

T.C.

GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANA TAHLİYE KANALI'NDAKİ AĞIR
METALLERİN TUZ GÖLÜNE ETKİLERİ

Aynur ZEYNEL
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

TEZ DANIŞMANI
Yrd.Doç.Dr. Salim ÖNCEL

121246

GEBZE

2002

Aynur ZEYNEL'in tez çalışması G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 20.09.2001. tarih ve 2001/125- sayılı kararıyla oluşturulan juri tarafından Çevre Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS Tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

121266

Üye
(Tez Danışmanı)

Yrd. Doç. Dr. Salim ÖNCEL

Üye

Prof.Dr Ahmet AYHAN

Üye

Prof. Dr. Nizamettin KAZANCI

ONAY

GYTE Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitü Yönetim Kurulu'nun 10.01.2002 tarih ve 2002/1- sayılı kararı.



ÖZET

Bu çalışmada, Konya İlinin kuzeydoğusunda yer alan Tuz Gölü'ne önemli ölçüde değişik karakterli sular taşıyan Ana Tahliye Kanalı'nın Göle döküldüğü yer olan Gölyazı mevkiinde tuz, sediman ve su örneklerinin içerdiği ağır metal miktarları belirlenmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

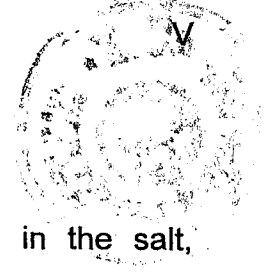
Konya Ovası'nın sulama suları, bir Ana Tahliye Kanalı ile Tuz Gölü'ne verilmektedir. Beyşehir Gölü'nden başlayıp Tuz Gölü'nde sona eren yaklaşık 343 km uzunluktaki kanal; 1974 yılında işletmeye açılmış olup, kanala deşarj edilen Konya Kenti ve çevresindeki bazı yerleşim birimlerinin endüstriyel ve evsel atık sularını da Tuz Gölü'ne taşımaktadır. Endüstriyel ve evsel atıksuların hiç arıtılma işlemine tabii tutulmadan doğrudan göle deşarj edilmektedir. Tuz Gölü'nü tehdit eden kirlilik parametrelerinden başlıcaları, Ana Tahliye Kanalı ile taşınan partiküller, yağ, gres, deterjan, pestisit, ağır metaller ve dışardan gelen fazla sudur.

Numuneler, Tuz Gölü'ne dökülen ana tahliye kanalının son noktası olan Gölyazı mevkisinden ve göle boşalan İnsuyu ve Melendiz Deresinden alınmıştır. Numuneler G.Y.T.E. laboratuvarlarında AAS (Atomik Absorbsiyon Spektrometre) cihazında, grafit fırın tekniği ile analiz edilmiştir. Yapılan analizlerde Cu, Ni, Co, Cd, Pb, Se, Al, Mn, Hg, Fe, As ve Cr konsantrasyonları incelenmiştir.

Çalışmalarda tuz, kil, organik madde ve su örnekleri alınarak analizler yapılmış, özellikle taban çökellerinde ağır metal konsantrasyonu yüksek bulunmuştur.

Tuz Gölü doğal güzelliği yanında, tarih boyunca Anadolu coğrafyasında yaşayan insanlara tuz gibi stratejik bir besin kaynağını sağlaması açısından çok önemlidir. Tuz oluşumu açısından dünyanın ikinci önemli gölü olan Tuz Gölü günümüzde bilinçsizce tahrip edilmektedir. Böyle önemli bir doğal oluşumun korunması ve gelecek nesilleri bozulmadan bırakılması için acilen tedbirler alınmalıdır.

SUMMARY



In this theses; Measured the amount of heavy metal in the salt, sediment and the water at Gölyazı position, that include the main discharge channel which carries large amount of different types water to Tuz Lake, that been at the north-east of Konya province.

The irrigation water of Konya plain were carrying to the Tuz Lake with a main discharge channel. This channel that begins from Beyşehi Lake goes to the Tuz Lake has 343 km long. It was finished in 1974 and carries the whole industrial and home deposits of Konya city and some near settling units to the Tuz Lake. The industrial and home deposit doesn't pass any refining process while they were discharging. The pollution parameters like deposits, oil , grease, detergent, pestisit, heavy metals and excesses water which were carrying with main discharge channel are the main menaces of Tuz Lake.

The samples were taken form last point of main discharge channel which been at Gölyazı position and Insu ve Melendiz streams that flow to lake. Samples analyze with Atomic Absorption Spectrometer which been in GYTE laboratories with garfit oven method. Cu, Ni. Co, Cd, Pb, Se. Mn, Hg, Fe, As, and Cr concentrations were determinate by the results of these analyses.

Studies were analyses by taking salt, clay, water and organic samples material Especially the heavy metal concentration of base deposits extremely high.

Tuz Lake was very important because of its natural beauties and the strategical importance. Because it maintained the salt necessity of the peoples that live in Anatolia geography for centuries. Tuz Lake which was the second important lake because of its salt formation capacity in the world, destroys unconsciously now a days. We must take urgent precautions for protect and quote the natural beauties of this nature formation .

TEŞEKKÜR



Yüksek lisans eğitimin boyunca yol gösteren, yönlendiren ve bilimsel katkılarını benden esirgemiyen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. M.Salim ÖNCEL'e

Bu tez çalışmasına vermiş olduğu destekten dolayı GYTE Rektörü sayın Prof.Dr. Ahmet AYHAN'a

Çalışmalarım sırasında yardımlarıyla beni destekleyen, ilgisini esirgemiyen, sürekli yanımda olan Bilgisayar Bölümü Arş. Görevlisi Ahmet BERKAY'a

GYTE Mühendislik Fakültesi Malzeme Bölümü ve Mühendisliği Teknisyeni Adem ŞEN'e, TSE'de Kimya Mühendisi Reha UYGUN'a ve eğitimin boyunca manevi ve maddi destek veren aileme

Yürekten ve en içten duygularımla teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER



ÖZET	IV
SUMMARY	V
TEŞEKKÜRLER	VI
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	
ÇİZELGELER DİZİNİ	
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç ve Kapsam	1
1.2. Önceki Çalışmalar	3
1.3. Materyal ve Metod	4
2. TUZ GÖLÜ VE HAVZASI HAKKINDA BİLGİLER	7
2.1. Genel Jeoloji	8
2.2. İklim Özellikleri	9
2.3. Göl Morfometresi	12
2.4. Tuz Gölü'nün Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri	14
2.5. Tarım	18
3. TUZ HAKKINDA GENEL BİLGİLER	19
3.1. Tuz Kaynakları	20
3.2. Tuz Üretimi	21
4. TUZ GÖLÜ'NÜ KİRLETEN KAYNAKLAR	23



4.2. Tarımsal Kirlilik

5. TUZ GÖLÜNÜN GÖLYAZI MEVKİİNDEN ALINAN ÖRNEKLERDE YAPILAN DENEYSEL ÇALIŞMALAR	27
5.1. Numune Alımı	27
5.2. Numune Hazırlanması ve Analiz Teknikleri	28
5.3. Mineralojik Tayinler	30
5.4. Jeokimyasal Çalışmalar	32
5.4.1. Ana Bileşenler	32
5.4.2. Ağır Metaller	33
5.4.3. Ağır Metallerin Derinliğe Göre Değişimi	33
5.4.4. Ağır Metallerin Kesit Doğrultuları Boyunca Değişimleri	67
5.4.5. İnsu ve Melendiz Deresinden Alınan Sediman Numunelerinin Ağır Metal Dağılımı	87
5.5. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	88
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	95
KAYNAKLAR	98
ÖZGEÇMİŞ	100

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİSİ



AAS	Atomik Absorbsiyon Spektrometresi
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
GYTE	Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü
DSİ	Devlet Su İşleri
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
KSS	Küçük Sanayi Sitesi
MTA	Maden Tetkik Arama Enstitüsü
XRD	X-Ray Difraktometre
XRF	X-Ray Floresans



ŞEKİLLER DİZİNİ



Sekil

1.1. İnceleme Alanının Yer Bulduru Haritası	2
1.2. Numunelerin Alındığı Bir Numune Çukurunun Genel Görünümü.	5
1.3. Örnekleme Noktalarının Harita Üzerinde Gösterimi	6
2.1. Tuz Gölü Çevresinin Genel Jeoloji Haritası (Ayhan ve diğ., 1993)	10
4.1. Gölyazı Mevkiinde Ana Tahliye Kanalının Görünümü	23
5.1. Gy 10. Tuz Numunesinin X Ray Difraktogramı Ve Mineral Deşifresi	31
5.2. Birinci Kesit Doğrultusunun Ana Tahliye Kanalı Ve Göl Kıyısına Göre Konumu	34
5.3. İlk Numune Alınan Bölgenin Yüzeyden Genel Görünümü	34
5.4. 1. Hat 1.Gözlem Çukurunun Düşey Kesiti	35
5.5. 1. Hat 1. Gözlem Çukurunun Ağır Metal-Derinlik Analiz Grafikleri	37
5.6. 1. Hat 2.Gözlem Çukurunun Düşey Kesiti	38
5.7. 1. Hat 2. Örnek Çukuru Ağır Metal-Derinlik Analiz Grafikleri	40
5.8. 1. Hat 3.Gözlem Çukurunun Düşey Kesiti	41
5.9. 1.Hat 3. Örnek Çukuru Ağır Metal-Derinlik Analiz Grafikleri	43
5.10. 1. Hat 4.Gözlem Çukurunun Düşey Kesiti	44
5.11. Birinci Kesit Doğrultusun Dördüncü Gözlem Çukurunun Görünümü	46
5.12. 1.Hat 4. Örnek Çukuru Ağır Metal-Derinlik Analiz Grafikleri	47
5.13. 1. Hat 5.Gözlem Çukurunun Düşey Kesiti	48
5.14. 1. Hat 5. Örnek Çukuru Ağır Metal-Derinlik Analiz Grafikleri	50
5.15. İkinci Kesit Doğrultusunun Ana Tahliye Kanalı Ve Göl Kıyısına	51
5.16. 2. Hat 6.Gözlem Çukurunun Düşey Kesiti	52
5.17. 2. Hat 6. Örnek Çukuru Ağır Metal-Derinlik Analiz Grafikleri	53
5.18. 2. Hat 7.Gözlem Çukurunun Düşey Kesiti	55
5.19. 2. Hat 7. Örnek Çukuru Ağır Metal-Derinlik Analiz Grafikleri	57
5.20. 1. Hat 8.Gözlem Çukurunun Düşey Kesiti	58
5.21. 2. Hat 8. Örnek Çukuru Ağır Metal-Derinlik Analiz Grafikleri	60
5.22. 2 Hat 9.Gözlem Çukurunun Düşey Kesiti	61
5.23. 2. Hat 9. Örnek Çukuru Ağır Metal-Derinlik Analiz Grafikleri	63
5.24. 2.Hat 10 Gözlem Çukurunun Düşey Kesiti	64
5.25. 2. Hat 10. Örnek Çukuru Ağır Metal-Derinlik Analiz Grafikleri	66

5.27. 1. Hat Boyu 1. Seviyenin Ağır Metal Değişimi	69
5.28. 1. Hat Boyu 2. Seviyenin Ağır Metal Değişimi	71
5.29. 1. Hat Boyu 2. Seviyenin Ağır Metal Değişimi	72
5.30. 1. Hat Boyu 3. Seviyenin Ağır Metal Değişimi	74
5.31. 1. Hat Boyu 3. Seviyenin Ağır Metal Değişimi	75
5.32. 1. Hat Boyu 4. Seviyenin Ağır Metal Değişimi	77
5.33. 1. Hat Boyu 4. Seviyenin Ağır Metal Değişimi	78
5.34. 2. Hat Boyu 1. Seviyenin Ağır Metal Değişimi	79
5.35. 2. Hat Boyu 1. Seviyenin Ağır Metal Değişimi	80
5.36. 2. Hat Boyu 2. Seviyenin Ağır Metal Değişimi	81
5.37. 2. Hat Boyu 2. Seviyenin Ağır Metal Değişimi	82
5.38. 2. Hat Boyu 3. Seviyenin Ağır Metal Değişimi	83
5.39. 2. Hat Boyu 3. Seviyenin Ağır Metal Değişimi	84
5.40. 2. Hat Boyu 4. Seviyenin Ağır Metal Değişimi	85
5.41. 2. Hat Boyu 4. Seviyenin Ağır Metal Değişimi	86

TABLolar DİZİNİ

Tablo

Sayfa

3.1. Kaynaklarına Göre Tuzun Kimyasal Yapısı.	20
3.2. Türkiye'de Ham Tuz Üretim Birimleri, Kapasiteleri Ve Üretim Payları.	22
3.3. Son Üç Yılda Üretim Nevileri İtibariyle Ham Tuz Üretimi.	22
4.1. Konya İli 1997 Yılı, Kimyasal Gübre Ve Ziraî İlaç Kullanım Miktarı.	24
5.1. 1. Hat 1 Nolu Gözlem Çukuru Analiz Sonuçları	35
5.2. 1. Hat 2. Gözlem Çukuru Analiz Sonuçları	38
5.3. 1. Hat 3. Gözlem Çukuru Analiz Sonuçları	41
5.4. 1. Hat 4. Gözlem Çukuru Analiz Sonuçları	45
5.5. 1. Hat 5. Gözlem Çukuru Analiz Sonuçları	48
5.6. 2. Hat 6. Gözlem Çukuru Analiz Sonuçları	52
5.7. 2. Hat 7. Gözlem Çukuru Analiz Sonuçları	55
5.8. 2. Hat 8. Gözlem Çukuru Analiz Sonuçları	57
5.9. 2. Hat 9. Gözlem Çukuru Analiz Sonuçları	61
5.10. 2. Hat 10. Gözlem Çukuru Analiz Sonuçları	64
5.11. İnsu Ve Melendiz D. Sedimentlerin Ağır Metal Konsantrasyonları	87
5.12. Gölyazı Mevkiinden Alınan Örneklerdeki Ağır Metallerin En Düşük Ve En Yüksek Değerleri Ve Grafiği	88

1. GİRİŞ

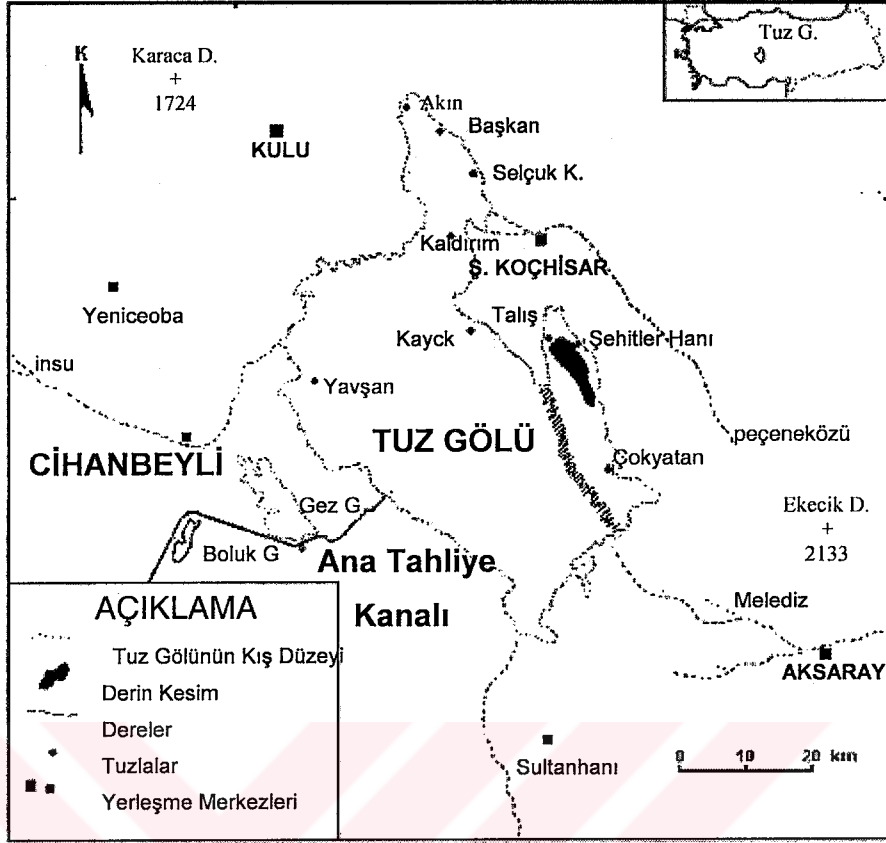
1.1. Amaç ve Kapsam

Bu çalışma, Tuz Gölü'ne boşalan Konya Ana Tahliye Kanalı'nın göle döküldüğü yer olan Gölyazı'da; ağır metallerin ana tahliye kanalında, gölün taşkın alanında, göl suyunda, sedimanlarda ve tuzlarda değişimini araştırmak için yapılmıştır.

Çalışmanın birinci aşamasında kanalın Gölyazı mevkiinde numune alma noktalarının belirlenmesi, bu noktalardan tuz, sediman ve su örneklerinin ağır metal konsantrasyonlarının belirlenmesi için numune alınması, ikinci aşamada ise derlenen numunelerin laboratuvarda ağır metal konsantrasyonları belirlenmesi ve literatürdeki verilerle karşılaştırılıp, tez yazımı şeklinde sıra izlemektedir.

Alan olarak 1665 km² lik alanı ile Türkiye'nin ikinci büyük doğal gölü olan Tuz Gölü, Konya İli'nin kuzeydoğusunda, Ankara İli'nin yaklaşık 80 km güneyinde, Ankara, Aksaray ve Konya il sınırları içinde bulunmaktadır. Kuzeybatı, güneydoğu doğrultusunda uzanan çanak şeklinde, dışa akıntısı olmayan bir kapalı havza içindedir. Havzanın güney, güneybatısını geniş düzlükler oluşturur. Yakın çevresinde Kulu, Cihanbeyli, Şereflikoçhisar ilçeleri, Yeniceoba ve Sultanhanı beldeleri yer almaktadır. İnceleme alanı yer bulduru haritası Şekil 1.1'de verilmiştir.

Tuz Gölü, kuzey güney doğrultusunda 85 km , doğu batı doğrultusunda ise 45 km kadardır. Tuz Gölü'ne doğuda Peçeneközü ve Melendiz batıda ise İnsu deresi ulaşır (Şekil 1.1). Gölün en derin kesimi (yaklaşık 1,5 - 2 m) doğuda yer alır. Göl, kış ve ilkbahar aylarında ortalama 60-80 cm kadar derinlik göstermektedir. Yaz sonunda büyük bölümü kurumaktadır.



Şekil 1.1. İnceleme Alanının Yerbulduru Haritası

Konya ve çevresinde giderek artan nüfus, bölgede farklı kollarda faaliyet gösteren sanayi tesisleri hızla artmakta, kanalizasyon atıklarının Ana Tahliye Kanalı vasıtası ile Tuz Gölü'ne boşaltılması havzanın geleceğini tehdit etmektedir.

Bu çalışmada; ana tahliye kanalının Tuz Gölü'ne boşaldığı nokta olan Gölyazı mevkiinde iki farklı profil ile ana tahliye kanalına paralel göl kıyısına dik olmak üzere iki kesit doğrultusu belirlenmiş ve bu kesit doğrultularında 10 tane araştırma çukuru açılarak tuz, sediman ve su numuneleri alınmıştır. Ayrıca gölün batısında İnsu ve güneyinde Melendiz Deresi'nden sediman numunesi alınmıştır.



1.2.Önceki Çalışmalar

Tuz Gölü havzası çok eski yıllardan beri araştırmacıların dikkatini çekmiştir. İlk çalışmalar 1800 yılların ortalarına kadar gitmekte ve genel jeoloji amaçlı olduğu görülmektedir. Çalışmalar daha çok jeolojik, tuz oluşumu ve göl kirliliğine yöneliktir. Bu çalışmalardan başlıcaları aşağıda verilmiştir.

İrion (1970), Tuz Gölü'nü mineralojik, jeokimyasal ve sediman petrografisi açısından doktora tezinde incelemiştir. Tuz oluşumu ve tuz çökellerinin çökme şartlarını irdelenmiştir.

Arıkan (1975), Tuz Gölü ve havzasının jeolojisini ve petrol imkanlarını araştırmıştır. Sismik profillere dayanak göl tabanındaki tuz kütlelerinin Üst Kretase-Eosen döneminde oluşmuş olabilecekleri ifade etmiştir.

Görür ve Derman (1978), Tuz Gölü Havzasının jeolojik süreçlerini ve evrimini yorumlamışlardır.

Uygun ve Şen (1978), "Tuz Gölü Havzası ve doğal kaynakları" isimli çalışmasında Tuz Gölü'ndeki çeşitli anyon ve katyonların mevsimsel değerleri ile mineral çökmesinin etkilerini araştırmıştır.

Uygun (1981), Tuz Gölü havzasının jeolojisi, evaporit oluşumları ve hidrokarbon olanaklarını belirlemiştir.

Beker (1989), Tahliye kanallarının gölde oluşturacağı kirlenmeye tespit etmek için 7 noktadan alınan örneklerin çeşitli analizleri yaparak, gölde oluşacak kirliliğin, uzun vadede tuz üretimini tehlikeye sokacağını belirtilerek, arıtma tesislerinin kurulması gerektiğini ve bölgenin özel çevre koruma bölgesi ilan edilmesini ve özel deşarj kriterinin belirlenmesi gerektiğini savunmuştur.

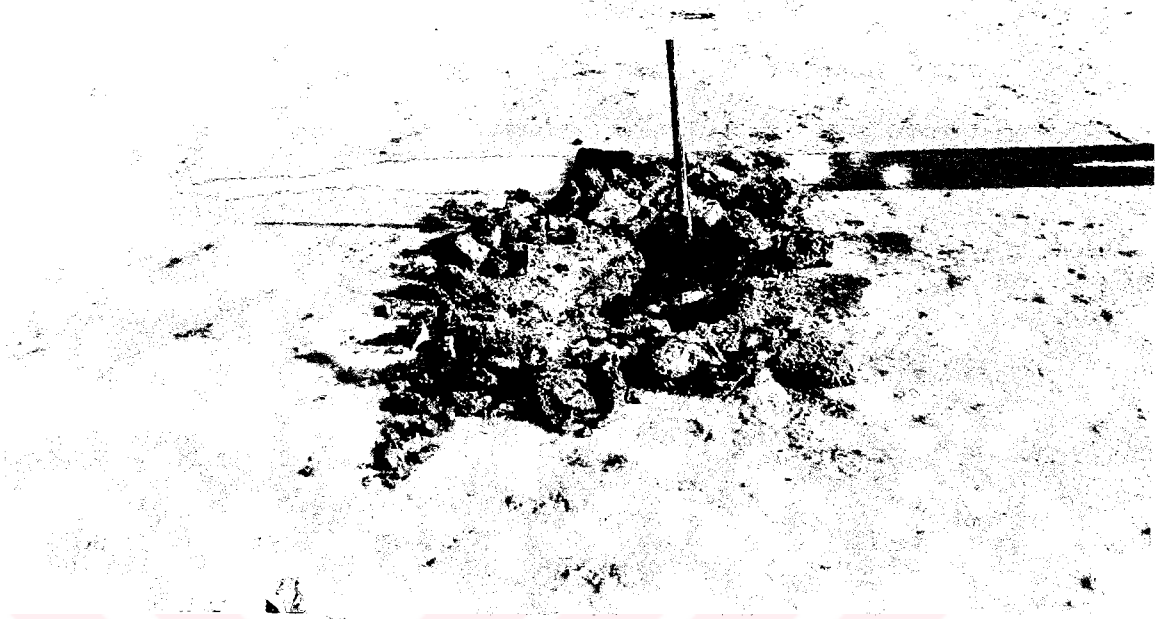
Karaarslan (1989), Yüksek lisans tezinde, Tuz Gölü çevresinin jeolojisini ve tuz oluşumunu etkileyen faktörleri incelenmiştir.

Ayhan ve diğ. (1993), Konya Kapalı Havzasında ve Tuz Gölü'nde kirlenmenin Tespiti ve Giderilmesi konusunda çalışmışlar ve bölgedeki kanalizasyon ve sanayii atıklarının desarj edildiği gölde büyük bir çevresel kirliliği yol açtığını ve bunun önlenmesi için çalışmalar yapılması gerektiğini ortaya koymuşlardır.

Saral (2000), hazırlamış olduğu Yüksek Lisans tezinde Tuz Gölü'nden alınan ham tuzların tuz üretim prosesinde ağır metallerin değişimini incelemiş rafine işlemi sırasında bazı metallerin ortamdan uzaklaştığını vurgulamıştır.

1.3. Materyal ve Metod

Bu çalışmada materyal olarak Tuz Gölü'ne boşalan Ana tahliye kanalından, göle döküldüğü noktadan, gölün taşkın alanından, derinlikleri ortalama 40 cm olan numune çukurları açılarak, herhangi bir farklılığı temsil edecek tuz, sediman ve su örnekleri alınmıştır. Şekil 1.2'de bir numune çukurunun genel görünümü verilmiştir. Bu açılan numune çukurlarından alınan örnekler uygun koşullarda saklanarak GYTE Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü Enstürmental Analiz Laboratuvarlarına ulaştırılmıştır. Burada örnekler su, tuz, sediman olarak ayrılarak sınıflandırılmış, her bir örnek uygun metotlarla analize hazırlanmıştır. Daha sonra Perkin Elmer SİMA 6000 grafit fırınlı atomik absorpsiyon spektrometre cihazı ile Cu, Ni, Co, Cd, Pb, Se, Al, Mn, Hg, Fe, As ve Cr analizleri yapılmıştır.

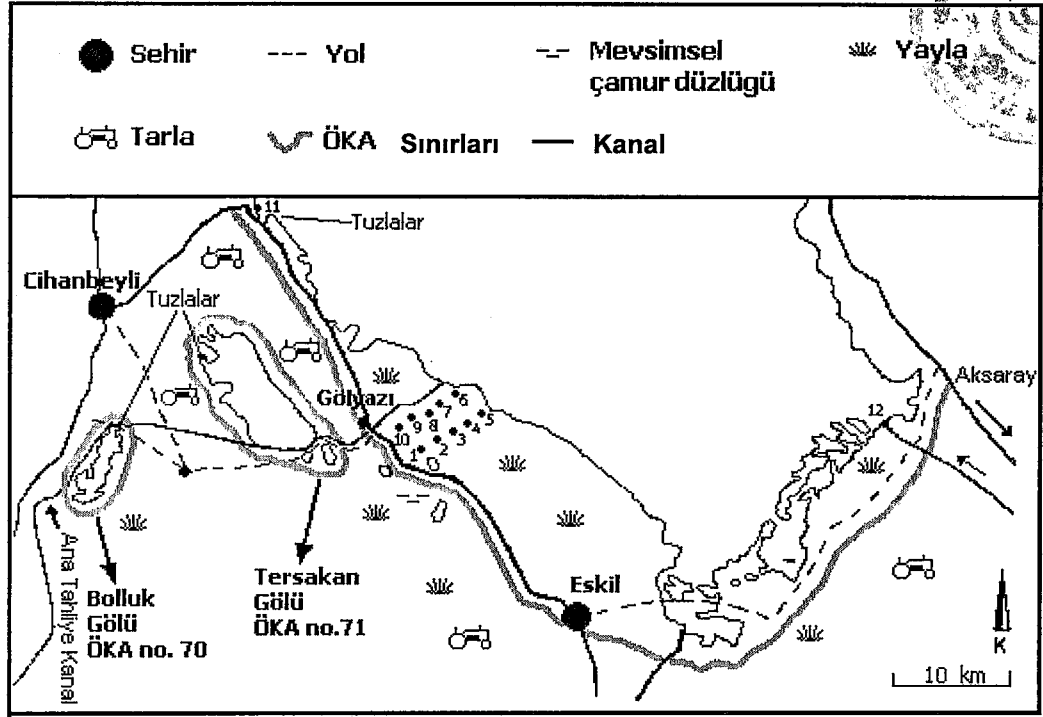
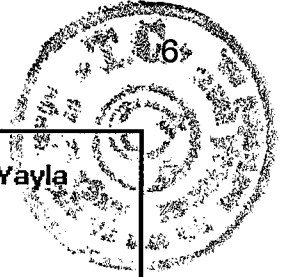


Şekil 1.2. Bir numune alma çukurunun genel görünümü (Ölçek kürek).

Örnek alma noktalarının yerlerinin tespiti ve saha çalışması Tuz Gölü havzasının jeolojik haritasının incelemesiyle başlamıştır.

Ana tahliye kanalının göle döküldüğü yer olan Gölyazı mevkiinden 2 kesit doğrultusu planlanmış ve bu kesit doğrultularında oluşturulan 10 numune çukurundan çeşitli özelliklerde 39 adet numune alınmıştır.

Ayrıca Tuz Gölü'nün, güneyinde Melendiz Deresi'nden ve gölün batısındaki İnsuyu Deresi'nden sediman numunesi alınmıştır. Numune alım noktaları Şekil 1.3'teki harita üzerinde verilmiştir.



Şekil 1.3. Örnek Yerleri Harita Üzerinde Gösterimi

Çalışmanın metaryal ve metotla ilgili daha ayrıntılı bilgileri Bölüm 4'te bulunmaktadır.

2. TUZ GÖLÜ VE HAVZASI HAKKINDA BİLGİLER



Tuz Gölü 1665 km² 'lik bir alana sahiptir. Büyüklüğüne karşın ülkemizin en sığ göllerinden biridir. Ortalama derinliği 0,7 m olan gölün tuz kalınlığı 1 ila 30 cm arasındadır. Tuz Gölü'nden tuz üretimi Kaldırım, Kayacık ve Yavşan tuzlaları ile yapılmaktadır. Tuzlaların yıllık ortalama tuz üretim kapasitesi 750.000–1.250.000 ton arasında değişmektedir. Bu rakam Türkiye'nin yıllık tuz ihtiyacının % 55'ini karşılık gelmektedir.

Suyun bol olduğu ilkbahar aylarında göl alanı 164.200 hektara ulaşır. Türkiye'nin en az yağış alan yeri olduğu için akarsu bakımından fakirdir. Bölgede su kaynağı olarak akarsular, tali göller ve geçici bataklıklar bulunmaktadır. Akarsular, Melendiz çayı, İnsu Deresi ve Peçeneközü Deresidir. Göller ise Tersakan Gölü ve Bolluk Gölüdür.

Bölgede yüzey suların tamamına yakını yazın kurur ve göle ulaşmaz. Aşırı buharlaşmanın da etkisiyle gölün tamamına yakını kurur. Kuruyan bölgelerde yer yer 30 cm'yi bulan tuz tabakası oluşur. Sadece ülkemizin değil dünyanın da en tuzlu göllerinden biridir. Göl suyunun yoğunluğu 1.225 gr/cm³'dür. Tuz oranı ise % 32.4'dür.

Gölde tuz oranı konsantrasyonunun yüksekliği nedeni ile sucul bitkilere rastlanmaz. Göl çevresinde ancak akarsu etkisinde kalan bölgelerde tuza dayanıklı, seyrek bitki örtüsüne rastlanır.

Kuş varlığı yönünden Türkiye'nin en zengin göllerinden biridir. Kışın kapladığı çok geniş su alanı su kuşları için önemli bir kışlama alanı oluşturur. Ayrıca Tuz Gölü civarında, Tuz Gölü ile ekolojik olarak ilişkili, Kulu Gölü, Samsam Gölü, Uyuz Gölü, Kozanlı Saz Gölü, Bolluk Gölü, Terkasan Gölü, Eşmekaya Gölü ve Hirfanlı Barajı gibi değişik karakterlerde irili ufaklı pek çok sulak alan mevcuttur.



Bu alanların birbirine çok yakın ve değişik karakterde oluşu, farklı habitat istekleri olan değişik türde ve çok zengin bir yaban hayatının barınmasına, beslenmesine ve üremesine olanak sağlayan eşine az rastlanır değerde sulak alanlar oluşturmakta, bu durum gölün önemini daha da arttırmaktadır.

Göl ve çevresinde tuzlu ortamlara uyum sağlamış olan filamingo, kılıçgaga, angıt ve benzeri kuşların yanı sıra, yağmurcunlar, turnalar, yaban kazları ve yaban ördekleri gölde büyük topluluklar oluşturmakta, göl çevresinin nispeten ıssız oluşu nedeni ile etrafındaki su birikintilerinde meralarda ve ekili alanlarda rahatça beslenmekte, kışın en soğuk günlerinde dahi donmayan göl sularında yüzebilmektedirler. İlkbaharda göl içinde oluşan adalar, bataklıklar bataklık kırlangıcı, suna, angıt, çamurcun, kılıçgaga, kocagöz ve martı türlerinin kuluçka yapmalarına imkan sağlamaktadırlar. Tuz Gölü; filamingoların ülkemizdeki en önemli kuluçka alanıdır. Gölün orta kesimlerinde her biri 5-6 bin yuvadan oluşan dev kuluçka kolonileri bulunmaktadır (Anonim, 1998).

2.1. Genel Jeoloji

Tuz Gölü havzası yaklaşık 15000 km² 'lik alanı kapsar. Havzanın doğusunda Kırşehir masifine ait kayaçlar yüzeyler. Güneyinde, Bozdağlar ile Karapınar civarındaki volkanik oluşuklara ait yükseltiler yer alır. Batısında Karacadağ'da geniş bir Neojen düzlüğü vardır. Tuz Gölü'nün doğu sınırı boyunca "Şereflikoçhisar-Aksaray fayı" olarak bilinen önemli bir fay zone bulunmaktadır. Fayın doğrultusu KB-GB dir. Benzer şekilde gölün batısında da faylar vardır. Ancak bu fayların uzanımları sınırlıdır. Burada bir tek faydan ziyade birbirine yaklaşık olarak paralel uzanan çok sayıda irili ufaklı fayların oluşturduğu bir sistem gelişmiştir (Ayhan ve diğ., 1993).



Havzanın jeolojisi incelendiğinde; istifin en altından üstüne doğru Paleozoyik zamanına ait gnays, mikaşist, asitik kayaçlar, mermerler, metamorfik kayaçlar ve grovaklar, Mesozoyik zamanına ait kireçtaşları, ofiyolit karmaşık ve asitik kayaçlar, denizel klastik evaporitler, ve Senozoyik zamanına ait algli kireçtaşı, asitik kayaçlar, klastikler, nummulitik kireçtaşı, jips, klastikler, volkanikler, taraçalar ve en üstte alüvyonun yer aldığı görülmüştür (Arıkan, 1975) (Şekil 2.1).

Alüvyonlar çevre kayaçlardan kaynaklanan çakıl, kum ve kil boyutlu malzemeleri kapsar.

2.2. İklim Özellikleri

Tuz Gölü bölgesinde genel olarak karasal iklim özellikleri görülür. Kışları soğuk ve yağışlı, yazları sıcak ve kuraktır. Etrafı dağlarla çevrelenmiş, yaz aylarında rüzgar etkisine maruz kalmayan bölgede sıcaklığın yükselmesi ile optimum buharlaşma oluşacaktır.

İklimsel verilerinin belirlenmesinde, Cihanbeyli meteoroloji istasyonu verilerinden yararlanılmıştır. Tuz gölü havzasında çok sayıda istasyon bulunmakla beraber verilerde fazla bir değişiklik yoktur. Bu nedenle havzayı karakterize etmesi açısından merkez olan Cihanbeyli meteoroloji istasyonu, verileri kullanılmıştır.

1990 ile 2000 yıllarında ki sıcaklık, nem, rüzgar, yağış, bulutluluk, buharlaşma değerleri Tablo. 2.1'de verilmiştir. Bu verilere göre 1990–2000 yıllarındaki aylık ve yıllık ortalama değerleri verilmiştir. Buna göre en yüksek ortalama sıcaklık 23,5°C ile Temmuz ayındadır. En düşük ortalama sıcaklık ise -1,1°C ile Ocak ayıdır. Yıllık ortalama toplam yağış 339,7 mm, yıllık ortalama nisbi nem değeri % 60'dır. Yıllık ortalama rüzgar hızı 2,9 m/sn'dir.

Tablo 2.1. 1990-2000 Yılları Cihanbeyli Meteoroloji İstasyonu Verileri

Meteorolojik Elemanlar	Rasat S Yıl	Aylar												Yıllık
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ortalama Sıcaklık (°C)	11	-1,1	0,1	4,6	10,5	15,8	20,0	23,5	22,8	18,2	12,7	5,6	1,8	11,2
Ortalama Toplam Yağış Miktarı (mm)	11	27,3	25,9	37,8	45,9	32,0	34,7	11,6	8,0	10,6	31,3	29,6	45,0	339,7
Ortalama Bağıl Nem (%)	11	77	74	64	61	57	50	42	43	46	58	70	78	60
Ortalama Rüzgar Hızı (m/sn)	11	2,6	3,1	3,3	3,0	2,8	3,1	3,5	3,3	2,8	2,5	2,4	2,6	2,9
Ortalama Buharlaşma (mm)	11	-	-	-	82,2	146,0	180,6	245,7	232,0	180,6	114,1	36,1	2,3	1219,4
Ortalama Bulutluluk (0 – 10)	11	6,3	5,7	5,1	5,5	4,9	3,5	1,9	1,9	2,3	3,8	4,9	7,1	4,4



2.3. Göl Morfometresi

Tuz Gölü Anadolu yarımadasının orta kesiminde Konya İli'nin 105 km kuzeydoğusunda, Ankara İli'ne yaklaşık 80 km güneyinde yer alır. Gölün denizden yüksekliği 905 m.dir. Su derinliği mevsimsel değişiklikler göstermekle birlikte ortalama 1-2 m kadardır. Tuz Gölü'nün yüz ölçümü yine mevsimsel olarak değişiklik gösterse de 1665 ile 1500 km² arasındadır. Ortalama olarak 89 km uzunluğunda ve 50 km genişliğindedir.

Tuz Gölünün durumu su açısından incelendiğinde:

Ayhan ve diğ. (1993) de gölün toplam su hacmi 354.100.000 m³ olarak tespit edilmiştir. Bu rakam, 1992 yılı Ekim ayı sonu itibarı ile hesaplanmıştır. (Ayhan ve diğ., 1993) Gölün su hacmindeki yıllık ve aylık değişimleri belirlemek için, gölü besleyen su kaynakları ve gölün su kaybına yol açan çıkış kaynakları dikkate alınarak aşağıdaki matematik modelden faydalanmışlardır.

Aylık değişimler için;

$$V_i = V_o + V_{\text{yağış}_i} + V_{\text{sellenme}_i} + V_{\text{yeraltı suyu}_i} + V_{\text{kanalı}} + V_{\text{buharlaşıma}_i} + V_{\text{yeraltı kaybı}_i}$$

eşitliği kullanılmıştır.

Tuz Gölü'ne giren yıllık toplam yağış ise 538 milyon m³ olarak gerçekleşmektedir, ayrıca sellenme ile göle yıllık olarak toplam 592 milyon m³ su ilavesi olmaktadır (Ayhan ve diğ., 1993).

Tuz Gölü Havzasında yeraltı suyu açısından Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında toprakta su fazlası bulunduğu bilinmektedir. Bu su fazlasının bir kısmının çevredeki su kaynakları veya göl tabanından, göl suyuna karışması dolayısıyla göl suyunun yeraltı suyundan beslenmesi mümkündür. Ocak Şubat, Mart ve Nisan ayları dışında göle yeraltısuyu ilavesi olmamaktadır. Söz konusu su ilavesi, en fazla Mart ayında 22 milyon m³

olarak gerçekleşmektedir. Toplam yıllık su ilavesi ise 69 milyon m³ kadar olmaktadır (Ayhan ve diğ., 1993).

Konya' nın atık sularını Tuz gölü' ne boşaltan Ana Tahliye Kanalı, göl suyuna önemli sayılabilecek ve gölün doğal yapısını bozabilecek önemli bir su ilavesi yapmaktadır. Kanaldan en az Ekim ayında atık su gelmekte ve göle 0.3 milyon m³ su katılmaktadır. En fazla Mart ayında su bulunduran kanal vasıtasıyla, göle 11 milyon m³ su eklenmektedir (Ayhan ve diğ., 1993).

Bu sonuçlara göre; gölün ana beslenme kaynakları; yağış, sellenme, yeraltısuyu ve Ana Tahliye Kanalı olarak ele alındığı zaman sellenme ve yağış suyunun büyük bir bölümü (% 92) karşıladığı anlaşılmaktadır. Yağış suyunun, göl suyunda kirletici unsurların ilavesi bakımından dikkate değer bir önemi vardır. Ancak, yağışlı mevsimlerde göl suyunda meydana getirdiği artış sebebiyle kirlilik veya tuz konsantrasyonunu düşürmekte ve ayrıca oksijene doygunluğu arttırmaktadır. Göle tuz materyali ilavesi, sellenme ve yeraltısuyu yolu ile gerçekleşmektedir. Bu suların göl hacmini arttırması, mevsimlere bağlı olarak kirlilik ve tuz konsantrasyonlarını değiştirmektedir. Kanaldan gelen atık sular, kirletici olarak görev yapmaktadır. Kirletici bileşenlerin bir kısmı zamanla dibe çökmesine karşılık diğer kısmı göl suyunda çözünmüş halde devamlı bir artış göstermektedir (Ayhan ve diğ., 1993).

Tuz Gölü'ne yukarıda bahsedilen su girişi yanında; önemli ölçülerde su kaybı da olmaktadır. Bu su kaybı şu yollarla olmaktadır:

En önemli parametre buharlaşmadır. Bölgede Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında buharlaşma ihmal edilebilecek kadar azdır. En yüksek buharlaşmanın olduğu Temmuz ayında gölden 198 milyon m³ su eksilmektedir. Buharlaşmaya bağlı yıllık su eksilmesi ise 1 milyon m³'e yaklaşmaktadır (Ayhan ve diğ., 1993).

Toprakta su eksikliği olduğu zaman, göl suyundan yeraltı suyuna karışarak bu eksikliği gidermeye çalışacaktır. Bundan dolayı su eksikliği

değerleri oranında göl suyunda bir eksilme ortaya çıkacaktır. Su kaybı Haziran ile Ekim ayları arasında ortaya çıkmaktadır. Ancak, Temmuz ayında 100 milyon m³ su yeraltına karışarak maksimum değerlere ulaşmaktadır. Yıllık toplam su kaybı ise 265 milyon m³ su kaybı olarak gerçekleşmektedir (Ayhan ve diğ., 1993)

Gölden su çıkışının, buharlaşma ve yeraltısuyuna karışma şeklinde olduğu, su kaybının %80'i buharlaşmaya, kalanının da yeraltısuyuna karışma şeklinde ortaya çıktığı anlaşılmaktadır (Ayhan ve diğ., 1993).

2.4. Tuz Gölü'nün Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri

Tuz Gölü havzasında mostra veren Üst-Kretase-Pliyosen yaşlı evaporit çökellerinin yağışlarla, yüzeye çözülerek taşınmaları veya gömülü evaporit kayaların, tuz domlarının yeraltı suyu tarafından çözülerek gölün batısında yer alan Koçhisar-Aksaray Fayı boyunca çökelme ortamına tuzlu su ulaşmaktadır. Tuzlu suyun mineralojik bileşimi, evaporasyon sonucu oluşan tuzlar, kimyasal çökelimli ve kırıntılı mineraller olmak üzere ikiye ayırmaktadır (Ayhan ve diğ., 1993).

- 1- Kimyasal Çökelim Mineraller
 - Kalsit (CaCO₃)
 - Aragonit (CaCO₃)
 - Mg-Kalsit
 - Dolomit (CaMg(CO₃)₂)
 - Huntit (CaMg₂(CO₃)₃)
 - Manyezit (MgCO₃)
 - Halit (NaCl)
 - Silvin (KCl)
 - Jips (CaSO₄.2H₂O)
 - Anhidrit (CaSO₄)
 - Sölestin (SrSO₄)
 - Polihalit (K₂Ca₂Mg(SO₄)₄.2H₂O)

- 2- Kırıntılı Mineraller
-Feldipat
-Kalsit
-Kil minerali
-Smektit
-Volkanik cam

Tuz Gölünün ana evaporitik minerali halittir. Halit mineralinin bileşimi, % 39,3 Na ve % 60,7 Cl'den ibarettir.

Tuz kabuğunun altındaki daha önceden çökelmiş tuz kabuğuna, 'Tahta Tabakası' denir. Bu tabakanın killi bileşenlerin miktarı %5 civarı anhidrit (CaSO_4) miktarı ise %5-6 civarındadır.

Yüzey suları, akarsular ve rüzgar vasıtasıyla çevredeki kırıntılı malzemenin bir bölümünü göle taşır.

Tuz Gölü'nde iki farklı bölge vardır. Doğuda Şereflikoçhisar'ın güneyinde Inceburun'dan güneye doğru uzanan ve üzerinde bazı adacıkların da yer aldığı bir eşik, ana göl ile derin bölgeyi birbirinden ayırmaktadır. Bu eşiğin varlığı Erol (1969) ve Irion (1970) tarafından da bildirilmiştir. İki Bölge arasında suyun bileşimi yönünden oldukça büyük farklılıklar vardır. Sığ ana göl 300-350 g/l dolayında , derin bölge ise 80 g/l dolayında erimiş madde içerir (Uygun ve Şen, 1978).

İki bölge arasında suyun bileşimi farklılaşma çökelmeyi de etkilemekte, derin kesimde ana gölden farklı olarak aragonit (CaCO_3), Mg-kalsit ve dolomit oluşmaktadır (Irion, 1970).

Tuz Gölü'nde ana hatlarla suları farklı bileşimde iki bölge ayrılabilmeyle birlikte, bazı etkenler suyun bileşiminde yersel oynamalara yol açmaktadır. Örneğin sağanak halinde düşen bir yağış, bunun getireceği selenme, günlük sıcaklık farkları, buharlaşma gibi meteorolojik olaylar, farklı jeolojik yapıdaki bölgelerden farklı yeraltı ve yerüstü suları ile beslenme gibi hidrojeolojik etkenler de değişimlerin başlıca nedenleridir.

Tuz Gölü'nün ana katyonu olan sodyum suda çoğunlukla 100 g/l'in üzerinde bulunur. Deniz suyuna oranla Tuz Gölü'nde yaklaşık 9-10 kez fazla sodyum bulunur. Haziran-Eylül dönemimde NaCl kabuğunun çökmesi nedeniyle Na'daki azalmaya karşılık Cl'ün hemen hemen aynı miktarda kalması başlangıçta farklı molar paylara dayanmaktadır. Göl suyunda bulunan Na⁺ un çoğu NaCl'den türemektedir. Yaz aylarında göl tabanını kaplayan ve 0,1-20 cm kalınlığa ulaşan tuz kabuğunun bileşimi aşağıdaki şekildedir (Uygun ve Şen, 1978).

Na ⁺ : %37,3	Mg ⁺⁺ : 1920 ppm	Br ⁻ : < %0,001
Cl ⁻ : %60,6	K ⁺ : 630 ppm	
SO ₄ ⁻ : %0,8	B(tot) : 23ppm	
Suda çözülmeyen madde : %0,04	F ⁻ : < %0,1	
Ca ⁺⁺ : 1650 ppm	Sr ⁺⁺ : < %0,01	

Tuz Gölü'nün ikinci büyük katyonu olan magnezyum ana göl bölgesinde 1,6-25,3 g/l arasında ölçülmüştür. Irion (1970) tarafında saplanan Mg⁺⁺ değerleri ise 34 g/l ye ulaşmaktadır. Tuz Gölü'nde Mg⁺⁺ ile Ca⁺⁺ arasında ters yönlü bir ilişki gözlenmektedir. Yaz başında CaSO₄2H₂O (Jips) çökmesi ile birlikte Ca⁺⁺ miktarlarında bir düşüş başlamasına karşılık evaporasyonla Mg⁺⁺ miktarı sürekli bir artış gösterir. Bu ters yönlü ilişki nedeniyle Mg⁺⁺, Ca⁺⁺ oranı fazlasıyla artmakta, Irion (1970) tarafından da saptandığı gibi çökel kabukta Mg-kalsit, manyezit, huntit, dolomit gibi karbonatların oluşmasına yol açmaktadır. Collins (1975)'e göre epsomit oluşumunun başlaması için suda 74 g/l den fazla Mg⁺⁺ bulunmalıdır. Tuz Gölü'nde bu koşullara erişilemediğinden Mg-tuzları çökmemektedir (Uygun ve Şen, 1978).

Tuz Gölü suyunda litrede 0,6-9,4 g arasında ölçülen potasyumun en yüksek değeri Irion (1970) tarafından 12,7 g/l olarak saptanmıştır. Gölün derin bölgesi ise 0,3-0,4 g/l düzeyinde K⁺ içerir. Deniz suyuna oranla Tuz Gölü'nde potasyum yaklaşık 3,5 kez daha yoğundur. Max. buharlaşma döneminde bu 35 katına çıkabilmektedir. İyon değişimi magnezyuma çok benzemektedir.



Tuz Gölü suyunda ancak dördüncü büyük miktardaki katyonu olan, kalsiyum'un gölde ölçülen miktarları 140-1130 mg/l arasında değişmektedir. Derin bölgede bu değerler 300-400 mg/l düzeyindedir. Kalsiyum miktarı yaz aylarında Jips'in çökmesine bağlı olarak düşme gösterir. Tuz Gölü'nde en önemli sayılabilecek ölçüde zenginleşme gösteren elementlerden biri de lityum'dur. Gölde rastlanan lityum değerleri 44-305 mg/l arasındadır. Lityum'da hesaplanan buharlaşma faktörü Mg^{++} ve K^+ un biraz gerisinde kalmaktadır. Bu durum elementin küçük atom çapı nedeni ile göl tabanındaki kil minerallerince kolayca adsorblana bilmesine dayanmaktadır (Uygun ve Şen, 1978).

Deniz suyunda 5 mg/l dolayında bulunan bor, Tuz Gölü'nde 30-332 mg/l arasında ölçülmüştür. Tuz Gölü suyunda bor deniz suyuna oranla yaklaşık 10 kez daha fazladır. Genellikle son buharlaşma dönemine ulaşan elementlerden biri olan Bor'un bazı mineralleri ise taban anhidriti veya halit gibi daha önce çökelebilen tuzlarla birlikte de bulunmaktadır.

Göl suyunda Sr^{++} genellikle 15-20 mg/l dolayındadır. Bu da deniz suyuna oranla 2-3 kez fazladır. Anyonlar arasında Cl^- , SO_4^{--} , HCO_3^- den sonra dördüncü sırada kalmakla beraber, Br^- , Lityum gibi Tuz Gölü'nün önemli zenginleşmelerinden birisini oluşturur. Tuz Gölü'nde ölçülen Br^- değerleri 29-640 mg/l arasında değişmektedir. Buharlaşma ortamında Br^- klorür minerallerinin yerini alarak genellikle son kristalleşme dönemine kadar artık çözeltide kalabilen bir elementtir (Uygun ve Şen, 1978)

Klorür, Tuz Gölü suyunun ana anyonudur. Göl'de sürekli olarak 180 g/l dolayında Cl^- vardır. İkinci büyük anyon miktarı olan SO_4^{--} 4,7-44,5 g/l arasındadır. Jips ve sölestin çökmesi bu anyona bağlıdır. Bikarbonat, sülfat gibi yaz aylarında artış göstererek 1,37 g/l le ulaşır. Bahar-yaz geçişinde karbonat çökmesi HCO_3^- in geçici azalmasına yol açar.

Karbonat yalnız Haziran 1976 da gölün derin bölgesinde rastlanmıştır. Bu kesimde bakteriyel SO_4^{--} indirgenmesinin olduğu kanıtlanmıştır (Irion 1970). Bu ortamda ayrıca CO_3^{--} açığa çıkmakta, ancak tekrar karbonat



minerallerine dönüşmektedir. Flor ölçümleri sürekli yapılmamıştır. Bununla birlikte elde edilen değerler çoğunlukla 1 mg/l altındadır (Uygun ve Şen, 1978).

Diğer elementler; Haziranda 19 mg/l olan SiO_2 , Eylül 63 mg/l ölçülmüştür. Ölçülen en büyük Fe (total) miktarı 0,14 mg/l dir. PO_4^- ve NO_3^- rastlanmamıştır (Uygun ve Şen, 1978).

2.5. Tarım

Tuz Gölü ve Konya Kapalı Havzası'nın toprakları, düz veya hafif dalgalı topografyada eski göl ve deniz tortuları ile volkanik kayalar üzerinde oluşmuştur. Kalınlığı fazla olmayan ince taneli bileşenlerden oluşmuş bu toprakların su, drenaj ve erozyon gibi sınırlayıcı faktörlere rağmen verim güçleri orta derecedir. Havza tarımın sınırlayıcı en önemli faktör sudur.

Havzanın taban arazileri, düz veya düze yakın topoğrafyaya sahiptir. Bunların yükseltisi 900 ile 1050 m arasında değişmekte olup, drenaj ağının yetersizliği nedeni ile alüvyal topraklar önemli oranda tuzlanma göstermiştir. Bu topraklar üzerinde doğal bitki örtüsünün tahribi nedeniyle bölgede önemli oranda tarım arazi oluşturulmuştur. Bilinçsizce yapılan tarımsal faaliyetler mevcut kullanılabilir alanları verimsiz hale getirmiştir. Havzanın su drenajının önemli bir kısmı Tuz Gölü'ne doğru olmaktadır.

Havzada sulu tarım yapılan alan 274.818 hektardır. Bu alan, havzanın % 5,06'lık bir bölümünü kapsamaktadır. Bunun 242,201 hektarlık büyük bir kısmı sürüme elverişli topraklardır. Bağ ve bahçe arazileri ise, 40,745 hektarlık bir alan kaplamaktadır. Bunların havza içersindeki oranları %0,75'dir. Bu arazilerde bağcılık meyvecilik yapılmaktadır.

3. Tuz (HALİT) Hakkında Genel Bilgiler

İnsan ve hayvan gıdası olarak tuzun büyük önemi herkes tarafından bilinmektedir. İlk çağlardan beri bu vazgeçilmez gıda, katkı ve muhafaza maddesi olarak çeşitli şekillerde üretilmiştir.

İklim koşullarına bağlı olarak yetişkin bir kimse, yılda ortalama 3-12 kg tuz almak mecburiyetindedir. Buda değişik yollarda temin edilmekte ve ortalama olarak bir güne 20 gr düşmektedir. Vücutta tuz eksikliği organizma bozukluklarına sebep olmaktadır.

Yiyeceklerin bozulmasını önleyen güçlü bir etkidir. Bu amaçla besin sanayisinde bol miktarda kullanılır. Eski Mısırlıların balık ihracatında tuz kullandıkları tarihi belgelerle kanıtlanmıştır.

Tuz, kolayca ufalanabilen, kokusuz, suda eriyebilen bir maddedir. Denizde, göllerde, yeraltı sularında eriyik halinde bulunurken yeraltında kaya tuzu şeklinde oluşabilmektedir. Mineralojideki adı halit (NaCl)'dir. Halit, kübik sistemde kristallenir, jips ve anhidrit mineralleri ile birlikte bulunur (İlter, 1980).

Tuz Gölü'nün ana evaporitik çökel minerali olan halit (NaCl), saydam ve yarı saydamdır. Renginin berraklığı, tadı ve çözünübilirliği ile kolayca tanınır. %39.3 Na ve %60.7 Cl'dan oluşur. Halitin sertliği 2.5, yoğunluğu $2.1-2.6 \text{ g/cm}^3$ dir.

Gölden çıkarılan ham tuzda , %0.2-1.7 CaSO_4 (Anhidrit), az miktarda CaCl_2 , MgCl_2 , Na_2SO_4 , MgSO_4 , KCl, bazen su ve organik madde, %0.6-2.2 çözünmeyen madde bulunur.

Tuz fizyolojik yapıları gereği insan ve hayvanların yaşamaları için zaruri bir ihtiyaç maddesi olduğu gibi birçok sanayide muhafaza ve katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Karayollarında kar ve buzların eritilmesi işinde, bazı

ülkelerde yol inşaatında, su tasfiye cihazlarında, ziraatta gübre olarak ve kimya sanayiinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Kimya sanayiinde kullanılan tuzun hemen hemen yarısı elektrolitik yöntemlerle klor ve sodyum üretiminde, diğer yarısı da "solvey" yöntemi ile soda yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca, klor asidi, sodyum sülfat, sodyum sülfat, sodyum metali, sodyum siyanur ve sodyum peroksit üretiminde de kullanılmaktadır (Akdik, 1980).

3.1. Tuz Kaynakları

Tuz denizlerde, göllerde, yeraltı sularında eriyik olarak ve yeraltında kaya tuzu şeklinde bulunur. Dünya üzerinde en büyük tuz yatakları, Silüriyen, Permien ve Oligo-Miyosen devirlerinde oluşmuştur. Denizlere ulaşamayan akarsular, derin havuzlarda toplanarak alkali veya tuzlu su gölleri oluştururlar. Jeolojik devirlerde, denizlerin buharlaşması sonucu kaya tuzu kaynakları oluşmuştur. Kaya tuzu kaynakları yeraltının derinliklerinde 'tuz domları', 'tuz kaynakları' veya 'büyük tuz cepleri' şeklinde bulunmaktadır. Tuza yeraltı sularındada rastlanmaktadır. Doğal tuzlu su kaynakları bulunduğu gibi, yeraltındaki tuz kaynaklarının su ile ayrışması sonucu yeraltı suları tuzlanabilmektedir (Akdik, 1980). Tuzlar kaynaklarına göre küçük çaplı kimyasal değişiklikler gösterebilmektedir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Kaynaklarına göre tuzun kimyasal yapısı (Akdik, 1980).

Tuzda Bulunan Maddeler	Deniz	Göl	Kaya	Kaynak
Suda Çözülme-yen Madde	%0,21	%0,29	%0,25	%0,70
CaSO ₄	%1,09	%0,39	%1,05	%1,20
MgSO ₄	%0,27	%0,22	%0,13	%0,16
MgCl ₂	%1,09	%0,12	%0,37	%0,40
NaCl	%97,34	%98,98	%98,20	%97,54

3.2. Tuz Üretimi

Tuz Gölü'nde tuz üretimi 2 aşamada yapılmaktadır. Birinci aşamada tuzlalarda "buharlaştırma yöntemi" ile üretilen ham tuz, pulluklarla sürülmemekte ve vagonlarla taşınıp depolara stok edildikten sonra satışa sunulmaktadır. İkinci aşamada "rafine etme" yöntemi kullanarak çeşitli türlerdeki tuz üretilmektedir.

Tuz Gölü civarındaki fabrikalar ham tuz ihtiyaçlarını Tuz Gölü'ndeki tuzlalardan sağlamaktadır. Yaz aylarında göl suyunun buharlaşmasıyla, aşırı doygun hale gelen suyun içindeki tuz gölün tabanına birikmektedir. Tabana biriken tuz Ağustos ve Temmuz aylarında suyun çekildiği yerden toplanarak alınmaktadır (Saral, 2000)

Tuz gölü çevresinde üretim yapan 3 adet tuzla bulunmaktadır. Bunlar Yavşan, Kaldırım, Kayacık Tuzlaları'dır. Bu üç tuzlada "Solar Evaporasyon" Yöntemi ile tuz üretimi yapılmaktadır. Göl yüzeyindeki sular rüzgar ve sıcaklığın etkisi giderek azalmakta, tuzlu suyun tuz konsantrasyonu artınca gölün tabanında tuz kristalleşmeye başlamaktadır. Bu kristalleşme ya önceden oluşan kısmen erimiş tuz kabukların üzerinde yada doğrudan toprak üzerinde oluşmakta ve iklim koşullarına göre 6-10 cm arasında erismektedir. Toplanan tuz, pulluklarla sürülerek gevşetilmekte ve ikincil hattaki vagonlarla insan gücü ile yüklenip ve çekilerek stok yerine getirilmektedir. Ekskavatörlerle yığından alınan ham tuz satışa sunulmaktadır (Saral, 2000).

Türkiye'de ham tuz üretimi, Tekel Tütün Mamulleri Tuz ve Alkol İşletmeleri Genel Müdürlüğüne 2 adedi deniz, 3 adedi göl, 5 adedi kaya ve 20 adedi Kaynak Tuzlası olmak üzere toplam 30 adet tuzlada gerçekleştirilmektedir. Üretim özellikleri itibariyle kapasiteleri ve toplam içindeki yüzdeleri aşağıdaki Tablo 3.2'te gösterilmiştir (Anonim, 1998).

Tablo 3.1. Türkiye’de Ham Tuz Üretim Birimleri, Kapasiteleri ve Üretim Payları.

ÜRETİM BİRİMİ	KAPASİTE TON/YIL	ÜRETİMDEKİ PAYI %
DENİZ TUZLALARI	470.000	18.0
GÖL TUZLALARI	1.855.000	73.0
KAYA TUZLALARI	180.000	7.0
KAYNAK TUZLALARI	45.000	2.0
TOPLAM KAPASİTE	2.550.000	100.0

Deniz tuzlarında üretim kapasitesi alanla, göl ve kaya tuzlarında makine parkıyla, kaynak tuzlarında ise akan suyun debisi ile sınırlıdır. Tablonun incelenmesinde de görüleceği gibi ham tuz üretim kapasitesinin % 91’lik bölümüne deniz ve göl tuzları sahip bulunmaktadır. Kaya ve özellikle kaynak tuzları çok küçük işletmelerdir.

Yurtiçi ham tuz üretimi 1980 yılına kadar 500-600 bin ton seviyesinde iken yıllar itibariyle hızlı bir artış göstererek 1997 yılında 2.3 milyon ton mertebesine ulaşmıştır (Tablo 3.3). Tuz üretimi talebe bağlı olarak gerçekleştirilmektedir. 1997 yılı talebi 2 milyon tondur. Üretimin % 65’i sanayi’de, % 24’ü gıda sanayiinde, % 7’si hayvancılıkta, % 3’ü karayollarında kullanılmakta, % 0.1’i ise ihraç edilmektedir.

Tablo 3.2. Son üç yılda üretim neveleri itibariyle ham tuz üretimi (Değerler x 1000 ton)

ÜRETİM NEV’İ	ÜRETİM MİKTARI		
	1996 YILI	1997YILI	1998YILI
DENİZ TUZU	520	532	580
GÖL TUZU	1.452	1.694	1.810
KAYA TUZU	77	85	18
KAYNAK TUZU	20	18	22
TOPLAM	2.069	2.329	2.503

Her yıl Tuz Gölü’nde, ortalama 200 milyon ton tuz oluşmaktadır. Bu miktarın satış fiyatları ile değeri 4 milyar \$ 'dır. Dünyanın yıllık tuz üretimi yaklaşık 180 milyon ton olduğu düşünülürse gölün bulunduğu potansiyel ortaya çıkmaktadır. Bu yüksek potansiyele rağmen, gölden üretilen tuz miktarı iç ve dış taleple sınırlı kalmaktadır.

4. TUZ GÖLÜ'NÜ KİRLETEN KAYNAKLARI

4.1. Tuz Gölüne Ulaşan Ana Tahliye Kanalı

Konya Ovası Ana Tahliye Kanalı; Beyşehir, Seydişehir, Konya-Çumra ovalarının sulanması, Konya-Çumra Ovası ile yerleşim merkezlerinin taşkından korunması ve ova topraklarının ıslahı amacıyla gerçekleştirilmiştir. Beyşehir Gölü'nden başlayıp Tuz Gölü'nde sona eren yaklaşık 343 km uzunluktaki su yolunun parçasıdır. 1974 yılında işletmeye açılan ana tahliye kanalı, o tarihten itibaren de kanala deşarj edilen Konya kenti endüstriyel ve evsel atık sularını Tuz Gölü'ne taşımaya başlamıştır. Şekil 4.1' de Ana Tahliye Kanalı'nın Tuz Gölüne döküldüğü Gölyazı mevkiinde ki görünümü verilmiştir.



Şekil 4.1. Gölyazı Mevkiinde Ana Tahliye Kanalı'nın Görünümü

Konya Kapalı Havzası içerisinde olup drenaj sularını veren sulamalar Konya Ovası Sulaması ve Cihanbeyli Göleti Sulaması'dır. Konya ovası

sulaması 75120 ha alan (400 hm³) ve Cihanbeyli Göleti ile 1210 ha alan (6 hm³) sulanmakta ve sulanmadan dönen sular drene edilerek ana tahliye kanalına verilmektedir. Tuz Gölü'nün güneydoğusunda bulunan Mamasın Barajı'nın mansabında yer alan Uluırmak sulaması ile 24140 ha alan (116 hm³) sulanmaktadır. Bu sulamanın drenaj suları doğrudan Tuz Gölü'ne verilmektedir. Ana Tahliye Kanalı vasıtasıyla Tuz Gölü'ne ortalama 54 hm³ su gitmektedir (Anonim, 1998).

Konya Şehri evsel ve endüstriyel atıksular ana tahliye kanalına deşarj edilmekte ve böylece Konya Şehri atıksuları Tuz Gölü'ne ulaşmaktadır. Havzada faaliyet gösteren başlıca endüstriyel sektörlerin gıda, kağıt ve kağıt ürünleri, çimento, seramik ve metal-makine işleri olduğu göz önüne alındığında kanaldaki organik ve inorganik kirliliğin sebebi anlaşılabilmektedir.

Konya İli'nde halen 2 adet Organizasyon Sanayi Bölgesi (OSB), 19 adet Küçük Sanayi Sitesi (KSS) mevcut olup, 6 adet OSB ve KSS'nin yapımı devam etmektedir. Mevcut Organize Sanayi Bölgesinden yalnız ikisinde Çevre Bakanlığı tarafından teşvik amacıyla fiziki arıtma tesisi kurulmuştur. Çeşitli sanayi tesislerinin bir arada bulunduğu bu bölgede münferit ön-arıtma tesisleri dahi kurulmamıştır. Bir OSB'nin ve küçük sanayi sitelerinin ortak arıtma tesisleri mevcut olmadığı gibi, bu bölgelerde bulunan sanayi tesislerinin münferit ön-arıtma tesisleri de yoktur. Bu bölgelerin atık suları da doğrudan veya dolaylı olarak Tuz Gölü'ne ulaşmaktadır.

Sanayi atıkları, kimyasal ve evsel atıklar, gübre ve zirai mücadele ilaçları ile, bu kirlenme devam eder ve tedbir alınmaz ise, aşağıda görüleceği şekilde kirleticiler Tuz Gölü'ne depo edilmiş olacaktır.

KIRLETİCİ MADDE	1992	2010
Deterjan	1.994 ton	5.542 ton
Yağ	90.000 ton	350.000 ton
Organik Madde	1.500 ton	5.000 ton
Nitrat	28 ton	92 ton
Sülfat	18.000 ton	60.000 ton
Cıva	276 ton	1.000 ton

Bu tabloya ilave olarak sanayi atıklarının da etkisi çerçevesinde kirlenici maddeler arasında kurşun, demir, çinko, arsenik ve bor gibi ağır metaller de bulunmuştur (Ayhan ve diğ., 1993).

4.2. Tarımsal Kirlilik

Tuz Gölü Havzasında mevcut 2.630.000 hektar tarım arazisinin sulanan kısmı 274.800 hektar olup , bu tarım sahasında yılda 217.400 ton azotlu, 197.260 ton fosforlu gübre ve 1105 ton pestisit zirai mücadele amacıyla kullanılmıştır. Bu ilaçların bir miktarı taban suyu ve yağışlarla tahliye kanalı aracılığı ile Tuz Gölü' ne ulaşmaktadır. Konya İlinde kullanılan zirai mücadele ilaçları ve gübre çeşitleri ile miktarları Tablo 4.1'de verilmiştir, (Anonim, 1998).

Ana Tahliye Kanalı boyunca, kanaldan kontrolsüz şekilde yapılan sulamalar, tarlaların ileride ıslahı mümkün olmayacak şekilde verimsiz ve çorak arazi olmasına neden olacaktır.

Gereğinden fazla gübre, hormon ve pestisit kullanımının yanı sıra kirlenmiş sularla yapılan sulama sonucunda Tuz Gölü ve havzası tarımsal kirlenmeye maruz kalmaktadır.

Tablo 4.1 Konya İli (11 ilçe) 1997 yılı, Kimyasal Gübre ve Zirai İlaç Kullanım Miktarı (Anonim, 1998).

İLÇE ADI	EKİLİ ALAN				Ekili Alan Toplamı	Kullanılan Gübre (t)
	Tarla	Sebze	Meyve	Bağ		
Cumra	98,305	4,000,743	388	1,000	104,436	14,600
Alören	18,414	108	668	360	19,550	1,100
Yalıhüyük	2,835	8	692	10	3,545	205
Bozkır	8,360	77	1,325	9,200	18,962	1,245
Ahırlı	6,082	-	707	1,000	7,789	428
Seydişehir	32,660	626	1,838	467	35,591	4,520
Karatay	122,975	1,294	1,235	60	125,564	35,700
Meram	54,680	3,946	2,935	1,300	62,861	24,300
Karapınar	98,496	354	279	340	99,342	19,610
Altınekin	64,885	19	98	22	65,024	45,000
Cihanbeyli	117,06	5	271	25	117,361	42,990
TOPLAM	624,725	11,180	10,436	13,684	660,025	189,698

Konya İli 1997 yılı Ekim Alanı Toplamı 1.657.082 (Ha)

Konya İli 1997 Yılı Kimyasal Gübre Kullanımı 330.000 (Ton)

Konya İli 1997 Yılı Zirai İlaç Kullanımı Toplamı 2.646.983 (Kg)

5. TUZ GÖLÜ GÖLYAZI MEVKİİNDEN ALINAN ÖRNEKLERDE YAPILAN DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Gölyazı mevkii Bölüm 4.1'de özellikleri tanımlanan Ana tahliye Kanalı'nın Tuz Gölü'ne boşaldığı kesim olması nedeni ile bölgede önemli bir özelliğe sahiptir. Tuz Gölü'ne dışardan gelen materyal önce bu alanda birikecek ve daha sonra göle doğru çeşitli etkilerle taşınacaktır. Bu Yüksek Lisans tezinin planlamasında anılan görüşten hareket edilmiştir. Uzun yıllardır Tuz Gölü'ne malzeme taşıyan kanalın Gölle birleştiği noktadan yatay ve düşey doğrultularda numune derlenerek özellikle ağır metallerin tespitine yönelik deneysel çalışmalar yapılmıştır.

5.1. Numune Alım Yöntemi

Numuneler Tuz Gölüne dökülen Ana Tahliye Kanalı'nın son noktası olan Gölyazı mevkisinde alınmıştır. Numunelerin ağır metal değişimini temsil etmesi açısından Ana tahliye kanalı doğrultusunda göl kıyısına dik iki kesit doğrultusu planlanmıştır. Birinci doğrultu ana tahliye kanalına yaklaşık 500 m. mesafede ve yaklaşık 1.5 km uzunluğunda 5 tane numune alım noktasından oluşmaktadır. İkinci kesit doğrultusu ise gölden sazlığa doğru ana tahliye kanalının bitişiğinde 5 tane numune çukurundan ibarettir. Her noktada, gözlem çukurları açılarak (16-79 cm arasında) derine doğru tuz, sediman ve su numunesi alınmıştır. Ayrıca gölün batısında göle giriş yapan İnsu ve güneyindeki Melendiz deresinden, sediman örnekleri toplanmıştır.

Su numuneleri, 250 ve 100 cc'lik hacimli koyu renkli cam şişelere alınmıştır. Steril olan bu şişeler, numuneler alınırken ilk kez kullanılmışlardır. Katı numuneler, su içerikleri kaybolmaması amacı ile plastik torba ile

muhafaza edilmiştir. Şişeler ve plastik torbalar üzerine istasyon isimleri, numunenin hangi şartlarda alındığı, alınma tarihi, zamanı ve uygulanan ön işlemlerin şekli yazılmıştır. Numuneler Atomik Absorbsiyon Spektrometre, X-Ray Difraktometre, X-Ray Floresans tayinleri yapmak amacıyla derlenmiştir.

5.2. Numune Hazırlanması ve Analiz Teknikleri

Gölyazı Mevkiinden derlenen sıvı ve katı özellikteki numuneler öncelikle X Ray Difraktometre, X Ray Floresan ve Atomik Absorbsiyon Spektrometre cihazlarında ölçülmüş ve uygun şekillerde sınıflandırılmışlardır.

X Ray Difraktometre analizine tabii tutulacak tuz örnekleri 24 saat 110 °C etüvde bekletilmiş, suyunu kaybeden örnekler seramik havanlarda pudra kıvamına kadar öğütülmüştür. Toz halindeki örnekler pellet haline getirilerek Ricagu marka X-Ray Difraktometre cihaz ile mineralojik tayinleri yapılmıştır. Mineralojik analizler; Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik Fakültesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

XRF tayinlerinde yine örnekler mineralojik tayinlerde olduğu gibi etüvde kurutulmuş toz haline getirilen örnekler ya preslerle sıkıştırılarak, ya da eritiş yapılarak oksit cinsinden bileşenlerinin tayini için analize hazırlanmıştır. XRF analizleri Türk Standartları Enstitüsü (TSE) Çayırova Kampüsü Kimya Bölümü Laboratuvarlarında yapılmıştır.

Atomik Absorbsiyon Spektrometre cihazı ile özellikle su, sediment, tuz örneklerinde çok düşük değerdeki metallerin ölçümleri hedeflenmiştir. Atomik absorbsiyonla ölçümlerin sıvı örneklerle yapılması gerektiğinden tuz ve sediman örnekleri çözeltiye geçirilmiştir. Bu işlem sırasında:

Su içerikleri giderilen katı numuneler, havanlarla dövülerek toz haline getirilmiş ve toz halindeki örneklerden 0,50 gr alınarak beherlere konulmuş, her birine 10 ml HNO₃ (Nitrik Asit) ilave edilmiştir. Reaksiyon bitinceye kadar bekledikten sonra kalan çözünmeyen maddelerin çözümleri için 75-100°C sıcaklıklara ayarlanmış Hot Platade ısıtılmıştır. Çözülmüş olan numuneler 100ml'lik balon jojeye alınarak saf su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır.

Özellikle sediman ve tuzlu sediman örneklerde hala çözülmemiş maddeler için 10 ml HCl (Hidroklorik Asit) eklenmiş ve Hot Plate'de ısıtılmıştır. Bu yöntemle de numunelerde çözünmeyen madde kaldığında, örnekler filtre edilerek çözünmeyen maddeler tespit edilmiştir. Daha sonra numuneler 100 ml'lik balon jöjelere alınarak saf su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır.

Su numuneleri de filtre kağıdından süzülerek içinde bulunabilecek katı maddeler tutulmuştur. Üzerine bir iki damla nitrik asit eklenerek saklanmıştır ve doğrudan analizleri yapılmıştır. Atomik Absorbsiyon Spektrometre analizleri Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Enstrümental Analiz Laboratuvarlarında, Perkin Elmer Sima 6000 model Grafit Fırınlı Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre cihazı ile yapılmıştır.

Su, tuz ve sediman örneklerde Cu, Ni, Co, Cd, Pb, Al, Mn, Fe, Cr, Se tayinleri grafit fırın tekniği ile As ve Hg tayinleri için A.A.S Hidrür sistem analiz yöntemi uygulanmıştır.

A.A.S. cihazı ile gerçekleştirilen ölçüm sonuçları, elementin ortamdaki bolluğuna göre $\mu\text{g/l}$ ve mg/l cinsinden bulunmuştur ve çözelti hacmi ile numune ağırlıkları kullanılarak aşağıdaki formüle uygulanmış ve numunelerdeki element miktarları mg/kg cinsinden hesaplanmıştır.

$$K = \frac{\text{Analiz Sonucu } (\mu\text{g/l}) \times V(l)}{m(g)} \quad (5.1)$$

K= Element Konsantrasyonu (mg/kg)

V= Çözelti Hacmi (l) = 0.1 l

m= Kullanılan Numune Ağırlığı (g) = 0,5 g

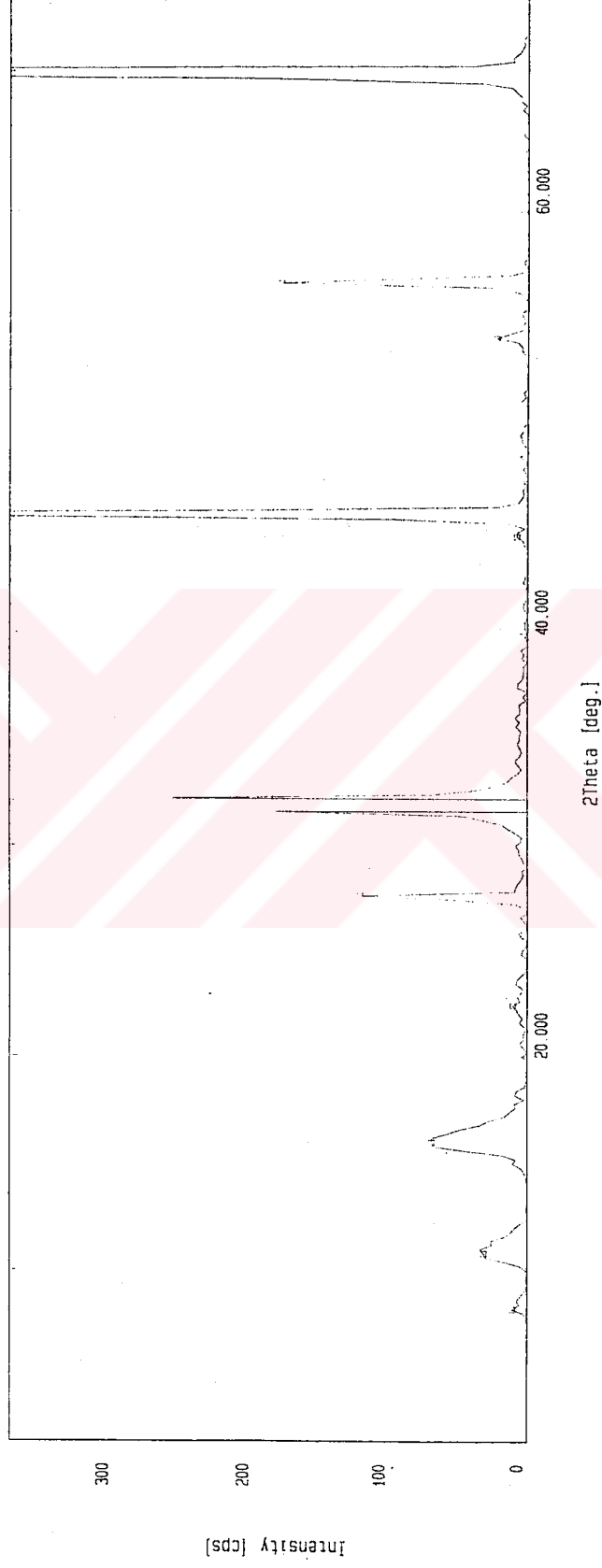
5.3. Mineralojik Tayinler

Tuz Gölü'nden ve kanalın boşaldığı Gölyazı mevkiinden alınan tuz numuneler XRD cihazında analizleri sonrasında, genellikle Halit (NaCl) mineralinin yaygın olduğu ve numunelerde Jips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Anhidrit (CaSO_4), CaCl_2 (Hydrophillite) ve $\text{CaSO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (Hannebachite) minerallerinin de bulunduğu belirlenmiştir. Şekil 5.1'de GY-10 nolu tuz numunesinin XRD analiz sonucu verilmiştir. Tuz Gölü ve Gölyazı Mevki özellikle tuz mineralleri açısından çok zengin değildir. Sınırlı bir evaporitik parajeneze sahiptir.

Tuz Gölü'nde bulunan mineraller Bölüm 2.4'deki "Tuz Gölü'nün Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri" bölümünde verilmiştir. Tuz Gölü'nün mineral parajenezi tamamen evaporitik bir ortamı temsil etmektedir.

Qualitative analysis (Verification)

Sample : TUZ File : TUZ.1133 Comment : GYTE
Date : 02-Sep-99 00:45 Operator : RINT
Memo : SALIM ONCEL



Card No. Chemical formula
05-0628 Na Cl
38-0631 Ca S O3 .4 H2 O

Mineral name
Halite, syn
Calcium Sulfite Hydrate

Q
X
C

Şekil 5.1. Gy 10 nolu tuz numunesinin X Ray Difraktogramı ve Mineral deşifresi

5.4. Jeokimyasal Çalışmalar

Gölyazı Mevkiinde yapılan jeokimyasal çalışmalar iki başlık altında toplanmıştır. Bunlar tuz ve sediman örneklerinin % yüzde cinsinden değerlerinin belirlendiği ana bileşenler (Bölüm 5.4.1) ve kesitlerden elde edilen tuz, sediman ve su örneklerinin ağır metal bileşimlerinin incelendiği ağır metaller (Bölüm 5.4.2) bölümüdür.

5.4.1. Ana Bileşenler

Gölyazı mevkiinden alınan kil ve tuz numunelerinin major bileşenlerinin belirlenmesi için XRF ile yapılan analizler sonucunda aşağıdaki kimyasal bileşimler elde edilmiştir.

Bileşenler	Kil (ortalama %)
CaO	36
SiO ₂	22
MgO	15
Cl	13
Al ₂ O ₃	5.6
Fe ₂ O ₃	3.2
SO ₃	2.6
SrO	0.39
TiO ₂	0.33
P ₂ O ₅	0.30
ZrO ₂	0,082
MnO	0,061
CuO	0,035
Cr ₂ O ₃	0,028
Br	0,023
Toplam	98,856

Bileşenler	Tuz (ortalama %)
Na ₂ O	55
Cl	40
MgO	2,7
SO ₃	1,3
CaO	0,36
SiO ₂	0,21
K ₂ O	0,20
Al ₂ O ₃	0,067
CuO	0,014
Fe ₂ O ₃	0,014
ZrO ₂	Eser
Br	Eser
Toplam	99,865

Yukarıdaki değerlerden de görülebileceği Gölyazı mevkiinde gerek tuzlarda gerekse de kil örneklerinde ciddi kimyasal farklılıklar izlenmektedir. Bu farklılık evaporitik ortamlar için karakteristik bir özelliktir. Tuz örneğindeki yüksek miktarda bulunan sodyum elementinin, killerde bulunmamasının başlıca sebebi evaporasyon prosesi boyunca sözkonusu elementin tüketilmesi ile alakalıdır. Yine klor tuzlarda % 40 mertebelerinde iken, killerde

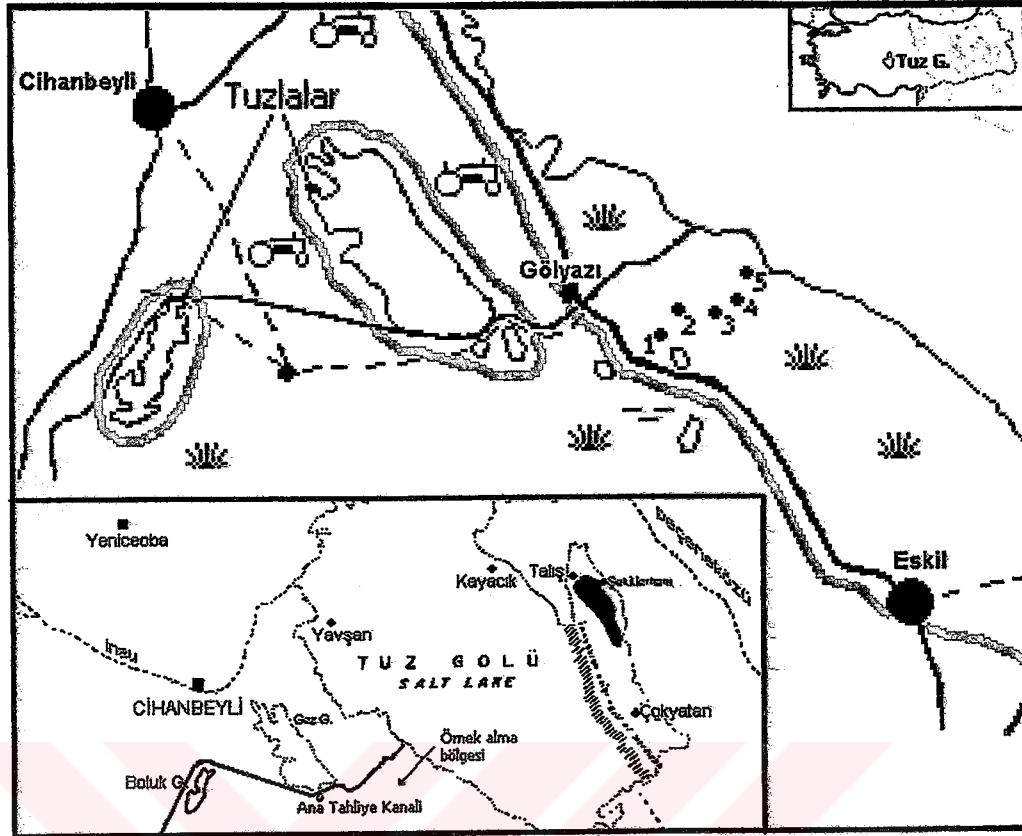
% 13'lere düşmesi tuz oluşumu esnasında büyük miktarlarda harcanması ile ilgilidir. Ortamda sınırlı şekilde bulunan Potasyum ise killerde hiç bulunmazken tuzlarda silvin (KCl) olarak düşük miktarlarda yer almaktadır. Tuzlarda bulunmayan, killerde yer alan bir takım elementlerin davranışı ise tamamen evaporotik ortamdaki elementlerin kararlılığıyla tanımlana bilmektedir.

5.4.2.Ağır Metaller

Gölyazı Mevkiinden iki kesit doğrultusunda açılan 10 numune çukurundan derlenen 39 numune ayrıca İnsuyu ve Melendiz Dere'lerinden alınan 2 sediman numunesinin yapılan analiz sonuçlarına göre, her bir numune alma noktasının düşey ayrıca diğer numune noktaları ile yatay yönde ağır metal değişimleri değerlendirilmiştir. Numune alınan her bir nokta için analiz sonuçları ayrı ayrı tablolara işlenmiş ve her bir parametre için grafikler oluşturulmuştur. Daha sonra ağır metal konsantrasyonlarının bir biri ile etkileşimleri değerlendirilmiştir.

5.4.3.Ağır Metallerin Derinliğe Göre Değişimi

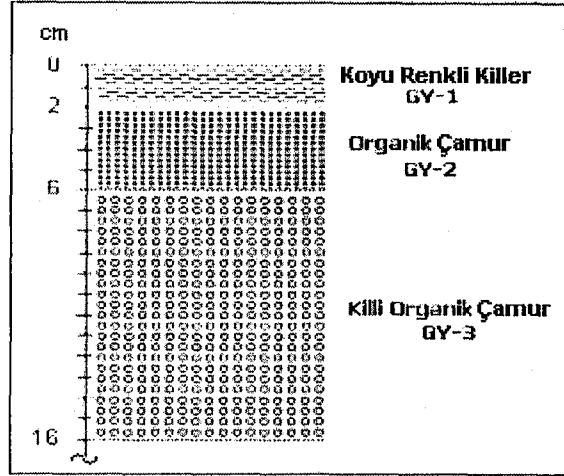
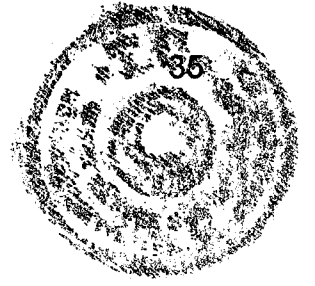
İlk kesit doğrultusu Ana tahliye kanalına yaklaşık 500 m kadar mesafede ve kanala paralel olup, göl kıyısına dik konumdadır. Birinci kesit doğrultusunun ilk numune alma noktası göl kıyısına yaklaşık 1 km mesafededir (Şekil 5.2). İlk Numune alma noktasında tuz oluşumu söz konusu değildir. Bu alanda organik madde ve kil ağırlıklı bir oluşum gözlenmektedir. Açılan gözlem çukuru 16 cm derinliktedir ve bu mesafede 3 farklı seviye tespit edilmiştir. Şekil 5.3'te İlk numune alınan bölgenin yüzeyden genel görünümü, Şekil 5.4'te ise numune alma noktasının düşey yöndeki kesiti verilmiştir.



Şekil 5.2. Birinci Kesit Doğrultusunun Ana Tahliye Kanalı ve göl kıyısına göre konumu



Şekil 5.3. İlk Numunenin Alındığı Bölgenin Yüzeyden Genel Görünümü



Şekil 5.4. Birinci Hat 1.Gözlem Çukurunun Düşey Kesiti

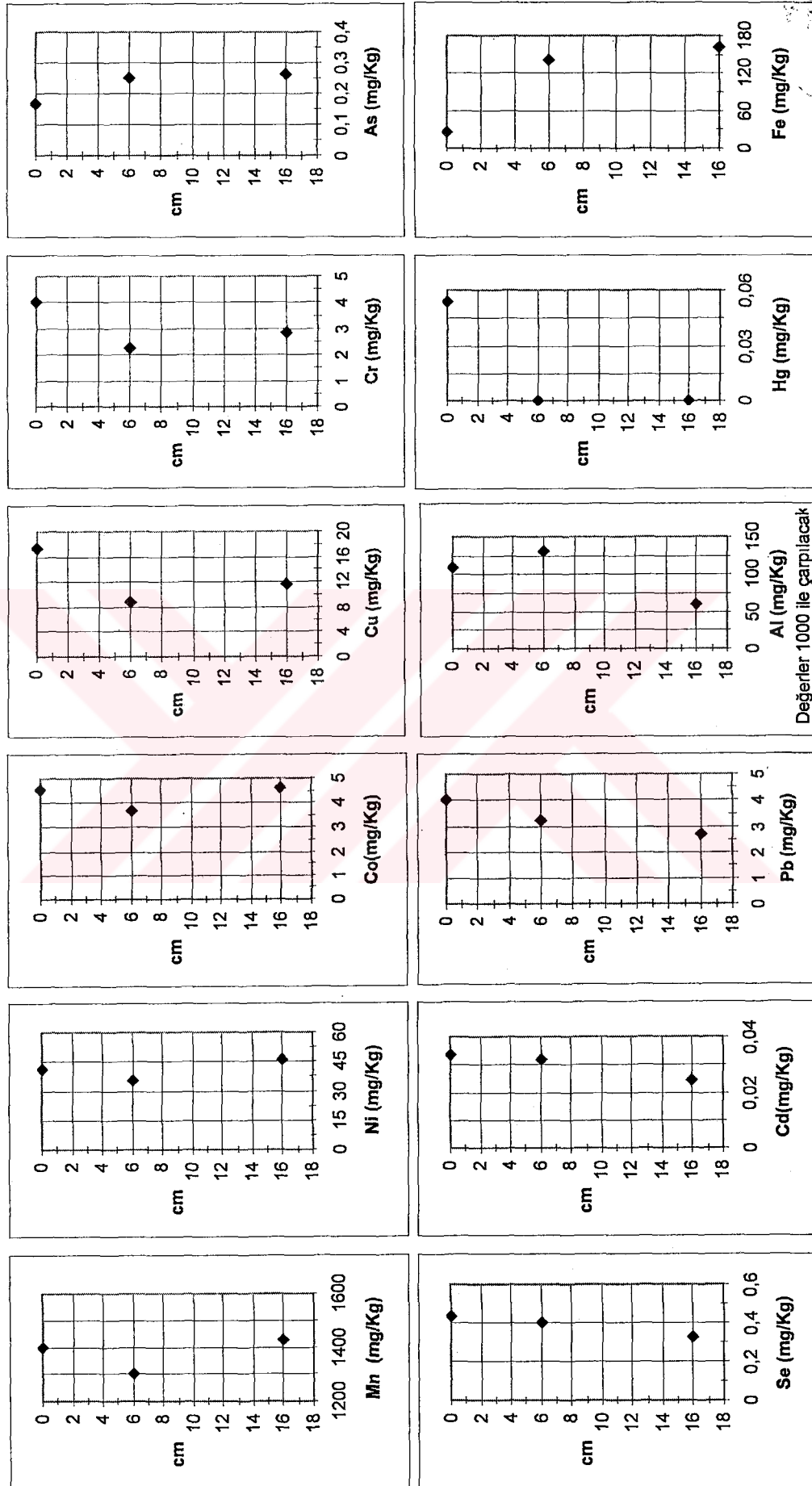
Ağır metal tespit çalışmasında, 1. Numune alma çukurunun derinliğe göre ağır metal konsantrasyonlarının Tablo 5.1'de gösterilmiştir. Ağır metallerin derinliklere göre değişim grafikleri Şekil 5.5'de verilmiştir.

Tablo 5.1. Birinci Hat 1 nolu Gözlem Çukuru Analiz Sonuçları

Element (mg/Kg)	Derinlik		
	0 cm	6 cm	16 cm
Cu	17,41	8,70	11,62
Ni	41,46	35,37	45,63
Co	4,57	3,70	4,63
Cd	0,03	0,03	0,025
Pb	4,01	3,24	2,71
Se	0,43	0,40	0,33
Al	10898,39	13044,21	6031,29
Mn	1394,23	1301,12	1426,65
Hg	0,05	0	0
Fe	25,65	141,79	162,58
As	0,17	0,25	0,26
Cr	4,02	2,25	2,85

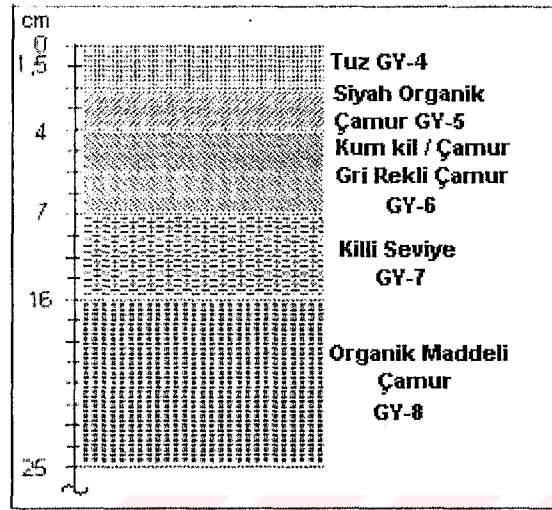
Birinci Hat 1. Örnek Çukurundan alınan numunelerde Mn, Ni, Co, Cu, Cr, As, Se, Cd, Pb, Al, Hg ve Fe analizleri yapılmıştır.

Örnek Çukurundan alınan numunelerde, Mn, Ni, Co, Cu ve Cr kendi aralarında benzer davranışları göstermekte, en alttaki ve en üstteki tabakalarda bir birlerine yakın değerlerdedirler. Bu birikme sebebi sedimanlar içinde bulunan büyük miktardaki kil minerallerinin bu elementleri bünyesinde tutmasıdır. Hg miktarı, sadece birinci seviyedeki koyumsu kilde 0.05 mg/kg bulunmuştur, diğer seviyelerde bulunamamıştır. Bu katmanda gözlenmesinin nedeni büyük bir ihtimalle sellenmeden dolayıdır. Pb konsantrasyonu, numunelerde 3-4 mg/kg arasında değişmekte olup, derine doğru inildikçe azalma göstermektedir. Fe konsantrasyonu, üçüncü killi organik seviyede 163 mg/kg, ikinci organik seviyede 142 mg/kg iken en üstteki koyumsu killerde azalma göstererek, 26 mg/kg bulunması Fe'nin bu katmanda sellenme ve sürekli havalanma şartlarında gerçekleşen reaksiyonlara tamamen açık olmasına dayandırılabilir. Al miktarı 6031-13044 mg/Kg arasında değişmekte olup, ikinci seviyede en yüksek değere ulaşmaktadır. Bu sonuç Al'nin bu kuyuda organik madde içerisinde tepkimeye girmeyerek, çökerek birikmesi ile açıklanabilir. Se, Cd ve As konsantrasyonları, katmanlar arasında çok büyük değişiklik göstermemektedir.



Şekil 5.5. 1. Hat 1. Gözlem Çukurunun Ağır Metal-Derinlik Analiz Grafikleri

Birinci kesit doğrultusunun ikinci numune alma noktası, ilk numune noktasının 200 metre kuzey batısındadır. Burada yaklaşık 1,5 cm tuz oluşumu söz konusudur (Şekil 5.6). Yine bu alanda tuzun hemen altında organik madde ve kil ağırlıklı bir oluşum gözlenmektedir.



Şekil 5.6. Birinci Hat 2. Gözlem Çukurunun Düşey Kesiti

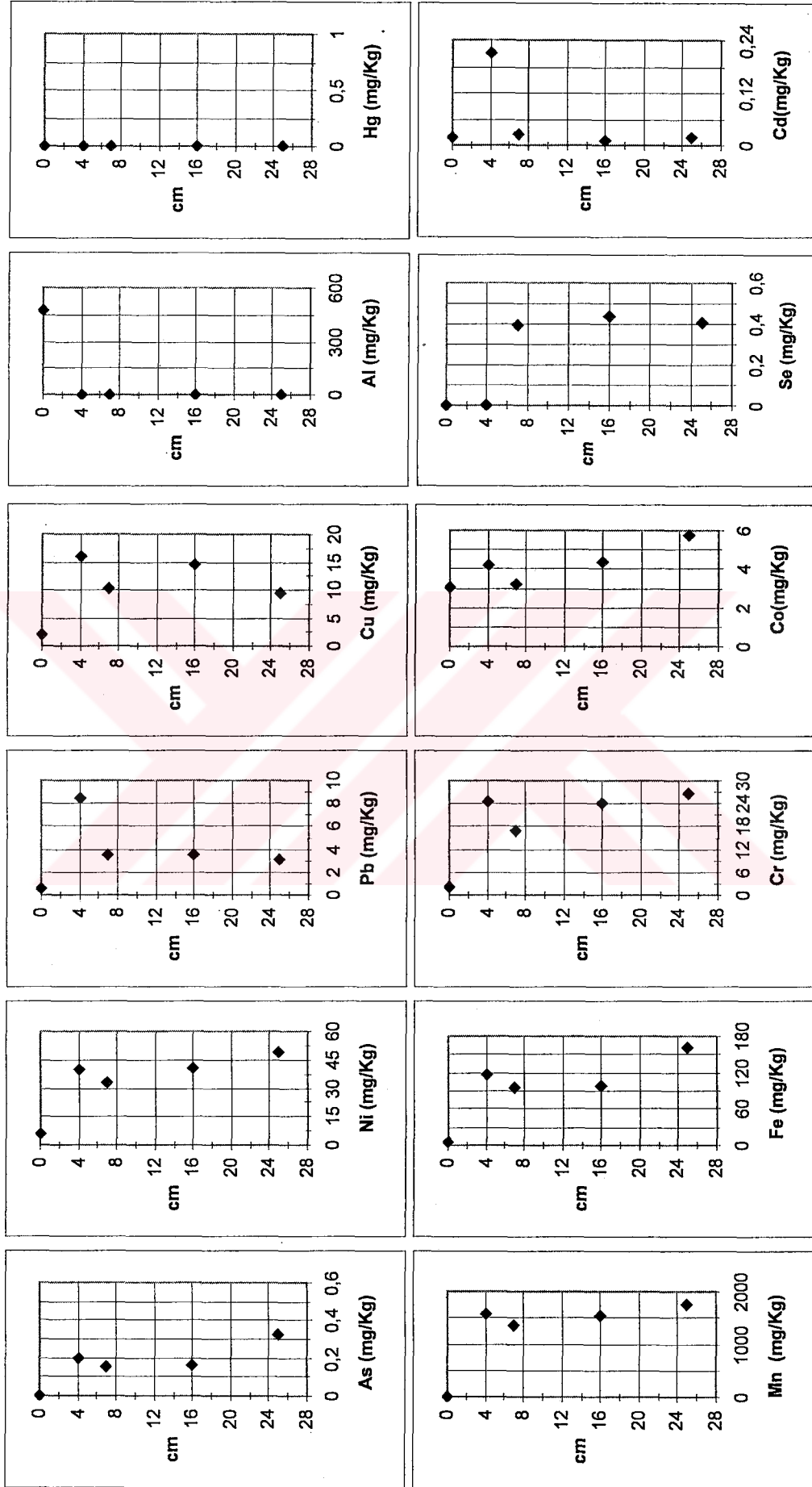
Ağır metal tespit çalışmasında, 2. Numune alma çukurunun derinliğe göre ağır metal konsantrasyonlarının miktarı Tablo 5.2.'de, ağır metallerin derinliklere göre değişimleri ise Şekil 5.7.'de verilmiştir.

Tablo 5.2. Birinci Hat 2. Gözlem Çukuru Analiz Sonuçları

Element (mg/Kg)	Derinlik				
	0 cm	4 cm	7 cm	16 cm	25 cm
Cu	2,00	16,05	10,31	14,59	9,55
Ni	5,74	39,65	32,81	40,95	48,60
Co	3,01	4,21	3,18	4,39	5,75
Cd	0,02	0,21	0,025	0,0098	0,018
Pb	0,51	8,52	3,50	3,54	3,06
Se	0	0	0,40	0,44	0,41
Al	47652,16	12,00	9,34	6,62	17,36
Mn	4,986518	1576,03	1354,11	1552,40	1769,12
Hg	0	0	0	0	0
Fe	6,14	115,33	96,27	99,00	161,51
As	0,0026	0,20	0,15	0,17	0,33
Cr	1,96	24,48	17,00	24,21	26,74

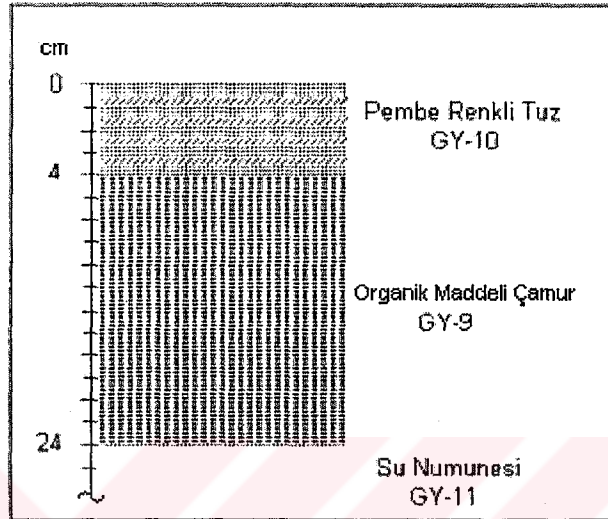
Birinci Hat 2. Örnek Çukurundan alınan numunelerde Mn, Ni, Co, Cu, Cr, As, Se, Cd, Pb, Al, Hg ve Fe analizleri yapılmıştır.

Birinci Hat 2. Numune alma noktasındaki analiz sonuçları incelendiğinde; As, Ni, Pb ve Cu konsantrasyonlarının aralarında benzer bir değişim gösterdiği görülmektedir. En üst katman olan tuz seviyesinde bu elementlerin konsantrasyonları yok denecek kadar az iken siyah organik maddeli çamurda fazla görülmüştür. Bu yoğunluğun sebebi mevsimsel etkiler ile elementlerin tuz katmanından süzülerek tabanı oluşturan organik çamur içerisinde çökmesi ile açıklanabilir. Bu dört metal diğer katmanlarda yaklaşık eşit miktarlarda bulunmuştur. Mn, Fe, Cr ve Co; As, Ni, Pb ve Cu ile benzer korelasyon göstermekle beraber en alt katman olan organik maddeli çamurda diğerlerine nazaran daha yüksek seviyededir. Bu farklılık bir önceki sellenmenin bu elementleri daha fazla taşıyor olması ve burada çökmesine dayandırılı bilinir. Se 1. ve 2. seviyelerde bulunmazken diğer seviyelerde aynı miktarda kalmıştır. Al miktarı tuz kabuğunda çok yüksek konsantrasyonda ve derine doğru inildikçe azalma göstermiştir, 7 ile 17 mg/Kg arasında değişmektedir. Tuzda yoğun olmasının tuz çökelişi sırasında tuz kristalleri arasında çökme derecesinin yüksek olmasından kaynaklanabilir. Numunelerde Hg bulunmamıştır.



Şekil 5.7. 1. Hat 2. Örnek Çukuru Ağır Metal-Derinlik Analiz Grafikleri

Birinci kesit doğrultusunun üçüncü numune alma noktası, yine birinci numune alma noktasından 400 metre uzakta ve kuzey doğusunda bulunmaktadır. Burada tuz kalınlığında artış gözlenmekte yaklaşık 4 cm'ye ulaşan tuz pembe renktedir (Şekil 5.8). Hemen altında 20 cm'yi bulan organik madde bulunmaktadır.



Şekil 5.8. Birinci Hat 3. Gözlem Çukurunun Düşey Kesiti

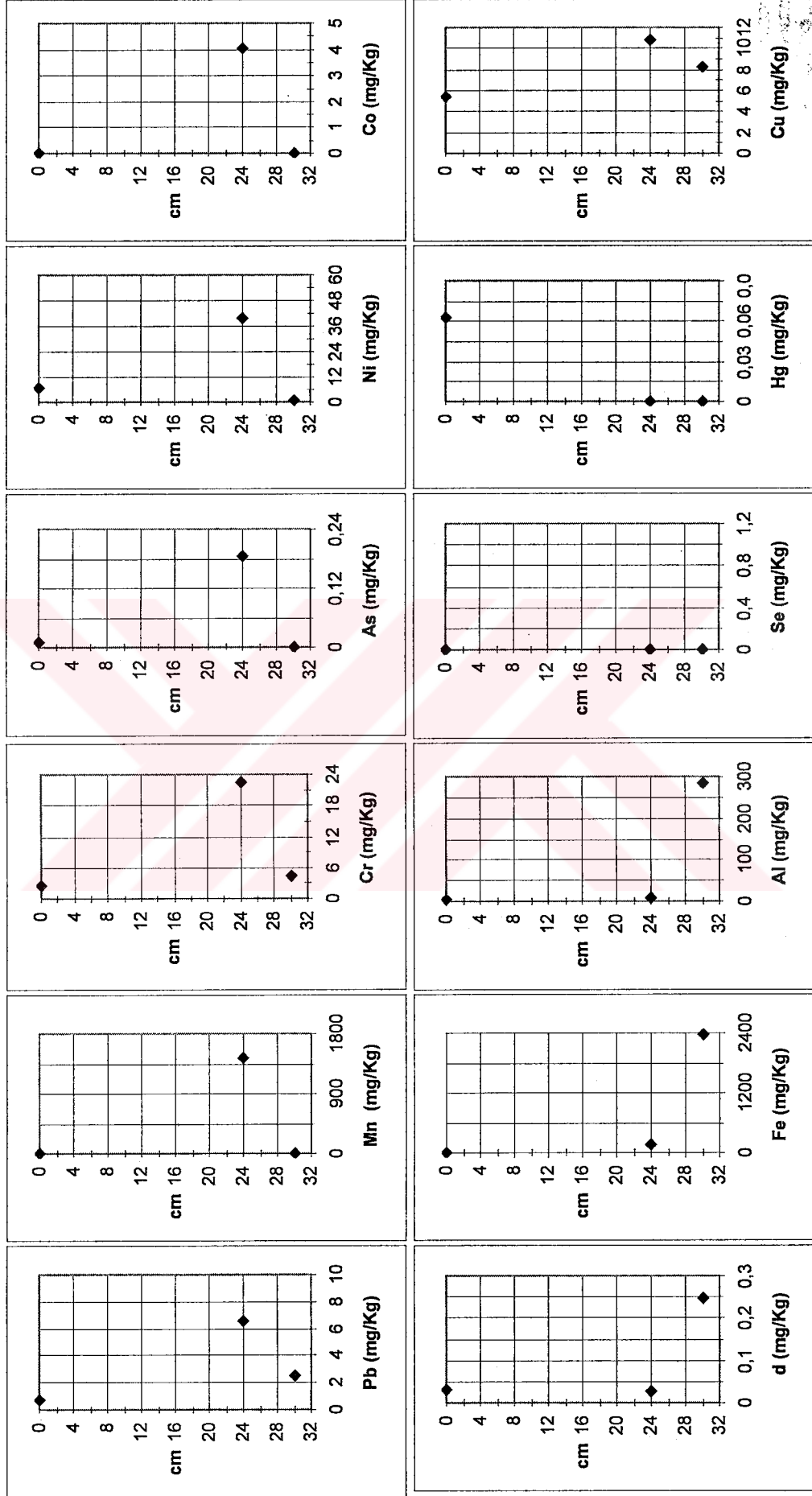
Üçüncü Numune alma çukurunun derinliğe göre ağır metal konsantrasyonlarının miktarı Tablo 5.3'de, ağır metallerin derinliklere göre değişimleri ise Şekil 5.9.'de verilmiştir.

Tablo 5.3. Birinci Hat 3. Gözlem Çukuru Analiz Sonuçları

Elementler (mg/Kg)	Derinlik		
	0 cm	24 cm	Su
Cu	5,36	10,75	8,29
Ni	6,47	39,57	0,46
Co	0	4,05	0
Cd	0,029	0,026	0,25
Pb	0,73	6,59	2,52
Se	0	0	Ölçülmedi
Al	3,62	9,52	284,57
Mn	2,51	1438,56	Ölçülmedi
Hg	0,063	0	0,000523
Fe	13,23	167,13	2355,23
As	0,0087	0,19	Ölçülmedi
Cr	2,58	22,39	4,38

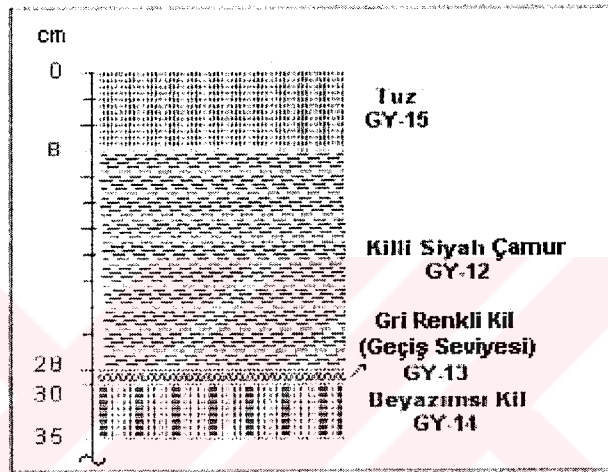
Birinci Hat 3. Örnek Çukurundan alınan numunelerde Mn, Ni, Co, Cu, Cr, As, Se, Cd, Pb, Al, Hg ve Fe analizleri yapılmıştır.

Bu noktada yapılan analizlerin sonucunda Pb, Mn, Cr, As ve Ni aralarında benzer özellikler göstermekte, birinci seviyedeki pembe renkli tuzda çok az konsantrasyonlarda bulunurken, ortadaki organik seviyede artış mevsimsel olarak tuzun çözünüp çökmesi sırasında tabanda yani organik maddeli çamurda birikmesidir. Co miktarı tuz ve su numunesinde bulunmamıştır. Organik maddeli çamurda 4,04 mg/Kg bulunup burada birikmiştir. Fe, Al ve Cd davranışlarında benzerlik göze çarpmaktadır. Fe, Al ve Cd konsantrasyonu su numunesinde yüksek diğer seviyelerde 13-167 mg/kg, Al 4-10 mg/kg ve Cd 0,02-0,03 mg//Kg arasında bulunmuştur. Bu metaller suda çözülerek göl suyundaki konsantrasyonlarının yükselmesine neden olmuştur. Cu miktarı, 5-11 mg/kg arasında değişmekte olup organik seviyede daha fazla bulunmuştur. Hg konsantrasyonu en üsteki seviyedeki tuzda 0.1 mg/kg, en alttaki seviyede 0.001 mg/kg bulunmuştur. Cu ve Hg metalleri diğer metallere nazaran tuz kristallerinde çökme derecesi daha yüksek olduğu ifade edilebilir. Se numunelerde tespit edilememiştir.



Şekil 5.9. 1.Hat 3. Örnek Çukuru Ağır Metal-Derinlik Analiz Grafikleri

Birinci kesit doğrultusunun dördüncü numune alma noktası, üçüncü gözlem çukurunun kuzeyinde ve üçüncü gözlem çukuruna 200 metre mesafededir. Yaklaşık olarak göl kıyısına 400 metre mesafededir. Buradaki gözlem çukuru derinliği 35 cm'ye yakın olup kil ağırlıklı bir oluşum söz konusudur. Bu alanda 8 cm kalınlığında tuz tabakası hemen altında 20 cm killi siyah kısım bunu takiben 2 cm'ye yakın geçişli kirli kısım ve en altta da 5 cm'lik beyaz kil bulunmaktadır (Şekil 5.10). Şekil 5.11'de dördüncü numune çukurunun farklı birimlerinin gözlemlendiği fotoğraf sunulmuştur.



Şekil 5.10. Birinci Hat 4.Gözlem Çukurunun Düşey Kesiti

Ağır metal tespit çalışmasında, 4. Numune alma çukurunun derinliğe göre ağır metal konsantrasyonlarının miktarı Tablo 5.4'de, ağır metallerin derinliklere göre değişimleri ise Şekil 5.12'da verilmiştir.

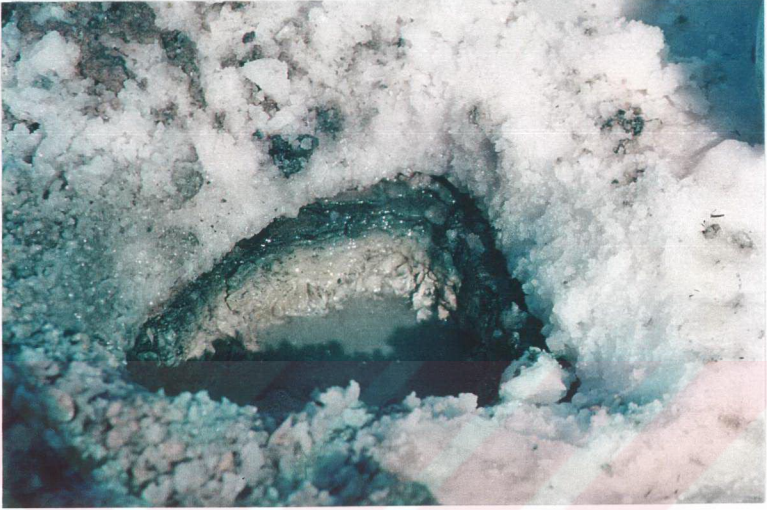
Birinci Hat 4. Örnek Çukurundan alınan numunelerde Mn, Ni, Co, Cu, Cr, As, Se, Cd, Pb, Al, Hg ve Fe analizleri yapılmıştır.

Bu noktada yapılan analizler sonucunda; Al, Pb ve Cu konsantrasyonları arasında aynı karakteristikler gözlenmektedir. Bu ağır metaller en üste bulunan tuz seviyesinde çok az iken diğer numunelerde artış göstererek bir birbirlerine yakın değerlerde seyretmektedir. Cr ve Cu arasında iyi bir korelasyon ilişkisi görülmektedir. Co miktarı en üstteki tuz tabakasında bulunamazken, killi seviyede 3 mg/kg değeri saptanmıştır. Cr

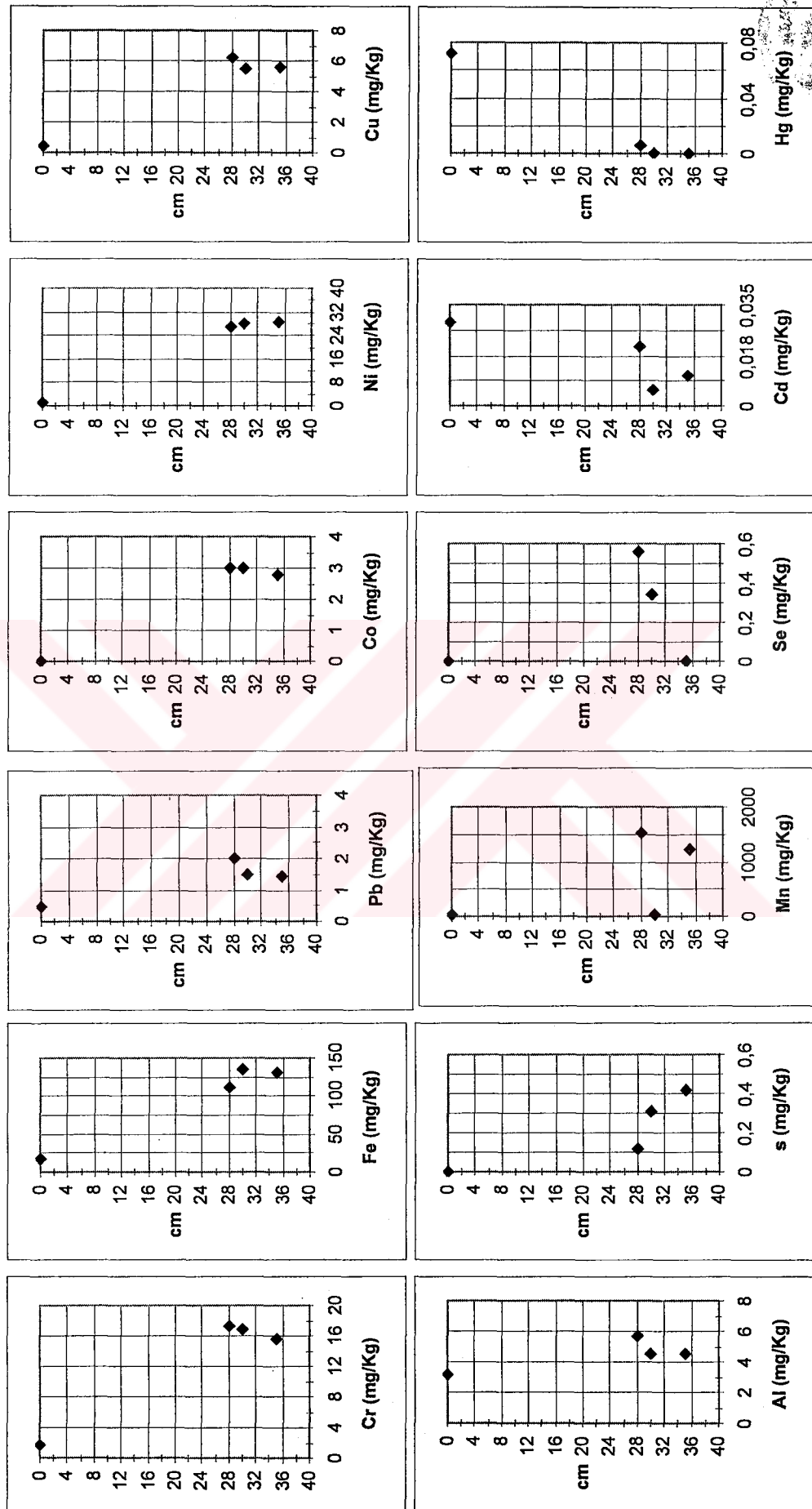
elementi tuz numunesinde 2 mg/kg iken diğer seviyelerde 17 mg/kg olup, artış göstermektedir. Fe konsantrasyonu en alttaki killi seviyelerde 112 ile 135 mg/kg arasında değişmektedir, fakat en üstteki tuz seviyesinde 17,4 mg/kg değerine düşmektedir. Mn miktarı, ilk seviyede düşük olmasına karşın hemen bir alt katmanda bulunan killi siyah seviyede çok büyük konsantrasyonlara ulaşmaktadır. As elementi derine inildikçe lineer bir artış göstermektedir. Se miktarı en alt ve en üst seviyelerde bulunmazken ara katmanlarda 0,3-0,5 mg/kg seviyesinde seyretmektedir. Cd konsantrasyonu ise aşağıya inildikçe azalmaktadır. Hg konsantrasyonu son iki katmanda hiç bulunmazken diğer katmanlarda çok düşük seviyededir. Genel olarak bakıldığında Co, Ni, Cu, As, Mn ve Se ağır metal konsantrasyonları birinci katman olan tuz kabukta çok az veya yok denecek kadar azdır. Bu durum tuz kabuğunun kimyasal reaksiyonlarla yani bileşik oluşturma ve çökeltme derecesi düşük olması sonucudur denilebilir. Killi katmanlarda ağır metal miktarlarında artış bulunmaktadır. Kimyasal reaksiyonların fazla olmaması ve sedimantasyona uğraması sebep olabilir. Fakat Hg konsantrasyonu tuzda çökelmiştir.

Tablo 5.4. Birinci Hat 4. Gözlem Çukuru Analiz Sonuçları

Elementler (mg/kg)	Derinlik			
	0	28	30	35
Cu	0,43	6,20	5,46	5,57
Ni	1,16	26,71	28,10	28,50
Co	0	3,02	2,98	2,80
Cd	0,029	0,020576	0,00581	0,010589
Pb	0,49	2,00	1,46	1,43
Se	0	0,56	0,34	0
Al	3,15	5,73	4,49	4,50
Mn	15,65	1531,89	38,64	1226,79
Hg	0,072	0,005683	0	0
Fe	17,43	111,51	135,15	130,16
As	0	0,11	0,31	0,41
Cr	1,76	17,21	16,82	15,60

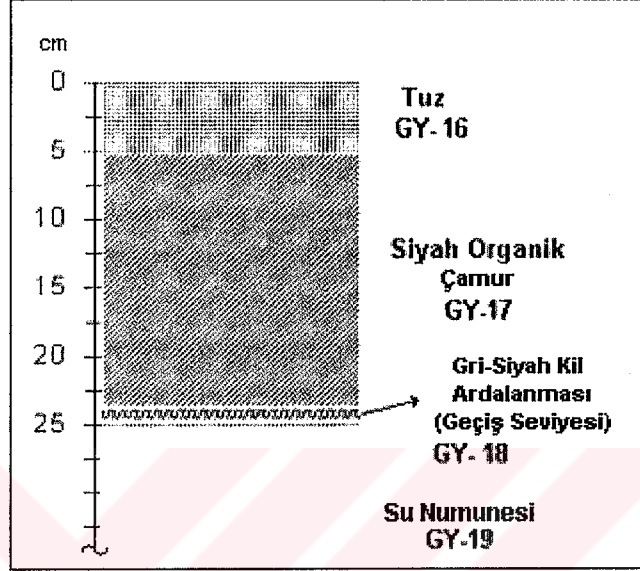


**Şekil 5.11. Birinci kesit doğrultusunda 4. gözlem çukurunun görünümü
(Tuz seviyesinde kalınlık 8 cm.dir).**



Şekil 5.12. 1. Hat 4. Örnek Çukuru Ağır Metal-Derinlik Analiz Grafikleri

Beşinci gözlem çukuru birinci hat boyunun son numune alma noktasıdır. Göl kıyısına yaklaşık 200 metre mesafede ve ana tahliye kanalına paralel ve aralarında 500 metre bulunmaktadır. Gözlem çukuru yaklaşık 35 cm'dir. Tuz kalınlığı 5 santimetredir (Şekil 5.13). 20 cm' yakın siyah organik madde görülmektedir. Bu çukurdan su örneği alınmıştır.



Şekil 5.13. Birinci Hat 5. Gözlem Çukurunun Düşey Kesiti

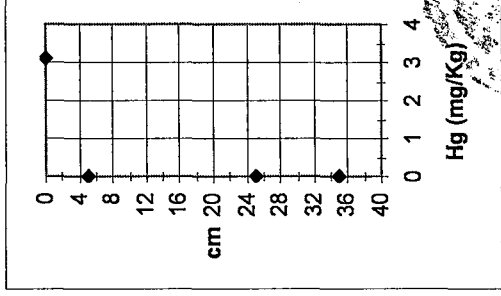
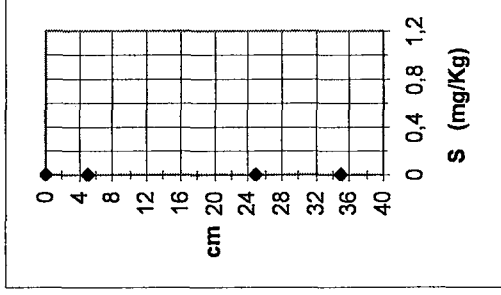
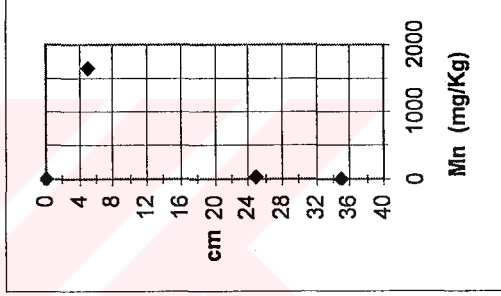
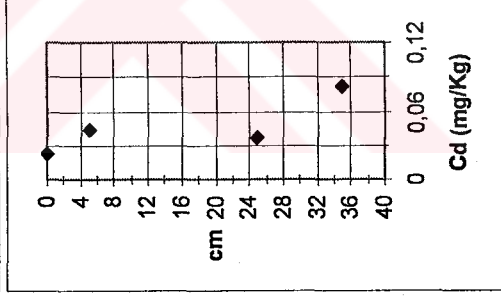
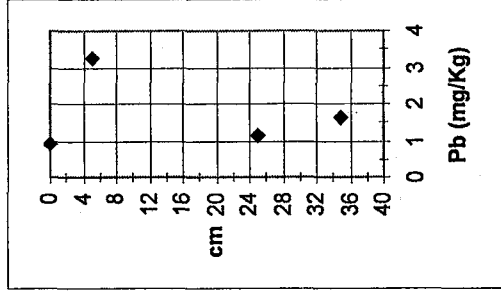
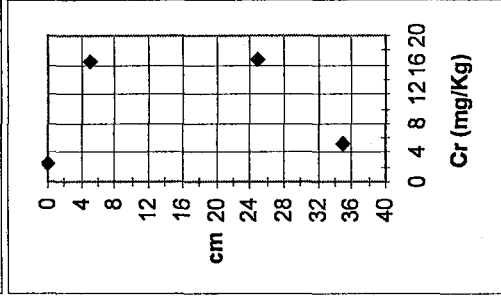
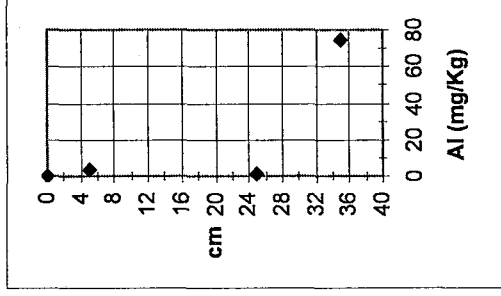
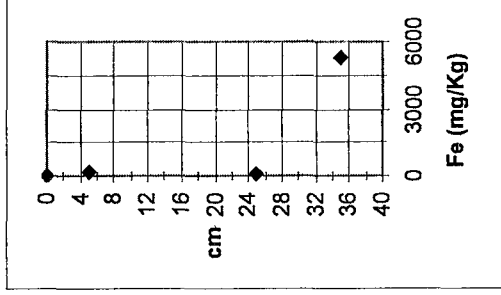
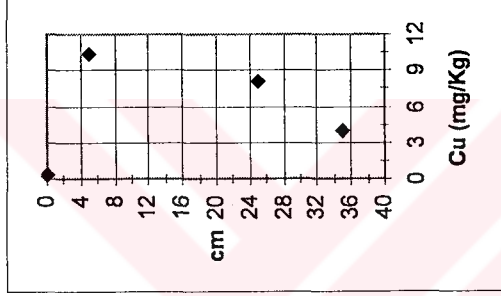
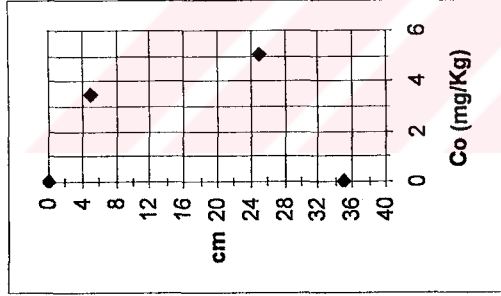
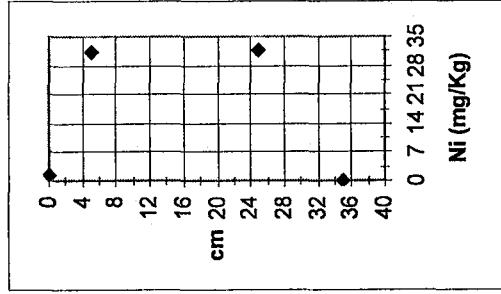
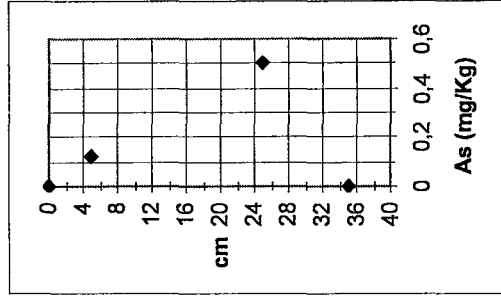
Beşinci Numune alma çukurunun derinliğe göre ağır metal konsantrasyonlarının miktarı Tablo 5.5'de, ağır metallerin derinliklere göre değişimleri ise Şekil 5.14.'de verilmiştir.

Tablo 5.5. Birinci Hat 5. Gözlem Çukuru Analiz Sonuçları

Elementler (mg/Kg)	Derinlik			
	0 cm	5 cm	25 cm	Su
Cu	0,41	10,40	8,08	3,91
Ni	1,62	31,39	31,72	0,134144
Co	0	3,45	5,09	0
Cd	0,022381	0,04334	0,036096	0,0817
Pb	0,92	3,22	1,16	1,60
Se	0	0	0	Ölçülmedi
Al	0,50	3,66	1,13	74,24
Mn	3,32	1636,52	34,58	Ölçülmedi
Hg	3,08	0	0	0,000309
Fe	32,69	138,44	110,88	5296,64
As	0,003091	0,13	0,50	Ölçülmedi
Cr	2,54	16,56	16,85	5,13

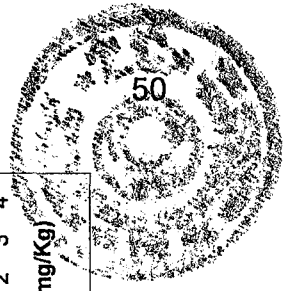
Birinci Hat 5. Örnek Çukurundan alınan numunelerde Mn, Ni, Co, Cu, Cr, As, Se, Cd, Pb, Al, Hg ve Fe analizleri yapılmıştır.

Beşinci Numune alma noktasına genel olarak bakıldığında As, Ni, Co, Cu ve Cr aralarında benzer davranışlar görülmektedir. Bu ağır metallerin tuz tabakasında çok az bulunmasının, çökeltme derecesinin az olmasına, bileşikler ile reaksiyona girerek uzaklaşması ve mevsimlere bağlı olarak göl tabanındaki tuzun çözülmesi sırasında suya karışmayarak tabanda kalmasından kaynaklanabilmektedir. Bundan dolayı siyah organik çamurda konsantrasyonlarında artış görülmüştür. Fe ve Al arasında pozitif korelasyon görülmektedir. Diğer numuneler ile kıyaslandığında su numunesinde daha yüksek değerdedir. Bu sonuç Al ve Fe nin tuzlu göl suyunda çözünabilirlik derecesinin yüksek olduğunu göstermektedir. Hg miktarı tuz tabakasında 3,1 mg/Kg iken diğer seviyelerde hemen hemen hiç bulunmamaktadır. Se hiçbir seviyede görülmemiştir.

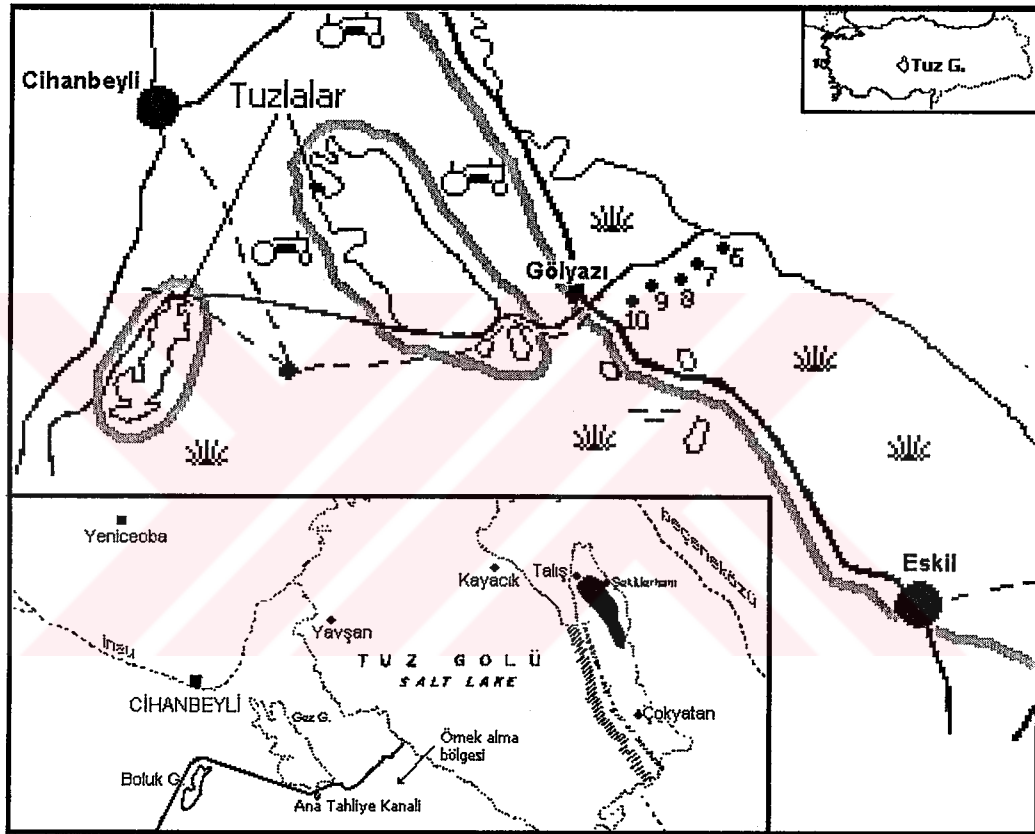


Şekil 5.14.

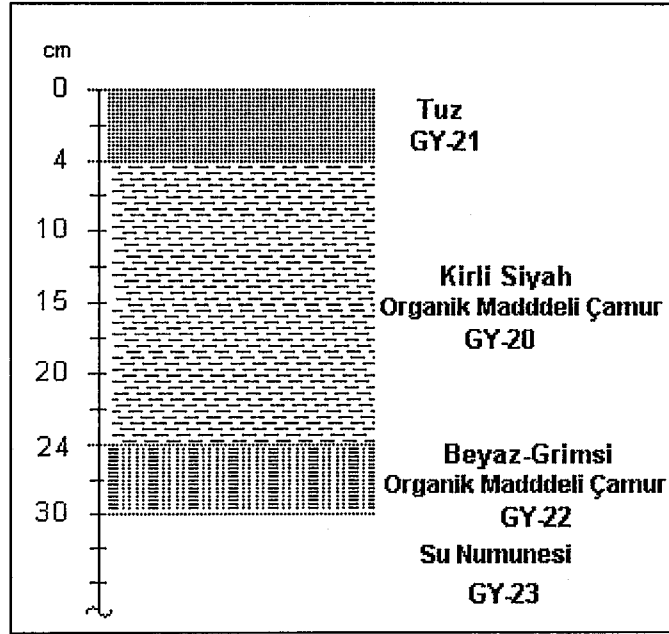
1. Hat 5. Örnek Çukuru Ağır Metal-Derinlik Analiz Grafikleri



İkinci kesit doğrultusu Gölden sazlığa doğru ve Ana tahliye kanalının bitişiğindedir. Kanala paralel olup göl kıyısına dik konumdadır (Şekil 5.15). Altıncı gözlem çukuru göl ile kanalın birleştiği noktadır. Yaklaşık 35 cm derinliğindedir. Burada organik madde çok fazladır. 20 cm'ye yakın killi siyah organik madde ve 6 cm beyaz grimsi organik madde bulunmakta, en üstte 4 cm'lik tuz tabakası vardır. 30 cm den sonra su seviyesi bulunmaktadır (Şekil 5.16).



Şekil 5.15. İkinci Kesit Doğrultusunun ana tahliye kanalı ve göl kıyısına olan konumu



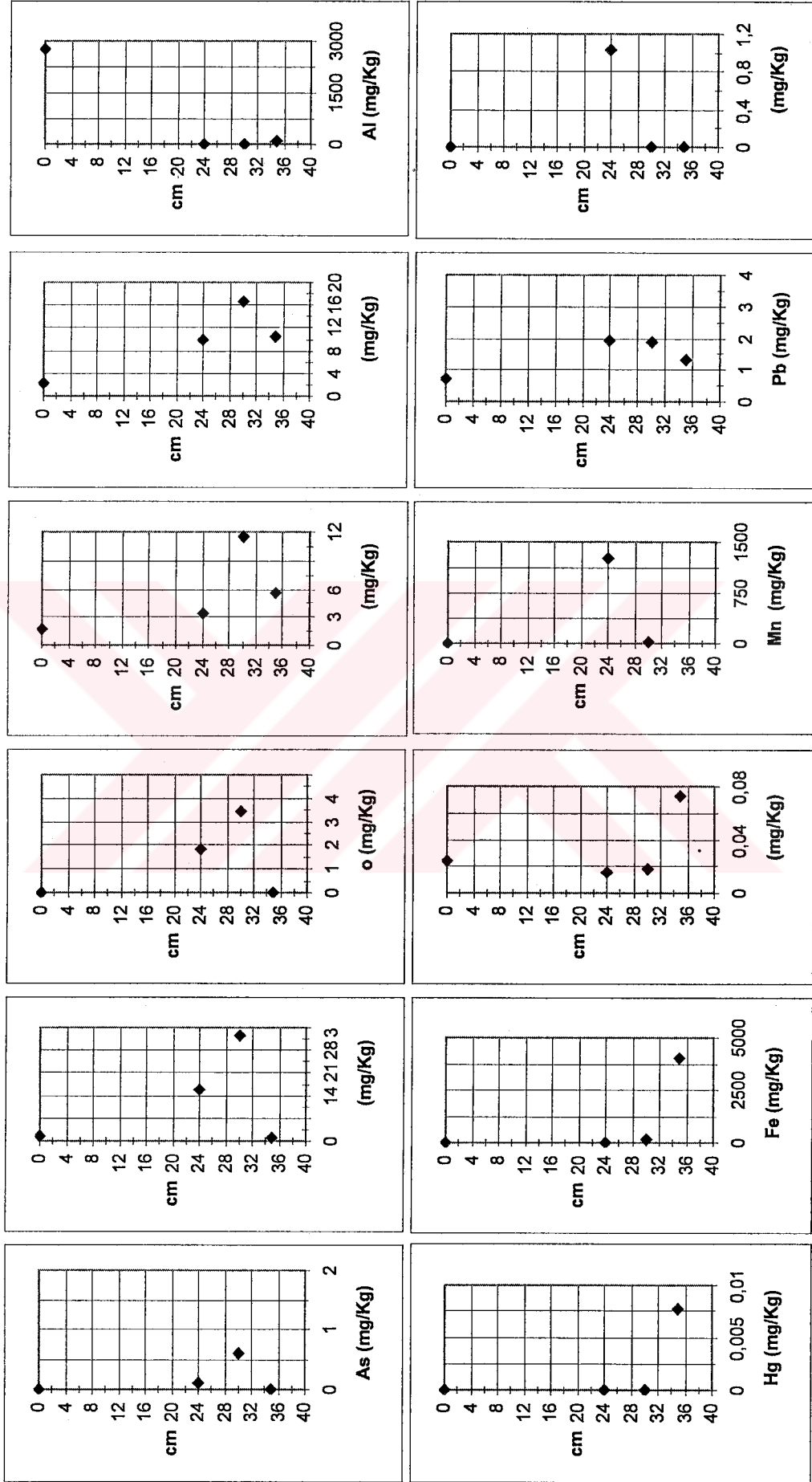
Şekil 5.16. İkinci Hat 6.Gözlem Çukurunun Düşey Kesiti

Ağır metal tespit çalışmasında, 6. Numune alma çukurunun derinliğe göre ağır metal konsantrasyonlarının miktarı Tablo 5.6'da, ağır metallerin derinliklere göre değişimleri ise Şekil 5.17'de verilmiştir.

Tablo 5.6. Hat 6. Gözlem Çukuru Analiz Sonuçları

Elementler (mg/Kg)	Derinlik			
	0 cm	24 cm	30 cm	35 cm
Cu	1,73	3,43	11,48	5,50
Ni	1,51	15,71	32,31	1,19
Co	0	1,81	3,48	0
Cd	0,024022	0,015909	0,018402	0,072933
Pb	0,69	1,92	1,89	1,31
Se	0	1,024912	0	Ölçülmedi
Al	2772,33	1,77	4,61	101,35
Mn	3,96	1261,45	19,92	Ölçülmedi
Hg	0	0	0	0,007669
Fe	12,61	34,16	150,32	3980,69
As	0,002883	0,105767	0,585	Ölçülmedi
Cr	2,31	9,87	16,56	10,54

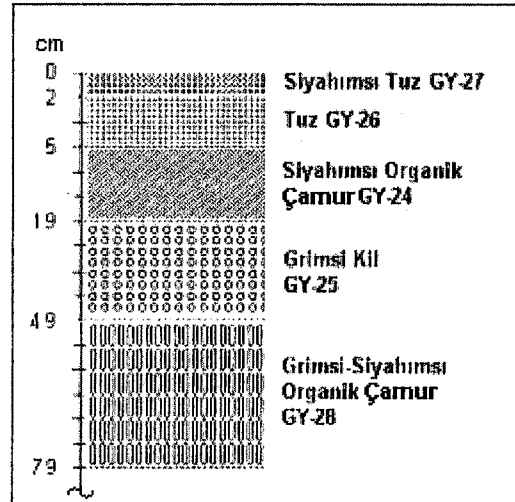
İkinci Hat 6. Örnek Çukurundan alınan numunelerde Mn, Ni, Co, Cu, Cr, As, Se, Cd, Pb, Al, Hg ve Fe analizleri yapılmıştır.



Şekil 5.17. 2. Hat 6. Örnek Çukuru Ağır Metal-Derinlik Analiz Grafikleri

Altıncı numune alma noktasına, genel olarak bakıldığında Ni, Co, Cu, Cr ve As elementleri arasında benzer davranışlar göze çarpmaktadır. As, Ni, Cu ve Cr miktarları en üst seviyede çok az bulunurken, ikinci ve üçüncü organik seviyelerde artış gözlenmektedir. Bu gözlem çukurlarında da en üst seviyedeki tuz tabakası sebebi ile de sözü edilen elementler killi siyah organik çamurda birikmişlerdir. Co, tuz numunesinde bulunmamıştır. Bu elementlerin büyük bir kısmı tuz bileşikler oluşturarak uzaklaşmakta veya tuzun çözülmesi sırasında suya karışmayarak tabanda kalmaktadır. Al konsantrasyonu, en üst seviyede yüksek iken derinliğe doğru inildikçe, organik seviyede 2-5 mg/kg arasında değişmekte, en alt seviyedeki su numunesinde 101 mg/kg bulunmuştur. Diğer numune alma noktaları göz önünde tutulduğunda Al için genel trendin tuz da fazla biriktiği gözlenmektedir. Fe, Hg ve Cd aralarında benzer davranış gözlenmektedir. Üçüde su numunesinde yüksek değerlere ulaşmışlardır. Mn konsantrasyonu, yine kirli siyah organik seviyede yüksek çıkarken, tuzda 4 mg/kg, üçüncü seviyede 20 mg/kg bulunmuştur. Pb miktarı, 1-2 mg/kg arasında değişmekte olup, ikinci ve üçüncü organik seviyelerde kısmen fazla bulunma eğilimindedir. Altıncı gözlem çukurunda Se sadece ikinci kirli siyah organik seviyede bulunmuştur.

İkinci kesit doğrultusunun 7. numune alma noktası 6. gözlem çukurunun güneyinde ve 250 metre uzağındadır. Gözlem çukuru yaklaşık 79 cm'dir. Burada yoğun olarak organik ve killi seviye bulunmaktadır. 2 çeşit tuz mevcuttur (Şekil 5.18). En üstte 2 cm siyah tuz hemen altında yaklaşık 3 cm beyaz tuz görülmektedir. 3. seviyede 14 cm'lik siyah organik madde hemen altında 20 cm gri kil bulunmaktadır. En altta 30 cm'ye yakın organik madde vardır.



Şekil 5.18 İkinci Hat 7. Gözlem Çukurunun Düşey Kesiti

Ağır metal tespit çalışmasında, 7. Numune alma çukurunun derinliğe göre ağır metal konsantrasyonlarının miktarı Tablo 5.7’de, ağır metallerin derinliklere göre değişimleri ise Şekil 5.19’da verilmiştir.

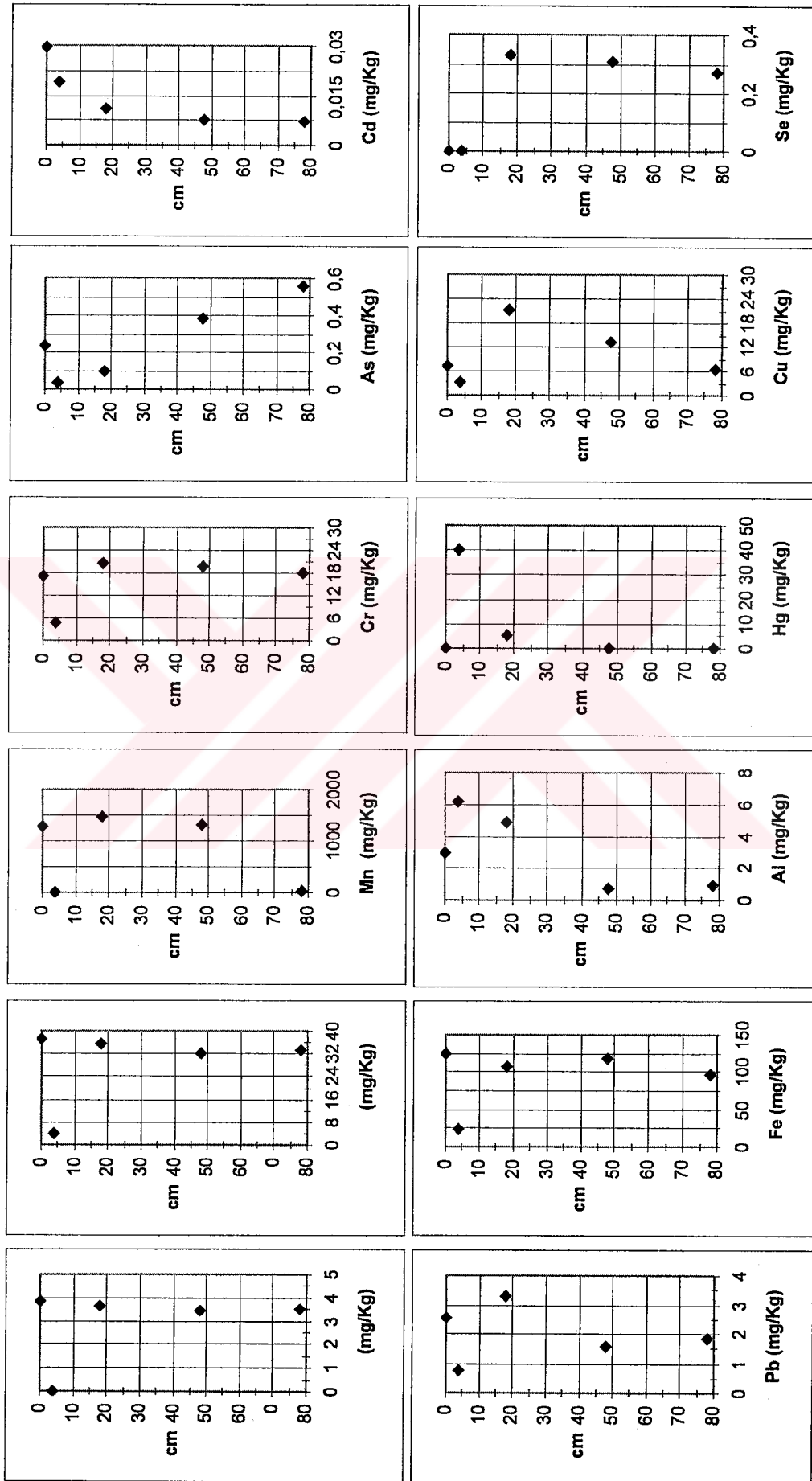
Tablo 5.7. İkinci Hat 7. Gözlem Çukuru Analiz Sonuçları

Elementler (mg/Kg)	Derinlik				
	0 cm	4 cm	18 cm	48 cm	78 cm
Cu	7,23	3,40	21,13	13,37	6,59
Ni	37,08	4,11	35,56	32,04	32,97
Co	3,82	0	3,63	3,48	3,54
Cd	0,0294	0,0192	0,0107	0,0074	0,0073
Pb	2,54	0,74	3,31	1,54	1,81
Se	0	0	0,33	0,31	0,27
Al	2,91	6,21	4,87	0,66	0,93
Mn	1285,22	5,69	1474,63	1307,05	33,93
Hg	0	40,28	5,54	0,0198	0
Fe	123,25	23,08	107,04	118,58	97,38
As	0,24	0,0310	0,0975	0,39	0,55
Cr	17,06	4,83	20,47	19,90	17,92

İkinci Hat 7. Örnek Çukurundan alınan numunelerde Mn, Ni, Co, Cu, Cr, As, Se, Cd, Pb, Al, Hg ve Fe analizleri yapılmıştır. Bu noktada, Co, Cr, Ni, Mn, Pb ve Fe elementleri arasında özdeş davranışlar gözlenmektedir. Bu ağır metaller en üst tabaka olan siyah tuzda bulunurken hemen altındaki beyaz tuzda çok az veya hiç görülmemektedir. Bu gözlem çukurunun Ana Tahliye Kanalı’nın döküldüğü noktaya çok yakın olması ve kirleticilerin sürekli

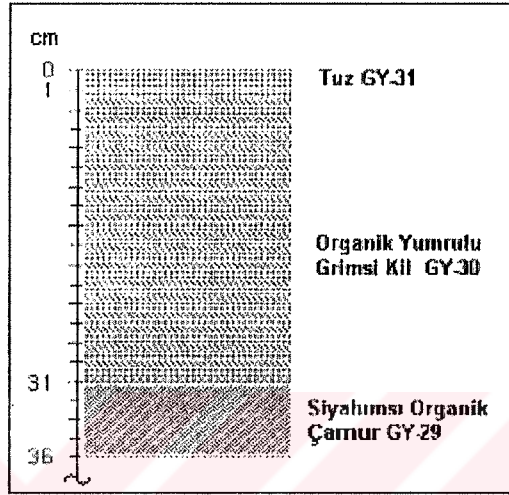
olarak bu bölgeye taşınmasından dolayı en üst katmanda aşırı bir yoğunluk gözlenmekte fakat bir alt katman olan tuz kabuğunda çökelmenin az olmasından dolayı bu yoğunluk düşerken, diğer katmanlarda benzer miktarlarında artış olduğu görülmektedir. Al ve Hg aralarında benzer davranmışlar söz konusu iken As bu iki elemente ile zıt davranış içindedir. Al ve Hg ikinci katmandaki tuzda birikmekte, özellikle Hg çok yüksek konsantrasyonlara ulaşmaktadır. Bu da Al ile Hg tuz içinde çözülmeyle çökelmiş ve tuzun kirlenmesine sebep olduğunu göstermektedir. As ise en fazla en alt katmandaki çamurda birikmiştir. Cd miktarı bütün numunelerde bir birine yakın konsantrasyonda bulunmuştur. Se ilk iki tuz seviyesinde bulunmazken diğer killi organik seviyelerde bir birine yakın değerdendirler. Yine burada mevsimsel olarak tuzun çözünüp çökmesi sırasında tabanda sürekli bir zarf oluşturmaktadır.





Şekil 5.19. 2. Hat 7. Örnek Çukuru Ağır Metal-Derinlik Analiz Grafikleri

İkinci kesit doğrultusunun sekizinci numune alma noktası yedinci gözlem çukurunun 175 metre güney doğusunda bulunmaktadır. En üst tabaka 1 cm'lik ince tuz tabakasından oluşmaktadır (Şekil 5.20). Hemen altında 30 cm'ye yakın organik yumrulu grimsi kil mevcuttur. En alt tabakayı ise 5 cm'lik siyah organik madde oluşturmaktadır.



Şekil 5.20. Birinci Hat 8.Gözlem Çukurunun Düşey Kesiti

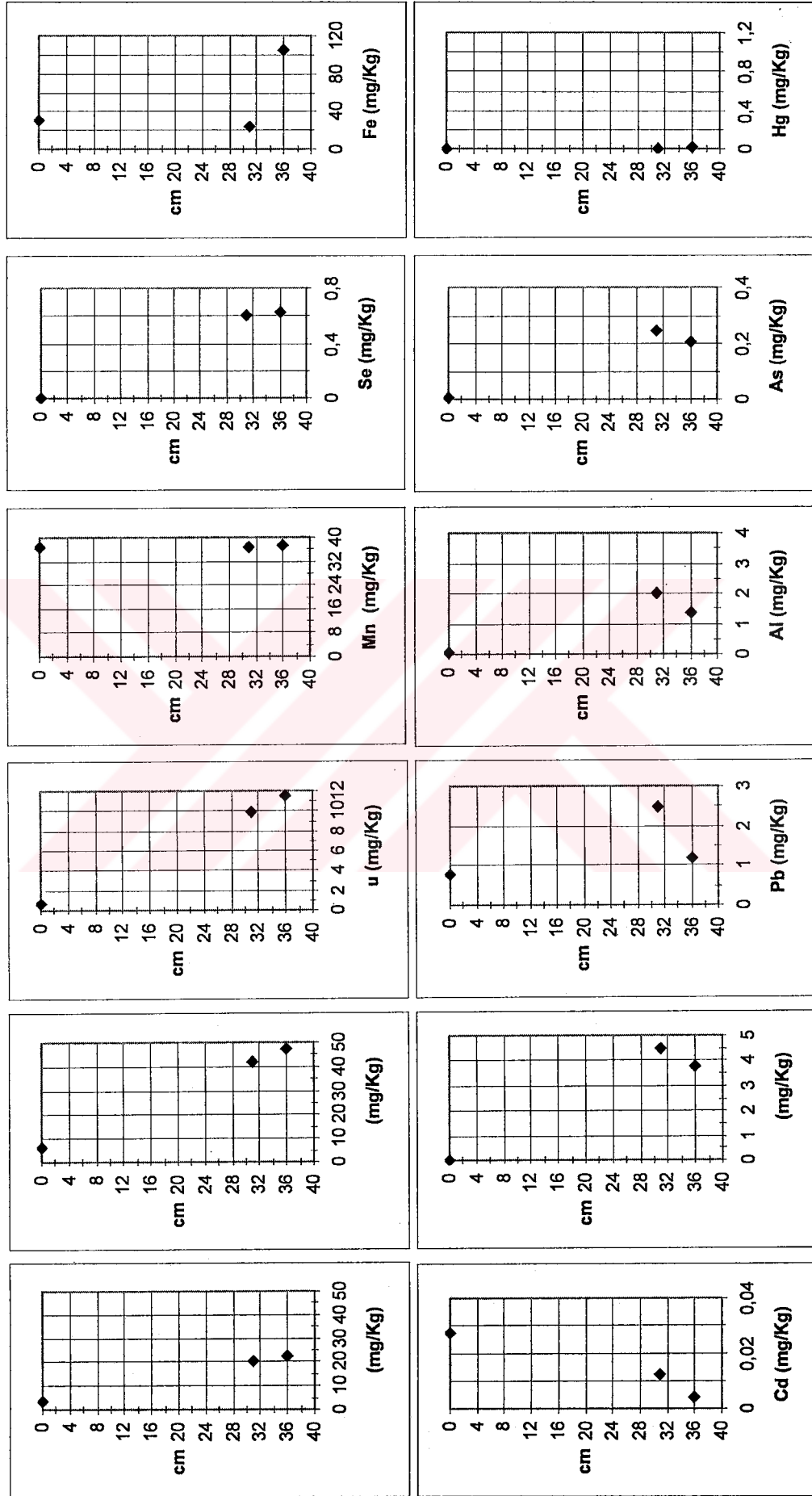
Ağır metal tespit çalışmasında, 8. Numune alma çukurunun derinliğe göre ağır metal konsantrasyonlarının miktarı Tablo 5.8'de, ağır metallerin derinliklere göre değişimleri ise Şekil 5.20'de verilmiştir.

Tablo 5.8. İkinci Hat 8. Gözlem Çukuru Analiz Sonuçları

Elementler (mg/Kg)	Derinlik		
	0 cm	31 cm	36 cm
Cu	0,61	9,82	11,41
Ni	5,76	42,06	47,30
Co	0	4,50	3,80
Cd	0,02725	0,012346	0,004274
Pb	0,78	2,46	1,19
Se	0	0,61	0,63
Al	0,08078	2,00	1,35
Mn	36,63	36,82	37,28
Hg	0	0	0,015362
Fe	30,48	23,38	104,10
As	0,008044	0,25	0,20
Cr	3,10	20,54	22,53

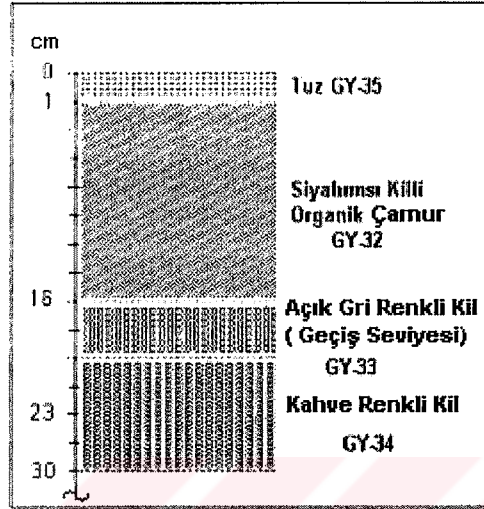
İkinci Hat 8. Örnek Çukurundan alınan numunelerde Mn, Ni, Co, Cu, Cr, As, Se, Cd, Pb, Al, Hg ve Fe analizleri yapılmıştır.

Sekizinci gözlem çukuruna, bakıldığında Cr, Se, Ni ve Cu aralarında birbirlerine benzer davranış görülmektedir. Her dördü de konsantrasyonları derinliğe gidildikçe artış göstermektedir. Birinci seviyedeki tuz kabuğunda hemen hemen hiç yok iken en alt seviyedeki siyah organik çamurda biriktiği gözlenmektedir. Mevsimsel değişimden dolayı ve metallerin tuzda çökmemesi sebebi ile bu birikimin gözlenmesi söz konusu olabilir. Mn miktarı, bütün numunelerde birbirine yakın değerlerde bulunmuştur. Demir, en fazla en alt seviyedeki siyahımsı organik çamurda görülmekte, tuzda 30.4 mg/kg hemen altındaki grimsi kilde ise 23.3 mg/kg bulunmuştur. Bu element için de benzer şartlar altında siyah organik çamurda bir birikimin olduğu söylenebilir. Co, Pb, Al ve As özdeş korelasyonlar göstermektedir. En fazla ikinci seviyedeki organik yumrulu killi tabakada gözlenirken göl suyunun mevsimsel hacim değişimine bağlı olarak önemli konsantrasyon değişimlerine işaret etmektedir. Cd, 0.004-0.02 mg/kg arasında değişmektedir. Hg miktarı, sadece siyah organik maddede 0.02 mg/kg birikmiştir.



Şekil 5.21. 2. Hat 8. Örnek Çukuru Ağır Metal-Derinlik Analiz Grafikleri

Birinci kesit doğrultusunun dokuzuncu gözlem numune alma noktası sekizinci numune alma noktasının kuzey batısında ve 200 metre uzağındadır. Yine burada çok ince tuz tabakasına sahiptir. Üç seviyeden oluşmaktadır. İlk seviye tuz ikinci seviye 30 cm organik yumrulu grimsi kil en alt seviyede 5 cm organik madde bulunmaktadır (Şekil 5.22).



Şekil 5.22. 2 Hat 9.Gözlem Çukurunun Düşey Kesiti

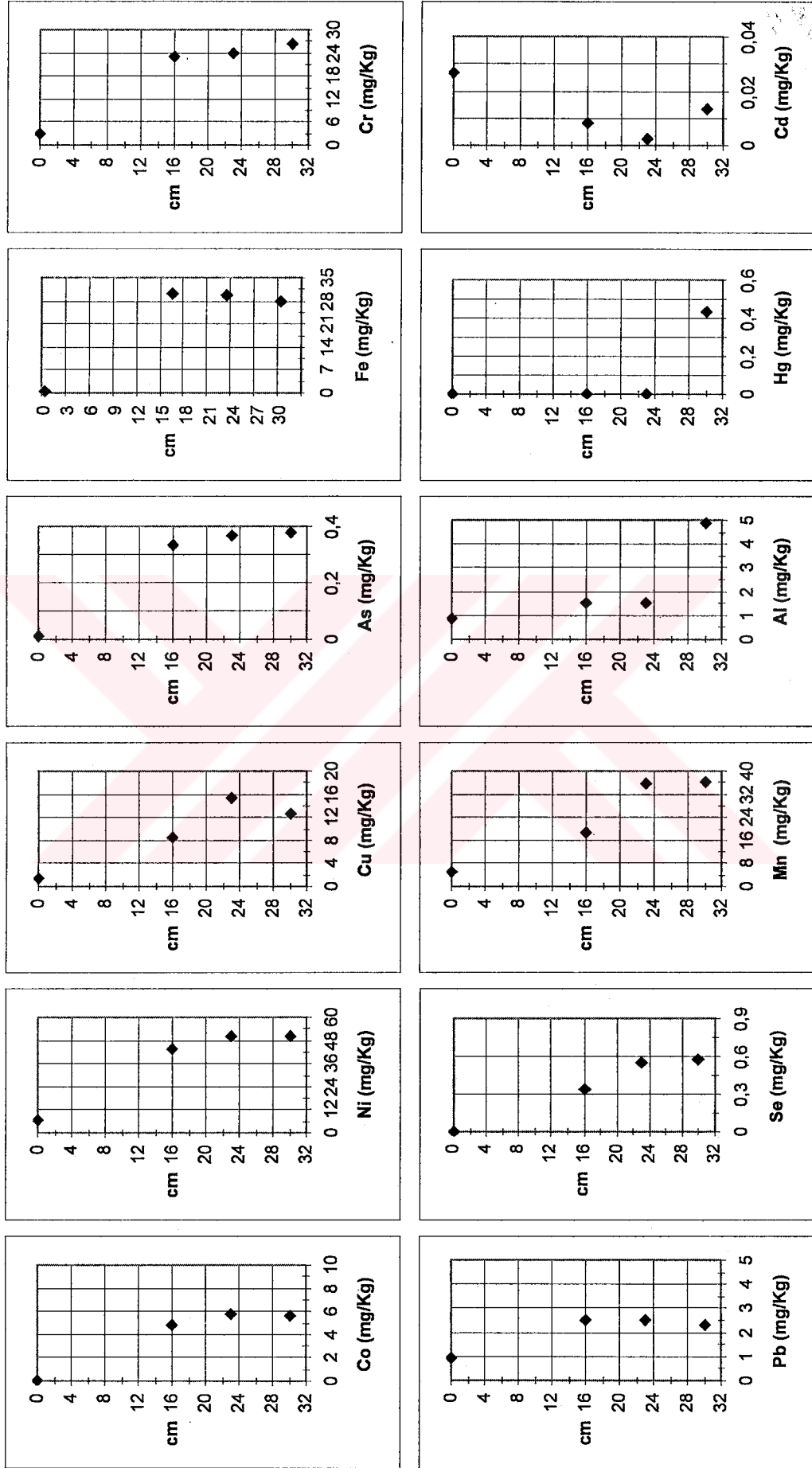
Ağır metal tespit çalışmasında, 9. Numune alma çukurunun derinliğe göre ağır metal konsantrasyonlarının miktarı Tablo 5.9'da, ağır metallerin derinliklere göre değişimleri ise Şekil 5.23'de verilmiştir.

Tablo 5.9. İkinci Hat 9. Gözlem Çukuru Analiz Sonuçları

Elementler (mg/Kg)	Derinlik			
	0	16	23	30
Cu	1,50	8,53	15,27	12,71
Ni	6,37	43,49	49,78	50,49
Co	0	4,75	5,73	5,67
Cd	0,027	0,00802	0,002581	0,013344
Pb	0,95	2,51	2,52	2,28
Se	0	0,34	0,55	0,58
Al	0,87	1,50	1,51	4,89
Mn	5,14	18,53	35,65	35,97
Hg	0	0	0	0,43
Fe	0,70	30,43	29,79	27,76
As	0,008909	0,33	0,37	0,38
Cr	2,70	22,96	23,75	26,16

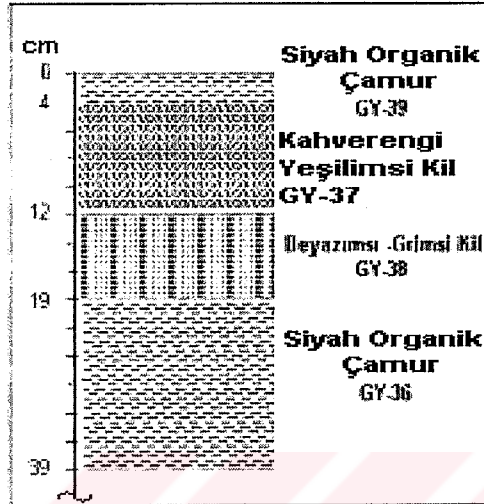
İkinci Hat 9. Örnek Çukurundan alınan numunelerde Mn, Ni, Co, Cu, Cr, As, Se, Cd, Pb, Al, Hg ve Fe analizleri yapılmıştır.

Dokuzuncu gözlem noktasında yapılan analizler neticesinde; Co, Ni, As, Fe, Pb ve Cr elementleri arasında benzerlikler gözlenmiştir. Belirtilen ağır metallerin konsantrasyonları en üsteki tuz tabakasında yok denecek kadar az iken, diğer seviyelerde lineer bir artış göstermektedirler. Bu lineer artış yüksek metal değerlerinin göldeki evaporasyon sonucu tuzun ayrılması ve kalan kısımdaki zenginleşmelerin sonucu olduğu söylenebilir. Se, Cu ve Mn aralarında üçlü pozitif korelasyon göstermektedir. Burada da tuz seviyesinde ağır metal yok denecek kadar az iken 3. ve 4. tabakalarda maksimum değerlerine ulaşmaktadırlar. Bu sonuçta evaporasyona işaret etmektedir. Al konsantrasyonu ikinci ve üçüncü seviyelerde aynı miktarda iken, tuzda azalma göstermektedir. Al elementinin bu tabakalarda fazla olmasının nedeni göl tabanındaki sedimanların içinde bulunan kil mineralleri ve feldispatlardan dolaydır. Hg ise sadece en son kahverengimsi killi tabakada 0,4 mg/kg değerinde bulunmuştur.



Şekil 5.23. 2. Hat 9. Örnek Çukuru Ağır Metal-Derinlik Analiz Grafikleri

İkinci kesit doğrultusunun onuncu numune alma noktası son numune alma noktasıdır. Göl kıyısına yaklaşık 1 km mesafededir. Onuncu numune alma noktasında tuz oluşumu yoktur. Bu alanda organik madde ve kil ağırlıklı bir oluşum söz konusudur. Şekil 5.24'de onuncu numune alma noktasının düşey yöndeki kesiti verilmiştir.



Şekil 5.24. Hat 10 Gözlem Çukurunun Düşey Kesiti

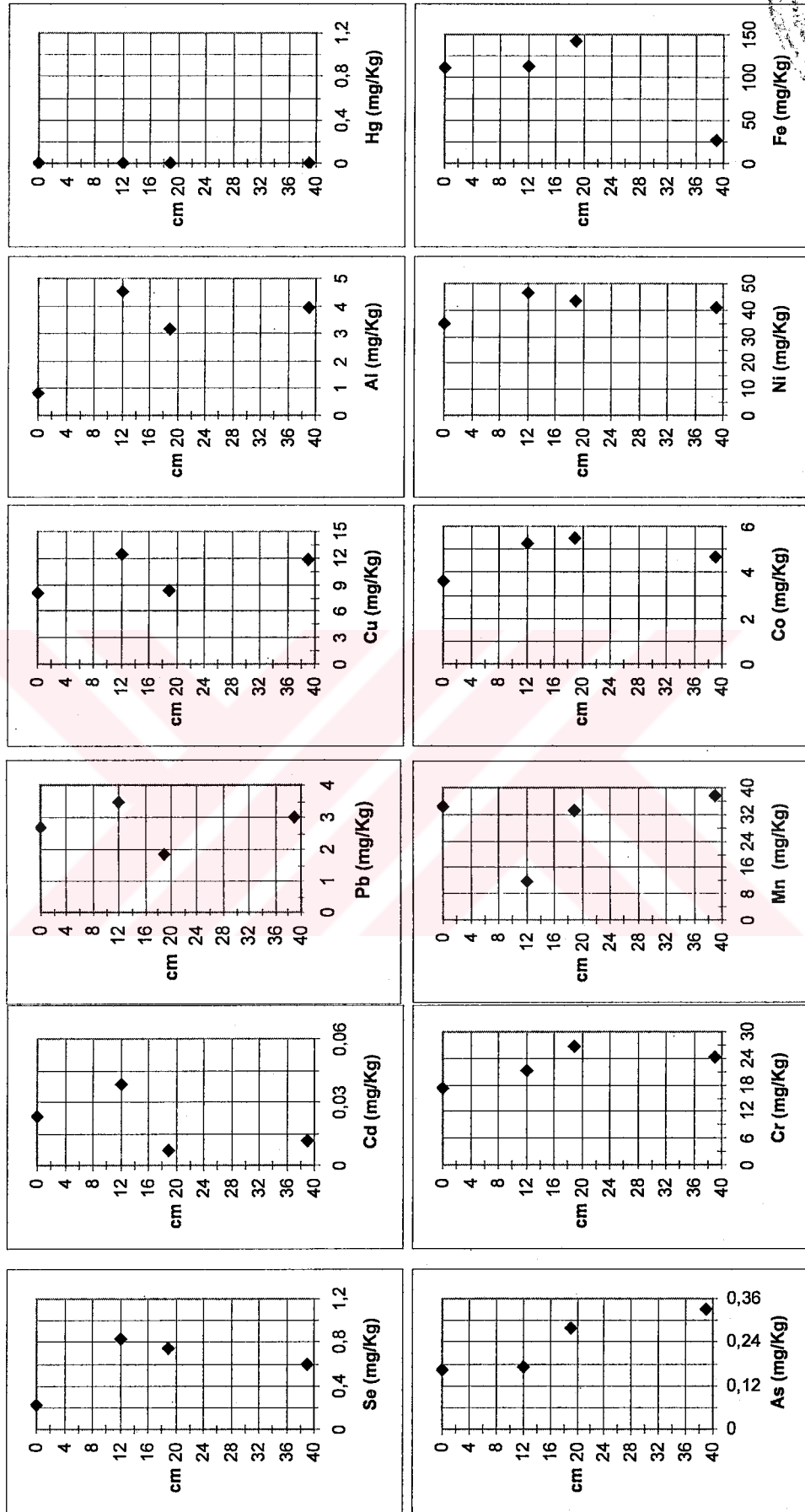
Ağır metal tespit çalışmasında, 10. Numune alma çukurunun derinliğe göre ağır metal konsantrasyonlarının miktarı Tablo 5.10'de, ağır metallerin derinliklere göre değişimleri ise Şekil 5.25'de verilmiştir.

Tablo 5.10. İkinci Hat 10. Gözlem Çukuru Analiz Sonuçları

Elementler (mg/gr)	Derinlik			
	0	12	19	39
Cu	8,09	12,41	8,36	11,87
Ni	34,62	46,63	43,67	40,67
Co	3,62	5,27	5,49	4,68
Cd	0,022832	0,038408	0,006966	0,011292
Pb	2,71	3,49	1,86	3,03
Se	0,22	0,83	0,75	0,59
Al	0,81	4,54	3,15	3,94
Mn	34,28	11,53	32,97	37,50
Hg	0	0	0	0
Fe	111,47	112,08	141,69	26,97
As	0,16	0,17	0,28	0,331114
Cr	17,38	21,08	26,74	24,35

İkinci Hat 10. Örnek Çukurundan alınan numunelerde Mn, Ni, Co, Cu, Cr, As, Se, Cd, Pb, Al, Hg ve Fe analizleri yapılmıştır.

İkinci hattaki onuncu gözlem çukurundaki analiz neticesine bakıldığında Cd, Pb, Cu ve Al aralarında benzer davranışlar göze çarpmaktadır. Bu metallerin konsantrasyonları en fazla 2. seviyedeki kahve rengi – yeşilimsi kilde rastlanmıştır. En üst ve üçüncü seviyelerde azalma görülmekte olup siyah organik kısımda artmıştır. Buradaki ağır metallerin bir kısmı tuz ile birlikte çökelmekte, kalan kısım ise diğer bileşikler ile reaksiyona girerek kaybolmakta veya mevsime bağlı olarak göl tabanındaki tuzun çözülmesi sırasında suya karışmayarak tabanda kalmaktadır. Se, Cr ve Co aralarında üçlü pozitif bir korelasyon görülmektedir. Bu metaller en üst seviyede az iken diğer seviyelerde bir birlerine yakın değerlerde bulunmuşlardır. Mn miktarı birinci üçüncü ve dördüncü seviyelerde 34-37 mg/kg arasında değişmekte olup en az ikinci kahverengi–yeşil kil seviyesinde 12 mg/kg bulunmuştur. Ni miktarı 35-47 arasında değişmekte olup en fazla ikinci kil seviyesinde birikmiştir. Fe konsantrasyonu ilk iki seviyede yaklaşık 112 mg/kg üçüncü beyaz–gri kilde ki seviyede 142 mg/kg ve en az olarak dördüncü organik seviyede 27 mg/kg bulunmuştur. As miktarı 0,2-0,3 mg/Kg arasında olup en alt seviyede daha fazla çökelmiştir. Numunelerde Hg konsantrasyonuna rastlanmamıştır.

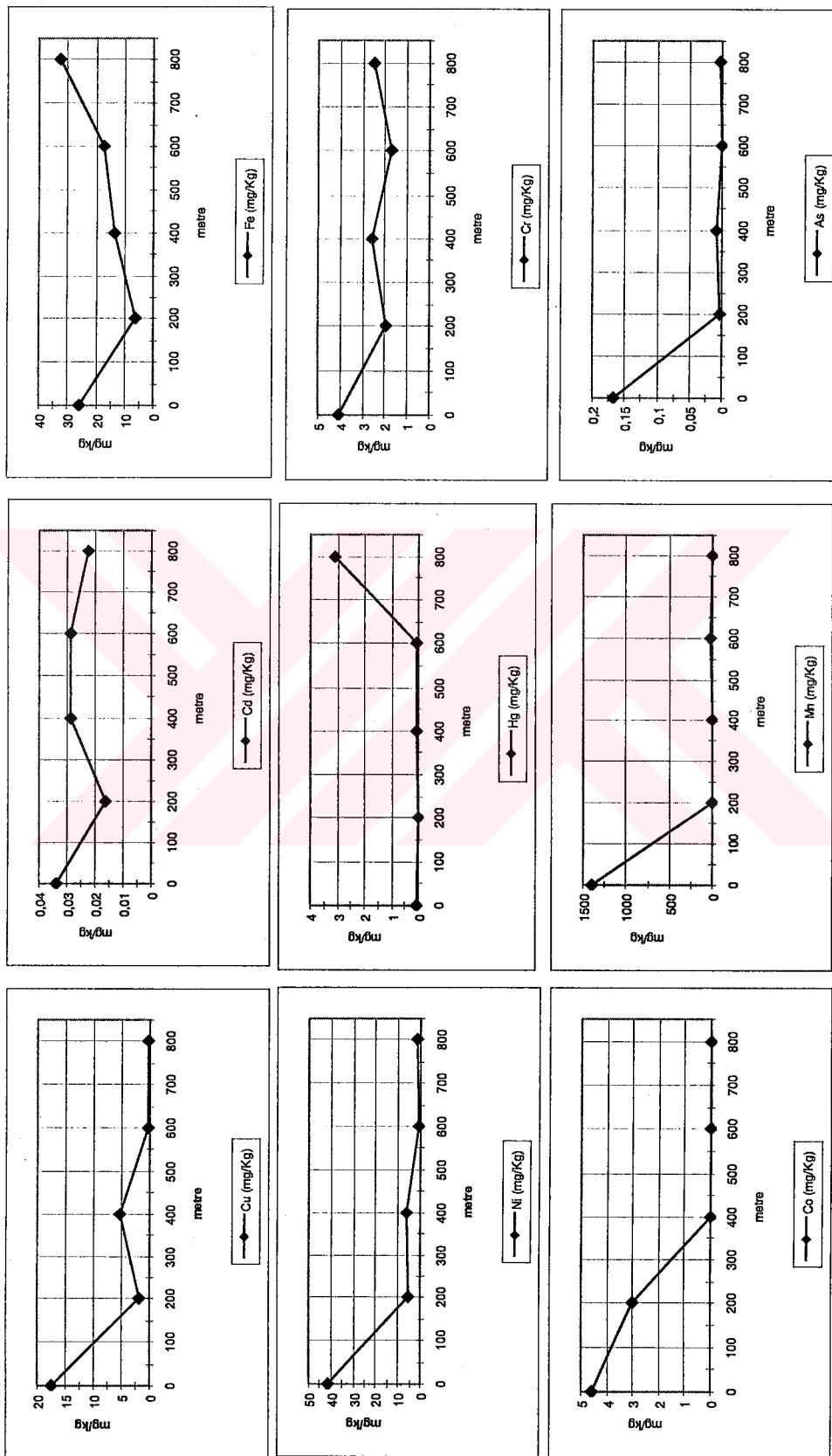


Şekil 5.25. 2. Hat 10. Örnek Çukuru Ağır Metal-Derinlik Analiz Grafikleri

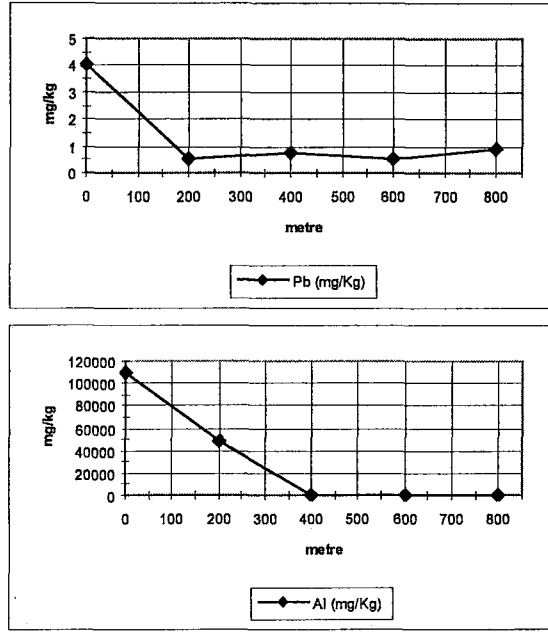
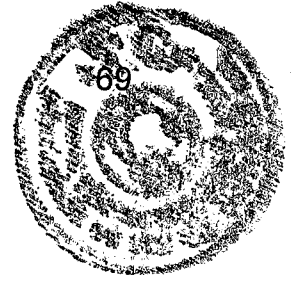
5.4.4. Ağır Metallerin Kesit Doğrultuları Boyunca Değişimleri

Sonuçlar değerlendirilirken numune alma noktalarında ağır metal değişimleri derinliğe bağlı olarak incelendiği gibi ağır metallerin birinci hat ve ikinci hat boyunca davranışları da incelenmiştir. Birinci hat ve ikinci hat seviyelere ayrılmıştır. Birinci hat sazlıktan göle doğru ve ikinci hat gölden sazlığa doğru ağır metal değişimleri yorumlanmaya çalışılmıştır. Önce aynı seviyedeki numuneler hat boyunca ağır metal değişimleri değerlendirilerek her bir parametre için grafikler oluşturulmuştur. Daha sonra parametrelerin birbirleri ile etkileşimleri değerlendirilmiştir.





Şekil 5.26. Birinci Hat Boyu 1. Seviyenin Ağır Metal Değişimi

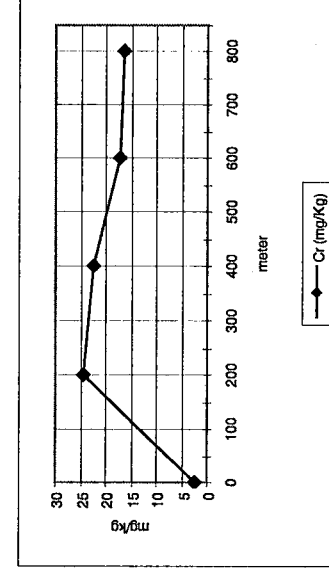
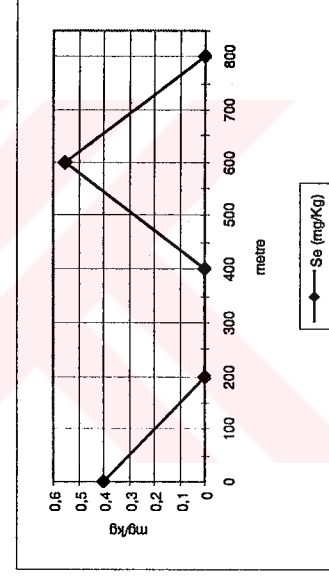
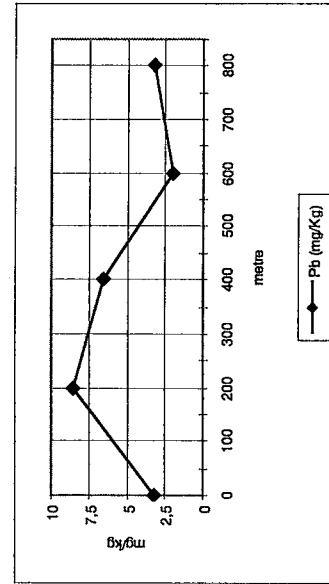
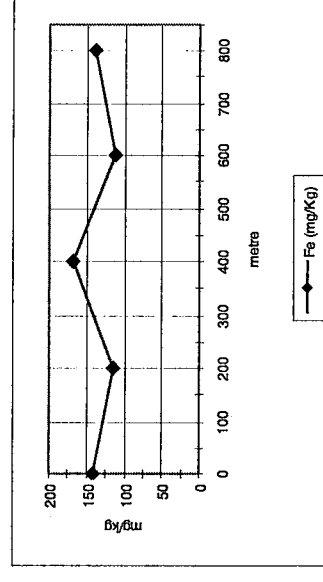
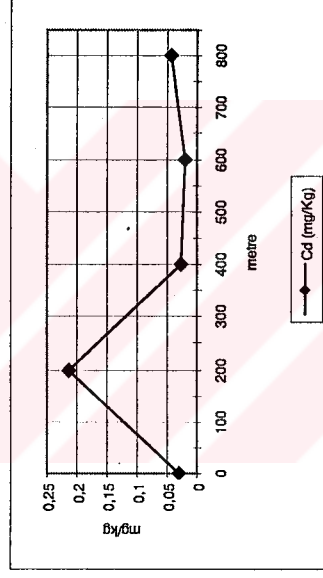
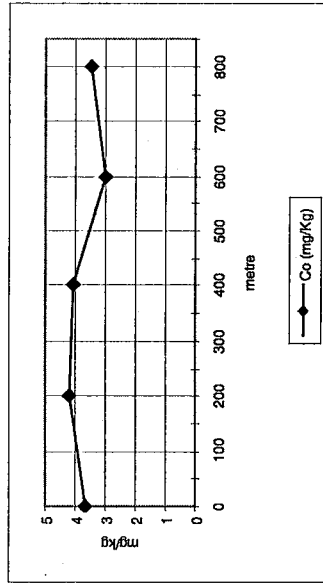
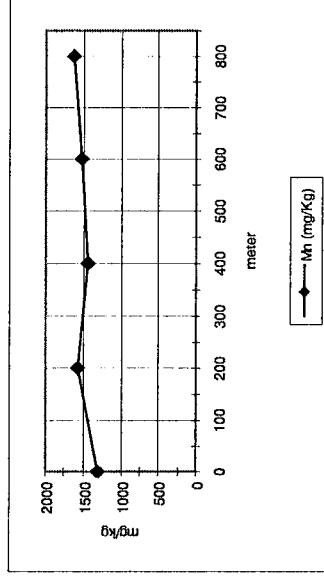
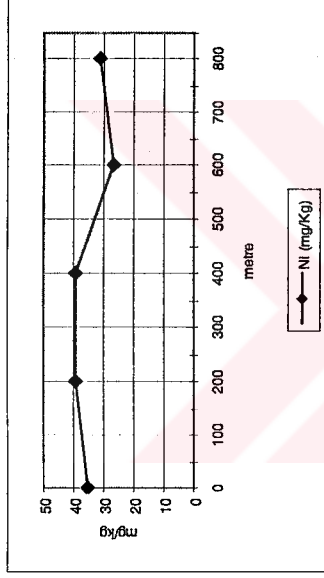
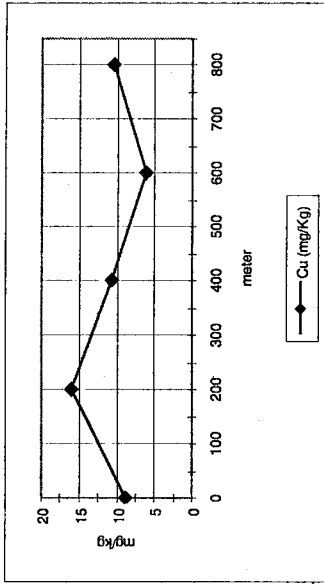


Şekil 5.27. Birinci Hat Boyu 1. Seviyenin Ağır Metal Değişimi

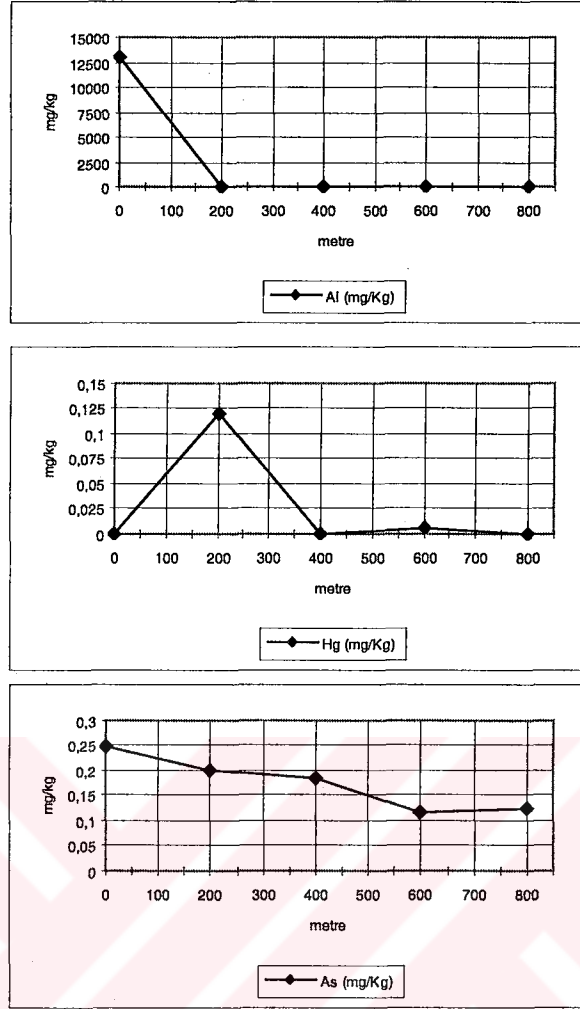
Birinci hat boyunun 1. seviyesinde metallerde meydana gelen değişiklikler Şekil 5.26 ve Şekil 5.27 verilmiştir. Hat boyunca Cu ve Ni aralarında benzer davranışlar göstermektedir. Bu metaller, 200 metrede ani şekilde düşmüş ve göle doğru azalma göstermiştir. Mn, Al ve As konsantrasyonları 400 m de ani düşme göstererek, daha sonra değişiklik tespit edilememiştir. Civa, sazlıktan göle doğru 600 m'ye kadar birbirine yakın değerlerde kalmış sonra ani yükselme göstermiştir. Burada taşınma ve birikme söz konusudur. Pb, Fe ve Cr aralarında üçlü pozitif korelasyon görülmektedir. Hat boyunca Cd konsantrasyonunda çok büyük değişim olmamıştır. İncelenen seviyede çamur içinde ağır metal değişimi genel olarak incelendiği taktirde metal konsantrasyonunun birinci gözlem noktasında maksimum olduğu göle doğru yaklaştıkça giderek düştüğü gözlenmektedir. Bu değişimin ana sebebi birinci gözlem noktanın ilk seviyesinin koyumsu killer tarafından oluşturulması ve diğer gözlem çukurlarının ilk katlarının tuzdan meydana gelmesidir. Bu durum kilin ve organik killerin incelenen metalleri absorblayarak bünyelerinde biriktirdiğine işaret etmektedir. Oysa tuzlar, tuzlu su fazından evaporasyonla tuz fazına yüzey şartlarında geçebilmekte ve tuzun kristal kafesine nadiren ve düşük miktarlarda görebilmektedir. Özellikle killerin ve tuzların karışık olduğu kesimlerde metal konsantrasyonlarında artma bu fikri desteklemektedir. Hatda genel yoruma ters düşen tek element

civadır. Bunun sebebi Hg'nin çökelme eğiliminde olmaması ve sellenmeden dolayı göle kadar taşınması ve birikmesidir.





Şekil 5.28. Birinci Hat Boyu 2. Seviyenin Ağır Metal Değişimi

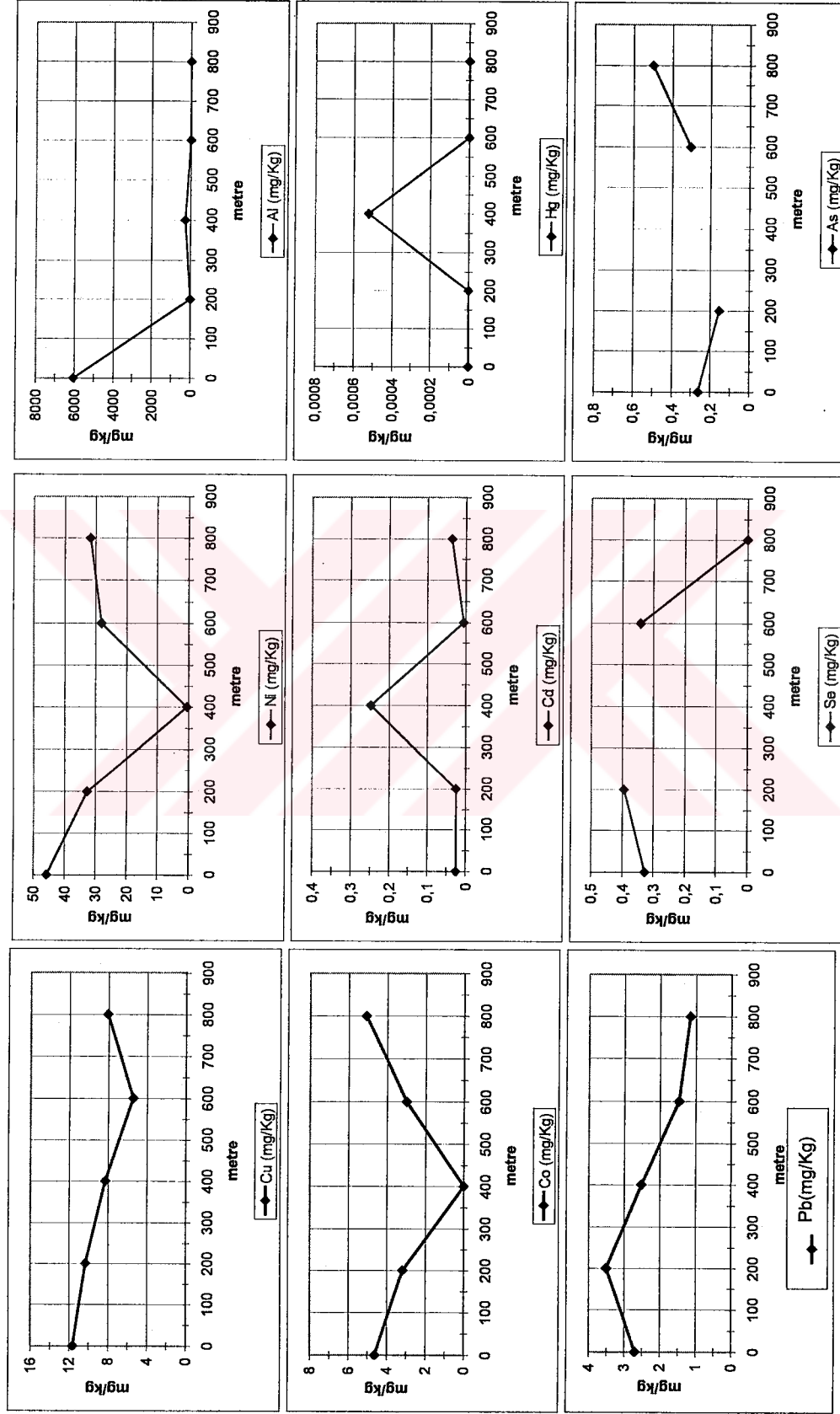


Şekil 5.29. Birinci Hat Boyu 2. Seviyenin Ağır Metal Değişimi

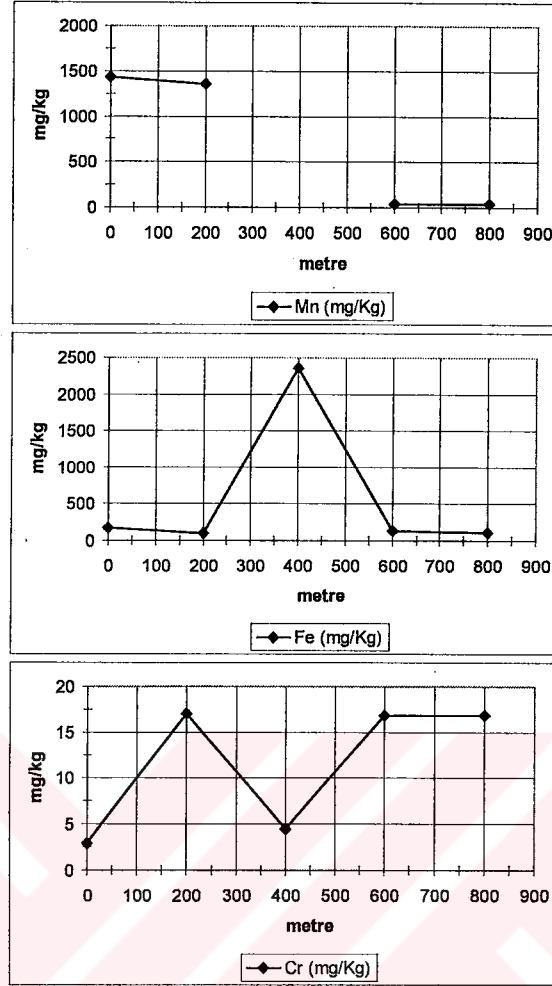
Birinci hat boyunun 2. seviyesinde metallerde meydana gelen değişiklikler Şekil 5.28 ve Şekil 5.29'daki grafiklerde sunulmuştur. Birinci hat 2. seviyeye genel olarak bakıldığında Pb, Cu ve Cr aralarında üçlü pozitif korelasyon görülmektedir. Her üçünün de konsantrasyonlarının yüksek olduğu yer 200 m'deki siyah organik kısımdır. Yine Mn, Co ve Ni arasında da pozitif bir korelasyon vardır. Bu metaller hat boyunca birbirlerine yakın değerlerde yoluna devam etmişlerdir. Al, ilk noktada çok yüksek konsantrasyonda iken diğer noktalarda birbirine yakın değerde bulunmuştur. Civa miktarı, 200 metredeki organik madde de biriktiği gözlenmiştir. Fe konsantrasyonu hat boyunca çok değişikliğe uğramamış. Cd ve Se negatif korelasyon gösterdiği söylenebilir.

Bu seviye genel olarak bakıldığında hat boyunca ağır metal konsantrasyonlarında çok büyük farklılıklar görülmemektedir. Detaya inildikçe 1. kuyunun 2. seviyesindeki ağır metal konsantrasyonunun diğer kuyulara oranla daha az olduğu ve göle yaklaştıkça arttığını belirtmektedir. Bu oluşumun sebebi bir önceki değerlendirmede detaylandırılmış olan tuz katlarının geçirgenliğine dayandırılırsa 1. kuyu hariç tuza taban oluşturan bu kat ağır metalleri bünyesinde biriktirmektedir. Bu değerlendirme dışında bir davranış gösteren Al'nin ise 1. noktada çözeltiye geçiren örnekte kil minerali bulunması ile açıklanabilir.





Şekil 5.30. Birinci Hat Boyu 3. Seviyenin Ağır Metal Değişimi

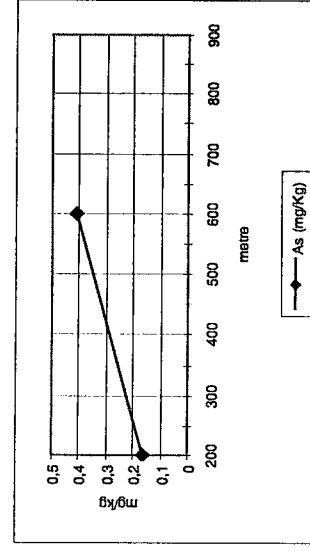
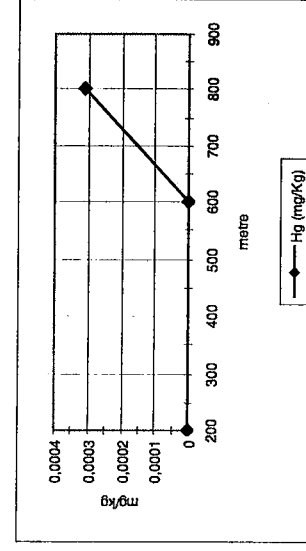
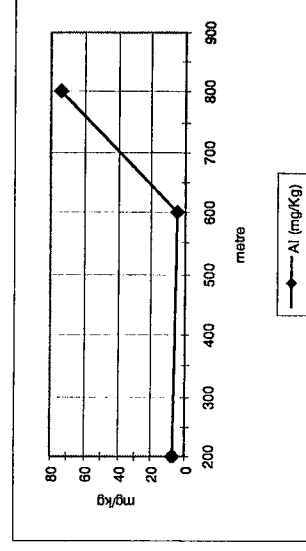
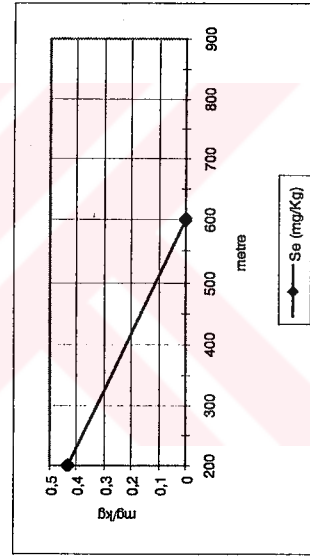
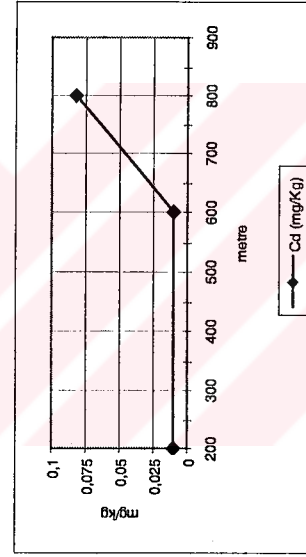
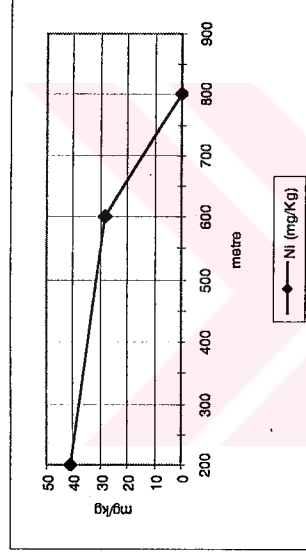
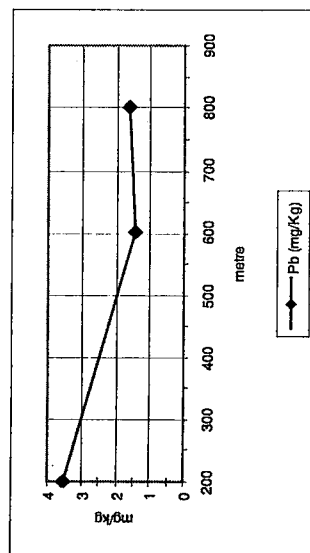
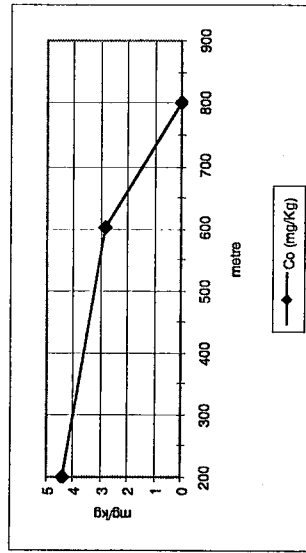
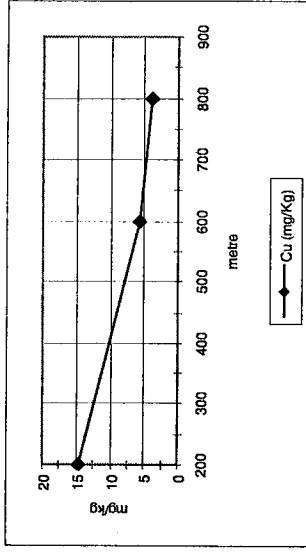


Şekil 5.31. Birinci Hat Boyu 3. Seviyenin Ağır Metal Değişimi

Birinci hat 3. seviyesindeki metallerde meydana gelen değişiklikler Şekil 5.30 ve Şekil 5.31'de verilmiştir. Fe, Hg ve Cd'de pozitif bir korelasyon görülmekte olup 400 metrede konsantrasyonlarında ani yükselme görülmektedir. 400 metredeki killi seviye olduğu için metalleri absorblayarak burada birikmesini sağlamıştır. Ni, Co ve Cr konsantrasyonları aynı davranışı göstererek 400 m'de aniden düşme gözlenmiş, göle doğru ise tekrar artış olmuştur. Al konsantrasyonu başlangıçta yüksek iken 200 metreden ani düşmüş ve yoluna sabit olarak devam etmiştir. Cu ve Pb'de pozitif bir korelasyon görülmektedir. Hat boyunca düşme görülür. Se ve Mn konsantrasyonları düşerken As konsantrasyonunda yükselme görülmektedir.

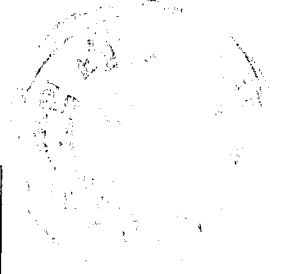
Bu seviyede en önemli olgu Fe, Hg ve Cd'nin bir biri ile yaptığı korelasyonun Ni, Co ve Cr'nin bir biri ile yaptığı pozitif korelasyona ters olmasıdır. Fe, Hg ve Cd üçlüsü artarken Ni Co ve Cr üçlüsü azalmakta veya tam tersi durum söz konusu olmaktadır. Bu ağır metal gurupları arasında dört yüzüncü metrede gözlenen ters korelasyon sebebi bu örneğin bir su numunesi olmasına dayandırılabilir. Bu su örneğinde Ni, Co ve Cr tuzlu göl suyunda seyrelme gösterirken Fe, Hg ve Cd kimyasal reaksiyona girmeyerek, çözülme derecesinin düşük olması ve taşınma ile konsantrasyonlarını artırdığı söylenebilir. Ni, Co ve Cr tuzlu göl suyunda kimyasal reaksiyonlarla başka bileşiklere dönüşebilmekte ve tabana çökelebilmektedir.

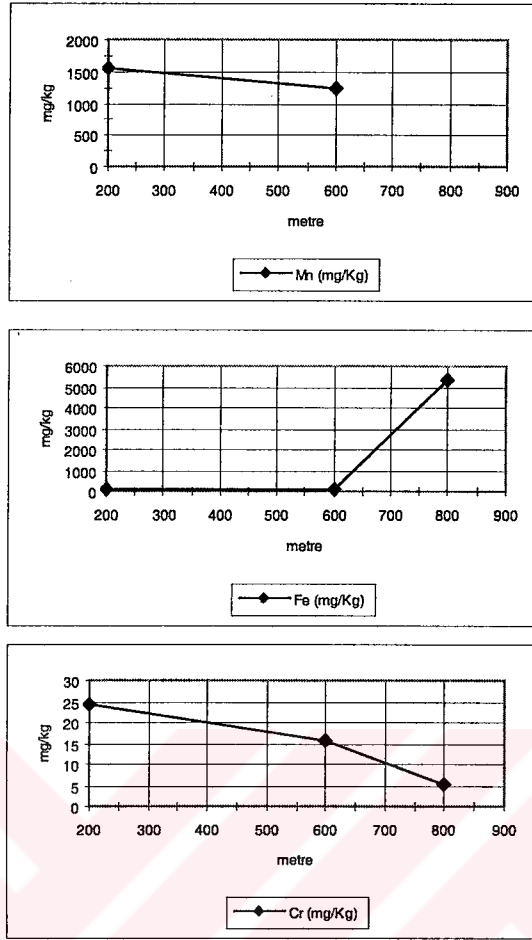




Şekil 5.32.

Birinci Hat Boyu 4. Seviyenin Ağır Metal Değişimi

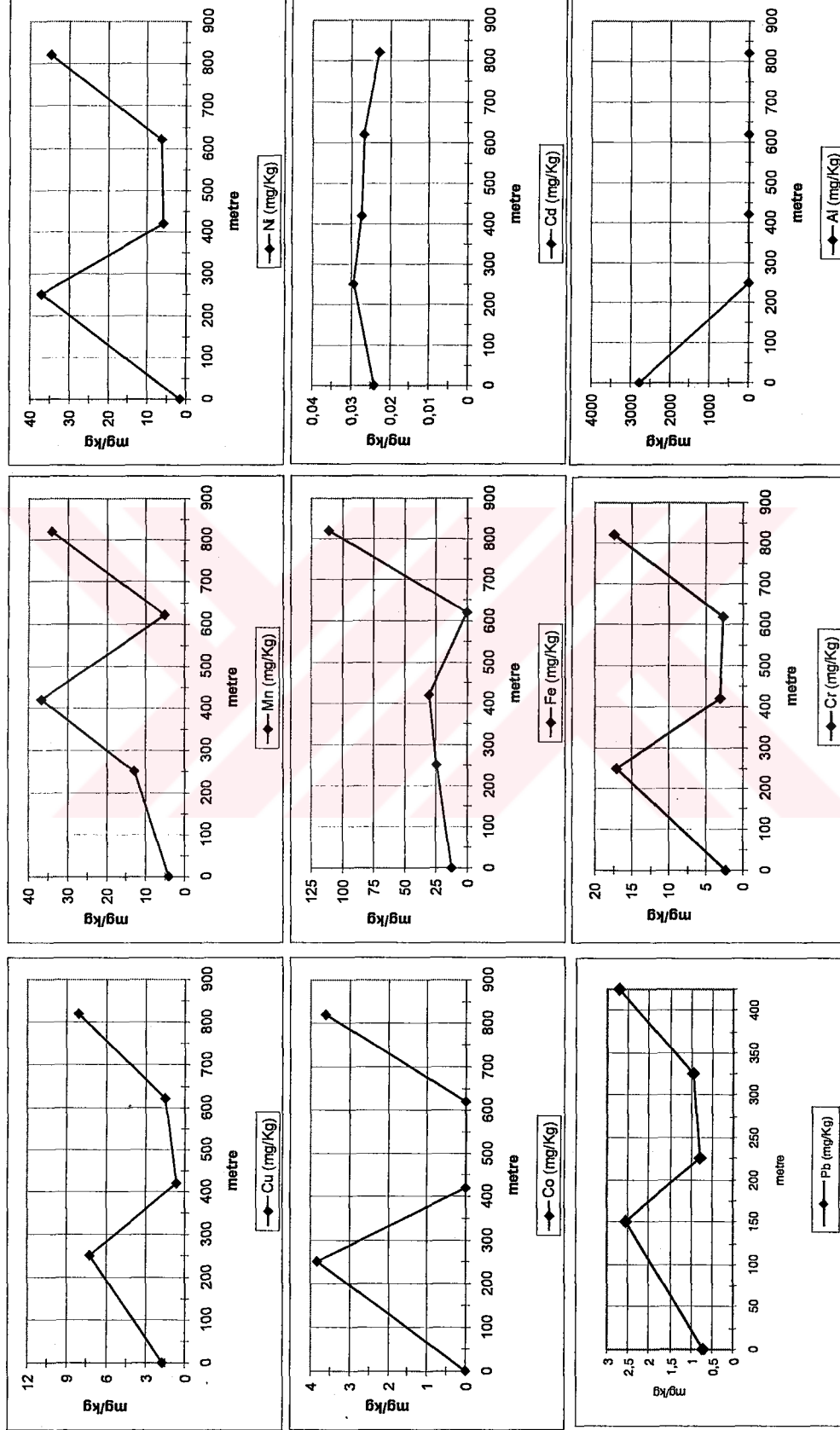




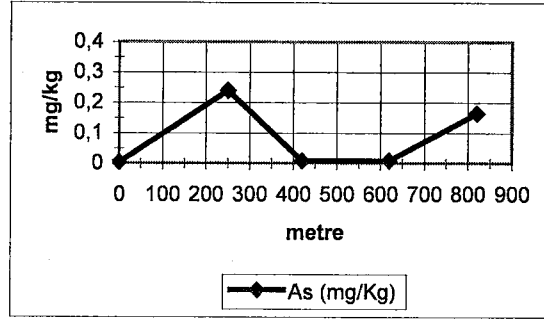
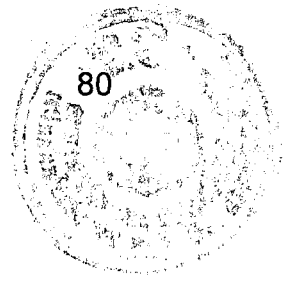
Şekil 5.33. Birinci Hat Boyu 4. Seviyenin Ağır Metal Değişimi

Birinci hat 4. seviyesindeki metallerde meydana gelen değişiklikler Şekil 5.32 ve Şekil 5.33'de verilmiştir. Genellikle bütün parametreler de 600 metrede dördüncü seviyede değişme görülmüştür. Hat boyunca Cd, Fe, Al ve Hg pozitif korelasyon görülmektedir. Bu metaller, 600 metreye kadar sabit kalarak ani yükselme göstermiş kıyıda konsantrasyon yüksek bulunmuştur. Cu, Co, Pb, Cr ve Mn konsantrasyonlarında hat boyunca azalma görülmüştür. Se konsantrasyonları 600 metrede azalırken aynı noktada As artmıştır. Ni miktarı, ilk noktada yüksek iken hat boyunca azalma göstermiştir.

Bu seviyede 600 metredeki göl suyu içinde Cd, Al ve Fe konsantre olmasına rağmen Cu, Co, Cr ve Ni konsantrasyonlarında azalma rastlanmıştır. Bunun sebebi diğer bileşikler ile reaksiyona girmeleri ve göl tabanındaki tuzun çözülmesi sırasında suya karışmayarak tabanda kalmasıdır.

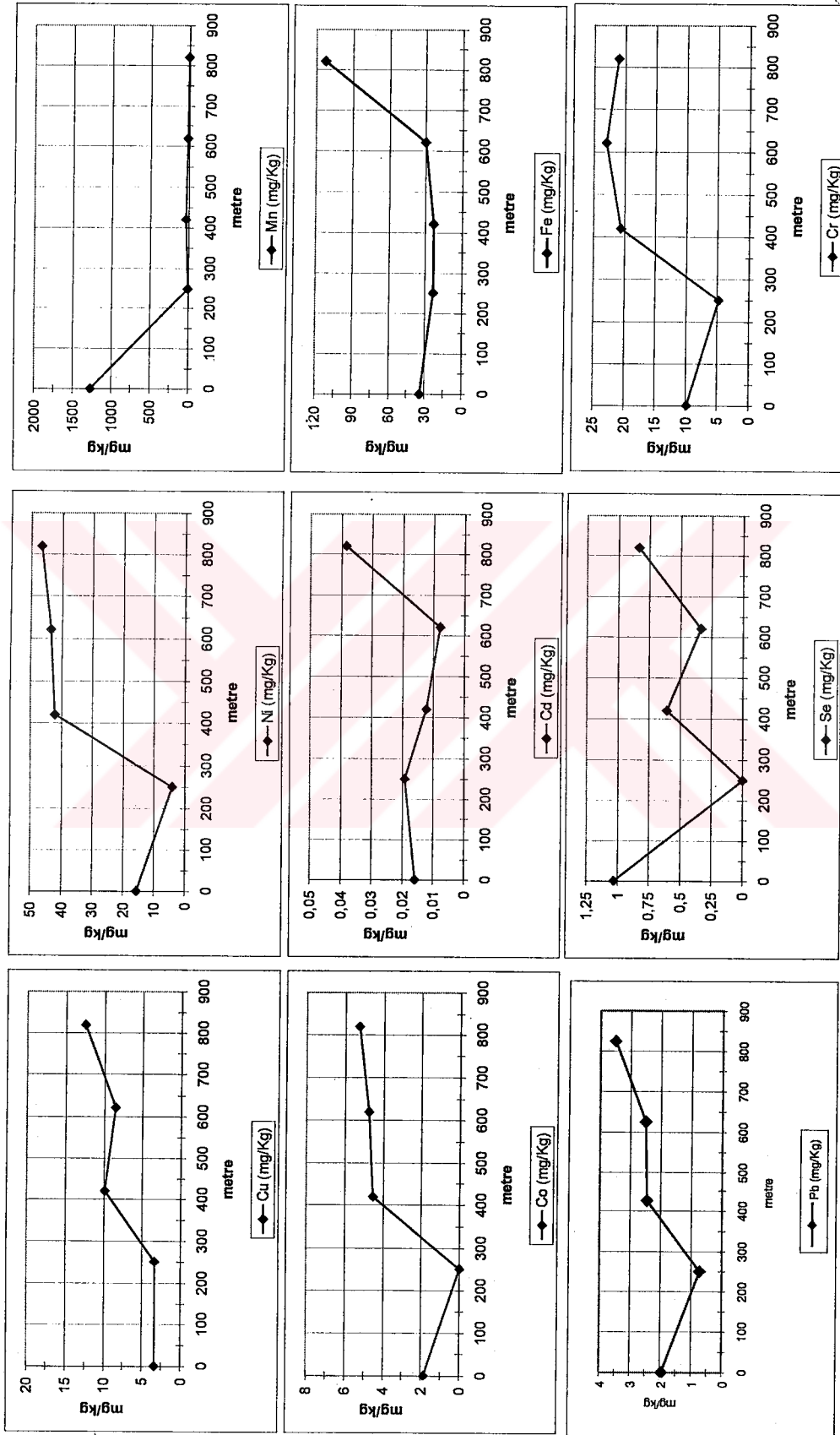


Şekil 5.34. İkinci Hat Boyu 1. Seviyenin Ağır Metal Değişimi

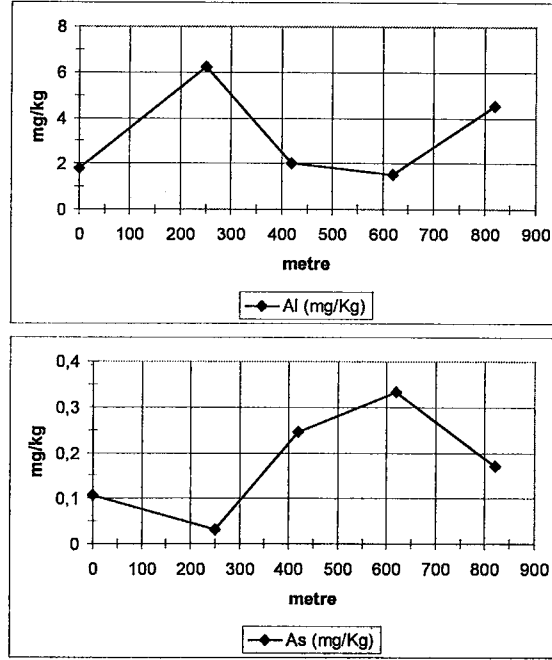
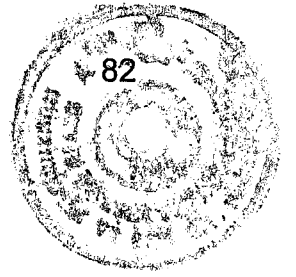


Şekil 5.35. İkinci Hat Boyu 1. Seviyenin Ağır Metal Değişimi

İkinci hat 1. seviyesindeki metallerde meydana gelen değişiklikler Şekil 5.34 ve 5.35'deki grafiklerde verilmiştir. İkinci hat gölden sazlığa metal değişimi incelenmiştir. Cu, Co, Pb, Ni ve Cr birbirleri arasında pozitif bir korelasyon vardır. Ağır metaller gölün kıyısında yok denecek kadar az iken 250 metre içinde ani bir yükselme göstermiştir. Hemen akabinde tekrar azalma gösterirken, 400-600 m arasındaki tuz tabakasında sabit kalmış ve tekrar sazlığa doğru yükselme görülmüştür. Bunun temel sebebi bu tabakaların diğer tuz tabakalara göre daha yüksek bir çökeltme derecesine sahip olmasına bağlanabilir. Al konsantrasyonu gölde yüksek iken 250 metreden sonra ani olarak düşerek sabitlenmiştir. Bu durum Al'nin taşınma ve sellenmeler sayesinde göl suyunda biriktiğini yani Al'nin kanal içerisinde askıda kaldığını belirtmektedir. Cd konsantrasyonu, hat boyunca birbirine yakın değerde bulunmuştur. Cd, çökeltme hızı diğer materyallere göre düşük olan bir element olması ayrıca jeokimyasal özelliklerini tuzlu ortamlarda çözeltide kalmasından dolayı büyük değişim olmamıştır. Fe miktarı, 600 m'ye kadar yakın konsantrasyonda yoluna devam etmiş ve 800 m'deki organik çamurda yüksek bulunmuştur. Mn konsantrasyonu, hat boyunca yorum yapılabilecek bir özellik göstermemektedir. Söz konusu seviyede Hg konsantrasyonu tespit edilememiştir

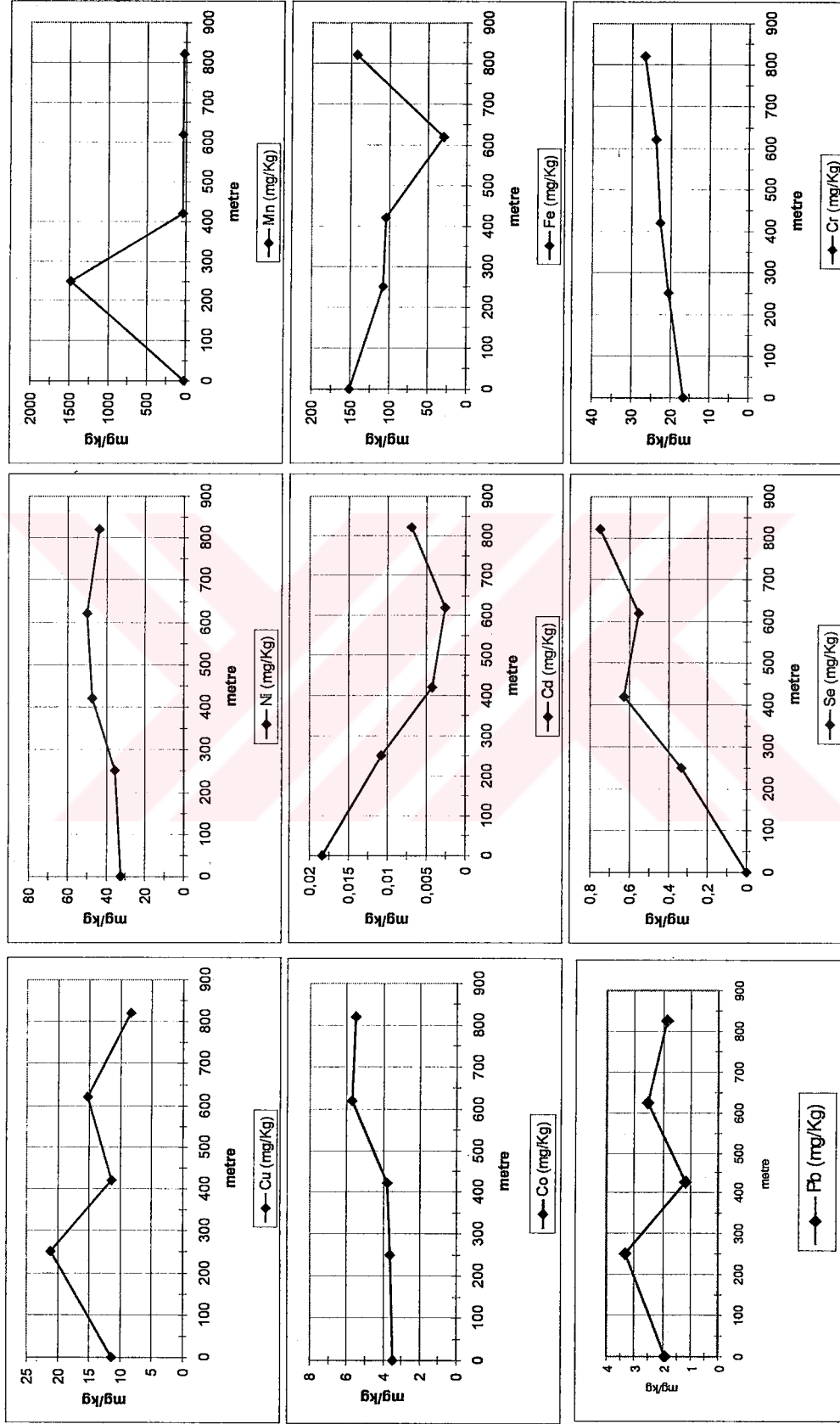


Şekil 5.36. İkinci Hat Boyu 2. Seviyenin Ağır Metal Değişimi

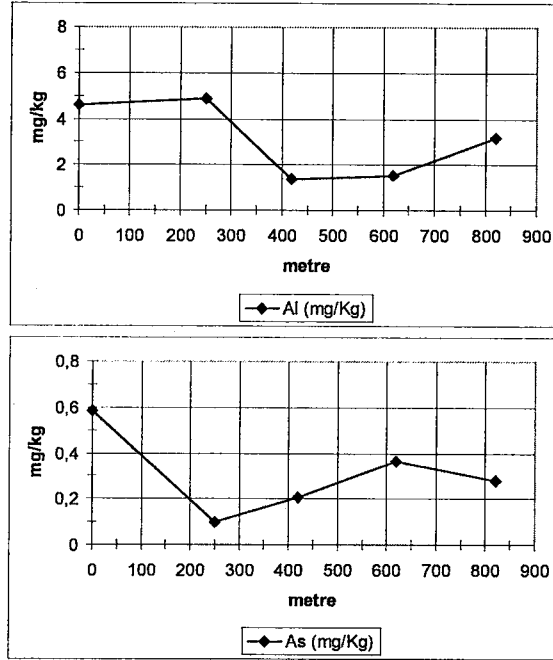


Şekil 5.37. İkinci Hat Boyu 2. Seviyenin Ağır Metal Değişimi

İkinci hat 2. seviyedeki metallerde meydana gelen değişiklikler Şekil 5.36 ve 5.37'deki grafiklerde verilmiştir. Yine, Cu, Co, Pb ve Ni aralarında benzer davranışlar göze çarpmaktadır. Hat boyunca 250 metredeki tuz seviyesinde azalma görülürken sazlığa doğru yükselme göstermektedirler. Fe ve Cd arasında pozitif korelasyon görülmektedir. Konsantrasyonları 300 metreye kadar sabit gitmiş ve sonra ani yükseltme göstermiştir. Kahverengi yeşilimsi kilde birikmiştir. Kil; Fe ve Cd'u absorpsiyonu kimyasal reaksiyon ve iyon değişimi sonucunda bünyesinde tutmaktadır. Hg konsantrasyonu, sadece 250 metrede bulunmuştur. Burda 40 ppm seviyelerinde Hg tespit edilmiştir. Se konsantrasyonu, kıyıda fazla iken 250 metrede ani azalmış ve tekrar yükselmiştir. Se hat boyunca farklı davranışlar verdiği gözlenmektedir. Mn'de ise kıyıda yüksektir. Al ile As arasında negatif korelasyon gözlenmektedir. Al yine tuzlu seviyelerde killerin bulunması sebebi ile belirli oranlarda tespit edilebilmektedir.



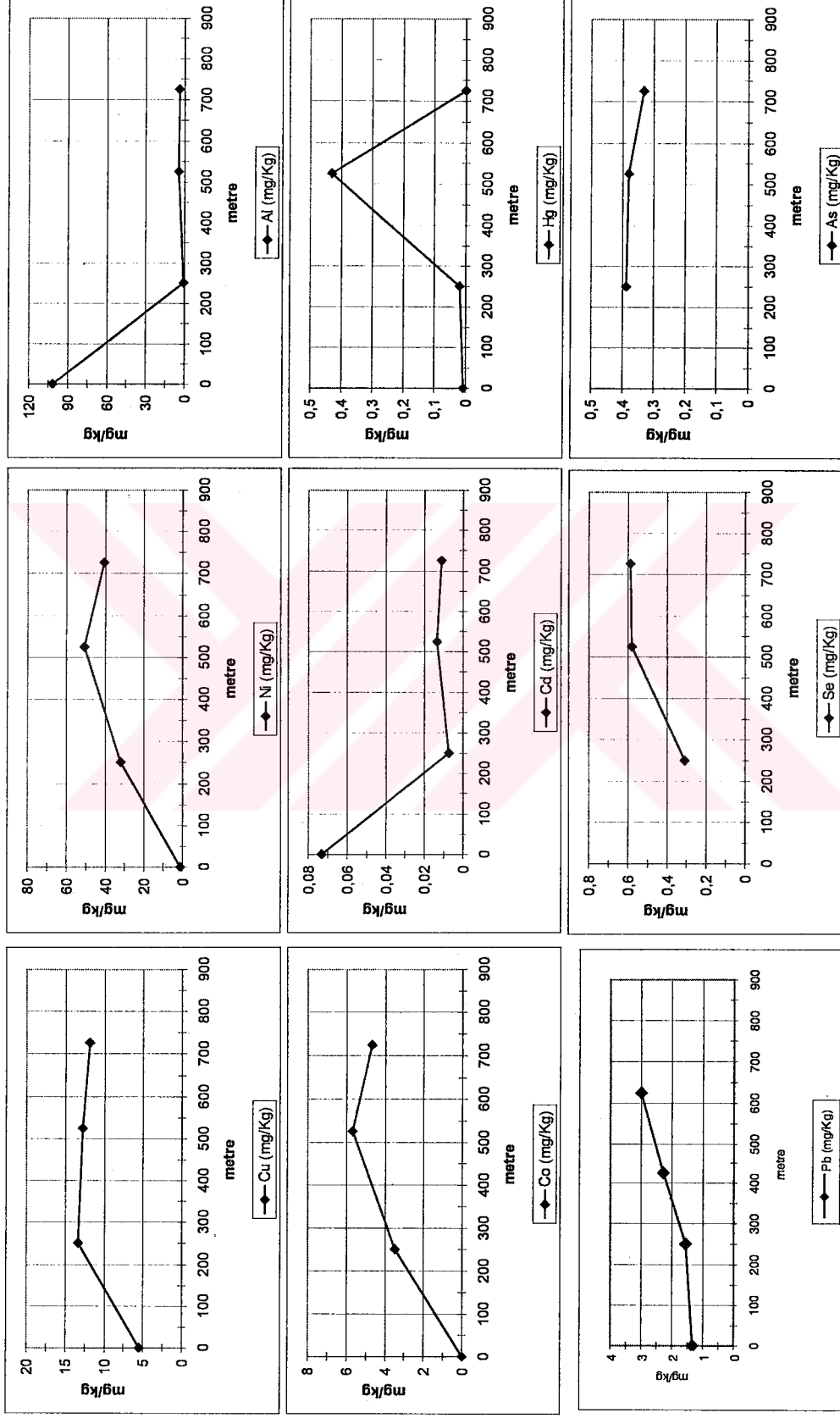
Şekil 5.38. İkinci Hat Boyu 3. Seviyenin Ağır Metal Değişimi



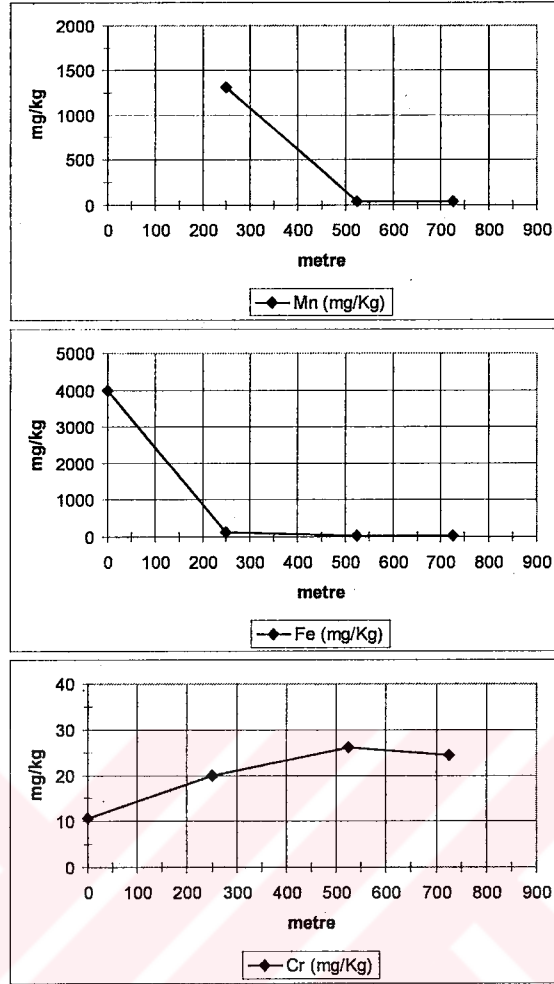
Şekil 5.39. İkinci Hat Boyu 3. Seviyenin Ağır Metal Değişimi

İkinci hat 3. seviyedeki metallerde meydana gelen değişiklikler Şekil 5.38 ve Şekil 5.39'da verilmiştir. Mn konsantrasyonları, 250 metrede yüksek çıkmış ve sonra yoluna sabit devam etmiş. Cu ve Pb aralarında pozitif korelasyon gözlenmektedir. Cu ve Pb ikilisinde incelenen hat boyunca davranışlarında belirli bir düzen bulunmadığı tespit edilmiştir. Co, Ni ve Cr miktarı, hat boyunca yakın konsantrasyondadır. Se konsantrasyonu, gölden sazlığa doğru yükselmektedir. Fe miktarı, kıyıda yüksek iken 450 metrede ani azalmış ve sonra kıyıdaki konsantrasyon değerine geri aldığı gözlenmiştir. Al 250 metreye kadar sabit kalmış sonra ani bir düşmüştür. Cd miktarında, hat boyunca azalmaktadır. Al ile As arasında bulunan negatif korelasyon belirli bir biçimde ortaya çıkmıştır.

İkinci hat 3. seviyenin incelemesi sonucunda elementler de diğer seviyeler göre düzenli bir davranış görülmemiştir.



Şekil 5.40. İkinci Hat Boyu 4. Seviyenin Ağır Metal Değişimi



Şekil 5.41. İkinci Hat Boyu 4. Seviyenin Ağır Metal Değişimi

İkinci hat 2. seviyedeki metallerde meydana gelen değişiklikler Şekil 5.40 ve Şekil 5.41'de verilmiştir. Son seviyede Cu, Co, Ni, Se ve Cr aralarında pozitif korelasyon söz konusudur. Güzergah boyunca konsantrasyonlarında belirli bir yükselme tespit edilmiştir. Göl suyunda bu elementlerin konsantrasyonları azalırken diğer numune alma noktalarındaki alt seviyelerinde çökme eğilimi bulunmaktadır. Bu neden ile konsantrasyonları önemli derecede artmıştır. Cd, Fe, Mn ve Al konsantrasyonları, 250 metreye kadar azalma gösterirken daha sonra belirli bir konsantrasyonda korunmuştur. Aralarında pozitif bir korelasyon gözlenmektedir. Bu oluşum elementlerin askıda kalarak göle kadar taşındığını işaret etmektedir. Hg konsantrasyonunda sadece 525'inci metrede, diğer noktalara göre bir konsantrasyon artışı bulunmuştur. As konsantrasyonu incelenen hatta fazla değişikliklere uğramamaktadır.

5.4.5.İnsu ve Melendiz Deresinden Alınan Sediman Numunelerinin Ağır Metal Dağılımı

Tuz Gölü'nün batı kesiminden dökülen İnsu Deresi özellikle Cihanbeyli ve civarındaki ufak yerleşim birimlerinin evsel atıksularında eklendiği bir drenaj sistemidir. Çoğunlukla genç Neojen çökelleri ve alüvyonlar içinden akmaktadır. Melendiz Deresi ise gölün güneydoğusundan dökülmektedir. Aksaray ve yakın civarındaki yerleşim birimlerinden geçerek göle ulaşır. Drenaj havzasında genç çökeller yanında, magmatik ve bazik karakterli kayaç topluluklarına da rastlanmaktadır. Her iki dereden İnsu ve Melendiz isimleri ile alınan sediman numunelerinden Ni, Co, Cu, Cr, Cd, Pb, Al, Hg ve Fe analizleri yapılmıştır. Numunelerin ağır metal konsantrasyonları Tablo 5.11'de verilmiştir.

Tablo 5.11. İnsu ve Melendiz dereleri sedimentlerin ağır metal konsantrasyonları

Elementler (mg/Kg)	İnsu	Melendiz
Cu	21,91	24,73
Ni	29,50	61,96
Co	7,38	13,63
Cd	0,1582	0,42
Pb	9,77	12,15
Al	2777,02	3038,10
Hg	0,0326	0,32106
Fe	13941,77	15812,76
Cr	22,38	48,75

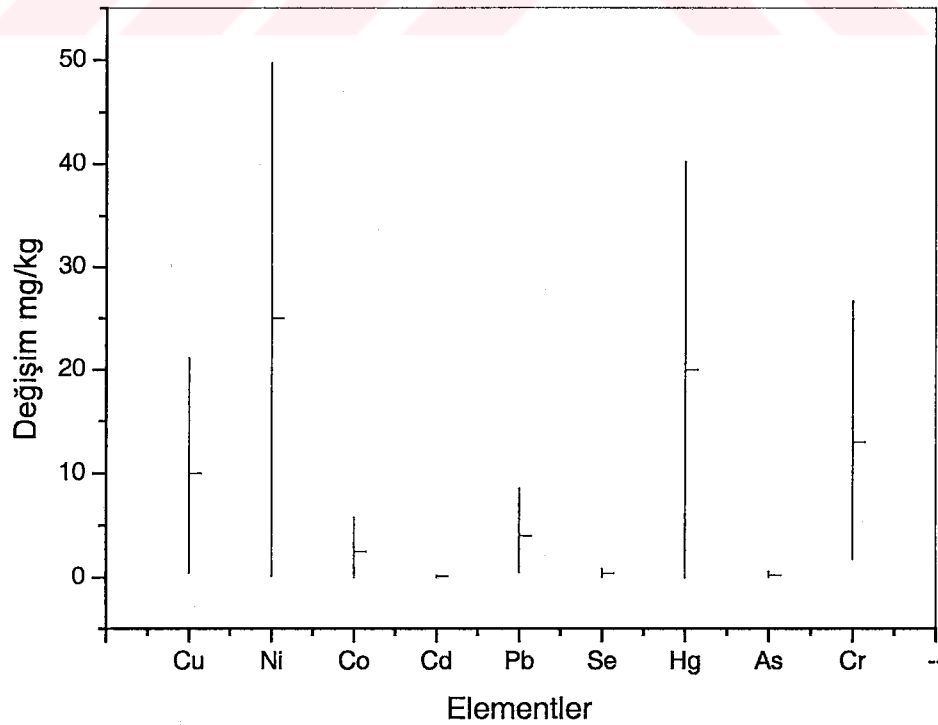
Tablo 5.11. incelendiğinde görüleceği gibi ağır metal konsantrasyonları birbirlerine oldukça yakındır. Özellikle Melendiz Deresi'nde kısmen yüksek olan Ni, Co, Fe ve Cr konsantrasyonlarının yerleşim ve sanayi bölgesi olarak yoğun olan Aksaray ve civarından, ayrıca İnsu dereye nazaran daha fazla bazik magmatik kayalardan geçmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Günümüz itibari ile ana tahliye kanalına göre daha az su ve daha az evsel ve sanayii atıkları taşıyan her iki dere Tuz Gölü için tehdit unsuru görülme de özellikle bu çalışmada üzerinde durulan ağır metaller açısından gelecekte riskli bir hal alabileceği ön görülmektedir.

5.5. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Ana tahliye kanalının Tuz Gölü'ne döküldüğü yer olan Gölyazı mevkiinden derlenen katı (tuz ve kil) ve su örneklerinin en düşük ve en yüksek ağır metal konsantrasyonları Tablo 5.12'de verilmiştir

Tablo 5.12. Gölyazı Mevkiinden alınan örneklerdeki ağır metallerin en düşük ve en yüksek değerleri ve grafiği

Elementler	En Düşük (mg/kg)	En Yüksek (mg/kg)
Bakır (Cu)	0.41	21.13
Nikel (Ni)	0.13	49.78
Kobalt (Co)	0	5.75
Kadmiyum (Cd)	0.002	0.25
Kurşun (Pb)	0.49	8.52
Selenyum (Se)	0	0.83
Alüminyum (Al)	0.81	10898
Mangan (Mn)	2.51	1769
Civa (Hg)	0	40.3
Demir (Fe)	0.70	5296
Arsenik (As)	0.003	0.59
Krom (Cr)	1.76	26.34



Tablo 5.12 deki grafikte de görüleceği gibi özellikle Cu, Ni, Hg, Cr ve kısmen Pb kurşun konsantrasyonlarında ciddi bir dağılım aralığı söz konusudur. Bölüm 5.4.1 deki ana bileşenler kısmında da değinildiği gibi özellikle evaporasyon işlemi sırasında kısmen tuz oluşumuna geçen ağır metaller ortamdaki konsantrasyon artışına paralel olarak zamanla tuz bünyesinde de yer alacak bu da istenmeyen durumları ortaya çıkaracaktır.

Çalışmada tespit edilen ağır metaller kaynağının öncelikle Konya ve çevresinin endüstriyel atık sularını taşıyan Ana Tahliye Kanalı, tarım alanlarında kullanılan Cu, Se elementleri içeren pestisitler ve Tuz Gölü çevresinde yer alan kayalar olduğu düşünülmektedir.

Tuz gölü havzası ve yakın çevresi tarih boyunca ciddi boyutlarda tarımsal faaliyetlerin yürütüldüğü bir bölgedir. Tarımsal alanlarda verimin yükseltilmesi amacıyla, kimyasal gübre ve tarımsal zararlılara karşı kimyasal mücadelenin bölgeye girmesiyle birlikte, bölgede kimyasal dengelerin bozulması olağan bir durumdur. As, Pb, Cu ve Hg elementler kuvvetli ağız yapısına sahip böcekler ve çeşitli mantar türleri için yaygın olarak kullanılan tarımsal ilaçların önemli kimyasal bileşenlerinden biridir (Gök, 1998). Bu tür ilaçların bozunma sürelerinin çok değişik olması, uzun süre korunmaları ve taşınmaya yakınlıkları Tuz Gölü çevresindeki ağır metal konsantrasyonlarında etkili olduğunu akla getirmektedir.

Tuz Gölü yüzey sularındaki iyon konsantrasyonlarına göre, göl suyu Na-Cl tipi salamura sular sınıfına girmektedir ($Na_{ort}=100.000$ ppm, $Cl_{ort}=180.000$ ppm). Göl içerisindeki herhangi bir zaman dilimindeki başlıca yerel konsantrasyon farklılıkları kıyıdaki, ana ve derin bölgelerin yüzey suları arasında mevcut olup, bu farklılıklar, iyonların konsantrasyonlarındaki farklılık şeklinde ortaya çıkmaktadır. Göl çevresinde ve içindeki yersel su kimyası farklılıkları çok az olmasına karşı, mevsimsel olarak su miktarındaki değişiklikler konsantrasyonlardaki değişiklikleri ortaya koymaktadır (Çamur ve Mutlu, 1995). Tuz Gölü çevresindeki metal konsantrasyonlarındaki değişiklikleri açıklanmasındaki en büyük veri de bu yöndedir. Tuz Gölü ve yakın civarında mevsimsel su farklılıkları, Tuz Gölü üç parçaya ayırarak

incelendiğinde (derin kesim, sıg kesim ve kıyı bölgesi) değişik şekillerde ortaya çıkacaktır. Özellikle yağışlı mevsimlerde ve ayrıca Ana Tahliye Kanalı'nın yoğun su taşıdığı dönemlerde kıyıdaki kirli kesim de konsantrasyon değişmesin neden olacaktır. Bu şartlar karşısında Tuz Gölü'nde, tuz oluşumunda en önemli proses olan evaporasyon ve mineral çökelişi, Tuz Gölü'nde tuz oluşumu açısından bir zonlanma göstermektedir. Bu zonlanma su seviyesi ile doğrudan bağlantılıdır. Bu çalışmada da özellikle Gölyazı Mevkiinde gözlemlendiğine göre; tuz oluşumu gölün kıyı çizgisinden 250-300 metre önce başlamaktadır. Su kalitesine bağlı olarak tuz kalitesinde farklılıkları gözlemlemek mümkündür. Göle yaklaştıkça tuzun renginde, kristal yapısında ve tuz tabakası kalınlığında belirgin artışlar gözlenmektedir. Bu sonuç çalışmada gerçekleştirilen 2 kesit doğrultusu boyunca alınan örneklerdeki ağır metal konsantrasyonlarındaki değişimlerle desteklenmiştir.

Tüm Tuz Gölü ve çevresinde sedimantasyonu, mineral çökmesini hem yatay yönde ve hem de düşey yönde evaporasyon ciddi bir şekilde kontrol etmektedir. Başka bir deyişle, bütün jeokimyasal değişikliklerde evaporasyon etkili olmaktadır. İnceleme alanındaki düşey yöndeki ağır metal konsantrasyonu da bu etki gözlenmiştir. Mevsimsel su seviyesi yükselmeleri tuzun (NaCl) eriyerek tekrar çözeltiye geçmesini sağlarken killer ve farklı ağır metaller ortamda kalarak daha alt seviyeler inmiş konsantrasyonların da artmalar görülmüştür.

Tuz Gölünde tuz tabakasının kalınlığı 1-30 cm arasından değişmektedir. Ayrıca Tuz Gölü'nde 1 yıl içerisinde 6-8 cm arasında tuz oluşabilmektedir. Fakat göldeki maksimum tuz tabakasının kalınlığı 30 cm'yi geçmemektedir. Bu durum belli bir yılda çökelen tuz tabakasının ortamın su seviyesinin yükseldiğinde çözünmesi ile ilişkilidir (Ergun, 1998). Bu veriden hareket ile Tuz Gölü havzasında dışardan gelen ağır metallerce her geçen gün zenginleşeceğine, belirli bir konsantrasyonun üzerine çıktığında tuzun artık oluşmayacağına veya tuzun ağır metal konsantrasyonu belirli bir dönem sonra kullanılmayacağına işaret etmektedir.

Gölyazı Mevkiinde civa (Hg) konsantrasyonuna bazı bölgelerde rastlanmazken, bazı bölgelerde 40.3 mg/kg seviyelerinde tespit edilmiştir. Günümüzde civa, doğal ve antropojenik kaynaklardan çevrede hızla yayılmaktadır. Civanın çevrede düşük konsantrasyonlarda tayini güç olduğu için nasıl bir çevrime sahip olduğu ve biriktiği çok iyi bilinmemektedir (Morel ve diğ., 1998).

Civanın atmosferden dünya yüzeyine dönüşü esas olarak, çözülmüş Hg^{++} 'nin kar ve yağmur ile yere inmesi yolu ile olmaktadır. Civanın aerosoller ile yayılması, yine aerosollerin bolca bulunduğu kara yüzeyinde çökmeyi artırır. Hg^0 , Hg^{++} 'ya göreceli olarak daha yavaş yeninden yükseltgendiğinden, atmosferde kalış süresi 1 yıl veya daha azdır. Bu süre, atmosferi civanın karaya, göller, denizlere ve buza dönmeden önce karanın tümüne yayılması için yeterli bir süredir. Sonuç olarak civanın başlıca yayılımı, endüstriyel bölgelerde yoğunlaşmış noktasal kaynaklar olmakla beraber, civa kirliliği küreseldir ve yer yüzünün bir çok ücra alanını etkilemektedir. Göl sedimentlerinden elde edilen tarihsel kayıtlar ücra alanların uzun menzilli atmosferik taşıma ile kayda değer miktarda insan kaynaklı civa depolandığını gösteren önemli kanıtlar bulunmaktadır (Morel ve diğ., 1998). Antropojenik civa kaynakları, metal üretimini, klor-alkali, maden endüstrisi, atık toplama ve işleme, kömür, turba, odun yakma, zirai mücadele işlemlerdir.

Bazı göllerde Hg düzeyleri, mevsimlere bağlı olarak değişir. Bu göllerde yaz tabaklanması süresince çoğalıp azalan Hg düzeyleri çok tipiktir. Yüzey suları ile göl sularının alt seviyeleri arasından Hg düzeyleri ters orantılıdır. Sedimentlerden alınan örneklerde yapılan deneylerde, oksijence zengin sularda sedimentin civayı topladığı, oysa oksijene fakir sularda Hg'nin sediment toplanmadığı tespit edilmiştir (Regnell ve diğ., 1997). Gölyazı Mevkiinde maksimum Hg değeri olan 40.3 mg/kg'ın sedimentte değil de tuzlu su örneğinde bulunması bu görüşü desteklemektedir.

Ölçümleri yapılan diğer parametrelerden Fe, yarı kurak bölgede ayrışmaya bağlı olarak yapın gözlenen elemelerden biridir. Fe iyonları ve bileşikleri çok tuzlu ortamlarda kimyasal reaksiyonlar oluşturmamaktadır. Bu

durumda ince kil boyu tanelerin yüzeylerinde tutunarak taşınırlar (Şahinci, 1991). Göl yazı mevkiinden derlenen örneklerde demir miktarının killi seviyelerde ve özellikle tuzlu su örneklerinde yüksek konsantrasyonlara (5296 mg/kg) ulaşması bu şekilde açıklanabilir. Tuz örneklerinde demir konsantrasyonu düşük miktarlardadır.

Al elementi tropik iklim şartlarında ayrışmaya bağlı olarak çok bulunan bir elementtir. Özellikle killerin yapısını önemli oranlarda oluşturur (Al %5-45). İnceleme yapılan alanlarda yüksek Al konsantrasyonu yaygın bir şekilde killerin bulunması, numunelerin analize hazırlanması sırasında yapıdaki çeşitli killerin çözeltiye geçmesi ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Cd, As, Co ve Se elementleri çalışma alanında çok düşük düzeylerde tespit edilmiştir.

Çalışma alanında en fazla Cu 21.13 mg/kg mertebelerinde rastlanmaktadır. Bakır elementi endüstriyel bölgelerden geçen akarsu ve tortullarında özellikle aşırı kömür kullanımına bağlı olarak yüksek oranlarda gözlenebilmektedir (67-470 ppm). Çok tuzlu fosil sulara bakır 0.1 ppm Kaliforniya'daki sızak ve çok tuzlu Salton Sea sularında 5 ppm Cu tespit edilmiştir (Şahinci, 1991). İnceleme alanındaki Cu konsantrasyonunda Konya ve civarının evsel ve endüstriyel atık suların taşındığı Ana Tahliye Kanalı'ndan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Cr ve Ni inceleme alanında $Cr_{max}=26$ ppm, $Ni_{max}=19.78$ ppm mertebelerinde bulunmaktadır. Cr ve Ni bileşikleri yüzey şartlarında ayrışmaya ve taşınmaya karşı çok dirençli olmasına rağmen tuz gölünün doğu ve güney doğu kesimlerinde yaygın olarak yüzeyleyen ofiyolitik kayalar içerisinde önemli konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Bu iki elementin tuz gölü havzasına mineral kırıntıları şeklinde taşındığı düşünülmektedir. Tuzlu sulara Cr ve Ni miktarı Co miktarından daha fazladır (Şahinci, 1991). Bu çalışmada Cr ve Ni miktarı Co miktarından fazla çıkarak desteklenmiştir.

Bu çalışmanın başlıca konusunu oluşturan ağır metaller, kirli ve zehirli ortak özellikler gösteren metal ve metal gurupları olarak tanımlanmıştır (Alloway , 1990). Doğal ve yapay yollarla ortama atılan ağır metaller kolayca birikip çevrede çok kompleks yapılar oluşturmaları nedeni ile tehlikeli kirleticiler olarak tanımlanmaktadır. Ağır metaller biyolojik olarak parçalanamamaktadır (Ketchum, 1986). Bu tanımdan da ortaya çıkacağı gibi Tuz Gölü havzasında özellikle dışardan, doğal olmayan ağır metal yüklemeleri bugün ülkemizin % 60-70 tuz ihtiyacının sağlandığı Tuz Gölü'nün sonu anlamına gelecektir.

Metal bileşikleri bulundukları ortamda başka metal bileşiklere dönüşebilmektedirler. Bu dönüşme esnasında bazen bir metalin toksit ve suda çözünen bileşiği de çıkabilmektedir. Bazı metaller yaşamsal açıdan düşük konsantrasyonu gerekli olmasına rağmen, eşik değerler aşıldığı zaman zehir etkileri görülmektedir. Zehirli elementler kavramı hayat için gerekli olmayan elementler olarak ifade edilir ve bunlar gereğinden fazla alındıklarında sağlığa zararlı olmaktadır. Örneğin, Pb, Ba, Cd, Hg, As, Ti ve U (Alloway, 1990). Bir arazide aşırı miktarda ağır metal konsantrasyonu var ise bu arazi kirli olarak sınıflandırılır (Smith, 1980). Bu kavram aynen tuz üretimi yapılan havzalar içinde geçerlidir. Tuzda limit değerleri geçen ağır metal konsantrasyonları kirlenmeye neden olacaktır. Bu konsantrasyonlar insanlara, hayvanlara , eşyalara ve çevreye direk veya en direk olarak zarar verebilmektedir.

Metal kirliliği konveksiyon, rüzgar ve sular aracılığı ile bir yerden başka bir yere taşınabilmektedir (Gündüz, 1994). Genellikle eser miktarda bulunmaları nedeniyle ölçümlerde hata payı büyük olan bu kirleticilerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik doğal mekanizmalarındaki yolunun ayrıntıları ile bilinmemesi gibi nedenlerle doğada dolanım hızları da güçlükle saptanabilmektedir. Bu nedenle kirlenmeye maruz kalmış çevreyi yeniden yaşanabilir hale getirmek ekonomik ve teknik açıdan zor hale gelmektedir. Bunu önlemek için kirlilik potansiyeli olan kaynakların zamanında belirlenmesi ve önleyici tedbirlerin alınması gerekmektedir.



Bugün Tuz Gölü'nün en büyük problemlerinden biriside göle boşalan derelerdir. Bu çerçevede Göle boşalan iki önemli dereden alınan sediman numunelerinin analizleri yapılmıştır. Tuz göllerine akan derelerin göl suyuna tatlı su ve beraberinde getirdiği malzemeyi biriktirmesi, tuz konsantrasyonunu düşürüp tuz oluşumunu yönde etkilemektedir. A.B.D' deki Great Salt Lake'in tuzluluk derecesi Wasatch Range bölgesindeki kar yağışına bağlıdır. Burada eriyen kar suları yörede göle akan bütün dereleri beslemektedir. 1958 yılında bölgede hatlı tren yolu inşası için yapılan suni doldurma ile gölün kuzey ve güney kesimlerinin birbirine bağlanması bütün tatlı su nehirlerinin gölün güney kesimine akması ve dolayısıyla gölün kuzey kesiminin tuzluluk derecesi % 27 iken güney kesiminde bu oranın önemli derecede düşük olmasına neden olmuştur. (Schroder, 1994). Tuz Gölü'nde de iki derenin boşalımlarını ana tuzlalara yakın olması nedeniyle aynı tehditler söz konusudur. Bu iki derenin taşıdığı su miktarındaki artmalar, sellenmeler ve bileşimindeki kimyasal değişiklikler direk Tuz Gölü'nü ve tuzlaları etkileyecektir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tuz Gölündeki ağır metal kaynağının başlıca nedenlerinden birinin DSI tarafından yapılan Ana Tahliye Kanalı'nın, Konya Şehrinin evsel, sanayi ve kimyasal katı ve sıvı atıklarının Tuz Gölü Havzasına taşınmasıdır. Ayrıca gübre ve zirai ilaçlar da kirlenme nedenleridir.

Numuneler Tuz Gölüne dökülen Ana Tahliye Kanalı'nın son noktası olan Gölyazı mevkinde alınmıştır. Numunelerin ağır metal değişimini temsil etmesi açısından Ana tahliye kanalı doğrultusunda göl kıyısına dik iki kesit doğrultusu planlanmıştır. Birinci doğrultu ana tahliye kanalına yaklaşık 500 m. mesafede ve yaklaşık 1.5 km uzunluğunda 5 tane numune alım noktasından oluşmaktadır. İkinci kesit doğrultusu ise gölden sazlığa doğru ana tahliye kanalının bitişiğinde 5 tane numune çukurundan ibarettir. Her noktada, gözlem çukurları açılarak (16-79 cm arasında) derine doğru tuz, sediman ve su numunesi alınmıştır. Ayrıca gölün batısında göle giriş yapan İnsu ve güneyindeki Melendiz deresinden, sediman örnekleri toplanmıştır. 41 adet numune alınmıştır.

Numuneler tuz, organik madde, kil ve su olmak üzere alınmıştır. Özellikle organik madde ve kilde kısaca taban çökellerinde ağır metal derişimleri yüksek bulunmuştur. Sedimanlarda gözlenen yüksek metal değerlerinin, göldeki evaporasyon sonucu tuzun ayrılması ve kalan kısımdaki zenginleşmelerin sonucu olduğu söylenebilir.

Tuz Gölü Havzasında, tarımsal ilaçların kullanımı, tarla ıslahı ve çoraklaşmayı önleme amaçla yıkama suyu gölün korunması açısından kontrol edilmelidir.

Tuz Gölü havza içinden ve dışından yağış ve evaporasyon dengesi olumsuz yönde etkiyecek miktarda su, kirletici özellik taşıyan kimyasal ve organik maddeler girmektedir. Bölgede son yıllarda planlanan arazi ıslah projesi kapsamında yapılan drenaj kanalları havza dışından su ve

istenmeyen maddeler getirecektir. Bu projeler tamamlandığında göle fazladan 400 milyon m³ kadar su verilecektir. Bu büyüklükte suyun göle girişi su seviyesini 25 cm yükseltecek ve göldeki geçirgenliği önleyen tuz tabakasının erimesine neden olacaktır. Bu hal gölün tabanının bataklık hale gelmesine neden olacaktır. Bu göl için tuz oluşumunun sonu olacaktır.

Bu çalışmada Tuz Gölü, Gölyazı Mevkinde Tuz Gölü'ne doğrudan etkili olabileceği düşünülen Cu, Co, Pb, Hg, As, Se, Ni, Cr, Al, Cd, Mn ve Fe elementlerin değişimi incelenmiştir. Söz konusu elementler. Doğada belirli konsantrasyonlarda bulunan ayrıca bölgedeki hızla gelişen sanayii ye, buna paralel olarak gelişen tarıma, yine Tuz Gölü'ne belirli uzaklıklarda olmasına rağmen Tuz Gölü ile ilişkili olan Konya Kapalı Havzası içinde bulunan tüm kirleticiler göz önünde bulundurulmuştur.

Tuz Gölü, Gölyazı mevkiinde derlenen örneklerde Cu, Ni, Co, Cd, Pb, Se, Al, Mn, Hg, Fe, As ve Cr elementleri analizleri yapılmış, bu analizler sonucunda; Cu (max = 0.41, min = 21.13), Ni (max = 0.13, min = 49.78), Co (max = 0, min = 5.75), Cd (max = 0.002, min = 0.25), Pb (max = 0.49, min = 8.52), Se (max = 0, min = 0.83), Al (max = 0.81, min = 10898), Mn (max = 2.51, min = 1769), Hg (max = 0, min = 40.3), Fe (max = 0.70, min = 5296), As (max = 0.003, min = 0.59), Cr (max = 1.76, min = 26.34), değerleri tespit edilmiştir. Bu sonuçlar Tuz Gölü'nde ağır metal kirlenmesi açısından bir problem yaşanmaması açısından acil olarak rutin kontrollerin yapılması gereğini gündeme getirmektedir.

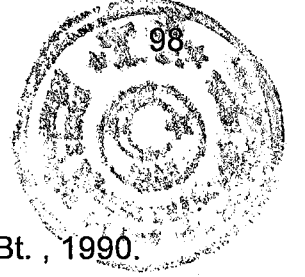
Tuz Gölü' nün korunması için özel hükümler getirilerek göle akıtılan suların miktar ve kriterlerini dengeleyen deşarj standartlarının uygulamaya konması ve hassasiyetle takibi gereklidir.

Tuz Gölü doğal güzelliği yanında, tarih boyunca Anadolu coğrafyasında yaşayan insanlara tuz gibi stratejik bir besin kaynağını sağlaması açısından çok önemlidir. Tuz oluşumu açısından dünyanın ikinci önemli gölü olan Tuz Gölü günümüzde bilinçsizce tahrip edilmektedir. Böyle önemli bir doğal

oluşumun korunması ve gelecek nesilleri bozulmadan bırakılması için acilen tedbirler alınmalıdır.

Sanayii ve evsel atıksular gerekse yağışlarla su seviyesi yükselmekte ve gölün tuzlu su konsantrasyonu azalmaktadır. Bu durumda gölde kendiliğinden çökelen tuz miktarında düşme görülmektedir. Bu su seviyesi her yıl artmakta olup birkaç yıl sonra yaz aylarında suyun çekilerek bir tuz kabuğu bırakması olanaksız hale gelecektir. Bunların yanı sıra yağış ve rüzgarlar vasıtasıyla ve göle ulaşan Peçenek, İnsuyu, Eşmekaya gibi akarsular tarafından göle karadan taşınan materyal ile sürekli doldurmakta ve doldurulacaktır. Böyle bir çevre kirliliği ve arazinin doğal yapısı itibariyle şimdiden hissedilebilir boyutlardaki erozyonun etkisi altında bulunan eşsiz bir ekonomik kaynak ve doğa harikası olan Tuz Gölü'nün geleceği için tehlike yaratmaktadır (Ayhan ve Diğ., 1993).

KAYNAKLAR



- Alloway , B.J., Heavy Metals in Soils , Blackie and Son Ltd. Gt.Bt. , 1990.
- Anonim, Tuz gölü ve havzasında çevre durum raporu, Ankara, 1998
- Arkan , Tuz Gölü Havzasının jeoloji ve Petrol imkanları , MTA Derg. , 85, 17-38 , 1975.
- Aras , A. , Bustanoğlu ve Uygun , A., Tuz Gölü Projesi , Jeolojik Etüt Arama Raporu : MTA Derleme Rap. No: 6083, 1975.
- Ayhan , A., Güzel , A. , Küçükhöyük , M. ve G. , Konya Kapalı Havzasında ve Tuz Gölünde Kirlenmenin Tesbiti ve Giderilmesi, Selçuk Ün., Çevre Uygulama Ve Araştırma Merkezi, Konya, 1993.
- Beker , N. , Tuz Gölü ile ilgili Olarak Yapılan Çalışmalar ve Su Kirliliği ile ilgili Örnekler, Tekel Genel Müd. ; 43-47 s. , 1989.
- Beker , N. , Tuz Gölü , Önemli Kirlenmesi ve Çözüm Önerileri , Çevre Koruma Müdürlüğü. , 1992.
- Çamur , Z. M. ve Mutlu, H., Tuz Gölü'ndeki Mineral Çökeliminin Termo Dinamik Değerlendirmesi, Türkiye Jeoloji Bülteni, C. 38, Sayı 2, 67-73, 1995.
- Çatar , H. , Tuz 'Sodyum Klorür' ,Kitap , İstanbul , 1980.
- Ergun, O. N., Tuz Gölü Güncel Halit (NaCl) Çökellerinin Sedimentolojik İncelenmesi, 19 Mayıs Ün., Fen Derg., 1(2), 133-148 s., 1988.
- Gök , M. , Pestisitler ve Çevreye Etkisi, Yüksek Lisans Semineri I, GYTE Mühendislik ve Fen Bil. Enst. 26 s. , 1998.
- Görür , N. ve Derman , M. , Tuz Gölü Havzasının Jeolojik Gelişim Süreçleri ve Evrimi , 1978.
- Irion , G. , Mineralogisch-Sediman Petrographische Und Geochemische Untersuchungen Am Tuz Gölü (Salzsee) Türkei , Doktora tezi , Heidelberg Üniv. , 68 s. , 1970.
- Irion , G. , Lithium Als Anreicherungsprodukt In Zwei Türkischen Salzseen : Die Naturwiss , 59 , 10 ,476-468 , 1972.
- Irion , G. , Die Anatolischen Salzseen. Ihr Chemismus und Die Entstehung Ihrer Chemischen Sediments : Arch. Hydrobiol , 71 ,4 ,517-557, 1973.



İlter, M., Türkiye'de Tuz Endüstrisi ve Tuz Ticareti , Ticaret Bilimleri Lisansiyesi, Tekel Genel Müdürlüğü Eski Genel Müdür Baş Yardımcısı , Yayın No : Tekel 169 EAG-DKY : 50 , İstanbul , 1980.

Karaaslan, T., Tuz Gölünün Oluşumu ve Tuz Oluşumunu Etkileyen Faktörler : Yüksek Lisans Tezi , S.Ü. Sosyal Bil. Enst. , 41 s. , 1989.

MTA, Türkiye Tuz Envanteri : MTA Yayın No :164, 785 , Ankara , 1976.

MTA, Tuz gölü Havzası Etüt Aramaları ve Fizibilite Araştırmaları , Cilt 1 , 144 s. ,Ankara 1981.

Morel, F. M. M; Kizepiel, A. M. L. Ve Amyont M., The Chemical Cycle and Bioaccumulation of Mercury, Annu. Rev. Ecol. Syst. 29, 543-566, p. 1998.

Regnell, O., Ewald, G. Ve Lord, E. Factors Controlling Temporal Variation in Methyl Mercury Levels in Sediment and Water in Seasonally Stratified Lake, Limnol. Oceanogr., 42 (8), 1784-1795. p., 1997.

Reyhan, S., Tuz Gölünde Tuz Üretim Prosesinde Ağır Metal Değişimi, Yüksek Lisans Tezi, GYTE Mühendislik ve Enst., 69s, Gebze, 2000

Schroder , K. And Tiwangye , J.N. , Cemisttry of Salt Lakes / Analytical Chemistry , Annual Report 1997 from The Project Coordinators , Norwegian University of Science and Technology (NTNU) , Norway , 1997.

Schroder , K. , Rift Valley Salt Lakes Chemical Patterns in Deposits , Evaporites , Brines and Inflows , Departement of Chemistry , University of Trondheim , AUH , Trondheim , Norway , 1994.

Smith , M.A. , Contaminated Land , Report of The NATO/CCMS Plot Study Contaminated Laqnd , Plenum , New York , 1980.

Şahinci, A., Doğal Suların Jeokimyası, Reform Matbaası, İzmir, 548 s. ,1991.

Uygun , A. ve Şen , E. , Tuz Gölü Suyunun Jeokimyası , Türkiye Jeol. Kur. Bült., 21 ,2 ,113-120 ,1978.

Uygun , A. , Tuz Gölü Havzasının jeolojisi , Evaporit Oluşumları ve Hidrokarbon Olanakları , Türkiye Jeol .Kur. 35. Kurultayı , İç Anadolu Jeolojisi Sempozyonu , 66-71 , 1981.

ÖZGEÇMİŞ



Giresun'nun Görele ilçesinde doğan Aynur Zeynel, ilk, orta okulu ve liseyi aynı yerde tamamladı. 1997 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 1998 yılında Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başlamıştır. 1999 tarihinden beri ilköğretim okulunda branş öğretmenliği yapmaktadır.

