sedimentlerinden elde edilen ortalama değerlerle, araştırmamız sonucu elde edilen ortalama değerler karşılaştırılmış, bulduğumuz bakır, demir ve çinko değerlerinin yüksek, diğer tüm ağır metal konsantrasyonlarının çok düşük düzeylerde olduğu görülmüştür.

Tablo 5.4 : Türkiye'deki bazı nehir sedimentlerinde saptanan ağır metal konsantrasyonları (ppm). (Kinler ve Sevim,1989).

	Ceyhan	Gediz	Kızılırmak	Menderes	Sakarya	Seyhan	Yeşilırmak
Cu	55	57	65	53	51	45	98
Fe	4900	3600	3900	4100	2900	3900	4400
Mn	963	1040	946	1066	793	889	1273
Zn	160	119	124	151	129	171	185
Cd	430	224	250	580	540	364	300
Co	37	27	33	31	26	44	37
Cr	274	197	234	217	156	231	204
Ni	299	211	256	313	162	396	189
Pb	23	30	14	25	25	35	18

Karapire'nin 1998 yılında Gediz Nehri sedimentlerinde Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Co, Cr, Ni, Pb ağır metallerinin düzeyleri üzerine yaptığı çalışma sonucu elde edilen değerler Tablo 5.5'de verilmiştir. Bu değerlerle, araştırmamız sonucunda elde ettiğimiz değerleri karşılaştırdığımızda, bulduğumuz Cu, Fe, Zn ve Ni değerlerinin yüksek, Mn, Cd, Co, Cr ve Pb değerlerinin düşük olduğu görülmüştür. Bu farklılığın, Karapire'nin yaptığı çalışmada belirlenen istasyonların ve uygulanan metodun farklı olmasından ve alınan örnek sayısının azlığından doğacağı düşünülebilir.

Gey ve Mordoğan'ın (1988) İzmir Körfezi sahil kenarı sedimentlerinde bulunan ağır metal miktarları üzerine yaptıkları çalışmada elde edilen ortalama değerler Tablo 5.6'da verilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre ; demir, mangan, kadmiyum, kobalt ve kurşun değerleri, araştırmamızda elde ettiğimiz değerlerden oldukça yüksektir. Bu da bize, deniz sedimentlerindeki ağır metal miktarlarıyla, nehir sedimentlerindeki ağır metal miktarlarının farklılığını göstermektedir.

Tablo 5.5 : Gediz Nehri'nden alınan sediment örneklerinde ağır metal konsantrasyonları (Karapire, 1998).

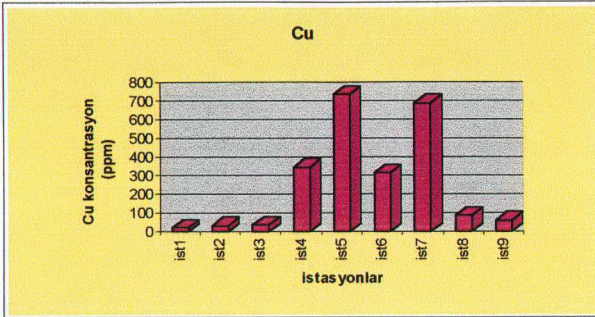
	Deniz		Maltepe		Hasanköy		Emiralem		Deliçay		Nif Çayı		Kum Çayı		Ahmetli		Alaşehir	
	yaz	kış	yaz	kış	yaz	kış	yaz	kış	yaz	kış	yaz	kış	yaz	kış	yaz	kış	yaz	kış
Cu	16	108,95	79,63	196,19	126,89	225,93	71,81	318,09	50,78	260,25	53,74	259,43	89,22	70,8				
Fe	3000	2970	2880	3720	2950	3480	3140	3060	2700	3470	2250	3590	2410	3790				
Mn	269	788,01	833,27	579,46	570,1	343,37	385,23	515,08	558,33	665,59	658,61	917,69	530,09	588,07				
Zn	56	150,45	225,48	175,93	196,92	135,47	146,2	103,91	149,35	178,74	111,92	116,84	113	88,16				
Cd	-	4,76	-	4,43	-	4,42	-	3,71	-	3,71	-	4,48	2,6	4,05				
Co	9	18,8	21,74	27,64	27,74	25,46	28,6	23,63	26,96	28,18	28,07	28,38	28,63	21,76				
Cr	65	119,79	214,55	278,11	359,46	113,02	156	107,66	102,96	130,53	107,67	132,53	126,83	173,77				
Ni	36	87,57	141,96	100,65	124,44	135,66	94,09	106,91	117,34	131,93	144,45	163,59	101	52,36				
Pb	80	63,12	86,81	157,87	124,99	88,81	71,25	77,29	68,8	292,34	81,16	57,59	136,81	199,91				

Tablo 5.6 : İzmir Körfez Bölgesi Sahil Kenarı Sedimentlerinde Ağır Metallerin Ortalama Derişimleri (ppm). (Gey ve Mordoğan,1988)

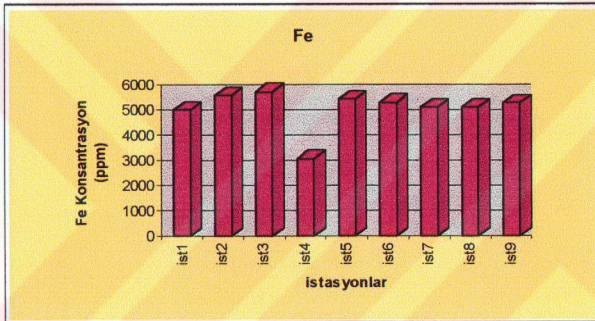
	Deniz			Elektrik			
	Bostanlısı	Ege Yat	Naldöken	Salhane	Fabrikası	Konak	İnciraltı
Cu	40,241	79,742	166,091	30,429	20,641	33,601	36,518
Fe	26348,6	23445,6	21994,9	26316,1	20640,8	15240	41403,4
Mn	254,068	281,115	181,042	287,369	390,653	323,452	429,797
Zn	491,422	208,024	387,316	89,665	86,009	106,018	100,258
Cd	4,008	3,362	3,541	2,007	2,942	3,198	3,051
Co	27,424	23,72	24,634	26,457	15,974	21,599	34,553
Cr	146,379	32,576	78,91	37,575	39,809	36,201	113,461
Ni	84,073	32,01	46,477	33,176	26,988	40,956	190,234
Pb	33,642	83,663	265,537	33,55	36,153	136,058	95,978

Sediment örneklerinde ölçümü yapılan ağır metallerin araştırma istasyonlarına göre değişimleri incelendiğinde bakır ve krom İstasyon 1'de (İstanbul Yolu Gediz Köprüsü) en düşük, İstasyon 5'te (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı) en yüksek ; demir ve mangan İstasyon 4'te (Belediye Arıtım Tesisleri) en düşük, İstasyon 3'te (Nif Çayı Gediz Köprüsü) en yüksek ; çinko İstasyon 2'de (Derelerin Birleştiği Yer) en düşük, İstasyon 4'te (Belediye Arıtım Tesisleri) en yüksek ; kadmium İstasyon 7'de (Karaçay 2) en düşük, İstasyon 4'te (Belediye Arıtım Tesisleri) en yüksek ; kobalt İstasyon 4'te (Belediye Arıtım Tesisleri) en düşük, İstasyon 8'de (Muradiye Gediz Köprüsü) en yüksek ; nikel İstasyon 9'da (Gediz İzmir Sınırı) en düşük, İstasyon 4'te (Belediye Arıtım Tesisleri) en yüksek ; kurşun İstasyon 2'de (Derelerin Birleştiği Yer) en düşük, İstasyon 5'te (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı) en yüksek düzeylerde bulunmuştur. (Şekil 5.10,11,12,13,14,15,16,17,18)

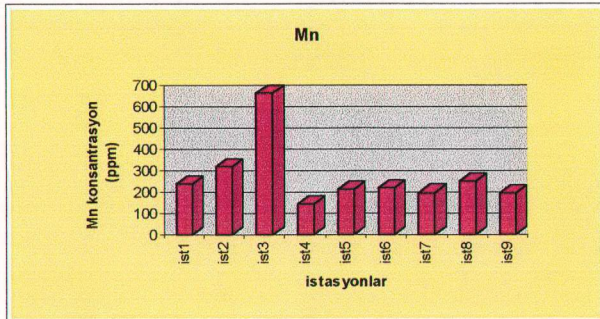
Bu verilerden İstasyon 3'ün (Nif Çayı Gediz Köprüsü) demir ve mangan bakımından ; İstasyon 4'ün (Belediye Arıtım Tesisleri) çinko, kadmium ve nikel bakımından ; İstasyon 5'in (Sanayi Arıtım Tesisleri Çıkışı) bakır, krom ve kurşun bakımından ; İstasyon 8'in (Muradiye Gediz Köprüsü) kobalt bakımından diğer istasyonlara göre daha yüksek değerlerde olduğu görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonucunda, demir dışında, diğer ağır metal miktarlarının istasyonlar arasında farklılıklar gösterdiği bulunmuştur ($p<0,05$).



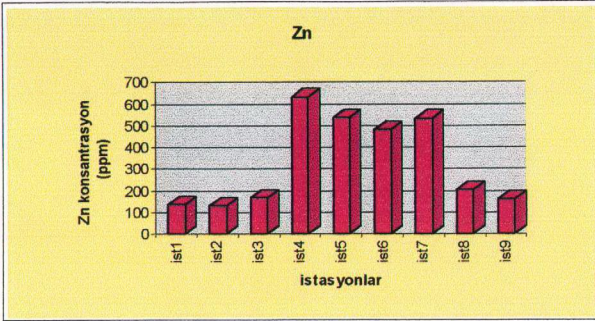
Şekil 5.10: Sediment örneklerinde ortalama bakır miktarlarının istasyonlara göre değişimi.



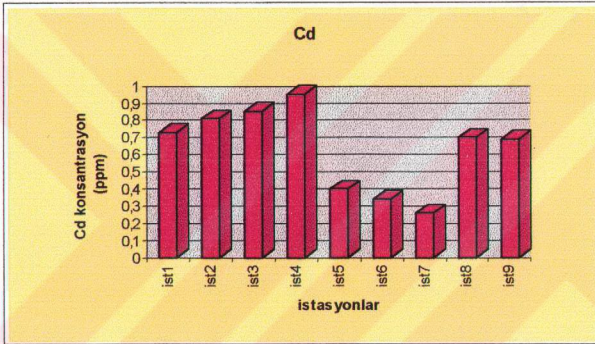
Şekil 5.11: Sediment örneklerinde ortalama demir miktarlarının istasyonlara göre değişimi.



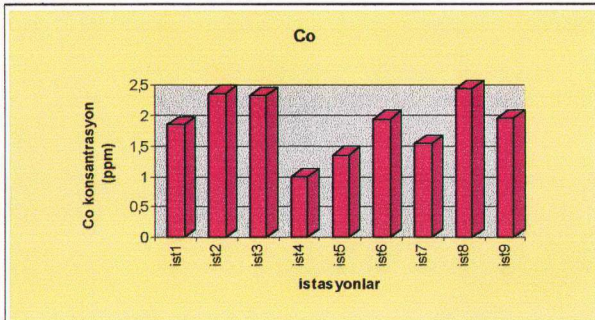
Şekil 5.12 : Sediment örneklerinde ortalama mangan miktarlarının istasyonlara göre değişimi.



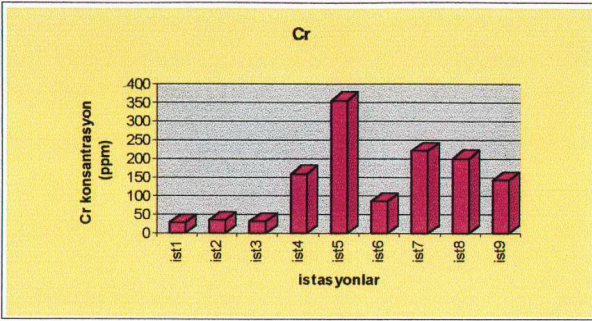
Şekil 5.13: Sediment örneklerinde ortalama çinko miktarlarının istasyonlara göre değişimi.



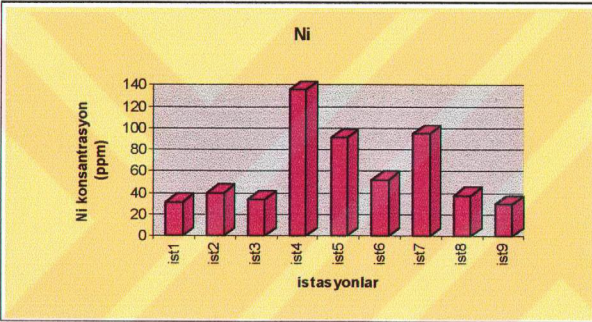
Şekil 5.14 : Sediment örneklerinde ortalama kadmium miktarlarının istasyonlara göre değişimi.



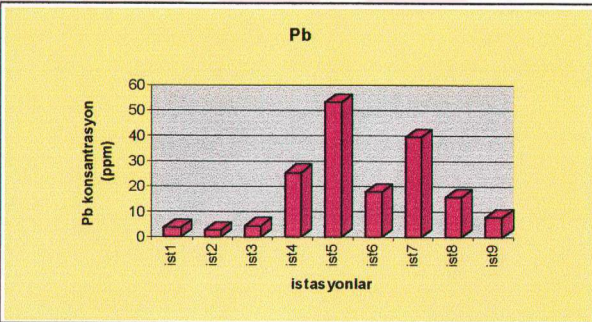
Şekil 5.15 : Sediment örneklerinde ortalama kobalt miktarlarının istasyonlara göre değişimi.



Şekil 5.16 : Sediment örneklerinde ortalama krom miktarlarının istasyonlara göre değişimi.



Şekil 5.17 : Sediment örneklerinde ortalama nikel miktarlarının istasyonlara göre değişimi.



Şekil 5.18 : Sediment örneklerinde ortalama kurşun miktarlarının istasyonlara göre değişimi.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Manisa il merkezinden geçen Gediz Nehri'nin ağır metal kirliliğini belirlemek amacıyla, belirlenen istasyonlardan su ve sediment örnekleri alınmıştır.

Yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgulara göre, ortalama değerler su örneklerinde, bakır 0,0147 - 0,1007 ppm ; demir 0,0103 - 0,2826 ppm ; mangan 0,0075 - 0,191 ppm ; çinko 1,0327 - 1,3222 ppm ; kadmiyum 0,00343 - 0,00391 ppm ; kobalt 0,00625 - 0,00656 ppm ; krom 0,057 - 0,1196 ppm ; nikel 0,0224 - 0,1217 ppm ; kurşun 0,2061 - 0,2221 ppm ; sediment örneklerinde, bakır 4,66025 - 2075,95 ppm ; demir 2851,85 - 7484 ppm ; mangan 107,96 - 956,65 ppm ; çinko 38,133 - 930,95 ppm ; kadmiyum 0,08065 - 1,8967 ppm ; kobalt 0,03 - 4,5051 ppm ; krom 8,7535 - 1145,8 ppm ; nikel 15,2795 - 207,61 ppm ; kurşun 0,0997 - 230,775 ppm arasındaki değerlerde bulunmuştur.

Ağır metal konsantrasyonlarının, istasyonlara ve aylara göre bazı değişimler gösterdiği grafiklerle gösterilmiştir.

Su örneklerinden elde edilen değerler, sulama sularında izin verilen maksimum ağır metal konsantrasyonlarıyla karşılaştırılmış ve metal düzeylerinin düşük olduğu, sadece kromun bazı istasyonlarda sınır düzeylerde olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlara göre, Gediz Nehri'nden alınan su, sulama suyu olarak kullanılabilir özelliktedir.

Yine su örneklerinden elde edilen değerler, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde verilen inorganik kirlilik sınır değerleri ile karşılaştırılmış ve nehir suyunun krom ve kurşun bakımından kirliliği ve kirliliğin halk sağlığı açısından da önemli düzeyde olduğu saptanmıştır.

Belediye Arıtım Tesislerinden alınan su örneklerinde ağır metal konsantrasyonları düşük düzeylerde bulunmuştur. Kasım, Aralık ve Ocak aylarında, tesisler kapalı devre halinde olmasına rağmen, ağır metal düzeyleri düşüktür. Sonuç olarak, Manisa'nın evsel atık sularının arıtılarak, Gediz Nehri'ne deşarj yapıldığı Belediye Arıtım Tesisleri'nin düzenli çalıştığı görülmüştür. Akhisar ve Aлаşehir ilçelerinde de Belediye Evsel Atıksu Arıtım Tesisleri vardır. Bu arıtım tesislerinin sayısının artması ve düzenli çalışması durumunda Gediz Nehri'ndeki ağır metal konsantrasyonları daha düşük düzeylerde olabilecektir.

Sudaki ağır metaller çökerek, dip kısmında biriktiği için sediment örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları yüksektir. Özellikle demir, her istasyonda yüksek ve birbirine yakın konsantrasyonlarda bulunmuştur. Sedimentte maksimum bulunması gereken ağır metal konsantrasyonları bilinmediğinden, elde edilen değerlerin kirlilik yaratıp yaratmadığı konusunda fikir yürütülemez.

Ancak Gediz'in küçük bir bölümünü kapsayan araştırma alanımızdan elde edilen verilere bakılarak, tüm Gediz Nehri'ndeki ağır metal kirliliği hakkında yorum yapmak oldukça zordur. Son yıllarda Gediz'den kullanılan suyla tarım yapan çiftçilerin, ürün verimindeki düşüş nedenlerinin en önemlilerinden biri olarak nehrin kirliliği gösterilmektedir. Gediz havzasının çok

geniş olması ve burada yaşayan halkın çiftçilikle uğraşması, bölgede nehrin önemini artırmaktadır. Buna karşın, nehrin özellikle sanayinin geliştiği bölgelerden ve kentleşmenin yoğun olduğu kesimlerden geçmesi, kirliliğin artmasına neden olmaktadır. Kirlilik tespiti çalışmalarının tüm Gediz boyunca belirli periyotlarda sürekli yapılması, ayrıca atılan atıkların filtre edilerek atılması, özellikle akü, boya, elektrik ve elektronik eşya ve demir-çelik işleme fabrikalarının ağır metal içeren atıklarının atılmaması gibi önlemler alındığı takdirde, kirliliğin azalabileceği sonucuna varılabilir.



KAYNAKLAR

1. Anonim, Gediz Havzası Çalışmaları. T.C. İzmir Çevre İl Müd., 1997.
2. Anonim, Manisa İli Çevre Durum Raporu. T.C. Manisa Çevre İl Müdürlüğü, Manisa, 1998.
3. Anonim, Su Kirliliği. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Trabzon, 1989.
4. Baltacı, O., Sulardaki Ağır Metal Kirliliği ve Su Ürünlerine Olan Etkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sinop Su Ürünleri Fakültesi, Sinop, 1994-1995.
5. Bat, L., Raffaelli D., Marr, I.L., Toxicity of River Sediments in South-West Spain. E.Ü. Fac. Of Fisheries Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, vol.13, no.3-4, pp.425-432, İzmir-Bornova, 1996.
6. Çetin, D., Grup 2B (Cd, Zn, Hg) Metallerinin Kimyasal ve Biyolojik Özellikleri. Ege Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Hidrobiyoloji Anabilim Dalı, İzmir, 1994.
7. Egemen, Ö., Sunlu, U., Su Kalitesi. Ege Üniv. Su Ürünleri Fak. Yayın no:14, Bornova-İzmir, 1996.
8. Ersoy, E., Bayşu, N., Biyokimya. Ankara üniversitesi, Veteriner Fakültesi Yayınları, No:408, Ankara, 1986.
9. Gey, H., Mordoğan, H., İzmir Körfezi'ndeki Bazı Deniz Organizmalarında ve İç Körfezin Sahil Kenarı Sedimentlerinde Çeşitli Ağır metallerin Derişimi. Doğa Türk zooloji, Cilt 12, Sayı 3, Sayfa 216-220, 1988.
10. Gündüz, T., Çevre Sorunları. A. Ü. Fen Fak. Kimya Böl., Ankara, 1984.
11. Kacar, B., Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fak. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No:3.
12. Karapire, C., Determination of Some Trace Elements in Gediz River Sediments. Graduate School of Naturel and Applied Sciences of Dokuz Eylül University, The Degree of Master of Science, 1998.
13. Koray, T., Su Ürünleri Araştırmalarında Biyometrik Yöntemler. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No:45, Cilt 1, Bornova-İzmir, 1998.
14. Öztürk, M., Sinop İli İç ve Dış Koy ve Limanlarında Yayılım Gösteren İki Omurgasız ve İki Alg Türünde Bazı Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, 1991.
15. Parlak, H., Mugil ssp. ve Chasmichthys gulosus Üzerine Kadmium, Demir ve Kurşunun Ayrı Ayrı ve Birlikte Oluşturacakları Toksik Etkilerin Araştırılması. Doğa Tu Vet. Ve Hay. D. C.11. S.2, pp.163-181, 1987.
16. Tuğrul, G., Gediz Nehir Sisteminde Anyonik Deterjan Kirliliğinin İncelenmesi. E. Ü. Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 1992.
17. Uysal, H., Çeşitli Bölgelerdeki Mytilus galloprovincialis'de Bazı Eser Elementlerin Distribüsyonu, E. Ü. Fen Fak. İlm. Rap. Ser.no:165, İzmir, 1974.

18. Yaramaz, Ö., İzmir Körfezi'nde Kurşun ve Kadmiyum Kirlenmesinin Araştırılması. Ege Üniv. Fen Fak. Oseano. Bl. Ve Hidrobiyo. Enst., İzmir, 1981.
19. Yaramaz, Ö., Çevre ve Su Kirliliği. E. Ü. Su Ürünleri Fak. Yayın no:42, Bornova-İzmir, 1992.
20. Yenson, M., İnsan Biyokimyası. İstanbul Üniv. İstanbul Tıp Fak. Biyokimya kürsüsü, İstanbul, 1981.
21. Yılmaz, E., Gemlik Körfezi'ndeki Midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*) Bazı Ağır Metallerin Düzey ve Dağılımlarının Araştırılması, Selçuk Üniv. Sağlık Bilimleri Enst., Tıp Fak. Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı, Konya, 1987.
22. Zar, J. H., Biostatistical Analysis, Northern Illinois University Department of Biological Sciences.

ÖZGEÇMİŞ:

Adı ve Soyadı : Orkide UZUNOĞLU
Doğum Yeri ve Yılı : Torbalı – 15.01.1972
Uyruğu : T.C.
Medeni Durumu : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
Eğitim (Derece, Tarih,Üniversite) :
Biyolog 1988-1992 : Ege Üniversitesi Fen Fakültesi
Biyoloji Bölümü. Temel Endüstriyel Mikrobiyoloji
Anabilim Dalı
Yüksek Lisans 1996 - : Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Bölümü
Kariyer/İş(Tarih, İşveren ve Pozisyon) :
Öğretmenlik 1993- : Milli Eğitim Bakanlığı