

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TUZ GÖLÜ TUZLALARINDAKİ
AĞIR METAL DEĞİŞİMİ

Selma GÖZLEV
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

GEBZE
2006

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TUZ GÖLÜ TUZLALARINDAKİ
AĞIR METAL DEĞİŞİMİ

Selma GÖZLEV
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
Yrd.Doç.Dr.Salim ÖNCEL

GEBZE
2006

ÖZET

TEZİN BAŞLIĞI: TUZ GÖLÜ TUZLALARINDAKİ AĞIR METAL DEĞİŞİMİ

YAZAR ADI : Selma GÖZLEV

Bu çalışmada, dünyanın nadir doğal kaynaklarından biri olan ve ülkemiz tuz ihtiyacının % 73 ünü karşılayan Tuz Gölü'nün, tuz üretimi yapılan tuzlalarındaki ağır metal miktarlarının tespiti üzerinde çalışılmıştır.

Tuz Gölü'nden tuz üretimi TEKEL tarafından, gölün batısındaki Yavşan Tuzlasından (Cihanbeyli), kuzeydoğusundaki Kaldırım Tuzlasından ve doğusundaki Kayacık Tuzlasından (Şereflikoçhisar) yapılmaktadır.

Tuz Gölü bugün büyük bir tehdit altındadır. Tuz Gölü'ndeki sorunlar, Konya Ovası sulama sularını drene etmek amacıyla DSİ Genel Müdürlüğüne 1974 yılında 185 km. uzunluğundaki Ana Tahliye Kanalının (ATK) devreye girmesiyle birlikte başlamıştır. Kanala sonradan, yapılış amacının dışında Konya İlinden kaynaklanan evsel ve endüstriyel nitelikli atık suların da deşarj edilmesiyle, göldeki kirlenme artmaya ve tuz üretimini giderek düşürmeye başlamıştır.

Bu çalışmada, tuzlalarından tuzlu su, tuz ve tuz tabakasının altındaki killerden numuneler alınmıştır. Alınan numuneler Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü laboratuvarlarında AAS (Atomik Absorbsiyon Spektrometre) cihazında analiz edilmişlerdir. Analizlerde Cu, Cd, Ni, Co, Hg, As, Mn, Pb, Se, Cr, Fe, Al konsantrasyonları tespit edilmiş ve değerlendirilmiştir. Analizlerde kil numunelerde yüksek değerler bulunmuş olmasına rağmen, tuz numunelerdeki konsantrasyon değerleri daha düşük olup tehlike arz edecek boyutlarda değildir.

SUMMARY

**TITLE OF THE THESIS : THE HEAVY METAL CHANGİNG İN
SALTPANS OF SALT LAKS**

AUTHOR : Selma GÖZLEV

This research, has been studied of the determination of the propotion of heavy metals at Saltpans of Salt Lake, one of the rare natural sources in the world and meeting 73 % of salt requirement in our country.

Salt is obtained from Yavşan Saltpan (Cihanbeyli) in the western, Kaldırım Saltpan (Şereflikoçhisar) in the north–eastern and Kayacık Saltpan in the eastern part of the lake respectively. Salt is produced by TEKEL in these three saltpans.

Today, Salt Lake is seriously under threat. Since 185 km long Main Discharge Canal (MDC) was started up by DSI to drain Konya Plain irrigation water in 1974 , Problems on pollution in Salt Lake has begun. Later, except for the construction purposes, even household and industrial qualified waste waters was discharged to the Lake, as a result of this, not only pollution in the lake has increased but also production of salt has decreased and reached to today's critical stage.

In our studies, samples of salty water, salt and clay under salt layer were taken from the saltpans. Taken samples were analyzed at AAS (Atomic Absortion Spectroscopy) equipment at Gebze Advanced Technology Institution Laboratories. During the analysis, Cu, Cd, Ni, Co, Hg, As, Mn, Pb, Se,Cr, Fe, Al concentrations were determined and results were evaluated. According to analysis results; although concentration quantities in clay samples are found at high level, those in salt samples are lower than on previous one. However, it is not at the angerous level.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamda beni yönlendiren, bilimsel katkılarını benden esirgemeyen ve her türlü desteği sağlayan danışman hocam Çevre Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Salim ÖNCEL'e,

Bu tez çalışması sürecince vermiş olduğu destek ile GYTE Çevre Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Mehmet KARPUZCU'ya,

Çalışmalarım sırasında yardımlarıyla bana destek olan Çevre Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi arkadaşlarım Halil HIZ ve Coşkun AYDINER'e

Ve her zaman yanımda olan, eğitim hayatım boyunca çalışmalarımda bana maddi ve manevi destek veren aileme en içten duygularıyla teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	İV
SUMMARY	V
TEŞEKKÜR	VI
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	İX
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
TABLolar DİZİNİ	XIII
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	6
2.1. Genel Jeoloji	8
2.2. İklim Özellikleri	9
2.3. Flora Fauna	11
2.4. Göldeki Tuzun Kökeni	12
3. TUZ GÖLÜNDE TUZ ÜRETİMİ	13
3.1. Tuz Hakkında Genel Bilgiler	13
3.2. Dünyada Mevcut Tuz Kaynakları	14
3.3. Türkiye Tuz Kaynakları ve Tuz Gölü Potansiyeli	16
3.4. Tuz Gölü Tuz Üretimi	19
3.4.1. Kaldırım Tuz İşletmesi	19
3.4.2. Kayacık Tuz İşletmesi	20
3.4.3. Yavşan Tuz İşletmesi	22
4. TUZLALARDAKİ KİRLETİCİ KAYNAKLARI	24
4.1. Ana Tahliye Kanalı	24
4.2. Bölgedeki Mevcut Diğer Kirleticiler	25
5. MATERYAL VE METOD	27

5.1.	Arazi Çalışmaları	27
5.2.	Numune Alımı	27
5.3.	Numunelerin Hazırlanması ve Analiz Teknikleri	28
5.4.	Minerolojik Çalışmalar	30
5.5.	Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi	31
5.5.1.	Yavşan Tuzlası	31
5.5.2.	Kayacık Tuzlası	64
5.5.3.	Kaldırım Tuzlası	66
5.6.	Ağır Metal Değişimlerinin Değerlendirilmesi	68
6.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	77
	KAYNAKLAR	80
	ÖZGEÇMİŞ	82

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

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
ATK	Ana Tahliye Kanalı

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. İnceleme Alanını Gösterir Harita	2
2.1. Tuz Gölü Havzası	7
2.3. Ortalama Yağış ve Buharlaşıma Miktarı	10
2.4. Ortalama Nem ve Sıcaklık Miktarı	11
3.1. Kaldırım Tuz İşletmesi	20
3.2. Kayacık Tuz İşletmesi	22
3.3. Yavşan Tuz İşletmesi	23
5.1. 1 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti	31
5.2. Yavşan Tuz İşletmesi Numune Alma Noktaları	32
5.3. 2 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti	32
5.4. 3 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti	33
5.5. 4 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti	33
5.6. 5 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti	34
5.7. 6 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti	35
5.8. 7 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti	35
5.9. 8 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti	36
5.10. S-19. Nolu Numunenin Yüzeyden Görünüşü (8 Nolu Gözlem Çukuru Tuz üzerindeki kirlilik örneği)	37
5.11. 9 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti	37
5.12. 10 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti	38
5.13. 11 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti	39
5.14. C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Cu Konsantrasyonu	42
5.15. C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Ni Konsantrasyonu	42
5.16. C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Co Konsantrasyonu	42
5.17. C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Cd Konsantrasyonu	43
5.18. C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Pb Konsantrasyonu	43

5.19.	C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Se Konsantrasyonu	43
5.20.	C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Al Konsantrasyonu	44
5.21.	C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Mn Konsantrasyonu	44
5.22.	C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Hg Konsantrasyonu	44
5.23.	C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Fe Konsantrasyonu	45
5.24.	C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları As Konsantrasyonu	45
5.25.	C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Cr Konsantrasyonu	45
5.26.	1 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti	46
5.27.	2 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti	47
5.28.	3 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti	47
5.29.	4 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti	48
5.30.	5 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti	49
5.31.	6 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti	49
5.32.	7 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti	50
5.33.	8 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti	50
5.34.	C Havuzu 2 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Cu Konsantrasyonu	53
5.35.	C Havuzu 2 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Ni Konsantrasyonu	53
5.36.	C Havuzu 2 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Co Konsantrasyonu	53
5.37.	C Havuzu 2 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Cd Konsantrasyonu	54
5.38.	C Havuzu 2 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Pb Konsantrasyonu	54

5.39.	C Havuzu 2 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Al Konsantrasyonu	54
5.40.	C Havuzu 2 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Hg Konsantrasyonu	55
5.41.	C Havuzu 2 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Fe Konsantrasyonu	55
5.42.	C Havuzu 2 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları As Konsantrasyonu	55
5.43.	C Havuzu 2 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Cr Konsantrasyonu	56
5.44.	1 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti	56
5.45.	2 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti	57
5.46.	3 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti	58
5.47.	3 Nolu Numune Alma Noktası YD-10 Nolu Numune Yüzeyde yeni oluşan tuz levhaları (ölçek kalem)	58
5.48.	D Havuzu Üzerindeki Gözlem Çukurları Cu Konsantrasyonu	61
5.49.	D Havuzu Üzerindeki Gözlem Çukurları Ni Konsantrasyonu	61
5.50.	D Havuzu Üzerindeki Gözlem Çukurları Co Konsantrasyonu	61
5.51.	D Havuzu Üzerindeki Gözlem Çukurları Cd Konsantrasyonu	62
5.52.	D Havuzu Üzerindeki Gözlem Çukurları Pb Konsantrasyonu	62
5.53.	D Havuzu Üzerindeki Gözlem Çukurları Al Konsantrasyonu	62
5.54.	D Havuzu Üzerindeki Gözlem Çukurları Mn Konsantrasyonu	63
5.55.	D Havuzu Üzerindeki Gözlem Çukurları Fe Konsantrasyonu	63
5.56.	D Havuzu Üzerindeki Gözlem Çukurları Cr Konsantrasyonu	63

5.57.	Kayacık Tuzlası tuz numunelerin Al Konsantrasyonu	65
5.58.	Kayacık Tuzlası tuz numunelerin Cu, Pb, Cr Konsantrasyonu	65
5.59.	Kayacık Tuzlası tuz numunelerin Fe Konsantrasyonu	65
5.60.	Kayacık Tuzlası tuz numunelerin Ni, Co, Cd, Hg Konsantrasyonu	65
5.61.	Kaldırım Tuzlası tuz numunelerin Al Konsantrasyonu	67
5.62.	Kaldırım Tuzlası tuz numunelerin Cu, Pb, Cr Konsantrasyonu	67
5.63.	Kaldırım Tuzlası tuz numunelerin Fe Konsantrasyonu	67
5.64.	Kaldırım Tuzlası tuz numunelerin Ni, Co, Cd, Hg Konsantrasyonu	67
5.65.	1 Nolu hat üzerindeki tuz numunelerin ağır metal konsantrasyon dağılımı	70
5.66.	1 Nolu hat üzerindeki kil numunelerin ağır metal konsantrasyon dağılımı	71
5.67.	2 Nolu hat üzerindeki tuz numunelerin ağır metal konsantrasyon dağılımı	72
5.68.	2 Nolu hat üzerindeki kil numunelerin ağır metal konsantrasyon dağılımı	73
5.69.	2 Nolu hat üzerindeki tuzlu su numunelerin ağır metal konsantrasyon dağılımı	74
5.70.	D Havuzu üzerindeki tuz numunelerin ağır metal konsantrasyon dağılımı	75
5.71.	D Havuzu üzerindeki kil numunelerin ağır metal konsantrasyon dağılımı	76

TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Açıklama</u>	<u>Sayfa</u>
2.1.	1990-2000 Yılları Cihanbeyli Meteoroloji İstasyonu Verileri	9
3.1.	Tuz göllerine ait tuzlu suların ortalama bileşen miktarları	14
3.2.	Üretim metotlarına göre ABD tuz üretimi	15
3.3.	Türkiye kaya tuzu rezervleri	18
3.4.	Türkiye'deki tuzlaların kapasiteleri ve üretim payları	19
5.1.	Alınan Numunelerinin gruplarına göre dağılımları	28
5.2.	1 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	31
5.3.	2 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	33
5.4.	3 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	33
5.5.	4 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	34
5.6.	5 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	34
5.7.	6 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	35
5.8.	7 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	36
5.9.	8 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	37
5.10.	9 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	38
5.11.	10 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	39
5.12.	11 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	39
5.13.	1 Nolu Hattın Alınan Numunelerin Ağır Metallere Göre Dağılımları	40
5.14.	1 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	46
5.15.	2 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	47
5.16.	3 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	48
5.17.	4 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	48
5.18.	5 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	49
5.19.	6 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	49
5.20.	7 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	50
5.21.	8 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	51
5.22.	2 Nolu Hattın Alınan Numunelerin Ağır Metallere Göre Dağılımları	51
5.23.	1 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	57

5.24.	2 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	57
5.25.	3 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	59
5.26.	4 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	59
5.27.	5 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları	59
5.28.	D Havuzundan Alınan Numunelerin Ağır Metallere Göre Dağılımları	60
5.29.	Kayacık Tuzlası Numuneleri Analiz Sonuçları	64
5.30.	Kayacık Tuzlası Numunelerinin Ağır Metallere Göre Dağılımları	64
5.31.	Kaldırım Tuzlası Numuneleri Analiz Sonuçları	66
5.32.	Kaldırım Tuzlası Numunelerinin Ağır Metallere Göre Dağılımları	66
5.33.	Tuzlalardan alınan numunelerin ağır metal konsantrasyonları	68

1. GİRİŞ

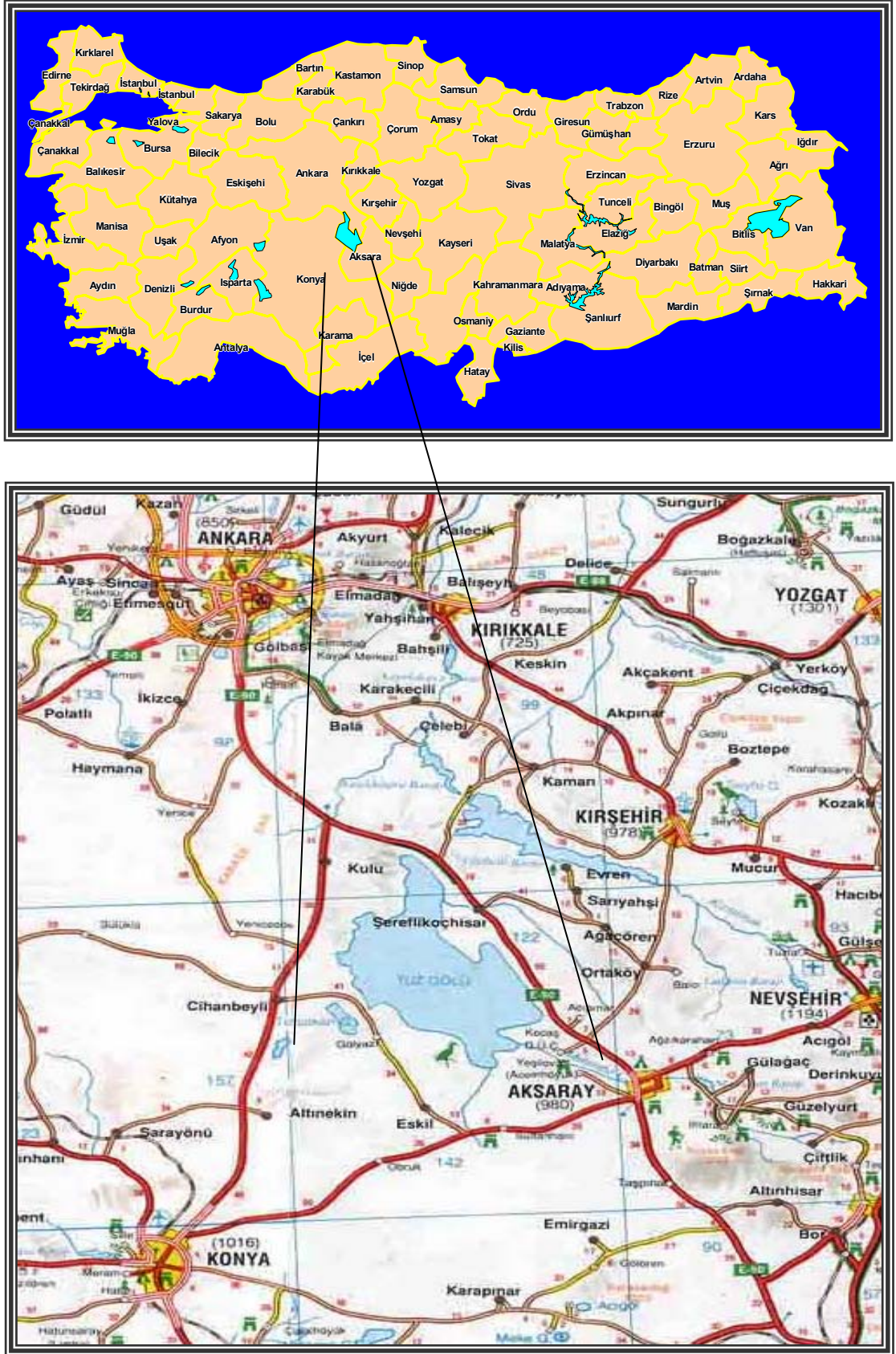
1.1 Amaç ve Kapsam

Bu çalışmada, Tuz Gölünden tuz üretimi yapan, gölün batısındaki Yavşan Tuzlası, doğusundaki Kayacık Tuzlası ve kuzeydoğusunda bulunan Kaldırım Tuzlasındaki ağır metal değişimi incelenmiştir.

Proje kapsamında; Yavşan, Kayacık ve Kaldırım tuzlarından daha önceden belirlenen kesitler doğrultusunda tuzlu su, tuz ve tuz tabakasının altındaki killerden toplam 86 adet numune alınmıştır. Alınan numuneler, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Çevre Mühendisliği Araştırma Laboratuvarında ve Malzeme Mühendisliği Araştırma Laboratuvarında As, Al, Cu, Cd, Cr, Co, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb ve Se elementlerinin varlığının araştırılması amacıyla analiz edilerek değerlendirilmiştir.

Tuz Gölü Havzası; İç Anadolu Bölgesinde yer alan yaklaşık 15 000 km²'lik kapalı bir havzadır. Bu çanağın ortasında bulunan Tuz Gölü, Konya, Ankara ve Aksaray illeri arasında yer alır, 1665 km² yüzölçümü ile ülkemizin ikinci büyük gölüdür. Koordinatları 38° 43' K ve 33° 22' D olup denizden yüksekliği 905 m dir. Uzunluğu 90 km ve en geniş yeri ise 45 km' yi bulur (Şekil 1.1). Suyu çok tuzludur, kışın gölün tamamı suyla dolar. Yazın ise buharlaşma sonucu göl kurur, güney ve orta kısımlarında ve Koçhisar koyunda az miktarda su tabakası kalır. Buharlaşma sonucu gölde 1-30 cm. arasında değişen % 98 NaCl içeren tuz tabakası oluşur. Göl sığdır ve en derin yeri 1,5 m' yi geçmez.

Türkiye'nin tuz ihtiyacının % 73' e yakın büyük bir bölümünü karşılayan Tuz Gölü, 1974 yılında Konya Ovası sulama sularını drene etmek amacıyla kurulan 185 km uzunluğundaki DSİ Ana Tahliye Kanalı'nın devreye girmesiyle sorunlar yaşamaya başlamıştır. Ana Tahliye Kanalına sonradan yapılış amacının dışında Konya İlinden kaynaklanan atık suların da deşarj edilmesi ile göldeki kirlenme artmaya ve tuz üretimini giderek düşürmeye başlamış ve bugünkü kritik noktaya getirmiştir.



Şekil 1.1 İnceleme Alanını Gösterir Harita

1.2 Önceki Çalışmalar

Tuz Gölü eski çağlardan beri araştırmacıların ilgi odağı olmuştur. İlk bilgiler gölün jeolojik özellikleri ile ilgili yapılan çalışmalardır.

Hamilton (1841), Tchihatcheff (1867) ve Frey (1926), Tuz Gölü'nün genel boyutları ve jeolojik özellikleri ile ilgili ilk bilgileri vermişlerdir.

Irion (1970), Tuz Gölünün minerolojik, jeokimyasal ve sedimanlarını petrografik açıdan incelemiştir. Tuz oluşumu ve tuz minerallerinin çökelme şartlarını irdelemiştir.

Arıkan (1975), Bölgedeki petrol imkanlarını araştırmıştır. Sismik profillere dayanarak göl yabanında yer alan tuz kütlelerinin Ü. Kretase ve Eosen döneminde oluşmuş olabileceklerini ifade etmiştir.

Uygun ve diğ. (1978), Tuz Gölü Havzasının jeolojisi, evaporit oluşumları, hidrokarbon olanakları ve Tuz Gölü suyunun jeokimyası üzerinde çalışmışlardır.

Yaşar ve diğ. (1982), Tekel ile MTA arasında yapılan protokol uyarınca Tuz Gölü havzasının jeolojisi, tuz potansiyeli ve Tuz Gölü'nün jeokimyasını çalışmışlardır.

Beker (1989), tahliye kanalının Tuz Gölünde oluşturacağı kirliliği tespit etmek için farklı noktalardan alınan numuneleri analiz ederek gölde oluşacak kirliliğin uzun vadede tuz üretimini tehlikeye sokacağını belirtmiş ve arıtma tesislerinin kurulması gerekliliğini savunmuştur. Bölgenin özel çevre koruma bölgesi ilan edilmesi ve özel deşarj kriterlerinin belirlenmesi gerektiğini savunmuştur.

Ayhan ve diğ. (1993), Konya Kapalı Havzasında ve Tuz Gölünde Kirlenmenin Tespiti ve Giderilmesi konusunda yapılan çalışma. Bölgedeki kanalizasyon ve sanayii atıklarının, göle deşarj edilerek büyük bir çevresel kirliliğe yol açtığını ve bunun önlenmesi için yapılması gereken çalışmaları ortaya koymuştur.

DSİ, MTA, Konya Belediyesi Komisyon Raporu (1996), Tuz Gölü kirliliğinde durum tespiti, ileri projeksiyon ve çözüm önerileri.

Çevre Bakanlığı Komisyon Raporu (1998), Tuz Gölü ve Havzası çevre durum raporu.

MTA (1999), Tuz Gölü'nde iyodin, bromin ve lityum araştırmaları maden jeolojisi raporu.

Saral (2000), Tuz Gölü'nden Tuz Üretim Prosesinde Ağır Metal Değişimi konulu yüksek lisans tez çalışmasında, ağır metallerin ham tuz içinde belirli konsantrasyonlarda bulunmalarına karşılık, rafine edildikten sonra bu seviyenin düştüğünü ve tehlikeli boyut arz etmediğini ortaya koymuştur.

Zeynel (2002), Tuz Gölü Ana Tahliye Kanalındaki Ağır Metallerin Tuz Gölüne Etkileri konulu yüksek lisans tez çalışması.

1.3 Materyal ve Metod

Bu çalışmada materyal olarak Tuz Üretimi yapılan Yavşan, Kayacık ve Kaldırım tuzlalarında gözlem çukurları açılarak tuz, kil (sediman) ve tuzlu su örnekleri alınmıştır. Alınan örnekler GYTE Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü laboratuvarında sınıflandırılarak, Perkin Emler SİMA 6000 grafit fırınlı Atomik Absorbsiyon Spektrometre Cihazı ile Cu, Ni, Co, Cd, Pb, Se, Al, Mn, Hg, Fe, As ve Cr analizleri yapılmıştır.

Çalışmalar öncelikle numune alma noktalarının belirlenmesi ile başlamış daha sonra belirlenen kesitler doğrultusunda çeşitli özelliklerde 86 adet numune alınmıştır. Materyal ve metod ile ilgili ayrıntılı bilgiler Bölüm 5’ de bulunmaktadır.

2. TUZ GÖLÜ VE HAVZASI HAKKINDA BİLGİLER

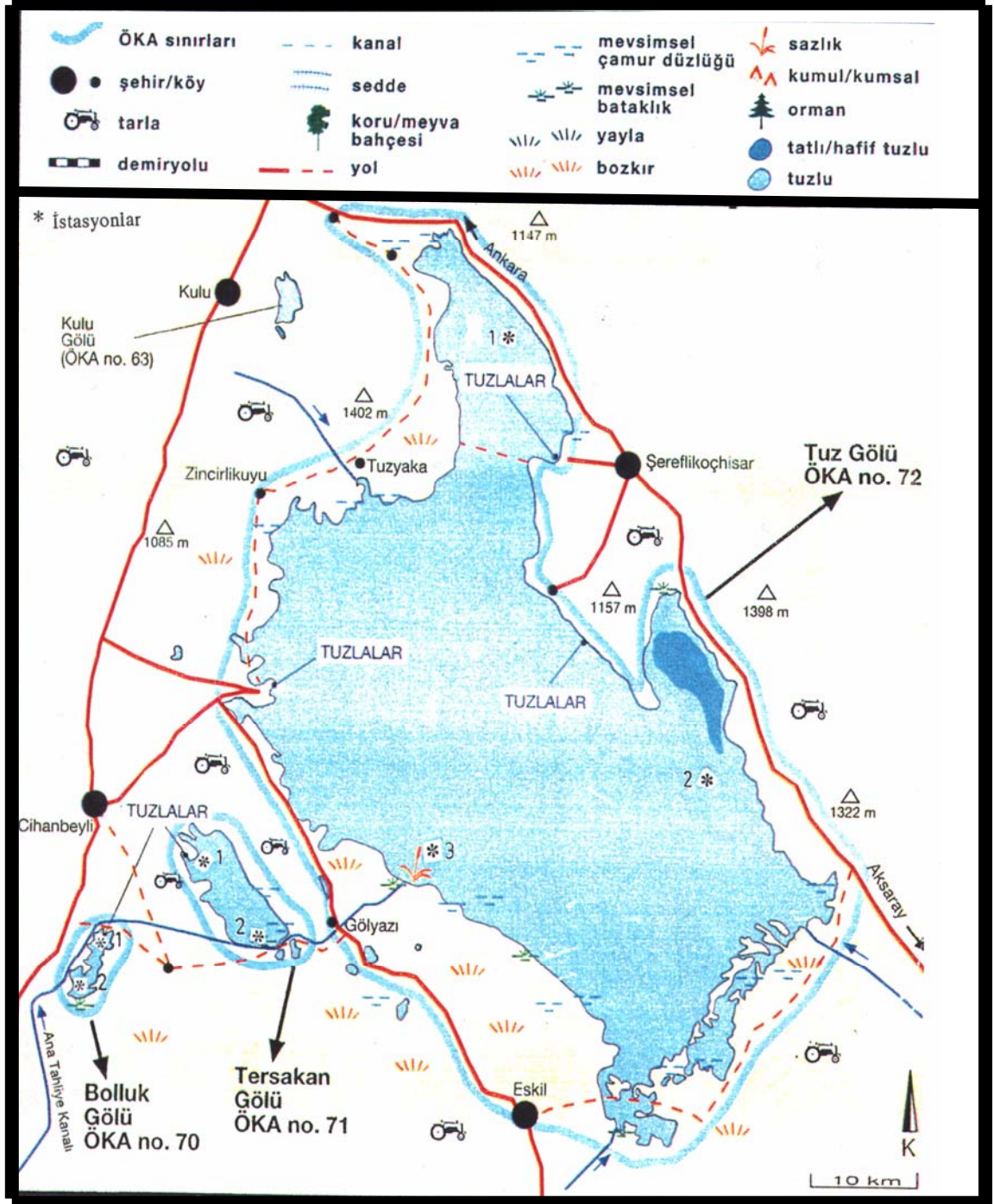
Tuz Gölü Kapalı havzası, kenarlarındaki tepe ve dağ sıraları arasına yerleşmiş KB-GD doğrultusunda uzanmış bir çanak oluşturur. Bu çukur alanın içinde dışarıya doğru akıntısı bulunmayan Tuz Gölü yer almaktadır. Havzanın doğu kenarını Şereflikoçhisar – Aksaray çizgisinden itibaren, göle bakan yamacı oldukça dik, yüksek ve kayalık olan, üzerinde 1300 m yükseklikte geniş düzlükler bulunan bir sıradağ oluşturur.

Tuz Gölü kış aylarında ortalama 60-80 cm' lik derinlik gösterir, yaz aylarında ise buharlaşma sonucu yüzey sularının tamamına yakını kurur ve göle ulaşamaz. Kuruyan bölgelerde kalınlığı 30 cm bulan tuz tabakası oluşur. Göl içinde suyun tuz konsantrasyonu çok yüksek olduğu için suda yaşayan bitkilere rastlanmaz. Göl çevresinde geniş bir alanda çok zayıf tuzcul floraya rastlanır.

Tuz Gölü yaklaşık 16.000 km²'lik beslenme havzasına sahiptir. Tuz Gölünü besleyen sular doğuda Şereflikoçhisar'dan geçen Peçeneközü, güneyde Eski'den göle giren Bağlıca ve Kırkdalik suları ile Eşmekaya kaynakları, güneybatıda Tersakan ile batıda Cihanbeyli'den gelen İnsuyu'dur (Şekil 2.1).

Tuz Gölü ile yakın ilişkide olan göller Tuz Gölü ile bir ekosistem bütünlüğü arz etmektedir. Yakın çevresindeki göller Tersakan Gölü, Bulak Gölü ve Kulu gölleridir.

Bunların dışında havzaya toplam uzunluğu 186 km ve maksimum su iletme kapasitesi 23 m³/sn olan DSİ Konya Ovası Ana Tahliye Kanalı deşarj yapmaktadır.



Şekil 2.1. Tuz Gölü Havzası

Tuz Gölü kışın kapladığı geniş su alanı ile su kuşları için önemli bir kışlama bölgesidir. Uluslar arası kriterlere göre A sınıfına giren bir sulak alandır. Kış aylarında çok sayıda Sakarca Kazı gölde barınır ve çevresindeki tahıl ekili alanlarda beslenir. İlkbaharda göl içinde oluşan adalarda ve göl kıyısındaki bataklıklarda suna, angıt, çamurcun, büyük yağmurcun, kocagöz, ince gagalı martı, gümüşü martı ve bataklık kırlangıcı kuluçkaya yatmaktadır. Gölün diğer bir önemli özelliği yurdumuzda en büyük flamingo kolonisinin kuluçka alanı oluşudur.

2.1 Genel Jeolojisi

Tuz Gölü Kapalı Havzası; doğuda Kırşehir Masifi'nin Paleozoyik yaşlı metamorfikleri ve Paleosen yaşlı granitleri ile sınırlanmıştır. Havzada çökeltme Üst Kretase-Maestrichtien'de başlamıştır. Kretase – Alt Eosen arasında havza kenarlarında klastik birimler, alg resifli kireç taşları ve turbiditik çökeller ile zaman zaman kalın, derin basen tipi evaporitler depolanmıştır.

Eosen ortasındaki regrasyondan sonra Oligosen – Pliyosen arasında havzada karasal birimler çökelmiştir. Kuzeybatı yönündeki Karacadağ, güneybatı yönündeki Hasandağ – Melendiz volkanizmaları etkinliklerini Üst Miyosen - Pleistosen arasında sürdürmüşlerdir. Pleistosen' de suyu daha az tuzlu olan göl bugünkünden daha geniş alanlara yayılmıştı.

Tuz Gölü'nün doğu sınırı boyunca “Şereflikoçhisar – Aksaray “ Fayı olarak bilinen önemli bir fay zonu bulunmaktadır. Fayın doğrultusu KB-GD gidişli ve 2.000 m'ye varan düşey atımlıdır. Bir graben niteliğinde olan ve en derin yerinde tortulların kalınlığı 14.000 m'ye varan göl havzasının doğu kenar fayını oluşturmaktadır. Obruk Graben Kenar Fayı ile İnsu Fayı, güneyde Obruk – Aksaray Fayı diğer önemli yapısal gidişlerdir.

Tuz Gölü Kapalı Havzası'nın en önemli özelliklerinden biri de Kretase – Holosen arasında 5-6 ayrı dönemde oluşmuş evaporitlere sahip

olmasıdır. Tabanda 1.000 m'yi aşan kalınlıktaki evaporitlerin yayılımı gravite haritalarında da izlenebilmektedir. Havzanın çeşitli kesimlerinde tuz domları gelişmiştir. Önceki yıllarda yapılan petrol sondajlarında kalın tuz kütleleri kesilmiştir.

2.2 İklim Özellikleri

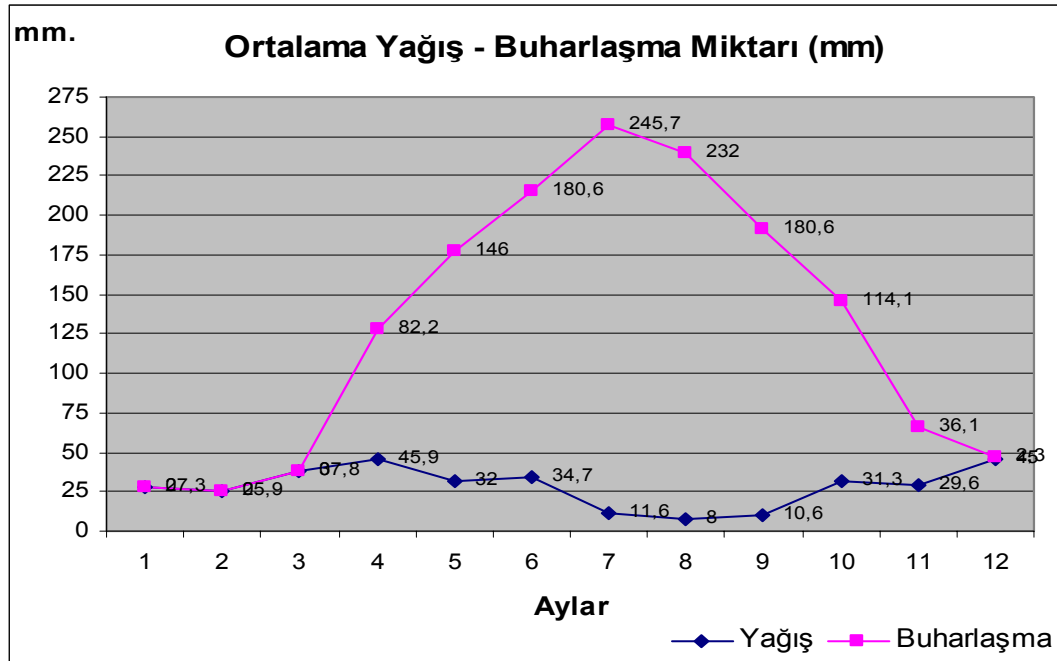
Tuz Gölü Havzasında coğrafi konum gereği karasal iklim etkileri görülür. Kışları soğuk ve yağışlı, yazları sıcak ve kuraktır. Deniz etkisinden ve rüzgardan uzak olan bölgede yazın buharlaşma oranı çok yüksektir.

Meteorolojik veriler Konya, Aksaray ve Cihanbeyli'de bulunan Meteoroloji Genel Müdürlüğü Gözlem İstasyonundan alınmıştır. İç Anadolu'nun en az yağış alan bir bölümünü oluşturan Tuz Gölü Havzası'nın uzun yıllara göre ortalama yağış yüksekliği; 300 mm/yıl ile karakterize edilir. Yağış dağılımı bakımından havza kendi içinde genel olarak homojen olup, ancak yüzey şekillerine bağlı olarak yersel bazı farklılıklar gösterir. Örneğin ekstrem bir yükselti oluşturan Hasan Dağı'nın çevresinde yağışlar 458 mm/yıl'a kadar çıkabilmektedir. Buna karşın en az yağış alan bölge olan Yeniceoba düzlüklerinde 276 mm/yıl ortalama yağış yüksekliği vardır.

Tablo 2.1. 1990-2000 Yılları Cihanbeyli Meteoroloji İstasyonu Verileri

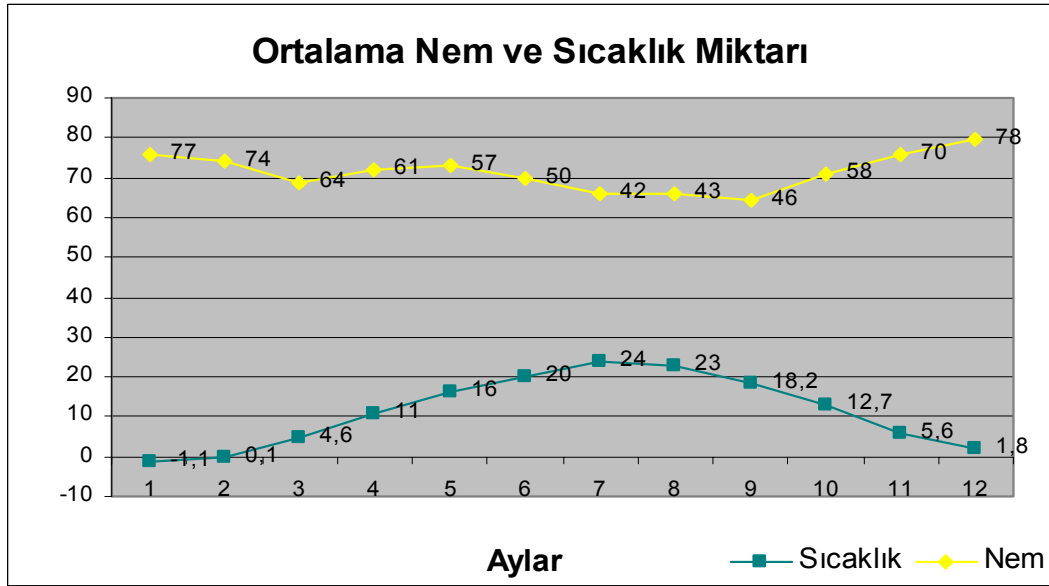
AYLAR	Ortalama Sıcaklık	Ortalama Buharlaşma (mm.)	Ortalama Toplam Yağış Miktarı (mm.)	Ortalama Nispi Nem (%)	Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	Ortalama Bulutluluk (1-10)
1	-1,1	-	27,3	77	2,6	6,3
2	0,1	-	25,9	74	3,1	5,7
3	4,6	-	37,8	64	3,3	5,1
4	11	82,2	45,9	61	3,0	5,5
5	16	146	32	57	2,8	4,9
6	20	180,6	34,7	50	3,1	3,5
7	24	245,7	11,6	42	3,5	1,5
8	23	232,0	8	43	3,3	1,9
9	18,2	180,6	10,6	46	2,8	2,3
10	12,7	114,1	31,3	58	2,5	3,8
11	5,6	36,1	29,6	70	2,4	4,9
12	1,8	2,3	45	78	2,6	7,1

Tuz Gölü Havzası kuzey (Yıldız), kuzeybatı (Karayel) ve doğudan gelen rüzgârların etkisi altındadır. Havzadaki rüzgârların Tuz Gölü'ndeki su hareketlerine etkisi "Rüzgar Süpürmesi" şeklinde oluşur ve özellikle ilgi çekici bir olaydır. Bu olay sırasında suyun bazen yüzlerce metre çekilmesi ile göl sahil şeridinin kuru kaldığı görülmüştür.



Şekil 2.3 Ortalama Yağış ve Buharlaşma Miktarı

Tuz Gölü Havzası ve çevresinde yıllık ortalama buharlaşma 1200 mm. civarında kabul edilebilir. Uzun yıllar ortalamalarına göre havzanın en yüksek nispi nem miktarı % 79, en düşük nem miktarı değeri ise % 42' dir. Aralık aylarında maksimum, Temmuz aylarında ise minimum nisbi nem değerleri tespit edilmiştir.



Şekil 2.4 Ortalama Nem ve Sıcaklık Miktarı

2.3 Flora Fauna

Tuz Gölü, sulak alanların korunması bakımından uluslar arası antlaşma niteliği taşıyan “Ramsar Sözleşmesi” kapsamında koruma altındadır.

Tuz Gölünde tuz konsantrasyonu fazla olduğundan suda yaşayan bitkilere rastlanmaz. Göl çevresinde küçük çalılıklar ve tuzcul çayırlar yer alır. Çayırlar genellikle su altındadır. Gölü çevreleyen alanlarda rastlanan artemisa, frangans, poabulbosa, hordeum, alyssum, cappestre, medicago turbinata, anthreum, allium 'dır. Kurak ve çorak olan bitkisiz bu alanlar birçok canlının yaşaması için elverişlidir.

Tuz Gölü kışın kapladığı geniş alanı ile su kuşları için önemli bir kışlama bölgesidir. Uluslar arası kriterlere göre A Sınıfına giren bir sulak alandır. Kış aylarında çok sayıda sakarca kazı gölde barınır ve çevredeki tahıl ekili alanlardan beslenir. İlkbaharda göl içinde oluşan adalarda ve göl

kıyısındaki bataklıklarda suna, angıt, çamurcu, kılıçgaga, martı, gümüş martı, bataklık kırlangıcı, kuluçkaya yatan türlerdendir.

Gölün diğer bir önemi de yurdumuzda en büyük flamingo kolonisinin kuluçka alanı oluşudur. Tuz Gölü'nün orta kısmında tuz tabakası arası da büyük kolonide 10.000 çiftten fazla flamingonun yuvalandığı ve kuluçkaya yattığı havadan fotoğrafı çekilerek belirlenmiştir.

2.4 Göldeki Tuzun Kökeni

Göldeki tuzun kökeni şöyle açıklanabilir. Göl tuzunun bir yandan çevredeki evaporitlerden yüzey akaçlaması ile taşındığı, öte yandan tabandaki kalın tuz kütlelerinden derin kırık sistemleri ile beslendiği ayrıca Pliyosen' den beri kapalı havza olan bölgede zaman faktörü ile zenginleştiği düşünülmektedir.

Tuz kabuğu' nun büyük bir kısmı kış aylarında çözülmemektedir. Ortalama kalınlık 8 cm alındığında gölde 200 Milyon Ton dolayında bir rezervin olduğu varsayılmaktadır. Kabuk altında genellikle kalın, iri, saydam, büyüme izleri gösteren ve 10 cm'ye varan jips kristalleri ile kırıntılar ve kil minerallerinden oluşan bir çamur gözlenmektedir. Tuz Gölü' nün taban çökellerinde; kalsit ve jipsitin yanı sıra aragonit, dolomit, huntit, magnezit, sölestit, polihalit gibi kimyasal çökelim mineralleri saptanmıştır. Tuz Gölünün ana evaporitik minerali halittir.

Gölün ortalama derinliğinin 30-40 cm dolayında olması nedeni ile,"Rüzgar Süpürmesi" adını verdiğimiz ani su seviyesi değişimi olayları gerçekleşmektedir. Rüzgarlı havalarda, rüzgarın göle giriş yaptığı bölgedeki sular rüzgarın süpürme etkisi nedeniyle süpürülerek rüzgarın gölden çıkış bölgesinde toplanmaktadır. Böylece rüzgarın göle giriş yaptığı bölgedeki su seviyesi ani olarak düşerken diğer tarafta ani olarak yükselmektedir.

3. TUZ GÖLÜNDE TUZ ÜRETİMİ

3.1 Tuz Hakkında Genel Bilgiler

Tuz canlıların hayatında hava, yiyecek ve su kadar önem taşıyan bir maddedir. Eski çağlardan beri işletilen tuz yatakları uğruna savaşlar bile yapılmıştır. Tuz bazı devirlerde değişim aracı olarak da kullanılmıştır. Tuzun kullanım alanları çok geniştir. Endüstrideki gelişmeler tuzun önemini daha da arttırmıştır. Tuz, deniz, göl, kaya ve kaynak tuzları şeklinde oluşmuştur. Çeşitli yöntemlerle üretimleri yapılmaktadır.

Memleketimiz deniz, göl, kaya ve kaynak tuzları bakımından büyük olanaklara sahiptir. Tuzlalar devlet tarafından işletilmekte, ancak özel durumlarda tüzel kişilere çalıştırma hakkı verilmektedir.

Tuzun kullanım alanlarının genişletilmesi nedeni ile yeni tuzlalar bulunması ve bilinenlerin en olumlu şekilde işletilmesi kaçınılmaz olmuştur.

Eski çağlardan beri besin maddesi olarak kullanılan tuz, çağımız kimya sanayicinin en önemli girdilerinden biridir. Bir klor bileşiği olarak kimya dilinde çok geniş anlamda kullanılan tuz NaCl sembolü ile ifade edilmektedir. Kübik sistemde kristalleşen tuz, Na ve Cl iyonlarından oluşur, saf halde iken yaklaşık % 40 sodyum, % 60 klor' dan meydana gelir.

Yüksek basınç altında plastik özellik gösteren tuzun sertliği 2-2,5 olup, özgül ağırlığı $2,1-2,55 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişir. Erime noktası 800°C , kaynama noktası ise 1412°C dir. Genellikle renksiz, üretildiği sekliyle rengi gri, sarı, kırmızı hatta mavi ve yeşil olabilir.

Ekonomik değer taşıyan tuz kaynakları katı ve sıvı olarak ikiye ayrılmaktadır. Tuz sıvı halde denizlerde, göllerde, tuzlu su kaynaklarında ve tuzlu su kuyularında bulunmakta olup katı halde kaya tuzu şeklindedir.

Tuz göllerinin bir kısmı eski iç deniz kalıntıları olabileceği gibi bazıları da geniş yer çöküntülerinde, civar bölgelerdeki kaya tuzlarından geçerek, bu çukurlarda toplanan tuzlu sulardan meydana gelmiş olabilir. Tuzlu su gölleri ile tuzlu su kaynakları ve kuyularına hemen her ülkede rastlanmaktadır.

Tuz Göllerinden yurdumuzda bulunan Koçhisar Tuz Gölü, dünyada en önemlilerinden biridir. Dünyanın yüzeysel en büyük Tuz Gölü (Great Salt Lake) dir. Bu göllerden alınan tuz hemen hemen saf bir şekilde bulunur. Kuru numune ile yapılmış olan analiz sonuçları aşağıda verilmektedir.

Tablo. 3.1. Tuz göllerine ait tuzlu suların ortalama bileşen miktarları

İçerik	Oranı (%)
Kalsiyum Sülfat	% 0.346
Sodyum Sülfat	% 0.047
Sodyum Klorür	% 99.280
Erimeyen Maddeler	% 0.137

Bu saflıktaki bir tuzun her tuzlu gölden elde edilmesi olası değildir. Sulardaki tuzluluk diğer tuzlar nedeniyle olabilir. Örneğin yurdumuzda, Orta Anadolu'daki bir çok gölde Sodyum Klorür ile birlikte Sodyum Sülfat, Potas ve benzeri tuzların bulunuşu ve bu kaynaklardan ekonomik bir şekilde tuz üretimini güçleştirir. Hatta olanaksız hale getirebilir. Bunlara örnek olarak Burdur Gölü, Acıgöl, İznik Gölü gösterilebilir.

3.2 Dünyada Mevcut Tuz Kaynakları ve Üretim Yöntemleri

Dünyamız tuz yönünden zengin kaynaklara sahiptir. En büyük tuz kaynağı denizlerdir. Bunu yer kabuğunun diğer materyali içinde kati vaziyette bulunan kaya tuzu yatakları ve bazı göller ile yeraltı suları içinde erimiş haldeki tuz eriyikleri takip etmektedir.

Tuz gölü olarak, ABD'deki Great Salt Lake ve Filistin'deki Lut Gölü dünyanın en büyük tuz göllerindendir. En derin tuz yeraltı yataklarına ise Kuzey Almanya ve Kuzey Amerika'da rastlanmaktadır. Tuz Domlarının

rezervleri ise çok daha fazladır. Dünya tuz üretiminin % 90 civarındaki bölümünün yine üretici ülkeler tarafından tüketilmekte olusu dünya tuz ticaretini bir ölçüde sınırlamaktadır. Gelişmişliğe paralel olarak basta kimya ve diğer sanayi sektörlerinde ağırlıklı, ayrıca; gıda ve yol tuzlamalarında kullanılmaktadır.

Bugünkü modern işletmecilik metotlarının bilinmediği eski çağlardan beri tuzun üretildiği bir gerçektir. Tuz (NaCl) genel olarak tabiatta iki şekilde önümüze çıkmaktadır. Bir sıvı diğeri de kaya tuzlarında olduğu gibi katı halde bulunmaktadır.

En yakın üretim yöntemi rüzgar ve güneş gibi tabii faktörlerin tesiriyle tuzlu deniz suyunun, buharlaşmasını, dolayısıyla tuzun çökmesini sağlayan tarımsal yöntemdir. Öncelikle deniz suyu tam manasıyla tuza doymuş bir eriyik olmadığından, tabii faktörlerden başka ayırıcı maddelerin kullanılması ekonomik yönden pahalı bir yöntemdir.

İkinci üretim yöntemi toprak altından çıkartılan blok halindeki kaya tuzunun lüzumu halinde aşındırılıp öğütülmesi ile elde edilen madensel yöntemdir. Bu tuz çoğu zaman saf değildir ve bilhassa sanayide ve tarımda kullanılır. Bu usulde tuz elde edilmesi "Kaya Tuzu" maden ocaklarında uygulanır.

Gelişen teknolojiye bağlı olarak, bugün birçok dünya ülkelerinde modern işletmecilik metotları uygulanmaktadır. Dünya ham tuz üretiminde lider olan ve yerini muhafaza eden Amerika Birleşik Devletlerinde üretilen tuzun üretim metotlarına göre dağılımı aşağıda belirtilmiştir:

Tablo 3.2. Üretim metotlarına göre ABD tuz üretimi

Metod Türü	% Miktarı
Açık Kaplarda Buharlaşma	% 1,16
Vakumda Evaporasyon	% 6,52
Güneşle Buharlaşma	% 4,10
Prese Edilmiş Tuz	% 1,12
Kaya Tuzu	% 31,70
Tuzlu Su olarak	% 55,40

3.3 Türkiye Tuz Kaynakları ve Tuz Gölü Tuz Potansiyeli

Türkiye, tuz potansiyeli açısından oldukça zengin ülkeler arasındadır. Bu potansiyeli, deniz tuzlarının, göl tuzları, kaya tuzları ve kaynak tuzları oluşturmaktadır.

Deniz tuzu rezervi sonsuz olmasına rağmen üretim, havuzlama tesislerinin kapasitesine ve iklim koşullarına bağlıdır. Ülkemizde Deniz Tuzlası olarak Ayvalık ve Çamaltı Tuzları işletilmekte olup bölge ikliminin son derece uygun olması ve tuz oluşumu için tüm koşulların avantajıyla, gerektiğinde yeterli teknoloji sağlanırsa, 1 milyon ton üretim yapabilme olanağına sahiptir. Ancak su andaki fiili üretim miktarları 500.000 ton/yıl dolaylarında gerçekleşmektedir.

Yurdumuzun üç tarafının denizlerle çevrili olması deniz tuzlası olarak yararlanabileceğimiz bir çok yerin bulunabileceğini ortaya çıkarmaktadır. Bu durum deniz tuzlası işletmeciliği açısından oldukça şanslı olduğumuzu göstermektedir.

Göl tuzları Tuz Gölü çevresinde bulunan Yavşan, Kaldırım ve Kayacık Tuzlarıdır. Kesin rezervi ortaya koyacak veriler olmamasına rağmen, eldeki jeolojik veriler Tuz Gölünün çok büyük bir potansiyele sahip olduğunu kanıtlamaktadır.

Havzadaki tuz potansiyelini , Tuz Gölü ve diğer göller ile, yeraltında bulunan tuz domları oluşturmaktadır. Tuz Gölünün tuz rezervini hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Rezerv} = R_{\text{çökelmiş haldeki tuz}} + R_{\text{çözünmüş haldeki tuz}} + R_{\text{çevreden katılan tuz}} - R_{\text{üretilen tuz}}$$

Tuz Gölü tabanında ortalama 30 cm. kalınlık gösteren tuzlu kabuk tabakasının bileşimi değişmekle birlikte yaklaşık % 98 NaCl ve % 1 CaSO₄ (jips)' den ibarettir . Tuz Gölü Havzasının alanı yıldan yıla mevsimden mevsime değişmesine rağmen ortalama 1300 km² olarak alınabilir. Buna göre tuz rezervi hesaplanırsa aşağıdaki sonuç elde edilir. (Ayhan ve Diğ.,1993)

$$\text{Rezerv} = S \times h \times d$$

$$\begin{aligned} \text{Rezerv} &= 1.300.000.000 \text{ m}^2 \times 0,3 \text{ m.} \times 2,1 \text{ ton/m}^3 \\ &= 819.000.000 \text{ ton} \end{aligned}$$

R: Rezerv (ton)

S: Göl Alanı (m²)

h:TuzTabakası Kalınlığı

d: Yoğunluk (ton/m³)

Ülkemiz, jeolojik yapısı nedeniyle büyük tuz yataklarına sahiptir. Özellikle III. zamanın Eosen, Oligosen ve Miyosen devirlerinde İç denizlerde kuraklık nedeniyle geniş çökelmeler meydana gelmiştir.

İç Anadolu'da Çankırı'dan başlayarak Çorum, Yozgat, Sivas, Erzincan, Erzurum ve Kars üzerinden İran'a bağlanan tuz yataklarında 30'u aşkın kaya ve kaynak tuzlaları yer almaktadır. Ayrıca, Adana havzası ve Siirt yöresinde de geniş yeraltı tuz oluşumları mevcuttur.

Türkiye'de kaya tuzu envanterlerinin (rezervlerinin) tam olarak belirlenmesi amacıyla TEKELE ile M.T.A. arasında protokol imzalanarak 1977 yılında çalışmalara başlanılmıştır. Bu çalışmalar Çankırı, Sekili, Gülşehir, Tuzluca yeraltı kaya tuzu sahalarında yapılmıştır.

Tuzun yayılımı tespit edilerek, rezervini ortaya çıkaran bu çalışmalarda yörede jeolojik haritalama, jeofizik ve sondaj çalışmaları yürütülmüş, kaya tuzu rezervinin jeo kimyası ve kalitesi de yorumlanmıştır.

Tablo 3.3. Türkiye kaya tuzu rezervleri

TUZLA ADI	YERİ	GÖRÜNÜR	MUHTEMEL	MÜMKÜN
Sekili	Yozgat	107 Milyon	359 Milyon TL	300 Milyon
Çankırı	Nevşehir	821 Milyon	358 Milyon TL	959 Milyon
Gülşehir	Kırşehir	75 Milyon	96 Milyon TL	20 Milyon
Tepesidelik	Kars	--	--	100 Milyon
Tuzluca	Kars	--	--	60 Milyon
Kağızman	Erzurum	--	--	30 Milyon
Oltu		--	--	

Sondaj yapılarak üç boyutlu ile belirlenen görünür rezerv toplamı 1 milyar ton' u geçmektedir. Muhtemel ve mümkün rezervler de göz önüne alındığında kaya tuzu olarak Türkiye'nin çok büyük bir potansiyele sahip olduğu rahatlıkla söylenebilir.

Tuzun kullanıldığı önemli yerler ; İnsan Gıdasında, Hayvan Beslenmesinde, Sanayide, Karayollarında olup, Kimya sanayiinde rafine tuz, insan gıdasında olarak sıhhi-saf ince veya rafine tuz, diğer sektör kollarında ise ham tuz olarak kullanılmaktadır.

- Yılda kişi başına kullanılması gereken tuz miktarı 7 kg' dır. İnsan bu miktardaki tuzu çeşitli yollardan almaktadır.
- Genel olarak Türkiye'de yılda büyük baş hayvanların 7 kg, küçük baş hayvanların 2 kg tuz tüketilmektedir.
- Yollarda kar ve buza karşı kullanılan tek madde tuz olup, Türkiye'de buzlanma için kullanılan tuz miktarı 10-20 Bin Ton civarındadır.

Tuzlarımızın kapasiteleri ile kapasite itibariyle toplam üretim içindeki payları şu şekildedir :

Tablo 3.4. Türkiye'deki tuzlaların kapasiteleri ve üretim payları

	KAPASİTESİ (ton)	PAYI (%)
Deniz Tuzları	523.000	28
Göl Tuzları	1.200.000	64,1
Kaya Tuzları	102.000	5,4
Kaynak Tuzları	45.000	2,5
TOPLAM	1.870.000	100

Türkiye'de ham tuz üretimi 3078 sayılı Tuz Kanunu gereği Tekel tarafından yapılmaktadır. Ham tuz üretimi 4 değişik doğal kaynak kullanarak yapılmaktadır. Bunlar;

- a) Deniz suyundan tuz üretimi
- b) Göl suyundan tuz üretimi
- c) Kaya (Yeraltı Madenciliği) yöntemiyle tuz üretimi
- d) Kaynak (Yeraltı) suyundan tuz üretimi

Deniz ve göl tuzu üretim yöntemi rüzgar ve güneş ısılarının etkisi ile tabii buharlaşmadır. Kaya Tuzu üretim sistemi geniş oda-topuk yöntemidir. Kaynak tuzu ise tuzlu su kaynaklardaki suyun buharlaşma ve kristalleşme havuzlarında bome dereceleri yükseltilmesi yöntemiyle elde edilmektedir .

3.4 Tuz Gölü Tuz Üretimi

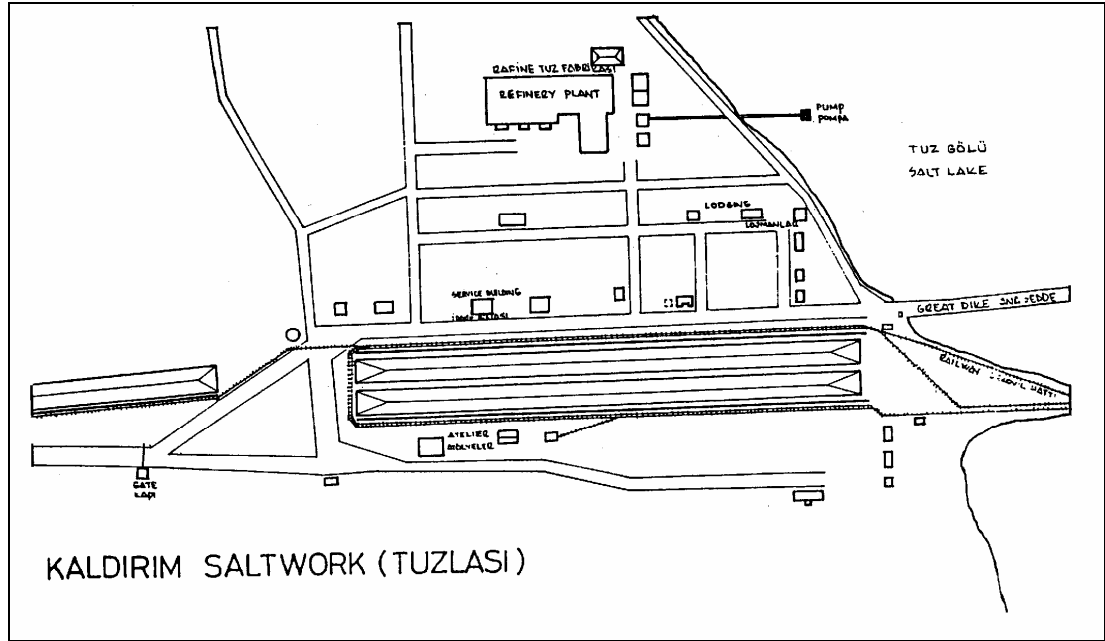
Kışın yağışlar ve dip suyunun yükselmesi ile yaklaşık 1,5 metre olan göl, yaz aylarında buharlaşma ile bome yükselen su içindeki tuzu tabana bırakmaktadır. Dip suların çekilmesi nedeniyle tuz gölünde yer yer kurumalar olmaktadır. Kuruyan bu yerlerdeki tuzlar alınarak yığın yerlerine taşınmaktadır.

Tuz Gölü'nden tuz üretimi yapan 3 adet Tuz İşletmesi bulunmaktadır. Bunlar Yavşan, Kayacık ve Kaldırım Tuzlalarıdır. Her üç tuzladan TEKEL üretim yapmaktadır.

3.4.1 Kaldırım Tuz İşletmesi

Kaldırım Tuz İşletmesi, Ankara İline Bağlı Şereflikoçhisar İlçesinin 10 km. batısında Tuz Gölünün kuzeydoğu kıyısında yer almaktadır. Tuzlanın etrafı kırıç toprakların olduğu bozkırlar ile çevrilidir. Deniz seviyesinden yüksekliği 950 m' dir. (Şekil 3.1.)

Kaldırım Tuzlası, Tuz Gölü'nün en eski tuz işletmelerinden biridir. 2000 yılı ham tuz üretimi 535.000 ton olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 3.1. Kaldırım Tuz İşletmesi

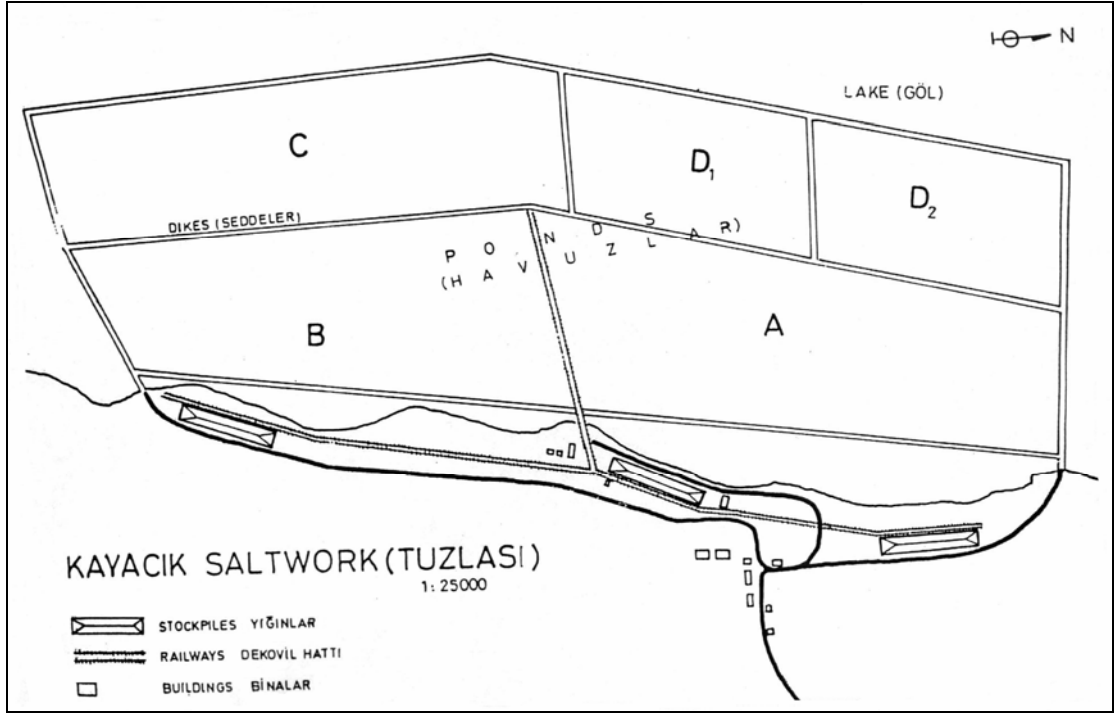
Kaldırım Tuzlası son zamanlarda Peçenek Deresi tehdidi altındadır. Yıllık ortalama 20 milyon m³ toplam debiye sahip olan Peçenek Deresinin, göl suyuna karıştığı noktada anormal tatlılaşmalara yol açarak seddelerin oturduğu güzergahdaki tahta tuz tabakalarını eritmek suretiyle havuz seddelerinin yer yer çökmesine ve deformasyona uğramasına sebep olmaktadır. Çözüm olarak Peçenek Deresi yatağının güzergahının değiştirilmesi uygun olacaktır. (Tekel 2001, Kaldırım Tuz İşletme Müd. Brifingi).

3.4.2 Kayacık Tuz İşletmesi

Şereflikoçhisar İlçesinin güneybatı yönünde ve ilçeye 13 km. uzaklıkta bulunan işletme Tuz Gölünün doğusunda yer almaktadır. İşletmenin kuzeydoğu kesimi küçük tepeler ile çevrili olup , diğer tarafı ise Tuz Gölü ile çevrili bir yarımada görünümündedir (Şekil 3.2.).

Önceleri Kaldırım Tuz İşletme Müdürlüğüne bağlı Amirlik olarak faaliyetlerini sürdürürken 1990 yılından itibaren İşletme Müdürlüğü'ne dönüştürülmüştür. Yerleşim alanı 16.980.000 m² olan işletmede 12.000.000 m²'lik alandan üretim alınmaktadır.

Kayacık Tuzlası tabii şartlardan en az etkilenen bir tuzladır. Havuz haline getirilmiş üretim sahalarından işlemler gerçekleştirilmektedir.



Şekil 3.2. Kayacık Tuz İşletmesi

3.4.3 Yavşan Tuz İşletmesi

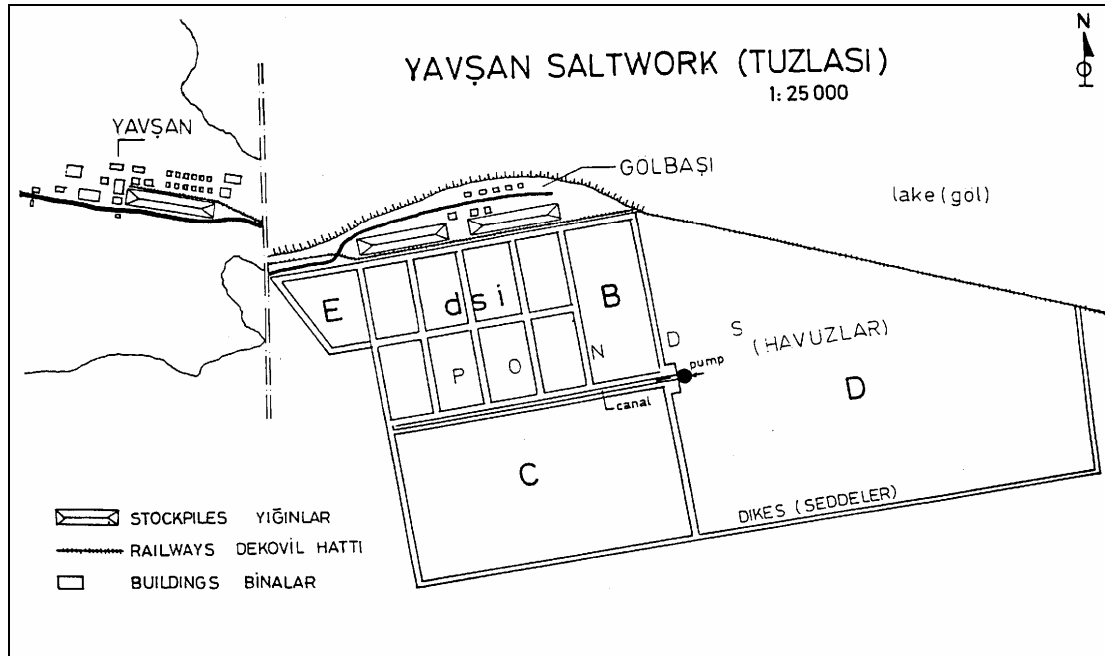
Yavşan Tuz İşletmesi Konya İli'nin Cihanbeyli İlçesine 22 km. uzaklıkta ve Tuz Gölünün batısında yer almaktadır. 1927 yılından beri hizmet veren işletme daha önceleri "Tosun Memlehası" ismiyle yörenin tuz ihtiyacını karşılamıştır. 1947 yılından itibaren de planlı üretime geçilmiştir (Şekil 3.3).

İşletme 8.496.000 m² üretim sahasında havuzlama sistemiyle yılda 350.000 ton üretim kapasitesine sahiptir. Yavşan Tuzlasında üretim Kayacık Tuzlasında olduğu gibi gölün içinde teşekkül ettirilen havuzlarda yapılmaktadır.

1987 yılı ve öncesi bu havuzların plansız işlenmesi neticesinde üretimde düşüşler yaşanmıştır. 1988-1989 yılında D havuzunun devreye girmesiyle

Üretimde rahatlama sağlanmıştır. D havuzundan alınan kaliteli tuz satışları da arttırmıştır.

Yavşan Tuzlasında havuz araları meyilli toprak tonozlar ile ayrılmıştır. Zaman içinde bu tonozlar aşınmış ve dağılarak tuzun üzerine yayılmak suretiyle tuzda kirlilik yaratacak bir hal almıştır. Tonozları n bir plan dahilinde ıslah edilmesi ve havuz ilerinin ahşapla kaplanması için her sene çalışmalar yapılmaktadır. 1996 yılı üretimi 366.399 ton 'dur



şekil 3.3. Yavşan Tuz İşletmesi

4. TUZLALARDAKİ KİRLETİCİ KAYNAKLARI

Dünyanın nadir doğal kaynaklarından olan ve ülkemiz tuz ihtiyacının % 73 ünü karşılayan Tuz Gölü, aynı zamanda flamingo kuşları içinde kuluçka alanı olarak kullanılan önemli bir sulak alanımızdır.

4.1 Ana Tahliye Kanalı

Tuz gölündeki sorunlar, Konya Ovası sulama sularını drene etmek amacıyla DSİ Genel Müdürlüğünce 1974 yılında 185 km uzunluğundaki Ana Tahliye Kanalı'nın (ATK) devreye girmesiyle birlikte başlamıştır.

Kanala sonradan, yapılış amacının dışında Konya İlinden kaynaklanan evsel ve endüstriyel nitelikli atık suların kanala deşarj edilmesi nedeniyle göldeki kirlenme artmaya ve tuz üretimini giderek düşürmeye başlamış ve bugünkü kritik safhaya gelinmiştir.

Konya İlinden kaynaklanan ve göle verilen evsel ve endüstriyel nitelikli atıksular herhangi bir arıtma işlemine tabi tutulmamaktadır.

Göldeki kirlenmenin yanı sıra ana tahliye kanalı boyunca, kanaldan kontrolsüz şekilde yapılan sulamalar, tarım alanlarının ileride ıslahı mümkün olmayacak şekilde verimsiz ve çorak arazi olmasına neden olacaktır.

Bu güne kadar, Tuz Gölünde kirlenmenin önlenmesine ilişkin önemli bir adım atılmamıştır. Bu nedenle Tuz Gölündeki mevcut kirliliğin giderilmesi ve geleceğe yönelik bölgedeki faaliyetlerin gölün koruma-kullanma dengesi gözetilerek planlanabilmesi için, yürütülen çalışmaların ilgili kurumların katılımıyla Çevre Bakanlığı koordinatörlüğünde sürdürülmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

Bu nedenle Çevre Bakanlığı girişimleriyle 09.03.1998 tarih ve 98/10869 sayılı Bakanlar kurulu kararı çıkarılmıştır. Söz konusu kararda Tuz Gölünün doğal yapısının ve tuz rezervlerinin korunması ile kirlenmesinin önlenmesine ilişkin çalışmaları Çevre Bakanlığı'nın koordinatörlüğünde DSİ Genel Müdürlüğü, TEKEL Genel Müdürlüğü, İller Bankası Genel Müdürlüğü, Konya Valiliği (İl Çevre Müdürlüğü), Konya Büyükşehir Belediyesi kurum ve kuruluşlarından birer temsilciden oluşan bir komisyon kurulmasına ve bu komisyon tarafından belirlenecek esaslar çerçevesinde yürütüleceği hükmü getirilmiştir.

Konu ile ilgili çalışmalara Çevre Bakanlığı başkanlığında 07.05.1998 tarihinde başlanmış ve "Tuz Gölü Çevre Durum Raporu" hazırlanmasına karar verilmiştir. Komisyon çalışmasını tamamlayarak kirlenmenin önlenmesine ilişkin alınması gereken tedbirler, öneriler ve öncelikle yapılması gereken işlemler belirlenerek bir fizibilite raporu hazırlanmıştır.

Fizibilite raporunda öncelikle Konya ve Aksaray İlleri ile Şereflikoçhisar ilçesinde "Biyolojik Arıtma Tesis" ve "Katı Atık Bertaraf" yapılması yer almaktadır.

Son olarak 16.03.1999 tarihinde yukarıda bahsedilen projeye kredi sağlamak amacıyla dokuz İspanyol firma yetkilisine bölgede yapılan çalışmalar hakkında brifing verilmiştir. Bu konuda çalışmalar hala devam etmektedir.

4.2 Bölgedeki Mevcut Diğer Kirleticiler

Konya ve yakın çevresinde giderek artan nüfus, çevre faktörleri dikkate alınmadan kurulan sanayi tesisleri ile kanalizasyon atıklarının doğrudan Tuz Gölüne boşaltılması, gölün geleceğini tehdit eden ana unsurlardır.

Konya ovasında yeterli olmayan sulama alanlarında biriken ve tuzlanmaya neden olan fazla suların uzaklaştırılması için DSI ve IECO (International Engineering Company) birlikte yaptığı araştırmalar sonucunda bu biriken suların Tuz Gölü'ne aktarılmasına karar verilmiş Konya ovasındaki fazla ve atık suları 1974 yılında drenaj amacıyla yapılan kanala Konya İlinin evsel ve endüstriyel atıkları hiçbir arıtma işlemine tabi tutulmadan verilmiş ve hala da verilmektedir.

Ana Tahliye Kanalı'na verilen Konya'nın atık su debisi 1,150 lt/sn'dir. Büyük çoğunluğunu dışkılarının oluşturduğu atıklar Konya şehir merkezi çıkışından itibaren insan sağlığını tehdit etmektedir. Ayrıca suların aktığı kanalın toprak zeminli olması nedeniyle sıvı atıkların bir bölümünün süzülerek yüzeye çok yakın olan yer altı suyunu ulaşması ihtimali yüksektir.

Ana Tahliye Kanalı üzerinde seçilen istasyonlardan alınan numuneler üzerinde gerekli analizler yapılmış, kirletici parametrelerin kanalın göle en çok su taşıdığı yağışlı kış ve ilkbahar mevsimlerinde konsantre olduğu anlaşılmıştır.

5. MATERYAL VE METOD

Çalışma kapsamında Konya Tuz Gölü tuzlarında ağır metal kirliliğinin araştırılması amacıyla numuneler alınmıştır. Alınan numuneler uygun şartlarda saklanarak Perkin Elmer SİMA 6000 Grafit Fırınlı Atomik Absorbsiyon Spektrometri cihazında ağır metal analizleri yapılmıştır. Analizlerden elde edilen sonuçlar son aşamada değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

5.1 Arazi Çalışmaları

Tuz Gölünden tuz üretimi yapan Yavşan, Kayacık ve Kaldırım tuzları üretim havuzları içinden seçilen numune alma noktalarından belirli mesafe aralıkları ile gözlem çukurları açılarak tuzlu su, tuz ve sediment numuneleri alınmıştır.

Numune alma noktaları seçilirken özellikle göle yakın olan üretim havuzlardan numune alınmasına dikkat edilmiştir. Ağır metal kirliliğinin tespit edilebilmesi için birbirine dik kesit doğrultuları seçilmiştir.

5.2 Numune Alımı

Numuneler, Tuz Gölünün batısındaki Yavşan Tuzlasından, kuzey doğusundaki Kaldırım ve doğusundaki Kayacık tuzlarından sediment, tuz ve su numuneleri olarak alınmıştır. Bu numuneler üzerinde sistematik örnekleme tekniği kullanılarak veriler elde edilmiştir.

Numuneler, alındıkları bölgeleri ifade edecek şekilde gruplarına göre sınıflandırılmışlardır (Tablo 5.1.).

Tuzlu su numuneleri 100 cc'lik ve 250 cc'lik sıcaklıktan etkilenmemesi ve doğal özelliklerinin kaybolmaması için koyu renkli cam şişelere alınmıştır. Bu şişeler steril olup numuneler alınırken ilk kez kullanılmışlardır.

Tuz ve sediment numuneler ise plastik torbalara alınmış ve ağzı kapalı olarak muhafaza edilmişlerdir. Alınan numunelerin üzerine alındıkları noktaların isimleri, grup numaraları, hangi ortamdan nasıl ve ne şekilde alındığı, numune alınma tarihi ve numunenin görünür özellikleri yazılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalarda bu bilgiler değerlendirilerek analizler yapılmıştır.

Tablo 5.1. Alınan Numunelerinin gruplarına göre dağılımları

Yavşan S			Yavşan SG			Yavşan YD			Kaldırım	Kayacık
KİL	SU	TUZ	KİL	SU	TUZ	KİL	SU	TUZ	TUZ	TUZ
S-1	S-12	S-10	SG-3	SG-1	SG-2	YD-5	YD-1	YD-2	KL-1	KY-1
S-2	S-17	S-13	SG-4	SG-6	SG-5	YD-6		YD-3	KL-2	KY-2
S-3	S-26	S-15	SG-7	SG-10	SG-9	YD-7		YD-4	KL-3	KY-3
S-4	S-29	S-16	SG-8	SG-16	SG-14	YD-8		YD-10	KL-4	KY-4
S-5		S-19	SG-11	SG-19	SG-18	YD-9		YD-12	41-b	61-b
S-6		S-20	SG-12	SG-21	SG-20	YD-11		YD-13	51-b	62-b
S-7		S-22	SG-13	SG-25	SG-23				52-b	
S-8		S-23	SG-15	SG-29	SG-27				53-b	
S-9		S-27	SG-17							
S-11		S-30	SG-22							
S-14			SG-24							
S-18			SG-26							
S-21			SG-28							
S-24										
S-25										
S-28										
S-31										

5.3 Numunelerin Hazırlanması ve Analiz Teknikleri

Tuzlulardan alınan katı ve sıvı özellikteki numuneler uygulanacak analiz yöntemlerine hazırlanmışlardır. Numuneler öncelikle belli miktarlarda alınarak tartılmış ve etüvde kurutulmuştur. Bu kurutma esnasında numunelerin etüvde sıçrama yapmaması için önce 20 dakika / 50 Watt, daha sonra 10 dakika / 100 Watt ve en son 10 dakika / 200 Watt olmak üzere üç

aşamada etüvde kurutma işlemi yapılmıştır. Numune ağırlığı her bir numune için ayrı tespit edilmiş ve kurutma işlemi sonrası numunelerin su içerikleri hesaplanmıştır.

Kil numunelerin Su Muhtevası değerleri $0,10 < W_n < 31,67$

Tuz Numunelerin Su Muhtevası değerleri $0,07 < W_n < 20,41$

Su Muhtevası W_n (%) = $[(\text{Sulu Ağırlık} - \text{Kuru Ağırlık}) / \text{Sulu Ağırlık}] * 100$

Numuneler kurutulduktan sonra havanda dövülerek pudra haline getirilmiştir. Mineral analizleri Gebze İleri teknoloji Enstitüsü Malzeme Mühendisliği Mühendisliği Laboratuvarında, X-Ray Difraktometre cihazında yapılmıştır.

Atomik Absorbsiyon Spektrometrisi suda çözünmüş halde bulunan metal ve yarı metallerin konsantrasyonlarını ölçen bir cihazdır. Analiz yöntemi ise önceden hazırlanmış konsantrasyonları bilinen standartların okutulması temeline dayanır. Bu nedenle her parametre için Atomik Absorbsiyon Spektrometri cihazına özel standart konsantrasyonları bilinen çözeltiler hazırlanmıştır. Hazırlanan bu standartlar cihaza okutularak kalibrasyon grafiklerinin çizilmiştir. AAS cihazının tamamı bilgisayar kontrollüdür. Analizi yapılacak olan ağır metal için özel dalga boyunda ışın yayan katot lambaları kullanılır. Yüksek sıcaklığa ulaşan fırının içinde numune yakılarak, aranan elementin konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak özel dalga boyu absorbe edilir. Absorbe edilen miktar daha önceden çizilmiş olan absorbans eğrileri yardımı ile analizi yapılan ağır metalin konsantrasyonunu verir.

AAS’de analizi yapılacak ağır metaller için kil ve tuz numuneleri sulu çözeltiliye geçirilmiştir. Numuneler, saf su ile yıkanmış olan beherlere kurutulup beher darası alındıktan sonra konulmuştur. Numune ağırlığı ile birlikte tekrar tartılan numunelerin içine 10 ml. Nitrik Asit (HNO_3) konulmuştur. İyice çalkalanarak 1 saat asit içinde bekletilmiştir. Numunelerin asit içinde tam olarak çözünmesi için $75-100^\circ\text{C}$ sıcaklığa ayarlı ısıtıcıda beherler tek tek kaynama taşı ile birlikte kaynatılmıştır. Isıtıcıdan alınan

numuneler soğutulduktan sonra 100 ml'lik balon jodelere alınmış ve üzeri saf su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır.

Çözünmeyen numuneler içine 10 ml. Hidroklorik Asit (HCl) eklenmiş ve tekrar ısıtılmıştır. Çözünen numuneler soğutulduktan sonra 100 ml'lik beherlere alınmış ve üzerine saf su eklenerek 100 ml'ye tamamlanmıştır.

Özellikle kil numuneleri halen çözünmedikleri için Filtre Kağıdı kullanılarak çözünmeyen madde miktarları tespit edilmiştir ($0,06 < \text{ÇM} < 0,34$). Darası alınan Filtre kâğıtlarından süzdürülen numuneler etüvde kurutulduktan sonra Filtre kâğıdı ağırlığı düşülmüş ve çözünmeyen madde miktarları hesaplanmıştır. Numunelerin tamamı çözeltiye geçirildikten sonra, üzerlerine Nitrik Asit damlatılarak saklanmıştır.

AAS cihazı ile yapılan ölçüm sonuçları $\mu\text{l/l}$ olarak verilmiştir. Çözelti hacmi ile numune ağırlıkları kullanılarak aşağıdaki formüle uygulanmış ve numunelerdeki element miktarları mg/kg cinsinden hesaplanmıştır.

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

$$K = \text{Element Konsantrasyonu (mg/kg)}$$

$$V = \text{Çözelti Hacmi (l)}$$

$$m = \text{Kullanılan Numune Ağırl. (g)}$$

5.4 Mineralojik Çalışmalar

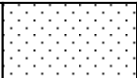
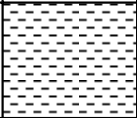
Tuzlalardan alınan tuz numunelerin mineralojik analizleri Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Malzeme Bilimi Mühendisliği laboratuvarında X-Ray Difraktometre cihazında yapılmıştır. Tuz Gölünün ana minerali Halit (NaCl) ve yaygın olarak bulunan Dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), Jips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Anhidrit (CaSO_4), Huntit ($\text{CaMg}_2(\text{CO}_3)_3$) minerallerinin bulunduğu belirlenmiştir.

5.5 Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

5.5.1 Yavşan Tuzlası

Tuz Gölü, Yavşan Tuzlası C havuzunda göle paralel olarak belirlenen yaklaşık 1085 m mesafedeki uzun hattımız boyunca 11 ayrı noktadan tuzlu su, tuz ve organik madde numuneleri alınmıştır. Numunelerin alındığı noktalar harita üzerinde gösterilmiştir (Şekil 5.2.). Numune alma noktalarında gözlem çukurları açılmış ve derinlik seviyesine göre farklı karakterli numuneler alınmıştır.

1. Nolu Numune Alma Noktası

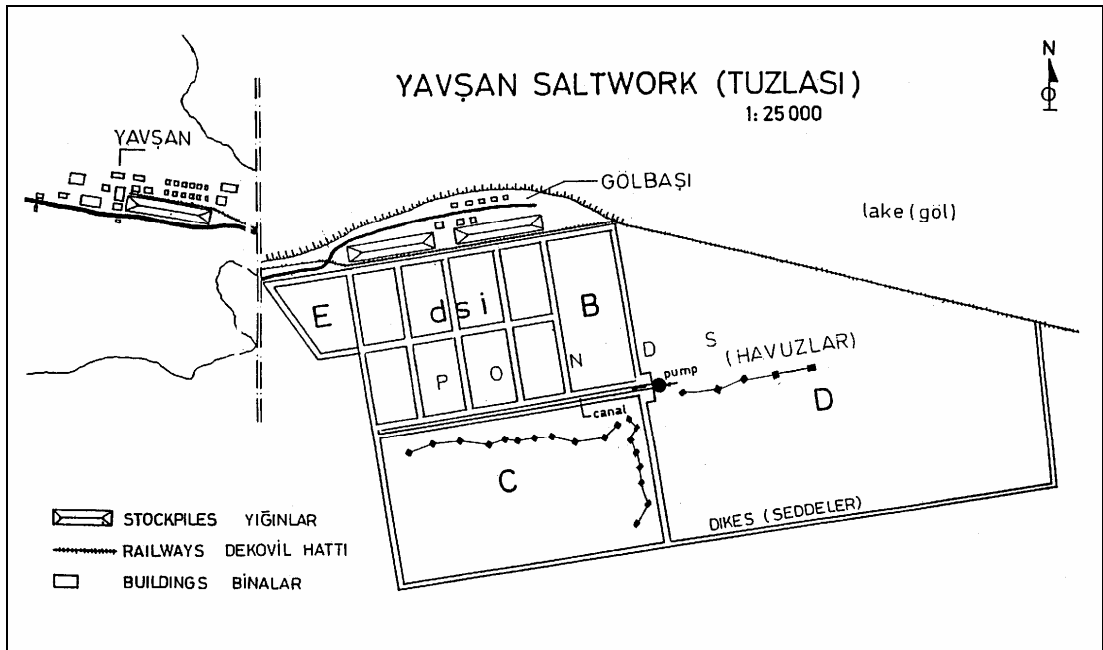
S-1		0-0,5 Kirli beyaz renkli kil-tuz karışımı kabuk seviye
S-2		0,5-30 cm. Kahverengi organik madde, çamur görünümlü

Şekil 5.1. 1Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti

İlk numune alma noktamız üzerinde açılan gözlem çukurunda yüzeyde tuz kabuğu içinden alınan kil-tuz karışımı numune. Planlanan kesit doğrultusunda Yavşan Tuzlası C havuzuna paralelindedir. Açılan gözlem çukurunun düşey kesiti Şekil 5.5’de, ağır metal oranları ise Tablo 5.5’de verilmiştir.

Tablo 5.2. 1 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
0-0,5	S-1	12,95	48,28	4,44	0,02	2,73	0,00	0,58	35,79	0,08	0,28	0,27	28,12
0,5-30	S-2	11,88	47,03	5,81	0,03	2,78	0,04	1,83	19,28	0,00	174,97	0,48	27,74



Şekil 5.2. Yavşan Tuz İşletmesi Numune Alma Noktaları

2. Nolu Numune Alma Noktası

S-3		0-0,5 cm. Yüzeyden tuz kabuğundan alınan kil+tuz karışımı numune
S-4		0,5-30 cm. Tuz kabuğunun altından alınan organik madde

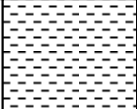
Şekil 5.3. 2 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti

1. Numune alma noktasının 100 m. kuzeyinde yer almaktadır. Yüzeye yakın seviyeden tuz kabuğundan alınan numune ve hemen altından 30 cm derinlikten alınan organik madde ve kil ağırlıklı numuneler alınmıştır.

Tablo 5.3. 2 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
0-0,5	S-3	10,13	36,09	4,12	0,02	2,70	0,00	3,52	35,70	0,00	151,44	0,33	22,26
0,5-30	S-4	20,02	57,05	6,07	0,02	2,88	0,15	4,71	35,81	0,00	144,58	0,31	26,86

3. Nolu Numune Alma Noktası

S-5		0-1,5 cm. Tuz kabuğundan alınan kil+tuz karışımı numune
S-6		1,5-30 cm. Tuz kabuğunun altından alınan organik madde

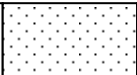
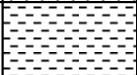
Şekil 5.4. 3 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti

Bir önceki noktanın 150 m. kuzeyinde yer almaktadır. Nem oranı üst seviyelerde daha yoğun olarak gözlemlenmiştir. Bir önceki gözlem çukuru ile benzer özellikler göstermesine rağmen nem oranının fazla olmasından kaynaklanan renk tonu farklılığı var. Yüzeye yakın alınan numune 1,5 cm derinlikten tuz kabuğundan alınmıştır. İkinci numune ise bunun hemen altından 30 cm derinlikten alınan organik madde içerikli numunedir.

Tablo 5.4. 3 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
0-1,5	S-5	5,32	51,59	2,17	0,05	1,16	0,00	0,83	36,42	0,00	109,15	0,19	13,92
1,5-30	S-6	14,31	56,30	6,89	0,04	6,12	0,12	3,10	37,11	0,00	135,79	0,48	28,27

4. Nolu Numune Alma Noktası

S-7		0-1 cm. Kirli beyaz renkli tuz+kil karışımı kabuk seviye
S-8		1-2 cm. İnce sıvanmış organik madde
S-9		2-30 cm. Daha alt seviyeden alınan killi organik madde

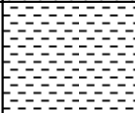
Şekil 5.5. 4 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti

Bir önceki noktanın 160 m. kuzeyinde yer almaktadır. Geçilen birim aynı özellikler göstermekle birlikte yüzeydeki tuzlarda küçük tepecikler şeklinde yapıların oluşmuş olduğu gözlemlenmiştir. İlk numune bu tuz tepeciklerinden alınmıştır. İkinci numune tuz ve organik madde arasında yer alan 1,0 cm. kalınlıkta kil içerikli, koyu renkli bir tabakadan alınmıştır. Son numune ise 30 cm. derinden alınmış koyu kahve renkli-gri renkli organik maddedir.

Tablo 5.5. 4 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
0-1	S-7	3,18	11,84	0,53	0,05	0,97	0,00	0,50	21,50	0,00	31,96	0,22	5,97
1-2	S-8	10,17	44,77	4,87	0,02	2,61	0,14	3,63	32,44	0,00	122,95	0,60	23,81
2-30	S-9	12,40	45,23	4,96	0,07	2,46	0,24	2,83	33,98	0,00	133,70	0,34	22,38

5. Nolu Numune Alma Noktası

S-10		0-3 cm. Yapraklanma gösteren tuz numune
S-11		3-30 cm. Tuz kabuğunun altından alınan organik madde

Şekil 5.6. 5 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti

5. Noktamız bir önceki gözlem çukurunun 75 m. kuzeydoğusunda yer almaktadır. Islaklık oranı artmıştır ve tuzların yüzeydeki görünüş şekli yaprağımsı bir hale gelmiştir. Yüzeyden alınan tuz numunesi yaklaşık 1 cm. kadardır. Açılan numune çukurunda tuzlu su birikimi olmuştur.

Tablo 5.6. 5 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
0-3	S-10	9,97	7,75	0,07	0,04	0,86	0,00	0,65	5,42	0,04	19,95	0,07	3,67
3-30	S-11	8,01	63,81	4,95	0,03	4,47	0,00	9,36	32,39	0,00	164,20	0,34	20,36

6. Nolu Numune Alma Noktası

S-12		Tuzlu su numunesi
S-13		0-3 cm. Yüzeyden alınan tuz numunesi
S-14		3-30 cm. Tuz kabuğundan alınan killi organik madde

Şekil 5.7. 6 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti

Yüzeydeki ıslaklık iyice artmıştır. Bir önceki noktanın 50 m. kuzeyinden, yüzeydeki tuzlu sudan su numunesi alınmıştır. Yüzeyden alınan pembe renkli tuz organik madde içeriklidir. Tuzun altından yaklaşık 30 cm derinlikten organik madde numunesi alınmıştır.

Tablo 5.7. 6 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
	S-12	2,41	0,00	0,00	0,13	1,86	-	198,90	-	0,00	3168,04	-	7,57
0-3	S-13	0,90	4,66	0,00	0,02	0,52	0,00	1,01	5,91	0,00	16,06	0,04	2,63
3-30	S-14	7,22	90,73	4,55	0,01	1,22	0,00	2,53	36,44	0,00	130,43	0,26	20,29

7. Numune Alma Noktası

S-17		Tuzlu su numunesi
S-15		0-3 cm. Yüzeydeki siyah renkli kirlenme noktasından alınan tuz numunesi
S-16		3-15 Kirlenme noktasının hemen altından alınan tuz
S-18		15-30 cm. Tuz kabuğunun altından alınan killi organik madde

Şekil 5.8. 7 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti

Bir önceki noktadan 80 m. sonra yüzeyde tuz üzerinde siyah renkli kirlenme gözlemlenmiştir. Bu kirlilik yaklaşık 15 cm. uzunluğunda ve 3 cm. genişliğinde devam eden bir görünüm sunmaktadır. 7 no'lu noktadaki ilk numunemiz kirliliğin gözlemlendiği bu noktadan alınmıştır. Açılan gözlem çukurunda 3 cm. den sonra gözlenen pembe beyaz renkli tuz numunesi ve en alt seviyeden alınan organik madde numunesi. Ayrıca açılan gözlem çukuru içine toplanan tuzlu sudan da bir şişe su numunesi alınmıştır.

Tablo 5.8. 7 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
	S-15	3,42	6,35	0,00	0,06	0,70	0,00	0,99	3,09	0,00	47,64	0,02	2,14
0-3	S-16	4,42	9,63	0,00	0,05	1,00	0,00	1,27	1,14	0,00	34,09	0,00	1,40
3-15	S-17	2,52	0,00	0,00	0,15	1,86	-	95,22	-	0,01	11660,04	-	7,55
15-30	S-18	10,57	71,18	6,19	0,02	0,58	0,03	11,64	32,63	0,00	144,95	0,44	22,09

8. Nolu Numune Alma Noktası

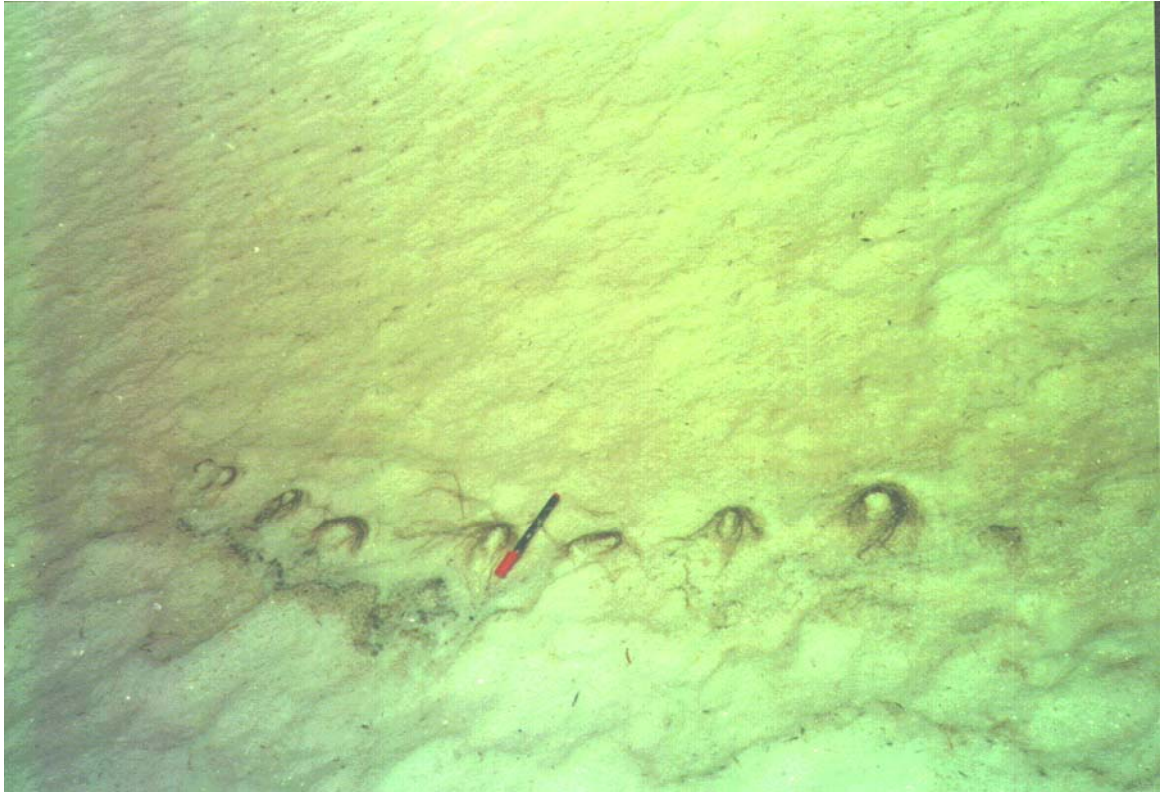
S-19		0-3 cm. Yüzeydeki siyah renkli kirlenme noktasından alınan tuz numunesi
S-20		3-15 cm. Yüzeyin hemen altından alınan tuz numunesi
S-21		15-30 cm. Yeşil renkli çamurumsu kil içerikli organik madde numunesi

Şekil 5.9. 8 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti

Bir önceki noktadan 120 m. sonra tuz üzerinde siyah renkli kirlenme kesikli olarak bu noktada da gözlenmiştir. Yüzeydeki kirlenme olan bu noktadan tuz numunesi alınmıştır (Şekil 5.10). Açılan gözlem çukurunda tuz kalınlığının artmaya başladığı ve 5 cm olduğu gözlenmiştir. Tuz numunesi bu seviyeden alınmıştır. Gözlem çukurunun en alt kısmında organik madde içinde diğer numunelerden farklı olarak yeşil renkli çamurumsu killer gözlenmiştir. Son numune bu seviyeden alınmıştır.

Tablo 5.9. 8 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
0-3	S-19	2,21	9,68	0,21	0,04	1,31	0,00	0,44	2,03	0,00	11,74	0,00	2,38
3-15	S-20	0,99	8,00	0,00	0,02	0,27	0,00	48,98	3,04	0,00	16,07	0,00	1,68
15-30	S-21	6,03	80,78	4,53	0,02	1,21	0,00	17,34	31,32	0,00	118,87	0,00	16,02



Şekil 5.10. S-19 Nolu Numunenin Yüzeyden Görünüşü
(8 Nolu gözlem çukuru tuz üzerindeki kirlilik örneği)

9. Nolu Numune Alma Noktası

S-23		0-3 cm. Yüzeydeki yeni kristallenen tuz adacıklarından alınan tuz numunesi
S-22		3-15 cm. Koyu pembe renkli tuz numunesi
S-24		15-30 cm. Jips içerikli organik madde numunesi

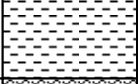
Şekil 5.11. 9 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti

8. noktadan 100 m. sonra yüzeyden alınan tuz örneği yeni kristallenmeye başlamış amorf görünümlü şekerimsi yapıdadır. Tuz kalınlığı 12 cm.'e ulaşmıştır, yüzey kısımları pembe renkli olan tuzların alt seviyeleri daha koyu renklidir. Hemen altındaki kristalli jipsli seviye bol su içeriklidir, aynı zamanda içinde yabancı maddeler gözlenmiştir. Tuz kalınlığı 30 cm. e ulaşmıştır.

Tablo 5.10. 9 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
0-3	S-22	3,93	17,82	0,00	0,07	1,24	0,00	1,27	1,42	0,00	33,90	0,00	1,26
3-15	S-23	0,72	22,52	0,40	0,04	0,44	0,00	0,62	0,53	3,79	13,96	0,00	0,70
15-30	S-24	9,39	4,27	0,28	0,03	0,60	0,00	4,77	8,73	0,00	126,54	0,02	2,47

10. Nolu Numune Alma Noktası

S-26		Tuzlu su numunesi
S-27		0-3 cm. Yüzeyde anız artıklarından oluşan kirlenme noktasından alınan tuz numunesi
S-25		3-15 Jips, tuz ve kil içerikli numune
S-28		15-30 cm. Jips içeren killi organik madde numunesi

Şekil 5.12 10 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti

Bir önceki lokasyondan 150 m. sonra yüzeyde anız artıklardan oluştuğunu düşündüğümüz kirlilik tespit edilmiştir ve bu noktadan tuz numunesi alınmıştır. (Şekil 5. 13) Aynı noktada açılan gözlem çukurunda jips ve tuz kristallerinin killi bir çimento maddesi içinde yer aldığı gözlenmiştir, ikinci numunemiz bu seviyeden alınmıştır. En alt seviyeden ise jips içeren organik madde numunesi alınmıştır. Gözlem çukuru içine toplanan tuzlu sudan da bir şişe su numunesi alınmıştır.

Tablo 5.11. 10. Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
	S-25	6,83	59,97	3,97	0,03	1,28	0,00	32,34	29,86	0,00	64,99	0,00	8,07
0-3	S-26	6,14	0,05	0,05	0,16	2,16	-	149,80	-	0,00	3486,16	-	14,53
3-15	S-27	2,48	24,25	0,54	0,02	0,40	0,00	1,76	1,25	0,00	5,57	0,01	3,36
15-30	S-28	1,20	12,59	0,70	0,22	1,50	0,00	10,16	15,21	0,00	27,88	0,04	3,83

11. Nolu Numune Alma Noktası

S-29		Göl kıyısından alınan tuzlu su numunesi
S-30		0-8 cm. Yüzeyin 8 cm. altından alınan tuz numunesi
S-31		8-30 cm. Açık yeşil renkli kil içeren organik madde numunesi.

Şekil 5.13. 11 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti

Son numune alma noktası bir önceki lokasyondan 100 m. ilerde ve göl kıyı çizgisine çok yakın bir mesafededir. Su numunesi kıyıya çok yakın olan noktadan alınmıştır. Açılan gözlem çukurunda yüzeydeki tuz tabakasının altta da devam etmekte olduğu gözlenmiştir, yaklaşık 8 cm. den tuz numunesi alınmıştır. 20 cm. devam eden tuz tabakasından sonra açık yeşil renkli kil, jips ve tuzun birlikte yer aldığı organik madde yoğun birim yer almaktadır. Son numunemiz bu noktadan alınmıştır.

Tablo 5.12. 11 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
	S-29	2,61	0,80	0,80	0,17	2,81	-	289,40	-	0,05	3556,02	-	14,08
0-8	S-30	0,58	4,08	0,00	0,02	0,55	0,00	5,13	0,82	0,00	12,69	0,00	0,82
8-30	S-31	2,35	31,50	1,73	0,06	1,32	0,00	43,10	27,54	0,00	35,15	0,12	9,39

Yavşan tuzlası C havuzunda yapılan çalışmalarda 1. Hat boyunca açılan 11 gözlem çukurundan alınan tuzlu su, tuz ve kil numunelerden analiz sonucu elde edilen ağır metal konsantrasyon değerleri Grafik 5.1 - 5.12' de verilmiştir.

Grafik 5.10'da görüldüğü gibi demir ortalama 771 mg/kg ile en yüksek konsantrasyona sahip metaldir, hat boyunca alınan tüm numunelerde demirin varlığı gözlenmekle birlikte özellikle organik madde numunelerde yüksek konsantrasyon vermiştir.

Se, Cd, Hg ve As en düşük konsantrasyon gösteren metallerdir. Hg ve Se birçok noktada ya düşük konsantrasyon göstermiş ya da hiç bulunamamıştır, selenyum tuz numunelerinde hiç gözlenmez iken, organik madde numuneler içinde ise ortalama 0,05 mg/kg değer vermektedir. 1 Nolu Hat üzerindeki ağır metal tayinlerinin en düşük, ortalama ve en yüksek değerleri Tablo 5.13' de verilmiştir.

Tablo 5.13. 1 Nolu Hattan Alınan Numunelerin Ağır Metallere Göre Dağılımları

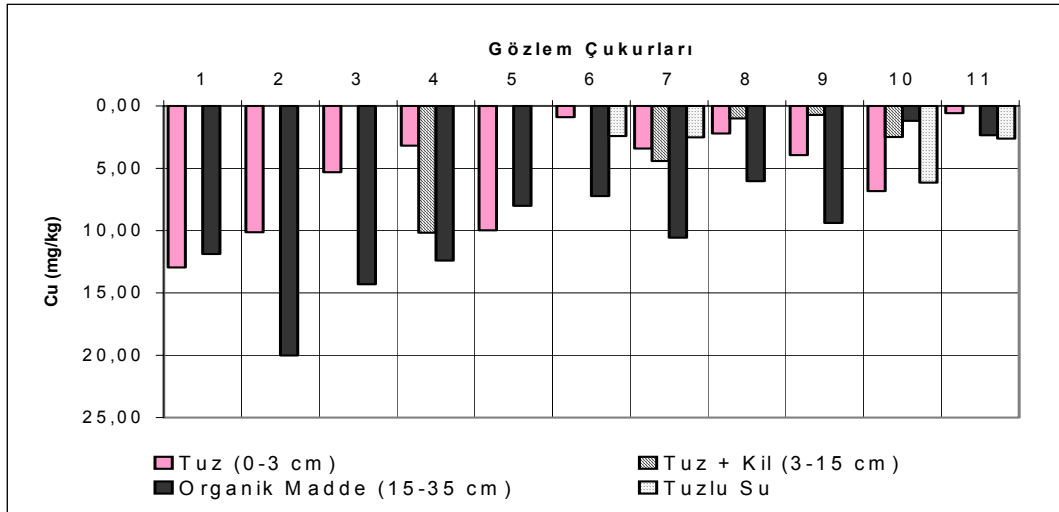
	Min. (mg/kg)	Max. (mg/kg)	Ortalama (mg/kg)
Co	0,00	6,89	2,22
Cd	0,01	0,22	0,06
Se	0,00	0,24	0,03
As	0,00	0,60	0,17
Hg	0,00	0,08	0,01
Pb	0,27	6,12	1,70
Cu	0,58	20,02	6,30
Cr	0,70	28,27	11,79
Mn	0,53	37,11	19,51
Al	0,44	289,40	30,59
Fe	0,28	11660,00	771,00
Ni	0,00	90,73	29,95

Al, Ni ve Mn ise Fe'den sonra yüksek konsantrasyon veren metallerdir ve organik madde numunelerinde daha yoğun gözlenmiştir. Ni tuzlu su seviyesinde çok düşük konsantrasyon vermiştir, genel olarak ortalama konsantrasyon değeri 29,95 mg/ kg'dır. Bu sayı killerde daha da yüksektir.

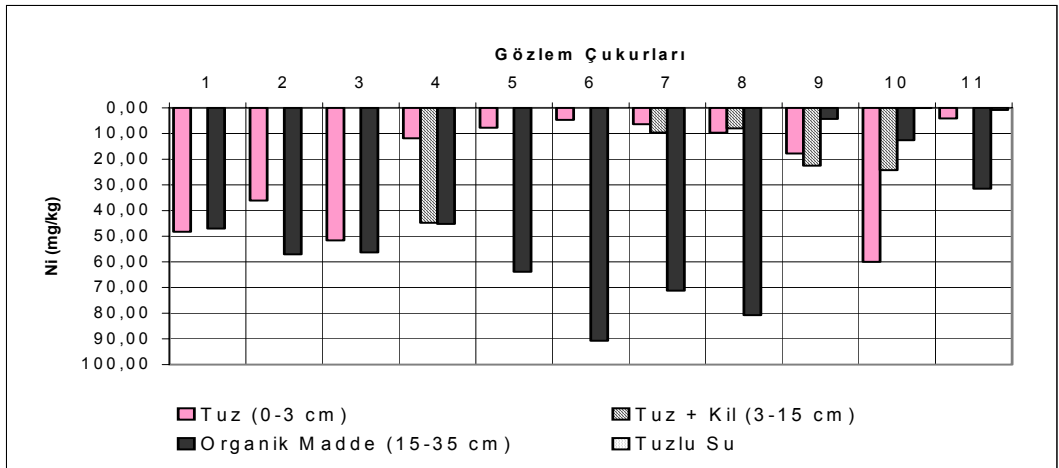
Al ise Ni tersine tuzlu su örneklerinde ortalama 183 mg/kg konsantrasyon gösterirken genel olarak ortalaması ise 30,59 mg/kg dır. Derinlik ile doğru orantılı olarak artış göstermiştir. Mn, yüzeyde yeni oluşan yapraksı şekilli tuzların içinde 0,53 mg/kg ile en düşük değeri vermiştir, tuz kabuğunun altındaki organik seviyeden alınan numunede 37,11 mg/kg ile en yüksek değerde bulunmuştur.

Benzer davranış gösteren Cr, Co ve Pb üçüncü gözlem çukurunda 30 cm. seviyesinde Cr 28,27 mg/kg, Co 6,89 mg/kg ve Pb 6,12 mg/kg ile en yüksek konsantrasyon değerinde gözlenmiştir. Co miktarı tuz ve su numunelerin bir kısmında hiç görülmemiştir.

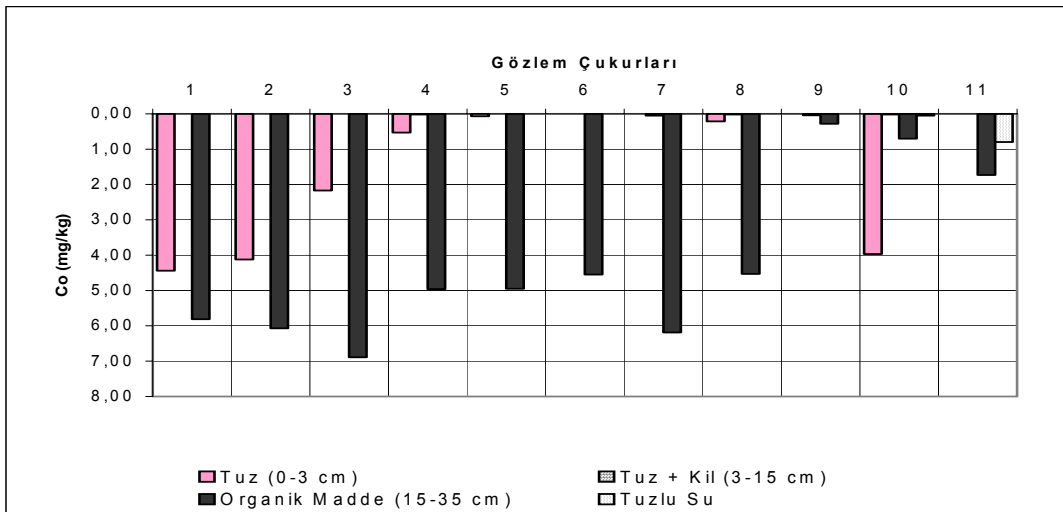
1 Numaralı Hat boyunca alınan numunelerin analizlerinde genel olarak gözlemlenen tuz numunelerde düşük, organik madde numunelerde ise yüksek konsantrasyon değerlerinin elde edildiğidir.



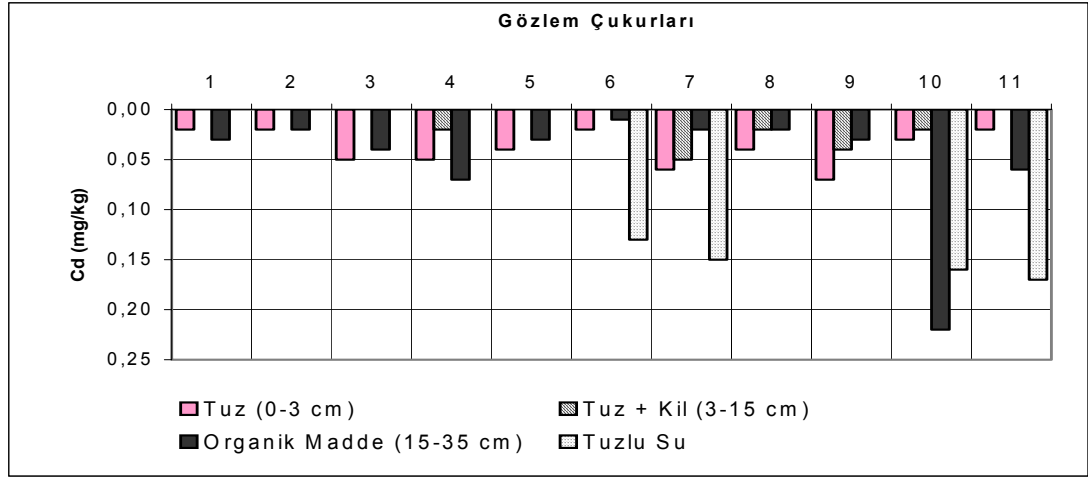
Şekil 5.14. C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Cu Konstantrasyonu



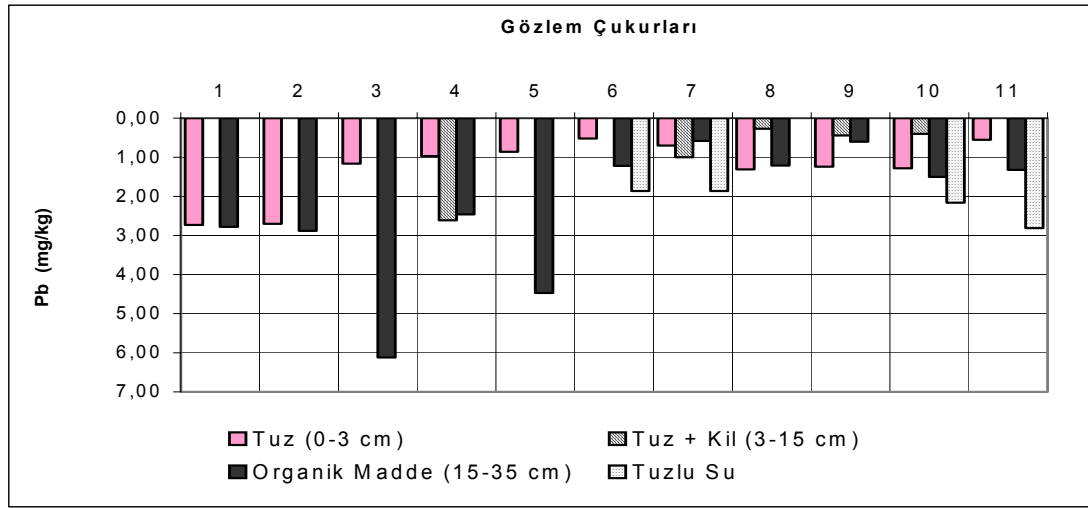
Şekil 5.15. C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Ni Konstantrasyonu



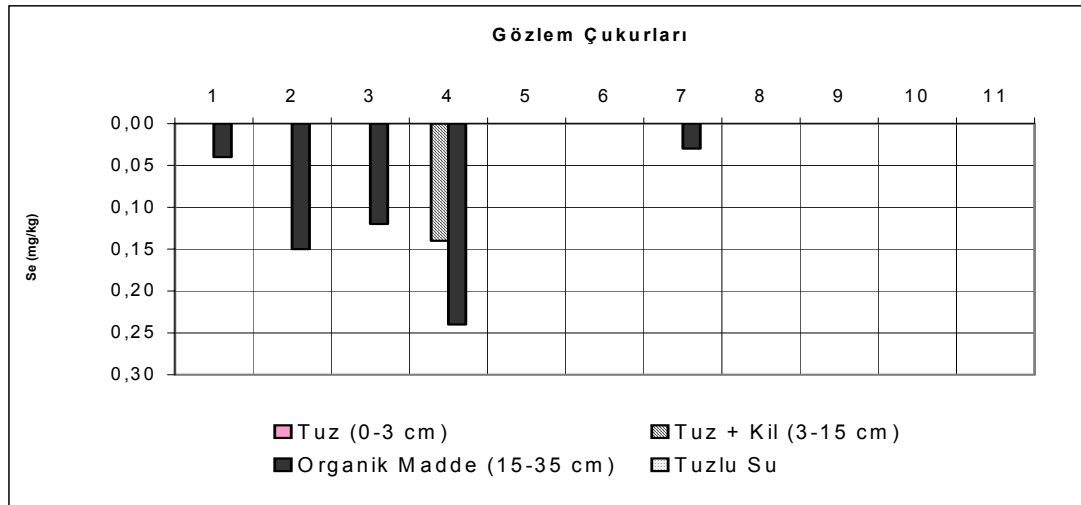
Şekil 5.16. C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Co Konstantrasyonu



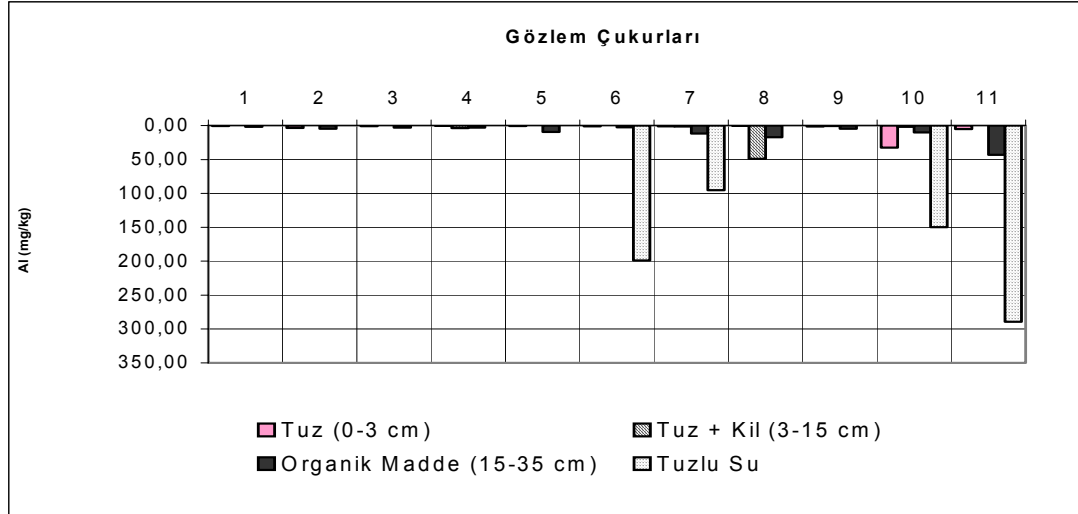
Şekil 5.17. C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Cd Konstantrasyonu



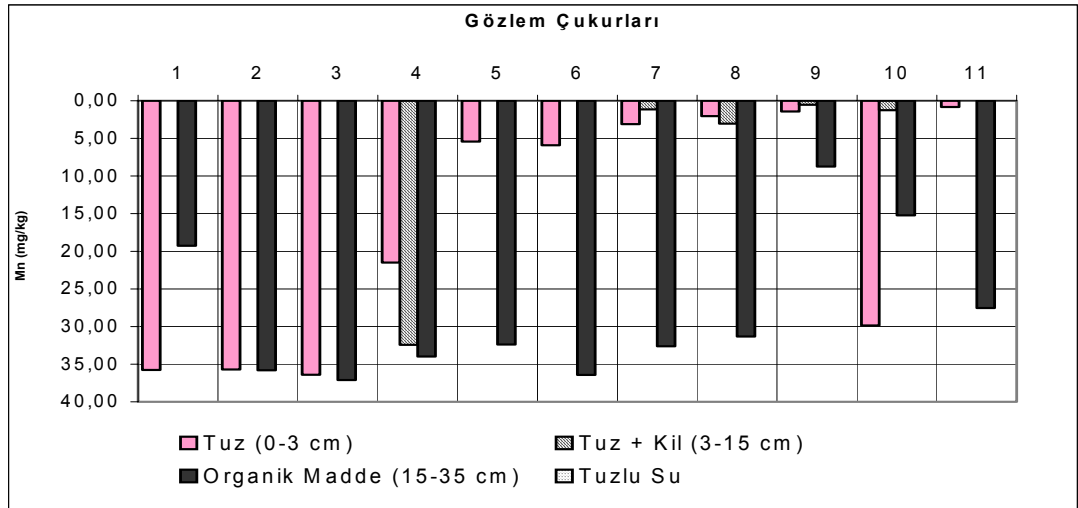
Şekil 5.18. C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Pb Konstantrasyonu



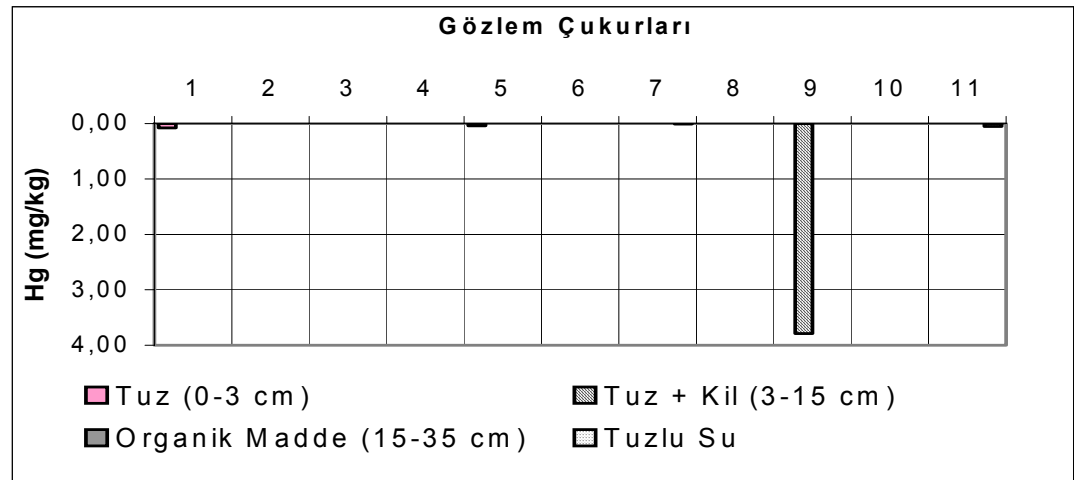
Şekil 5.19. C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Se Konstantrasyonu



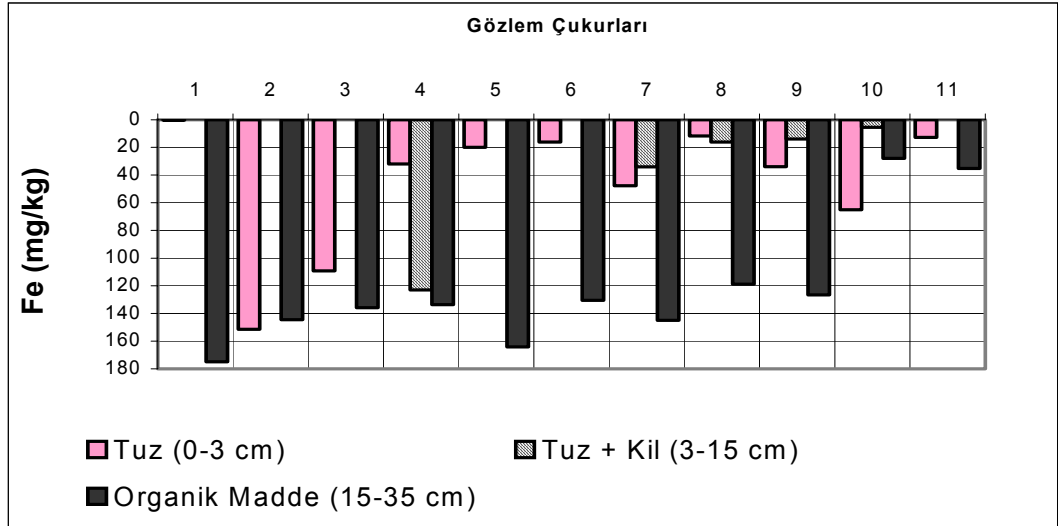
Şekil 5.20. C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Al Konstantrasyonu



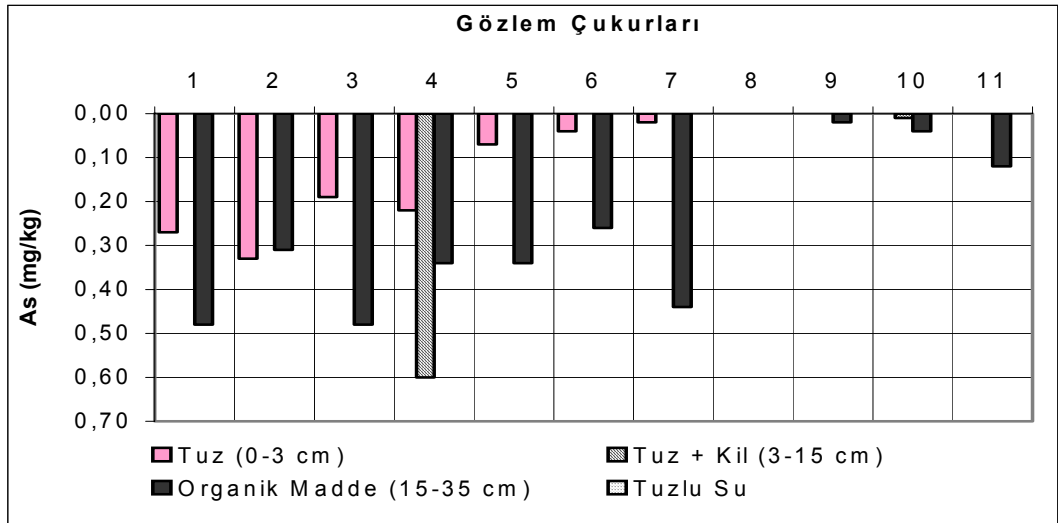
Şekil 5.21. C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Mn Konstantrasyonu



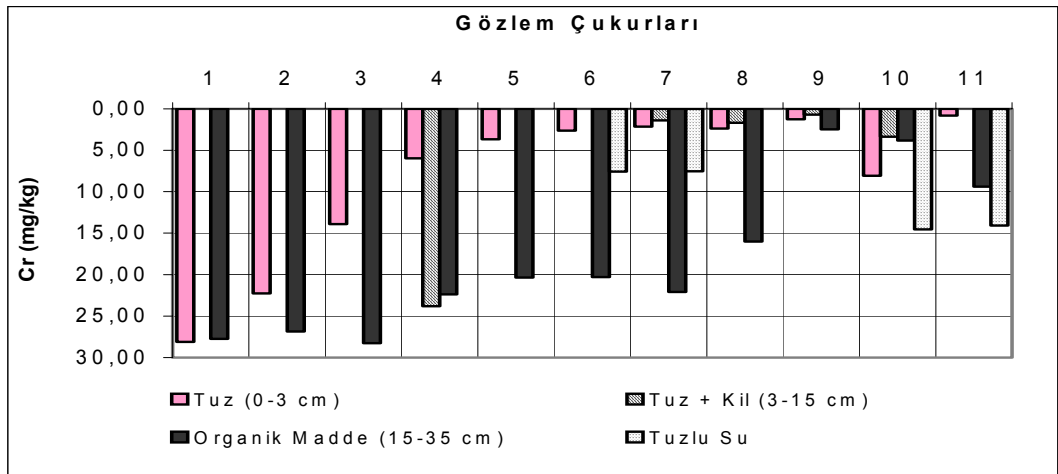
Şekil 5.22. C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Hg Konstantrasyonu



Şekil 5.23. C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Fe Konstantrasyonu



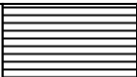
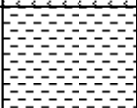
Şekil 5.24. C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları As Konstantrasyonu



Şekil 5.25. C Havuzu 1 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Cr Konstantrasyonu

Yavşan Tuzlası, C havuzunda göle paralel olarak belirlenen ilk uzun kesitime dik olarak tespit edilen ikinci doğrultumuz yaklaşık 850 m. mesafede olup C havuzunun kısa kenarını temsil etmektedir. İkinci hattımız boyunca 8 ayrı noktadan tuzlu su, tuz ve organik madde numuneleri alınmıştır. Numunelerin alındığı noktalar Şekil 5.3.'de gösterilmiştir.

1. Nolu Numune Alma Noktası (C Havuzu Kısa Kenar)

SG-1		Kıydan alınan tuzlu su numunesi
SG-2		0-10 cm. Yüzeiden alınan tuz numunesi
SG-3		10-50 cm. Kristal tuz içerikli, çamurlu kil numunesi
SG-4		50-? cm. Gri renkli organik madde numunesi.

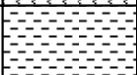
Şekil 5.26 1 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti

İkinci hattımız C havuzu kısa kenarı boyunca göle uzanan doğrultudadır. İlk numunemiz tuzlu su numunesidir. Tuz kalınlığı yaklaşık 8-10 cm. kadardır. Alttaki seviye ise kristal tuz içerikli, çamur ve kil karışımıdır. En alttaki seviye ise koyu gri – yeşil renkli birim derinlere doğru devam etmektedir. Aynı yerden tuzlu su numunesi de alınmıştır.

Tablo 5.14. 1. Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
	SG-1	5,28	0,03	0,30	0,13	1,93	0,00	81,44	0,00	0,17	1870,11	0,00	5,47
0-10	SG-2	0,00	0,08	0,00	0,20	4,09	0,00	329,41	0,00	0,00	926,71	0,01	0,66
10-50	SG-3	11,1	15,2	1,09	0,15	3,15	0,00	1889,3	0,00	0,00	8977,26	0,08	4,27
050-?	SG-4	22,4	26,5	4,58	0,42	11,04	0,00	2288,5	0,00	0,13	12967,7	0,37	7,49

2. Nolu Numune Alma Noktası (C Havuzu Kısa Kenar)

SG-6		Tuzlu su numunesi
SG-5		0-10 cm. Yüzeyden alınan tuz numunesi
SG-7		10-50 cm. Tuz tabakasının altındaki sarı-gri renkli kil numunesi
SG-8		50 cm.- ? Organik madde numunesi.

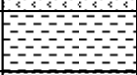
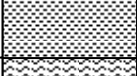
Şekil 5.27. 2 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti

İlk noktadan 100 m. sonra belirlenen ikinci numune alma noktamızda, açılan gözlem çukurunda tuz kalınlığının aynı devam ettiğini gözlemledik. Tuzun altındaki tabaka ise, kirli sarı- gri renkli ve killi çökeller içermektedir. yaklaşık kalınlığı ise 15-20 cm' dir. En alttaki az kristalli koyu gri renkli olan killi birim ise yaklaşık 50 cm den alınmıştır ve aşağıya kadar devam etmektedir.

Tablo 5.15. 2 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
	SG-5	0,00	0,00	0,52	0,02	2,02	0,00	60,99	0,00	0,00	1947,18	0,00	0,63
0-10	SG-6	3,92	0,00	1,45	0,1	1,77	0,00	217,2	0,00	0,00	3918,04	0,00	3,6
10-50	SG-7	12,9	50,0	8,01	0,26	9,66	0,00	2579,0	0,00	0,07	14297,8	0,15	10,9
050-?	SG-8	15,8	12,4	20,3	0,34	9,09	0,00	2460,6	0,00	0,29	14582,5	0,37	16,3

3. Nolu Numune Alma Noktası (C Havuzu Kısa Kenar)

SG-10		Tuzlu su numunesi
SG-9		0-10 cm. Yüzeyden alınan tuz numunesi
SG-11		10-20 cm. Tuz tabakasının altından alınan sarı gri
SG-12		20-50 cm. Gri-yeşil renkli jips içerikli kil
SG-13		50 cm.- ? Koyu gri renkli organik madde

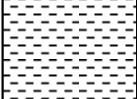
Şekil 5.28 3 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti

2. numune alma noktasından 100 m. sonra açılan gözlem çukurunda tuz kalınlığı 8-10 cm' dir. Tuz tabakasının arasında 0,5 cm. kalınlığında ince bir şerit halinde sarı renkli tabaka gözlenmiştir. Tuz tabakasının altında sarı-gri renkli birimi, hemen altında jips içerikli koyu gri-yeşil renkli killi birim izlemektedir. Daha alt seviyede ise koyu gri renkli organik madde içeren tabaka devam etmektedir.

Tablo 5.16. 3 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
	SG-9	0,00	0,21	16,1	0,19	2,63	0,00	119,24	0,00	0,00	3264,74	0,00	1,33
0-10	SG-10	0,00	0,73	12,5	0,06	1,21	0,00	97,38	0,00	0,00	18200,2	0,00	6,37
10-20	SG-11	16,0	25,3	9,62	0,16	3,77	0,00	2119,2	0,00	0,25	15891,1	0,14	6,49
20-50	SG-12	23,1	19,5	10,2	0,90	8,45	0,00	2225,8	0,00	0,01	12847,6	0,20	8,7
50- ?	SG-13	6,85	6,04	8,54	0,38	13,0	0,00	1625,3	0,00	0,31	9225,76	0,04	3,14

4. Nolu Numune Alma Noktası (C Havuzu Kısa Kenar)

SG-16		Tuzlu su numunesi
SG-14		0-10 cm. Yüzeyden alınan tuz numunesi
SG-15		10-50 cm. Sarı-gri renkli kil numunesi

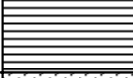
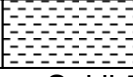
Şekil 5.29 4 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti

Bir önceki lokasyondan 100 m. sonra tuz kalınlığı yine aynı seviyededir. Tuz tabakasının altındaki sarı- gri renkli tabaka ise biraz daha kalınlaşarak devam etmektedir.

Tablo 5.17. 4 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
	SG-16	0,38	0,00	7,66	0,11	2,68	0,00	140,29	0,00	0,00	2522,38	0,00	0,51
0-10	SG-14	16,97	19,71	5,91	0,15	4,43	0,00	2082,95	0,00	0,39	10809,29	0,08	10,9
10-50	SG-15	4,16	1,65	5,21	0,05	1,25	0,00	244,60	0,00	0,00	3214,08	0,00	6,99

5. Nolu Numune Alma Noktası

SG-19		Tuzlu su numunesi
SG-18		0-10 cm. Yüzeyden alınan tuz numunesi
SG-17		10-50 cm. Gri renkli organik madde

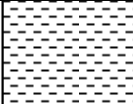
Şekil 5.30. 5 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti

100 m. sonraki gözlem çukurunda tuz tabakasının ve altındaki koyu gri renkli organik madde ağırlıklı seviyenin aynen devam ettiği gözlenmiştir.

Tablo 5.18. 5 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
	SG-19	23,11	28,68	6,54	0,21	8,20	0,00	2222,02	0,00	0,00	13289,98	0,29	15,56
0-10	SG-18	0,00	0,00	3,51	0,09	2,14	0,00	78,27	0,00	0,02	2645,11	0,00	1,40
10-50	SG-17	4,10	0,71	4,29	0,10	1,86	0,00	375,20	0,00	0,00	2936,02	0,00	4,97

6. Nolu Numune Alma Noktası (C Havuzu Kısa Kenar)

SG-21		Tuzlu su numunesi
SG-20		0-10 cm. Yüzeyden alınan tuz numunesi
SG-22		10-50 cm. Organik madde içeren kil numunesi

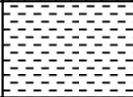
Şekil 5.31. 6 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti

5. Numune alma noktasından 100 m. sonra açılan gözlem çukurunda tuz tabakası ve altındaki koyu gri renkli killi seviye devam etmektedir. Her bir tabakadan birer numune alınmıştır.

Tablo 5.19. 6 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
	SG-21	0,86	0,00	2,17	0,18	4,52	0,00	148,58	0,00	0,00	1652,52	0,03	1,25
0-10	SG-20	3,75	0,82	1,68	0,18	1,73	0,00	352,40	0,00	0,28	2504,04		6,56
10-50	SG-22	18,89	38,55	4,01	0,30	8,50	0,00	2450,10	0,00	0,46	12497,06	0,12	7,33

7. Nolu Numune Alma Noktası (C havuzu kısa kenar)

SG-25		Tuzlu su numunesi
SG-23		0-10 cm. Yüzeyden alınan tuz numunesi
SG-24		10-50 cm. Kristal tuz içerikli, çamurlu kil numunesi

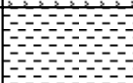
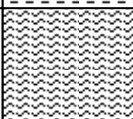
Şekil 5.32. 7 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti

6. Numune alma noktasından 100 m. sonraki yeni lokasyonda açılan gözlem çukurunda tabakaların aynen devam ettiği görülmüştür. Yüzeyden 10 cm. e kadar gözlenen tuz tabakasından tuz numunesi ve altındaki organik madde içerikli koyu gri renkli seviyeden de kil numunesi alınmıştır.

Tablo 5.20. 7 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
	SG-25	0,00	0,58	1,94	0,12	2,98	0,00	77,53	0,00	0,00	3038,89	0,00	1,35
0-10	SG-23	14,79	25,99	4,18	0,29	7,88	0,00	2213,45	0,00	0,00	11699,28	0,15	11,95
10-50	SG-24	5,45	1,04	1,48	0,27	2,69	0,00	123,44	0,00	0,01	3848,18	0,00	8,64

8. Nolu Numune Alma Noktası (C havuzu kısa kenar)

SG-29		Tuzlu su numunesi
SG-27		0-10 cm. Yüzeyden alınan tuz numunesi
SG-26		10-50 cm. Sarı- gri renkli kil numunesi
SG-28		50-? cm. Koyu gri renkli organik madde numunesi.

Şekil 5.33. 8 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti

Hat üzerindeki son numune alma noktamız bir önceki lokasyondan 325 m. uzaklıkta ve göle 50 m. mesafededir. Yüzeyden tuzlu su numunesi alınmıştır. Açılan gözlem çukurunda tuz tabakasının kalınlığının aynı devam ettiği görülmüştür. Tuzun hemen altındaki seviye koyu sarı- gri renkli kil içeriklidir. En alt seviyede ise koyu gri siyah renkli, organik madde içeren birim yer almaktadır. Her bir kademeden birer numune alınmıştır.

Tablo 5.21. 8 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
	SG-29	15,29	19,22	5,36	0,18	6,73	0,00	2049,51	0,00	0,01	11543,65	0,20	19,50
0-10	SG-27	1,08	0,38	1,21	0,07	3,26	0,00	80,90	0,00	0,44	2065,67	0,00	0,96
10-50	SG-26	6,21	9,95	4,04	0,25	10,37	0,00	1818,66	0,00	0,02	7980,01	0,05	3,66
50-?	SG-28	2,05	0,75	1,31	0,09	1,89	0,00	822,80	0,00	0,00	3372,16	0,00	4,56

Yavşan tuzlası C havuzu 2. Hattımız (SG Grubu) boyunca 8 gözlem çukurundan alınan tuzlu su, tuz ve kil numunelerden analiz sonucu elde edilen ağır metal konsantrasyon değerleri Grafik 5.13 - 5.22' de verilmiştir.

As ve Pb, tuzlu su ve tuz numunelerde bulunmaz iken organik madde numunelerinde ortalama 0,1 mg/kg konsantrasyon vermiştir.

Cd bu hat üstündeki bütün numunelerde görülmüştür. Yaklaşık 50 cm . seviyesinden alınan organik numune içinde 0,90 mg/kg ile en yüksek değere ulaşmıştır. Bu oran bir önceki hattımızda 0,22 mg/kg da kalmıştır.

Fe ve Al hat boyunca alınan tüm numunelerde yüksek değerlerde görülmüştür. Fe ortalama 7397,83 mg/kg ile burada da en yüksek konsantrasyonlu metaldir, Al ise ortalama 1081,86 mg/kg değer vermiştir.

Tablo 5.22 . 2 Nolu Hattan Alınan Numunelerin Ağır Metallere Göre Dağılımları

	Min. (mg/kg)	Max., (mg/kg)	Ortalama (mg/kg)
Co	0,00	20,27	5,30
Cd	0,02	0,90	0,21
Se	0,00	0,00	0,00
As	0,00	0,37	0,11
Hg	0,00	0,46	0,10
Pb	1,21	130,03	8,96
Cu	0,00	23,12	8,24
Cr	0,51	19,50	6,26
Mn	0,00	0,00	0,00
Al	60,99	2578,98	1081,86
Fe	926,71	18200,18	7397,83
Ni	0,00	49,95	10,48

Ni ve Cu, 0-10 cm. seviyesindeki tuz numunelerde görülmez iken özellikle ara seviye olan 10-50 cm. seviyesinde yüksek konsantrasyon değerleri vermiştir. Cu ortalama 8,24 mg/kg ve nikel 10,48 mg/ kg'dır.

Cr tüm numunelerde düşük de olsa konsantrasyon vermiştir. En düşük 0,51 mg/kg ve en yüksek 19,50 mg/kg konsantrasyon değerleri arasındadır.

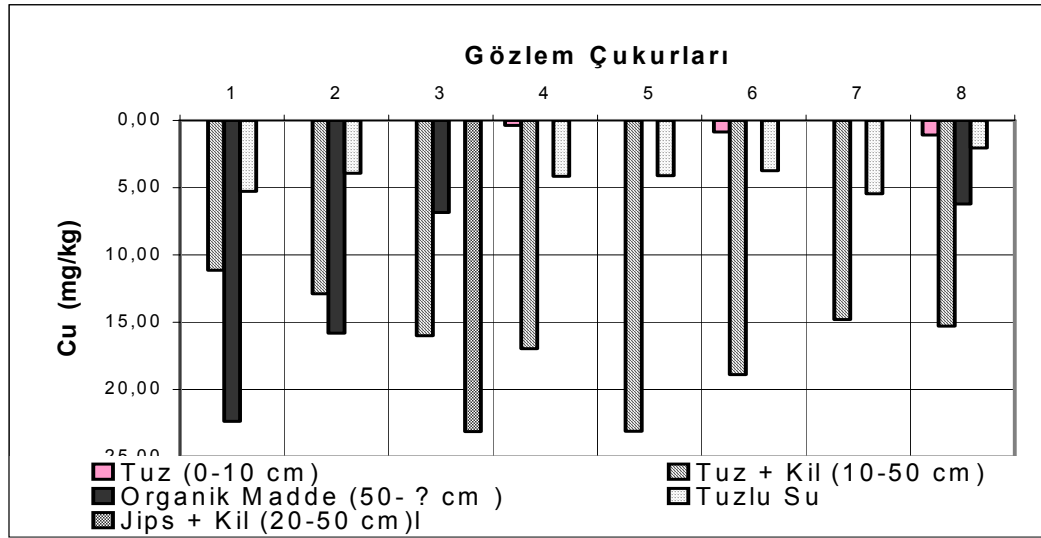
Pb, hat boyunca çok büyük değişiklik göstermezken, yaklaşık 50 cm. seviyesinden alınan koyu renkli organik madde numunesinde 13,0 mg/kg ile en yüksek konsantrasyon değerini vermiştir.

Co, ilk gözlem çukurunda yüzeyden alınan tuz numunesinde hiç bulunmamıştır, genel olarak tuzlu su ve tuz numuneler içinde düşük konsantrasyon göstermiştir. İkinci gözlem çukurundan yaklaşık 50 cm. seviyesinden alınan organik madde numunesinde ise 20,27 mg/kg'dır.

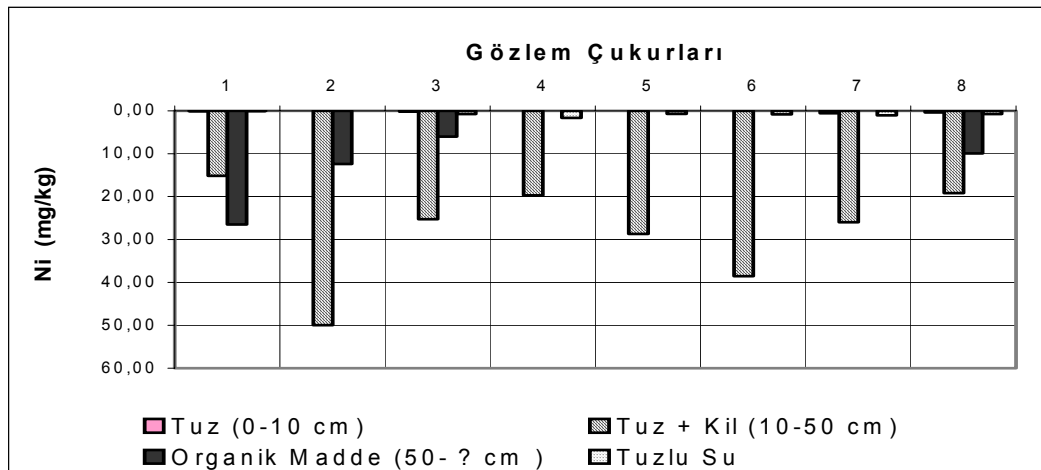
Hg, 1 hatta oranla 0,46 mg/kg ile daha yüksek konsantrasyon vermiştir. Bu değer 1.hat için 0,08 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Se ve Mn 2. hat boyunca alınan bütün numunelerde gözlenmemiştir.

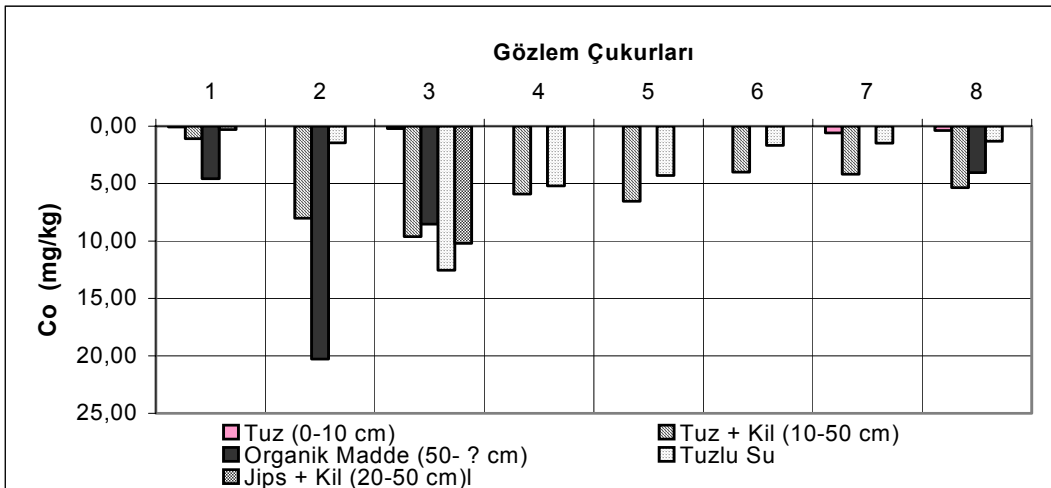
2 Nolu Hat boyunca ağır metal analizlerinde de genel olarak gözlemlenen tuz ve tuzlu su numunelerde düşük, 50 cm. seviyesinden alınan organik madde numunelerde ise yüksek konsantrasyon değerlerinin elde edilmesidir.



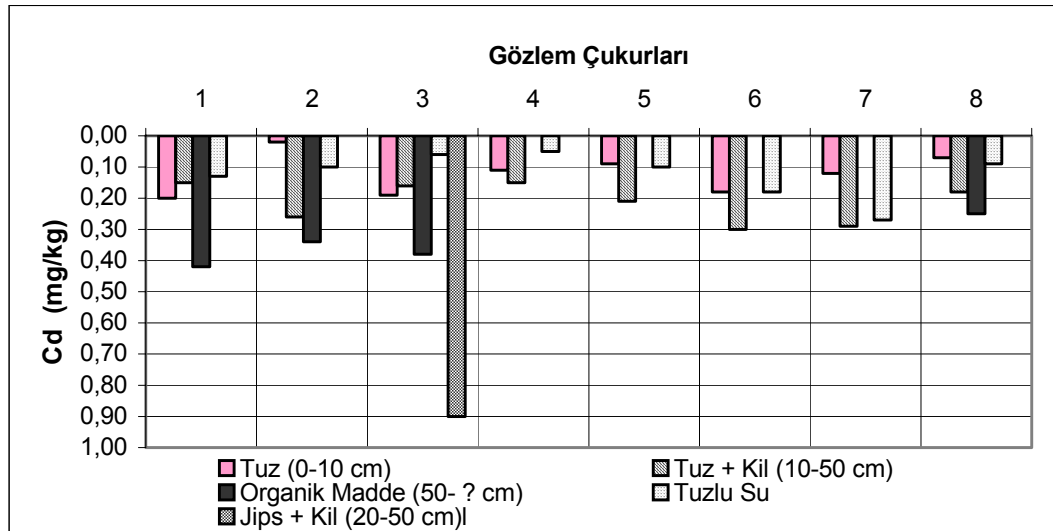
Şekil 5.34. C Havuzu 2 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Cu Konstantrasyonu



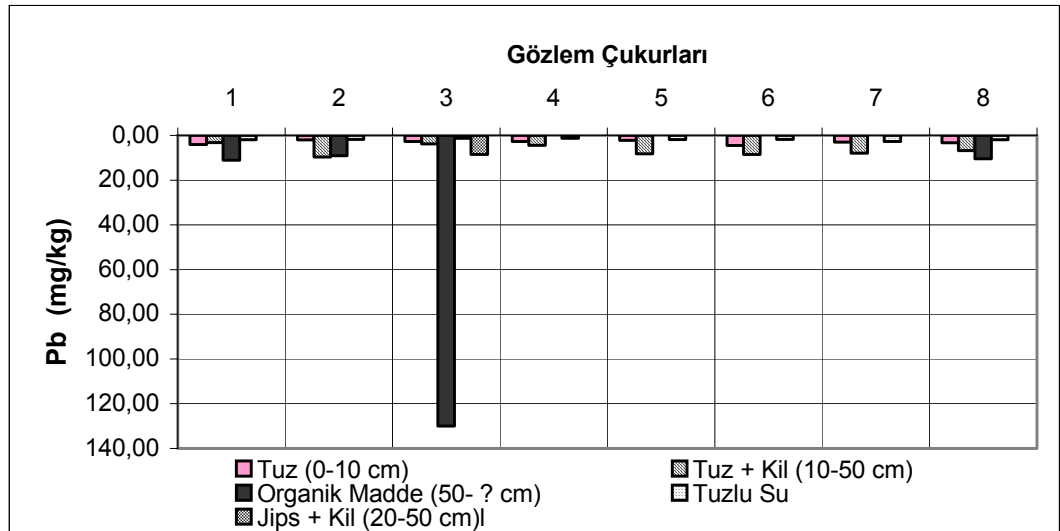
Şekil 5.35. C Havuzu 2 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Ni Konstantrasyonu



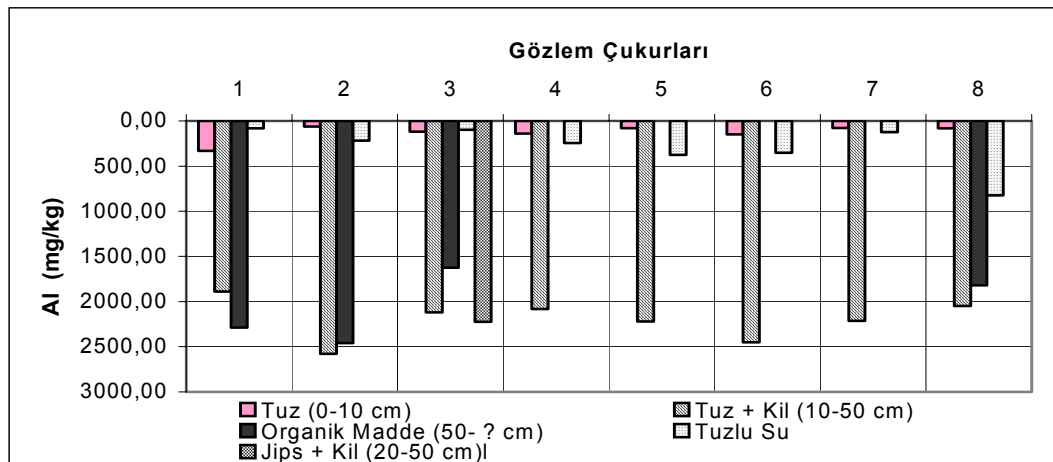
Şekil 5.36. C Havuzu 2 .Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Co Konstantrasyonu



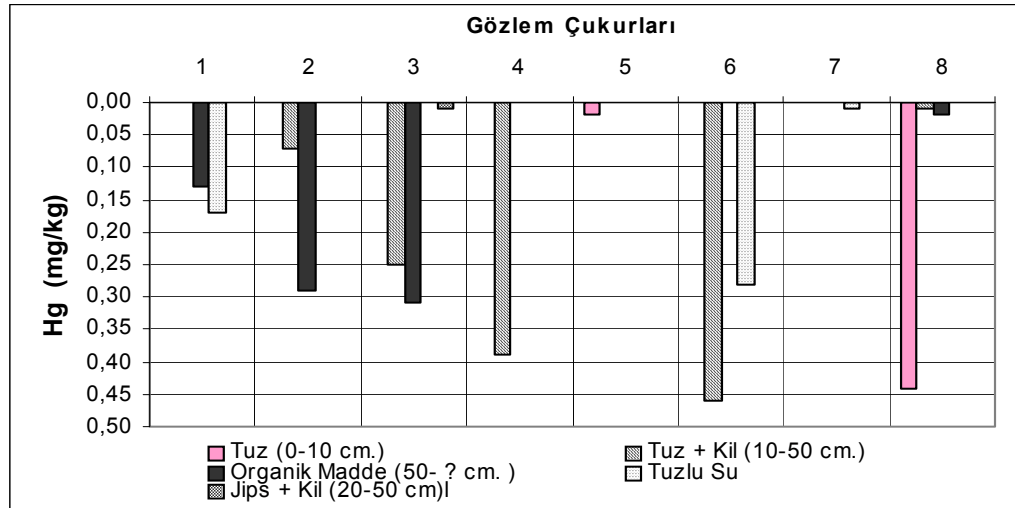
Şekil 5.37. C Havuzu 2 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Cd Konstantrasyonu



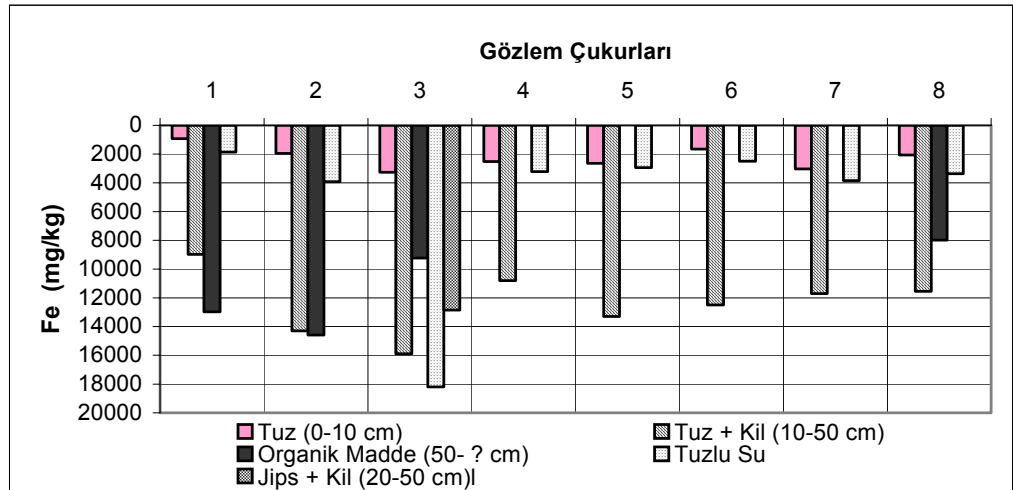
Şekil 5.38. C Havuzu 2 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Pb Konstantrasyonu



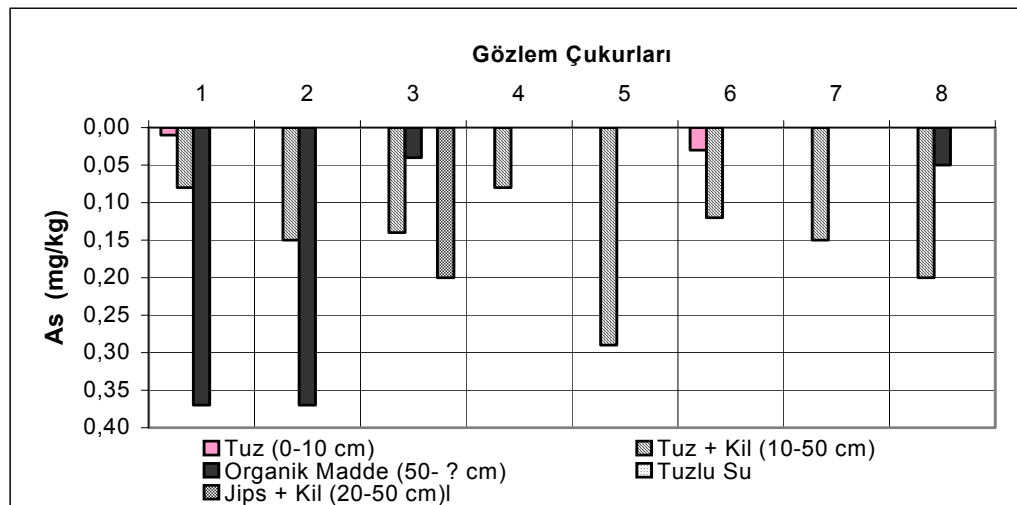
Şekil 5.39. C Havuzu 2 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Al Konstantrasyonu



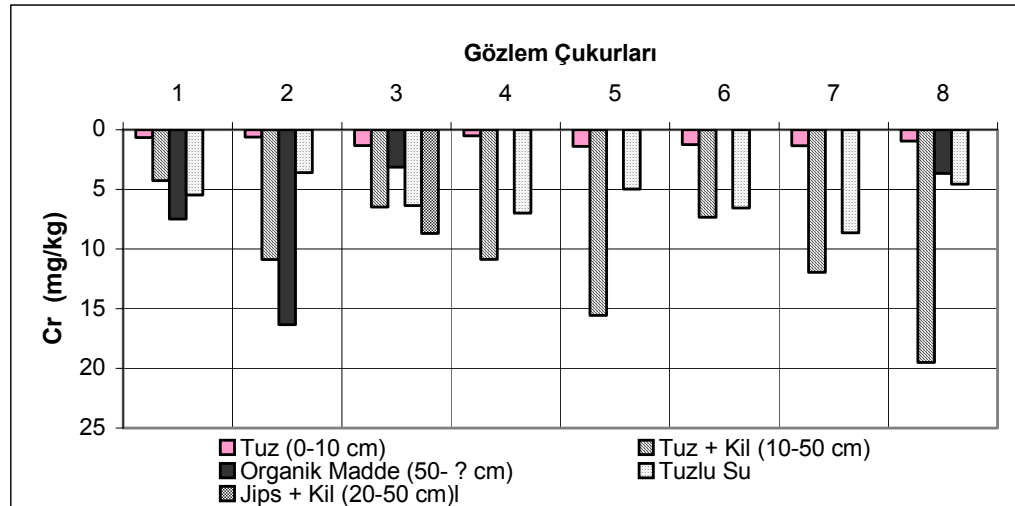
Şekil 5.40. C Havuzu 2 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Hg Konstantrasyonu



Şekil 5.41. C Havuzu 2 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Fe Konstantrasyonu



Şekil 5.42. C Havuzu 2 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları As Konstantrasyonu



Şekil 5.43. C Havuzu 2 Nolu Hat Üzerindeki Gözlem Çukurları Cr Konstantrasyonu

Yavşan Tuzlasındaki son çalışmamız ortalama 5 km² alana sahip, D havuzunun uzun kenarı boyunca yapılmıştır. Bu hattımız üzerinde 5 ayrı noktadan numune alınmıştır. Numunelerin alındığı noktalar Şekil 5.2' de gösterilmiştir.

1. Nolu Numune Alma Noktası (D Havuzu)

YD-1		Tuzlu su numunesi
YD-2		0-10 cm. Üst tabakadan alınan tuz numunesi
YD-3		10-15 cm. Gri renkli kil numunesi
YD-4		15-30 cm. Organik Madde numunesi.

Şekil 5.44. 1 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti

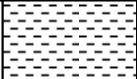
D havuzundaki ilk numune alma noktamızda , yüzeyden tuzlu su numunesi alınmıştır. Açılan gözlem çukurunda tuz tabakasının kalınlığının C havuzundaki ile paralel olduğu gözlenmiştir. Tuz tabakasının hemen altında gri renkli killi geçiş

seviyesi yer almaktadır. Bunun alt seviyesi ise organik madde içeren eski tuzlardan oluşmaktadır. Her seviyeden birer numune alınmıştır.

Tablo 5.23. 1Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
	YD-1	12,68	0,00	5,60	1,33	14,51	0,00	1118,00	0,00	0,01	0,00	0,00	30,58
0-10	YD-2	24,28	14,00	0,08	0,29	18,39	0,00	4627,80	4,75	0,00	0,00	0,00	3,40
10-15	YD-3	3,18	291,70	0,00	0,13	2,54	0,00	2059,60	7,68	0,00	0,00	0,00	3,29
15-30	YD-4	8,51	179,10	14,94	0,17	4,94	0,00	2286,10	11,39	0,00	0,00	0,00	5,46

2. Nolu Numune Alma Noktası (D Havuzu)

YD-5		0-10 cm. Tuz numunesi
YD-6		10-15 cm. Tuz ve kil arasındaki geçişli seviye
YD-8		20-35 cm. Gri- beyaz renkli kil içerikli organik madde

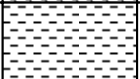
Şekil 5.45. 2 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti

Bir önceki noktamızdan 200 m. sonra tuz tabakasının arasında koyu renkli killeri gözlenmiştir. Bu geçiş seviyesinden sonra altında, gri renkli kil içeren organik madde yer almaktadır.

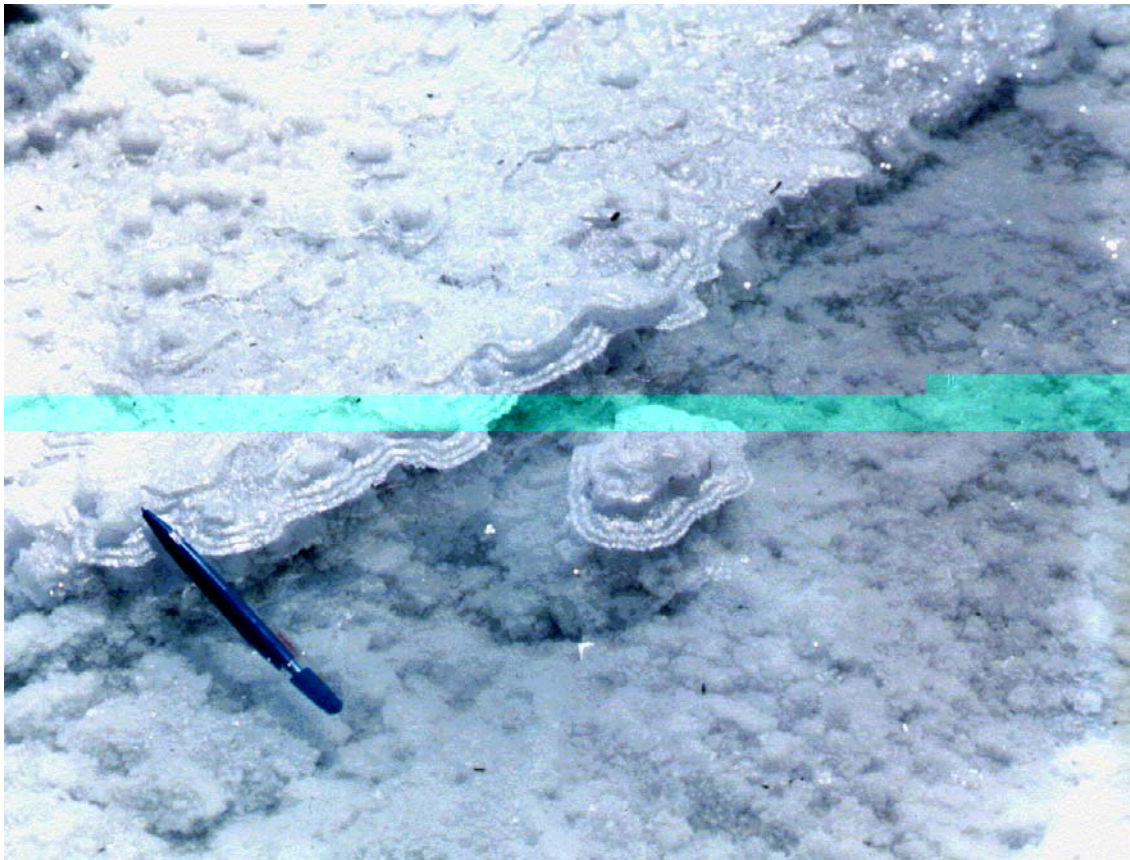
Tablo 5.24. 2 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
0-10	YD-5	3,74	137,70	10,77	0,24	12,35	0,00	157990,0	131,42	0,0	0,0	0,0	56,62
10-15	YD-6	5,67	99,61	10,96	0,11	7,54	2,28	48797,0	0,00	0,0	0,0	0,0	60,55
15-30	YD-8	12,99	64,70	10,20	0,17	6,31	0,00	33370,0	0,00	0,0	0,00	0,0	62,44

3. Nolu Numune Alma Noktası (D Havuzu)

YD-10		0-3 cm. Yeni oluşan tuz levhaları
YD-9		3-15 cm. Tuz içerikli kil numunesi
YD-11		15-30 cm. Gri renkli organik madde numunesi

Şekil 5.46. 3 Nolu Gözlem Çukuru Düşey Kesiti



Şekil 5.47. 3 Nolu Numune Alma Noktası YD-10 Nolu Numune Yüzeyde yeni oluşan tuz levhaları . (Ölçek kalem)

150 m. sonra zemin bir önceki nokta ile benzer özellikler taşımaktadır. Yüzeyde, suyun içinde yeni oluşmaya başlayan tuz levhaları içinden tuz numunesi alınmıştır. Tuz kristalleşmesinin başlangıcı ve eski tuz oluşumları bir arada gözlenmiştir (Şekil 5.47) Tuz tabakası içinde siyah renkli killer ve onun altında ise gri renkli kil ağırlıklı organik maddeler içeren birim yer almaktadır.

Tablo 5.25. 3 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
0-3	YD-10	3,18	234,10	0,00	0,23	4,65	0,00	14382,00	0,0	0,0	0,0	0,0	7,54
3-15	YD-9	5,69	141,80	13,31	0,14	8,84	0,00	44684,00	0,0	0,0	0,0	0,0	68,67
15-30	YD-11	7,40	271,00	24,85	0,11	6,75	1,09	96738,00	0,0	0,0	0,0	0,0	17,88

4. Nolu Numune Alma Noktası (D Havuzu)

150 m. sonra yüzeyden tuz numunesi alınmıştır. alt seviyesi ise beyaz renkli killerden oluşmaktadır. Seviye derinleştikçe renk koyulaşmakta ve gri renkli killi organik maddeye geçiş yapmaktadır.

Tablo 5.26. 4 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
0-3	YD-12	0,00	175,00	56,91	0,45	29,38	0,00	665,70	0,0	0,0	0,0	0,0	41,14

5. Nolu Numune Alma Noktası (D Havuzu)

200 m. sonra yüzeyde mikroorganizmalardan oluştuğunu düşündüğümüz kırmızı renkli tuz kristalleri gözlenmiştir.

Tablo 5.27. 5 Nolu Numune Alma Noktası Analiz Sonuçları

Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
0-3	YD-13	0,00	2,87	7,48	0,08	13,74	0,00	107,08	0,0	0,0	2246,52	0,0	3,54

Yavşan tuzlası D havuzunda 5 ayrı noktadan alınan tuzlu su, tuz ve kil numunelerden analiz sonucu elde edilen ağır metal konsantrasyon değerleri Şekil 5.48 - 5.56' da verilmiştir.

Al ve Fe burada da yüksek konsantrasyon değerini korumuştur. Al derinlik ile artarken, yüzeyden yaklaşık 0-10 cm seviyesinden alınan tuz ve kil karışımı numunede 29453,77 mg/kg ile en yüksek değeri vermiştir. Fe ise 3140,56 mg/kg

ile tuzlu su numunesinde en yüksek konsantrasyon değerini verirken, yüzeyde yeni oluşan tuz levhalarında 58,55 mg/kg en düşük değerini vermiştir.

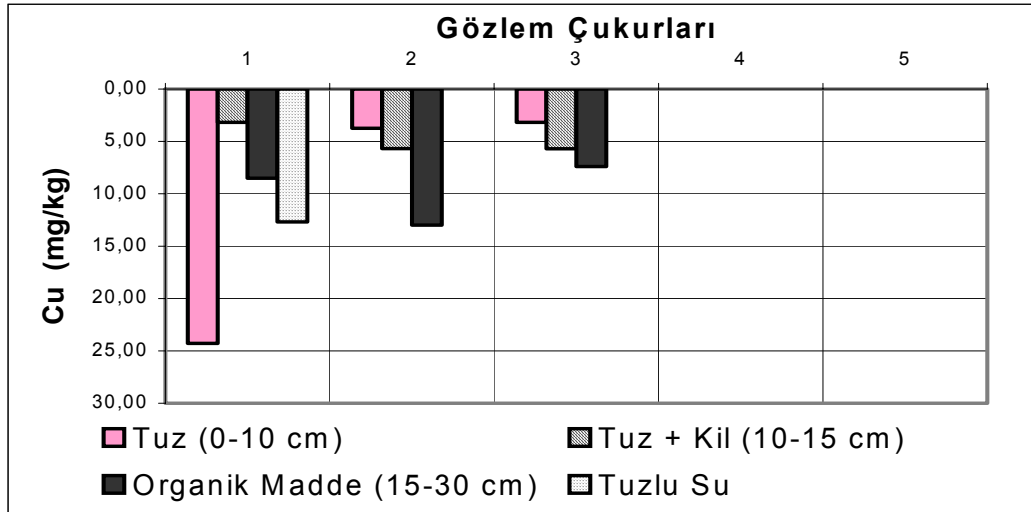
As birçok numunelerde bulunmaz iken organik madde numunelerde ortalama 0,65 mg/kg konsantrasyon vermiştir.

Cr, Cd ve Pb bütün numunelerde konsantrasyon göstermiştir. Cr ve Pb en yüksek 13 mg/kg, en düşük ise 0,5 mg/kg, Cd ise ortalama 0,06 mg/kg değerlerini vermiştir.

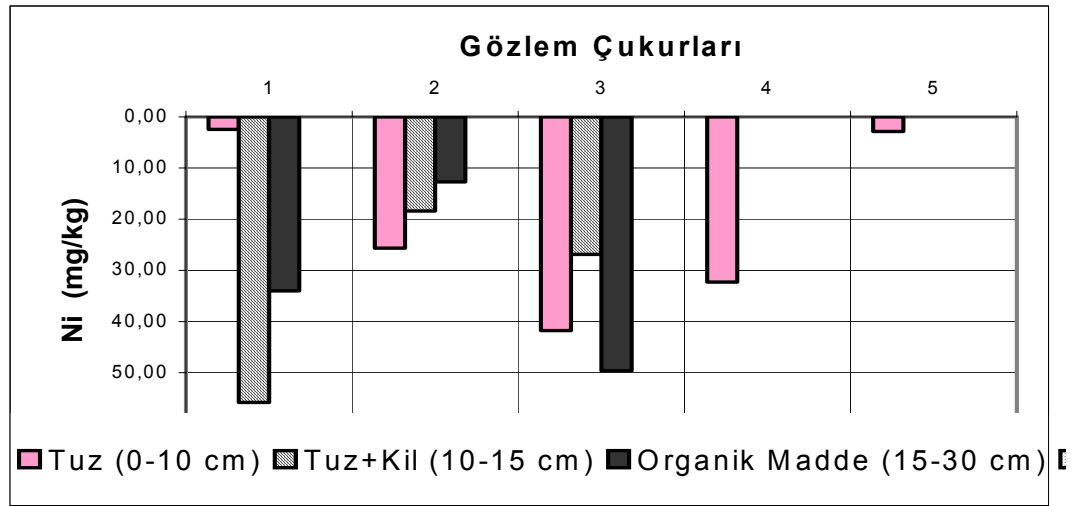
Tablo 5.28. D Havuzundan Alınan Numunelerin Ağır Metallere Göre Dağılımları

	Min. (mg/kg)	Max., (mg/kg)	Ortalama (mg/kg)
Co	0,00	10,51	2,92
Cd	0,02	0,25	0,06
Se	0,00	0,42	0,05
As	0,00	0,65	0,08
Hg	0,00	0,00	0,00
Pb	0,49	13,74	2,94
Cu	0,00	24,28	7,28
Cr	0,59	13,02	5,90
Mn	0,00	24,50	2,41
Al	107,08	29453,77	6319,02
Fe	0,00	3140,56	659,69
Ni	0,00	55,83	25,21

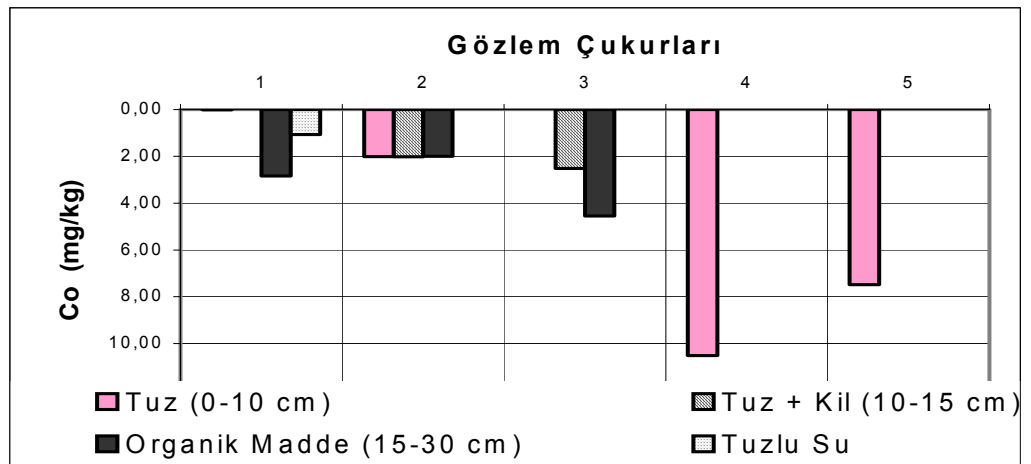
Co, tuz numunelerde düşük konsantrasyondadır. Ni lineer bir dağılım gösterirken, Mn birçok numunede bulunamamış 0-10 cm seviyesinden alınan kil+tuz numunesinde 24,50 mg/kg ile en yüksek değerini vermiştir. D havuzundan alınan numunelerin ağır metal analizleri Tablo 5.28'de verilmiştir.



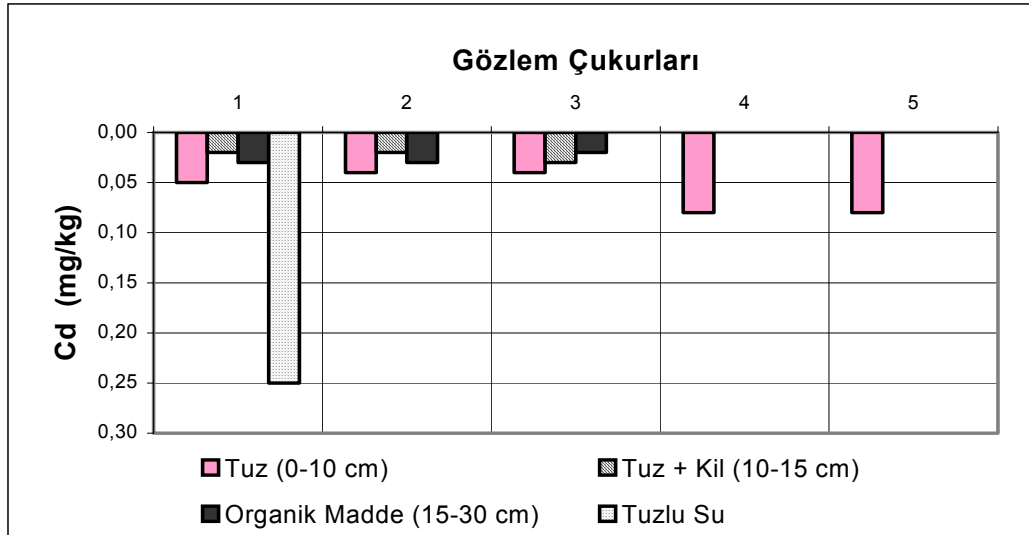
Şekil 5.48. D Havuzu Üzerindeki Gözlem Çukurları Cu Konstantrasyonu



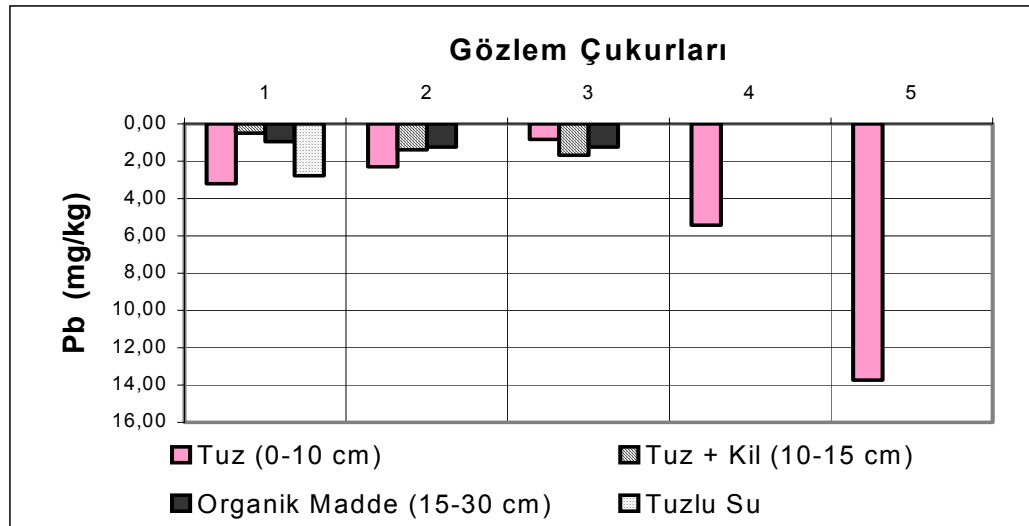
Şekil 5.49. D Havuzu Üzerindeki Gözlem Çukurları Ni Konstantrasyonu



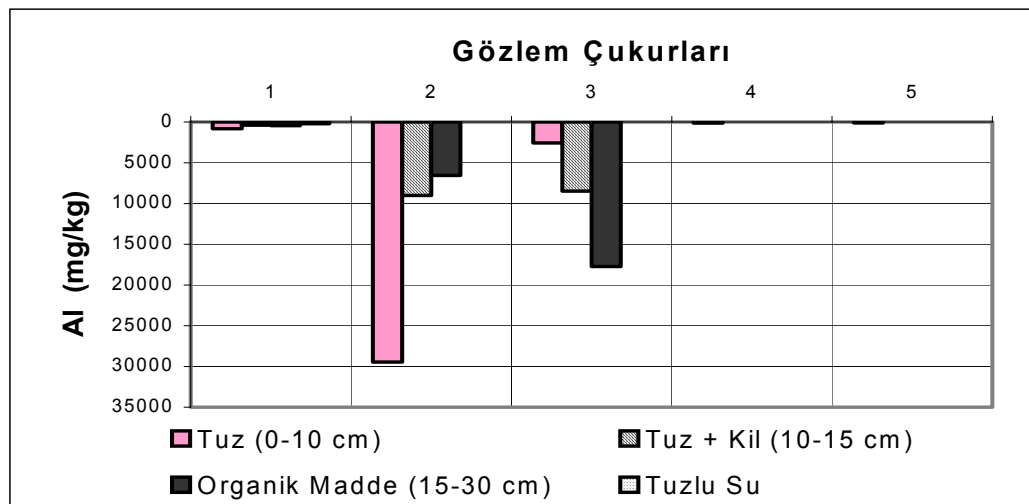
Şekil 5.50. D Havuzu Üzerindeki Gözlem Çukurları Co Konstantrasyonu



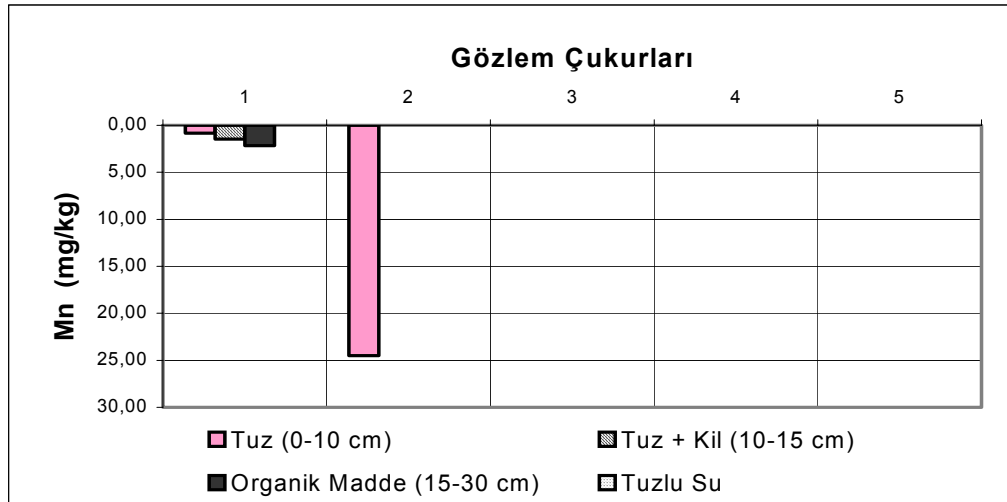
Şekil 5.51. D Havuzu Üzerindeki Gözlem Çukurları Cd Konstantrasyonu



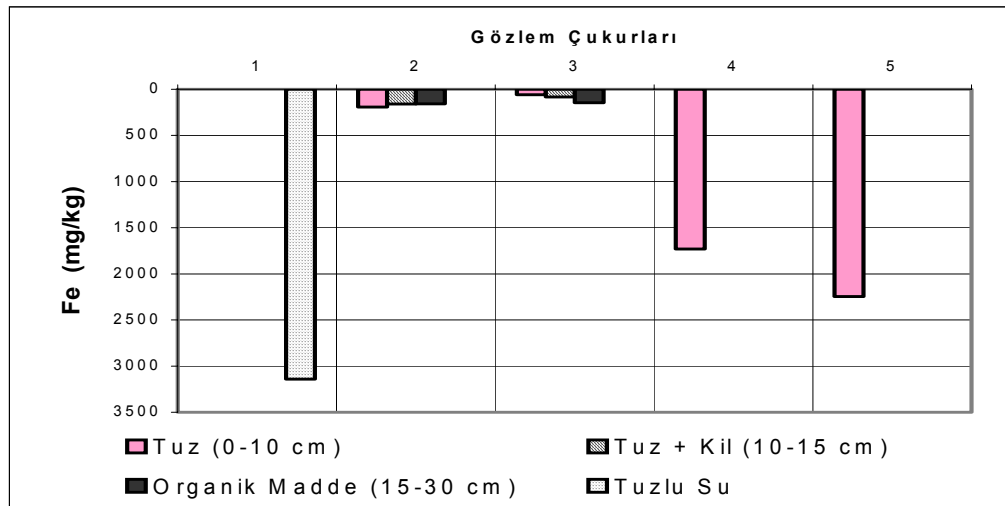
Şekil 5.52. D Havuzu Üzerindeki Gözlem Çukurları Pb Konstantrasyonu



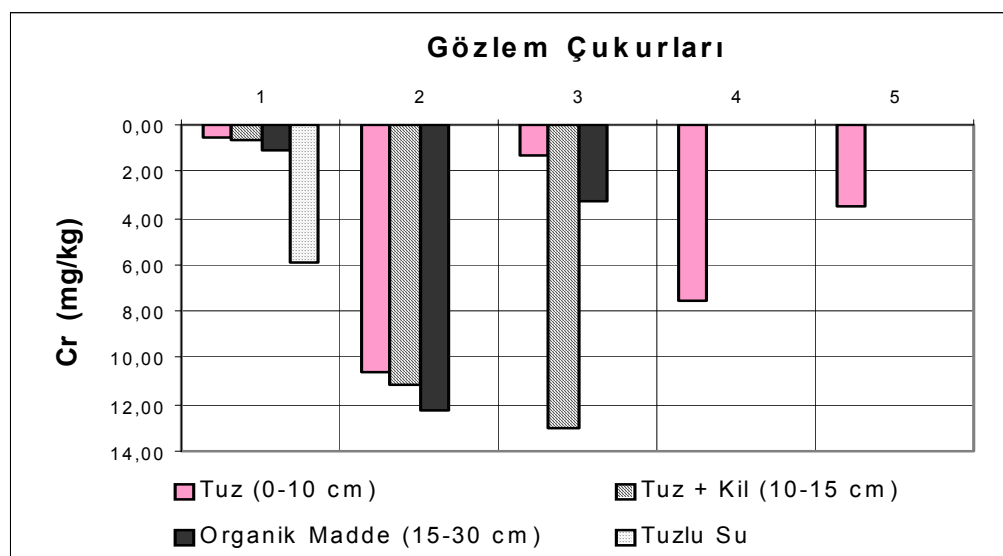
Şekil 5.53. D Havuzu Üzerindeki Gözlem Çukurları Al Konstantrasyonu



Şekil 5.54. D Havuzu Üzerindeki Gözlem Çukurları Mn Konstantrasyonu



Şekil 5.55. D Havuzu Üzerindeki Gözlem Çukurları Fe Konstantrasyonu



Şekil 5.56. D Havuzu Üzerindeki Gözlem Çukurları Cr Konstantrasyonu

5.5.2 Kayacık Tuzlası

Tuz Gölü' nün doğusunda yer alan Kayacık Tuzlasından alınan tuz numuneleri üzerinde yapılan analiz sonuçları aşağıda verilmiştir. Bu numuneler gözlem çukuru açılmadan yüzeyden belli mesafe aralıkları ile alınmış tuz numunelerdir.

Tablo 5.29. Kayacık Tuzlası Numuneleri Analiz Sonuçları

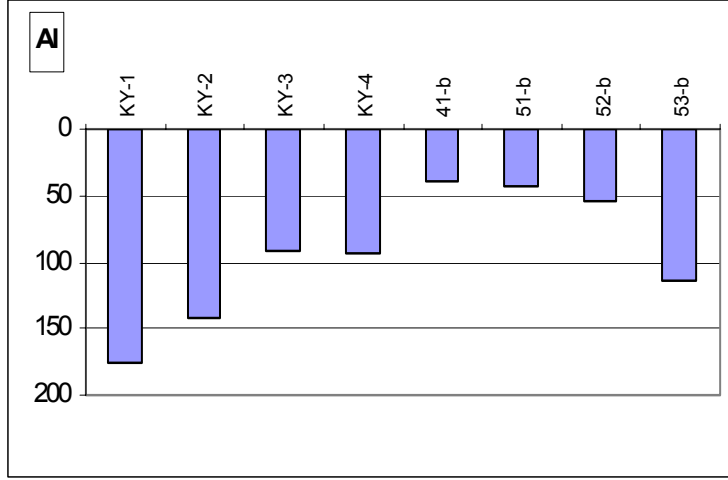
Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
Yüzey	KY-1	9,97	0,71	0,25	0,62	1,89	0,0	174,93	0,0	0,47	1579,05	0,0	0,8
Yüzey	KY-2	0,0	2,76	0,14	0,07	1,84	0,0	142,69	0,0	0,02	238,48	0,0	8,89
Yüzey	KY-3	0,0	0,0	0,24	0,16	2,71	0,0	91,52	0,0	0,20	4260,17	0,0	0,99
Yüzey	KY-4	0,0	0,0	0,80	0,18	2,15	0,0	93,19	0,0	0,34	2024,11	0,0	1,31
Yüzey	41-b	1,94	0,0	0,83	0,31	1,53	0,0	39,35	0,0	0,16	889,6	0,0	0,71
Yüzey	51-b	0,0	0,0	1,64	0,07	1,14	0,0	43,42	0,0	0,01	955,43	0,0	1,97
Yüzey	52-b	0,0	0,0	0,47	0,14	2,05	0,0	54,55	0,0	0,01	978,00	0,0	1,62
Yüzey	53-b	0,0	0,67	1,09	0,19	2,6	0,0	113,88	0,0	0,00	475,26	0,0	0,65

Kayacık Tuzlasından alınan tuz numunelerden elde edilen analiz sonuçlarına göre hazırlanan ağır metal konsantrasyon değerleri Şekil 5.57- Şekil 5.60' da verilmiştir.

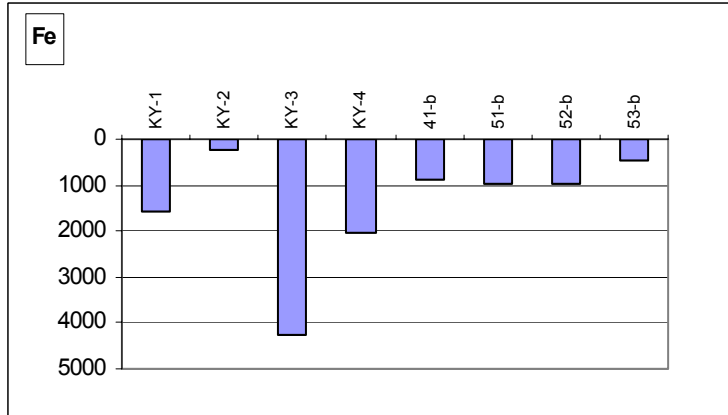
Al ve Fe bu tuzlada da yüksek konsantrasyon değerini korumuştur. Ni üç numunede, Cu ise iki numunede konsantrasyon vermiştir. Cr, Pb, Cd ve Co tüm numunelerde görülmüştür. Konsantrasyon değerleri Yavşan tuzlasına göre daha düşüktür. Mn, Se ve As konsantrasyonları ise hiç gözlenmemiştir.

Tablo 5.30 Kayacık Tuzlası Numunelerinin Ağır Metallere Göre Dağılımları

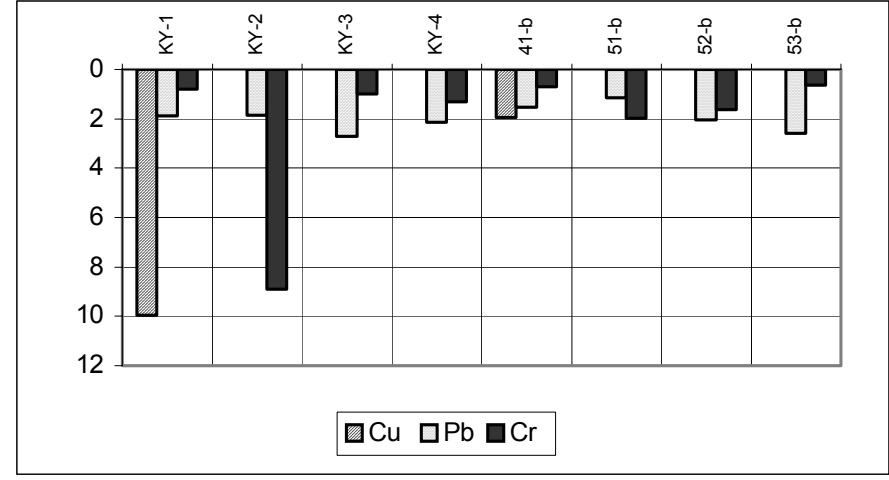
	Min. (mg/kg)	Max., (mg/kg)	Ortalama (mg/kg)
Cu	0,00	9,97	1,49
Ni	0,00	2,76	0,52
Co	0,73	8,42	3,51
Cd	0,07	0,62	0,22
Pb	1,14	2,60	1,99
Al	39,35	174,93	94,19
Hg	0,00	0,34	0,15
Fe	475,26	16985,87	3518,44
Cr	0,65	8,89	2,12



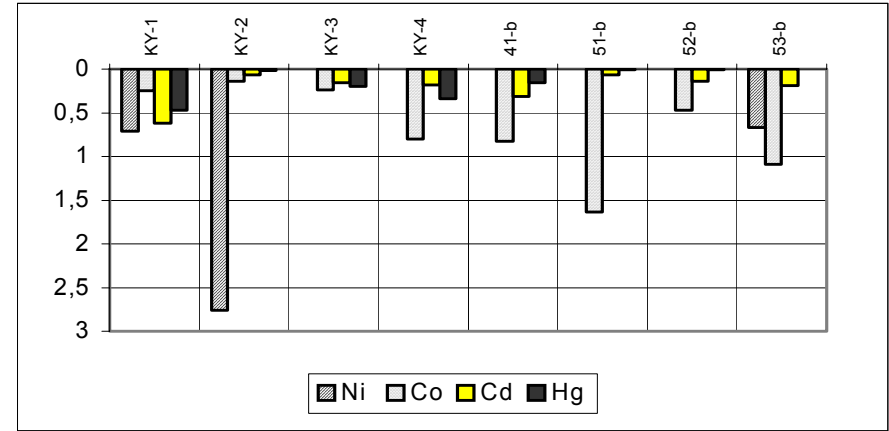
Şekil 5.57. Kayacık Tuzlası tuz numunelerin Al Konsantrasyonu



Şekil 5.59. Kayacık Tuzlası tuz numunelerin Fe Konsantrasyonu



Şekil 5.58. Kayacık Tuzlası tuz numunelerin Cu, Pb, Cr Konsantrasyonu



Şekil 5.60. Kayacık Tuzlası tuz numunelerin Ni, Co, Cd, Hg Konsantrasyonu

5.5.3 Kaldırım Tuzlası

Tuz Gölü' nün kuzey doğusunda yer alan Kaldırım Tuzlasından alınan tuz numuneleri üzerinde yapılan analiz sonuçları aşağıda verilmiştir. Bu numunelerde Kayacık Tuzlasında olduğu gibi gözlem çukuru açılmadan yüzeyden belli mesafe aralıkları ile alınmıştır. Sadece tuz numuneleri yer almaktadır.

Tablo 5.31. Kaldırım Tuzlası Numuneleri Analiz Sonuçları

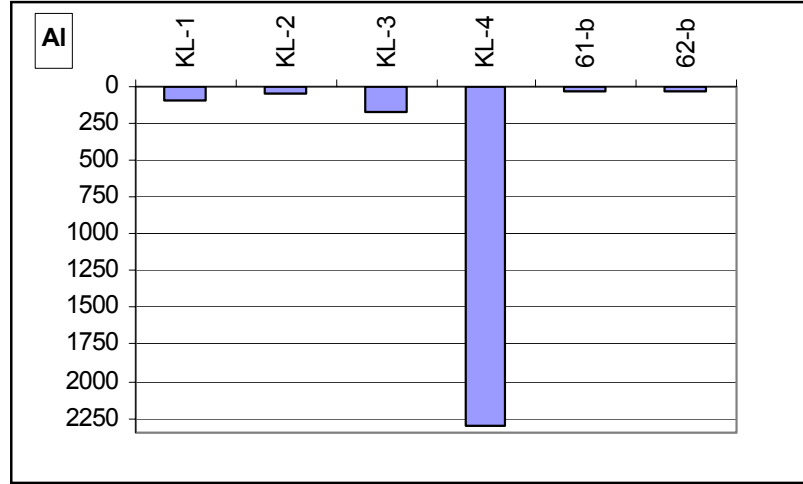
Derinlik (cm)	Num. No	Elementler (mg/kg)											
		Cu	Ni	Co	Cd	Pb	Se	Al	Mn	Hg	Fe	As	Cr
Yüzey	KL-1	0,0	0,49	1,4	0,04	1,4	0,0	87,37	0,0	0,02	687,24	0,0	1,06
Yüzey	KL-2	0,0	0,0	0,81	0,1	2,28	0,0	51,56	0,0	0,27	1005,85	0,0	0,54
Yüzey	KL-3	0,0	0,0	0,33	0,08	1,23	0,0	165,67	0,0	0,0	2374,72	0,0	0,96
Yüzey	KL-4	0,0	0,0	0,59	0,11	1,9	0,0	2310,11	0,0	0,09	2702,81	0,0	1,24
Yüzey	61-b	7,44	0,41	2,03	0,45	1,34	0,0	29,99	0,0	0,06	483,56	0,0	0,77
Yüzey	62-b	8,49	0,0	1,93	0,59	1,34	0,0	33,51	0,0	0,68	257,6	0,0	0,47

Kaldırım Tuzlasından alınan tuz numunelerden elde edilen analiz sonuçlarına göre hazırlanan ağır metal konsantrasyon değerleri Şekil 5.61 - Şekil 5.64' da verilmiştir.

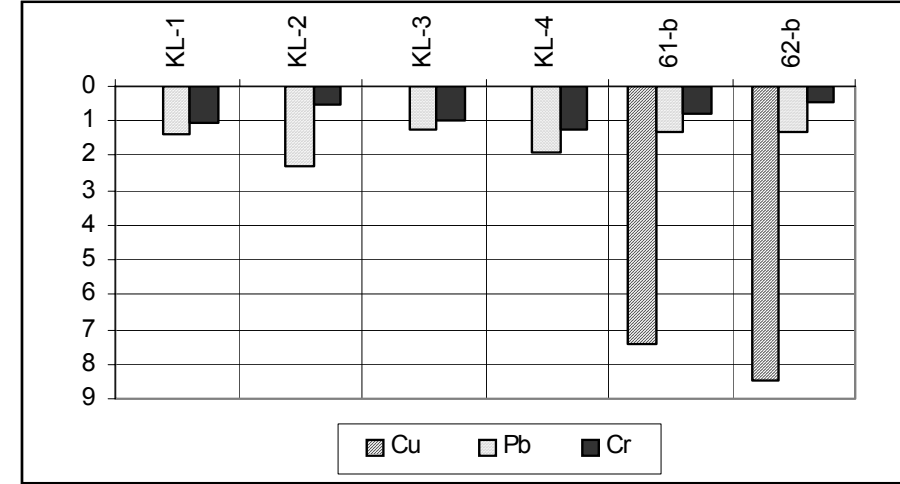
Al ve Fe bu tuzlada da yüksek konsantrasyon değerini korumuştur. Ni, Pb, Cr ve Cu Yavşan Tuzlası'ndan farklı olarak burada çok düşük konsantrasyon vermiştir.

Tablo 5.32 Kaldırım Tuzlası Numunelerinin Ağır Metallere Göre Dağılımları

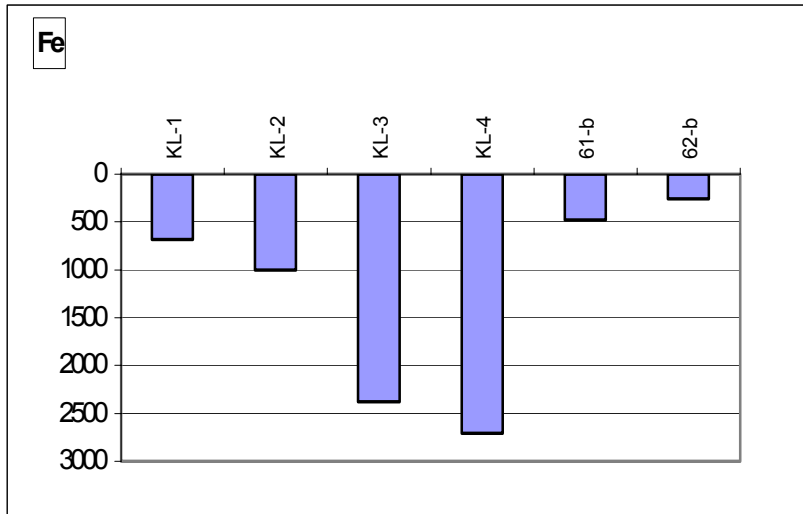
	Min. (mg/kg)	Max., (mg/kg)	Ortalama (mg/kg)
Cu	0,00	8,49	2,65
Ni	0,00	0,49	0,15
Co	1,40	10,32	5,07
Cd	0,04	0,59	0,23
Pb	1,23	2,28	1,58
Al	33,51	2310,11	446,37
Hg	0,00	0,68	0,19
Fe	257,60	2702,81	1251,96
Cr	0,47	1,24	0,84



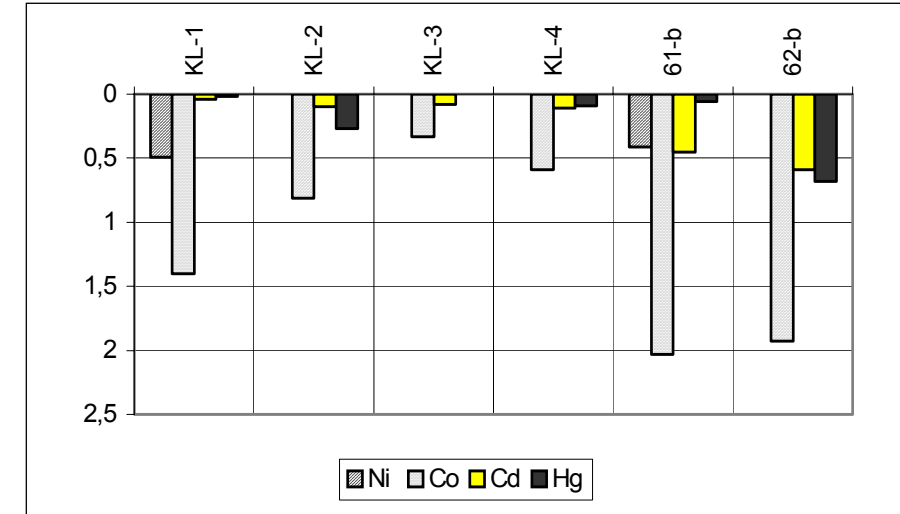
Şekil 5.61. Kaldırım Tuzlası tuz numunelerin Al Konsantrasyonu



Şekil 5.62. Kaldırım Tuzlası tuz numunelerin Cu, Pb, Cr Konsantrasyonu



Şekil 5.63. Kaldırım Tuzlası tuz numunelerin Fe Konsantrasyonu



Şekil 5.64. Kaldırım Tuzlası tuz numunelerin Ni, Co, Cd, Hg Konsantrasyonu

5.6 Ağır Metal Değişimlerinin Değerlendirilmesi

Analiz sonuçları değerlendirilirken, ağır metal türlerine ve gözlem çukurlarındaki dağılımına göre değerlendirilmişlerdir. Her bir gözlem çukurundan alınan numuneler seviyesine göre yorumlanmaya çalışılmıştır.

Yavşan Tuzlasının C havuzundan birbirine dik iki hat, D havuzundan tek hat boyunca tuzlu su, tuz ve organik madde numuneler alınmıştır. Kayacık ve Kaldırım tuzlalarından ise sadece tuz numuneler alınmıştır.

Tuzlalardan alınan örneklerin türlerine göre konsantrasyon değerleri Tablo 5.33'de verilmiştir.

Tablo 5.33 Tuzlalardan alınan numunelerin ağır metal konsantrasyonları

ELEMENT	TUZ (mg/kg)			Yavşan Kil (mg/kg)	Yavşan Tuzlu Su (mg/kg)
	Kayacık	Kaldırım	Yavşan		
Cu	1,49	7,97	3,98	9,43	6,56
Ni	0,52	0,45	14,88	30,02	0,31
Co	0,68	1,18	3,19	4,17	1,61
Cd	0,22	0,23	0,07	0,12	0,18
Pb	1,99	1,58	3,14	8,70	2,25
Se	-	-	0,00	0,05	-
Al	94,19	446,37	2248,24	3076,11	228,91
Mn	-	-	7,08	6,19	-
Hg	0,15	0,19	0,02	0,18	0,02
Fe	1425,01	1251,96	1049,77	3984,45	4530,33
As	-	-	0,04	0,17	-
Cr	2,12	0,84	4,68	9,44	7,56

Fe ve Al tuzlaların hepsinde yüksek konsantrasyon vermiştir. Ni, Yavşan Tuzlasında yüksek değer verirken Kaldırım ve Kayacık Tuzlalarında düşük değer vermiştir. Cu Kaldırım Tuzlasında en yüksek değerini vermiştir. Genelde konsantrasyon yoğunlaşması killerde gözlenmiştir. Fe ağırlığı ile kısa sürede çökelmektedir, bu nedenle kil numunelerde daha yoğundur.

Bazı noktalarda ani yükselmeler gösteren ağır metaller, kil numuneler bünyesindeki depolanma ile alakalı olabilir. Metallerin tuz içindeki davranışlarında bazı gruplanmalar görülmüştür.

1 Nolu Hat Tuz numunelerde Ni, Co, Mn, Cr ve Al arasında pozitif bir korelasyon vardır (Şekil 5.65). Kil numunelerde Mn-Cr, Cu, Co, arasında numunelerde ikili korelasyonlar gözlemlenmiştir (Şekil 5.66).

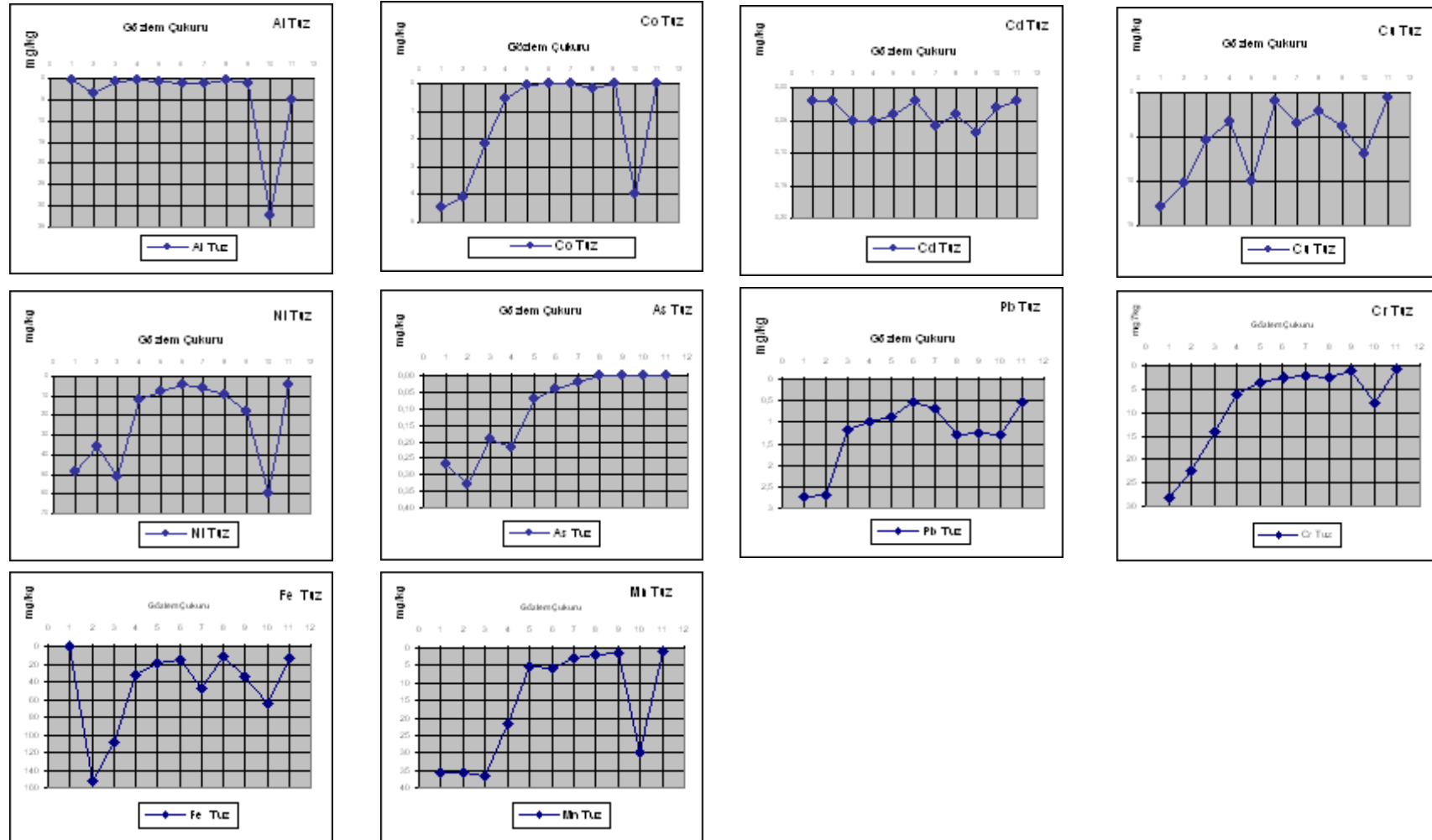
2 Nolu Hat üzerinden alınan kil numunelerde Al-Cd, Fe-Co, Ni-Pb arasında pozitif bir korelasyon görülürken, Hg bağımsız bir davranış göstermiştir (Şekil 5.68). Tuz numunelerde ise Fe-Co birbiri ile etkileşimli pozitif korelasyon çizerken, Cu – Cr ters korelasyon göstermiştir (Şekil 5.67). Tuzlu su numuneler de ise Co-Fe, Cd-Pb-Cr pozitif korelasyon gösterirken Cu X Cr ters korelasyon vermiştir (Şekil 5.69). D havuzunu tuz numunelerde ağır metal tayininde Co - Fe – Pb pozitif etkileşimli iken, Cu ise ters korelasyon sunar. (Grafik 5.44). Kil numunelerde iki farklı seviyeye göre grafik hazırlanmıştır. Ni ve Pb ters korelasyon, Pb – Cu, pozitif korelasyon sunar (Şekil 5.69).

Göl tabanında oluşan “Tuz kabuğu nun bileşimi göl içinde değişiklik gösterir, tuz kabuğunun altında bulunan ve önceki yıllarda çökelen tuz kabuğuna “Tahta Tabakası” denmektedir. Bu tabakada killi maddelerin bileşenlerinin miktarı % 5’ e ulaşmaktadır. (Ayhan ve Diğ.,1993).

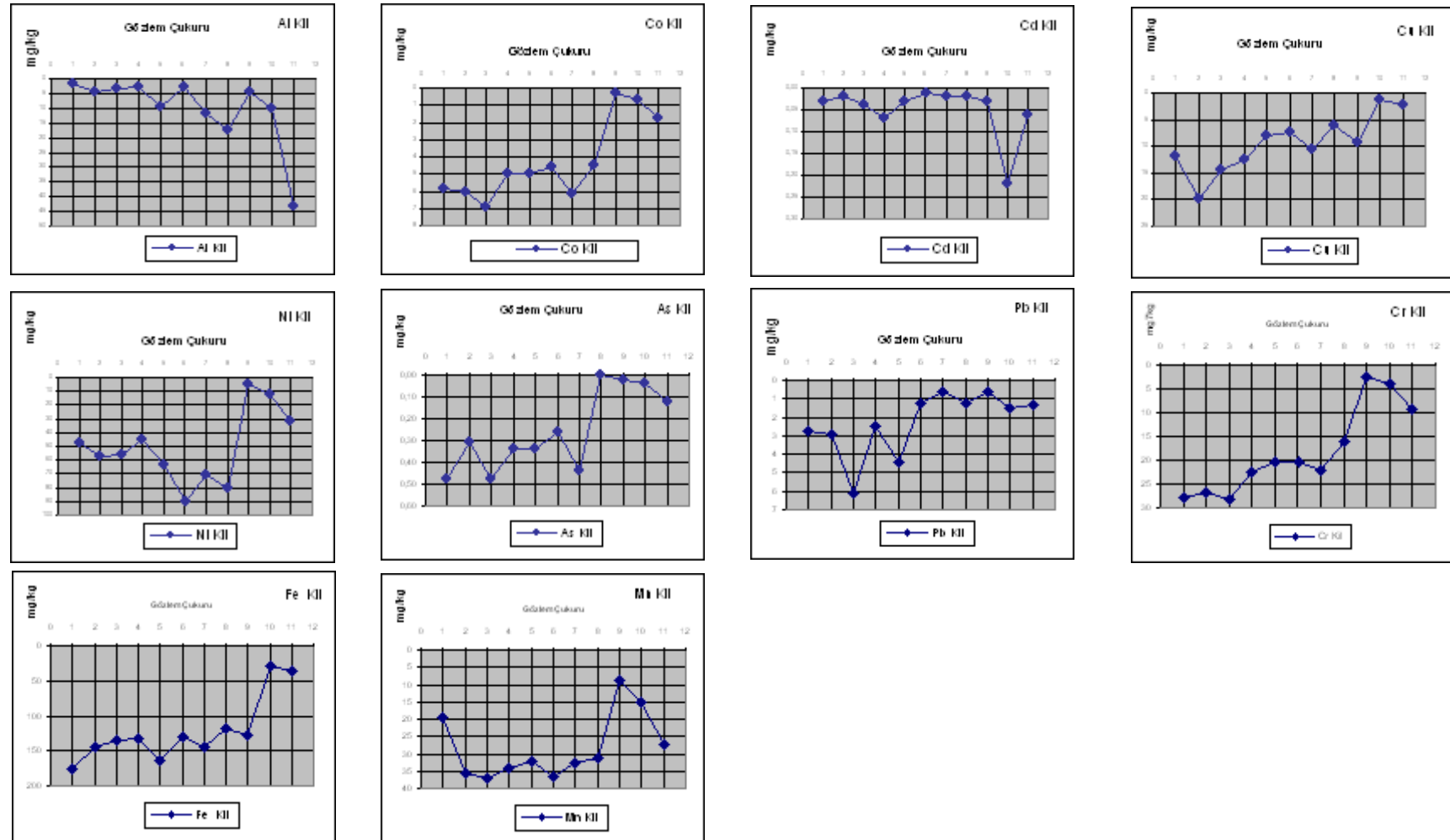
Tahta tabaka bünyesinde bulunan killerin ana minerali Al içeriği yüksek olan kaolindir, denizel ortamdaki kil oluşumlarında ise Fe içeriği yüksektir. Fe kilin kalitesini düşürür. Kil yataklarından alınmış örnekler üzerinde yapılan kimyasal analiz sonuçlarında SiO₂ % 56-60, Al₂O₃ % 25-36, Fe₂O₃ % 08-3,5 değerleri bulunmuştur. Analizlerde tespit edilen yüksek Fe ve Al ortamdaki killerden de kaynaklanmaktadır.

Analizlerde tespit edilen ağır metallerin kaynağı öncelikle ana kirletici unsur olan Ana Tahliye Kanalıdır. Tarım alanlarında kullanılan zirai tarım ilaçları, akarsular, rüzgar, sellenme diğer kirletici kaynaklardır.

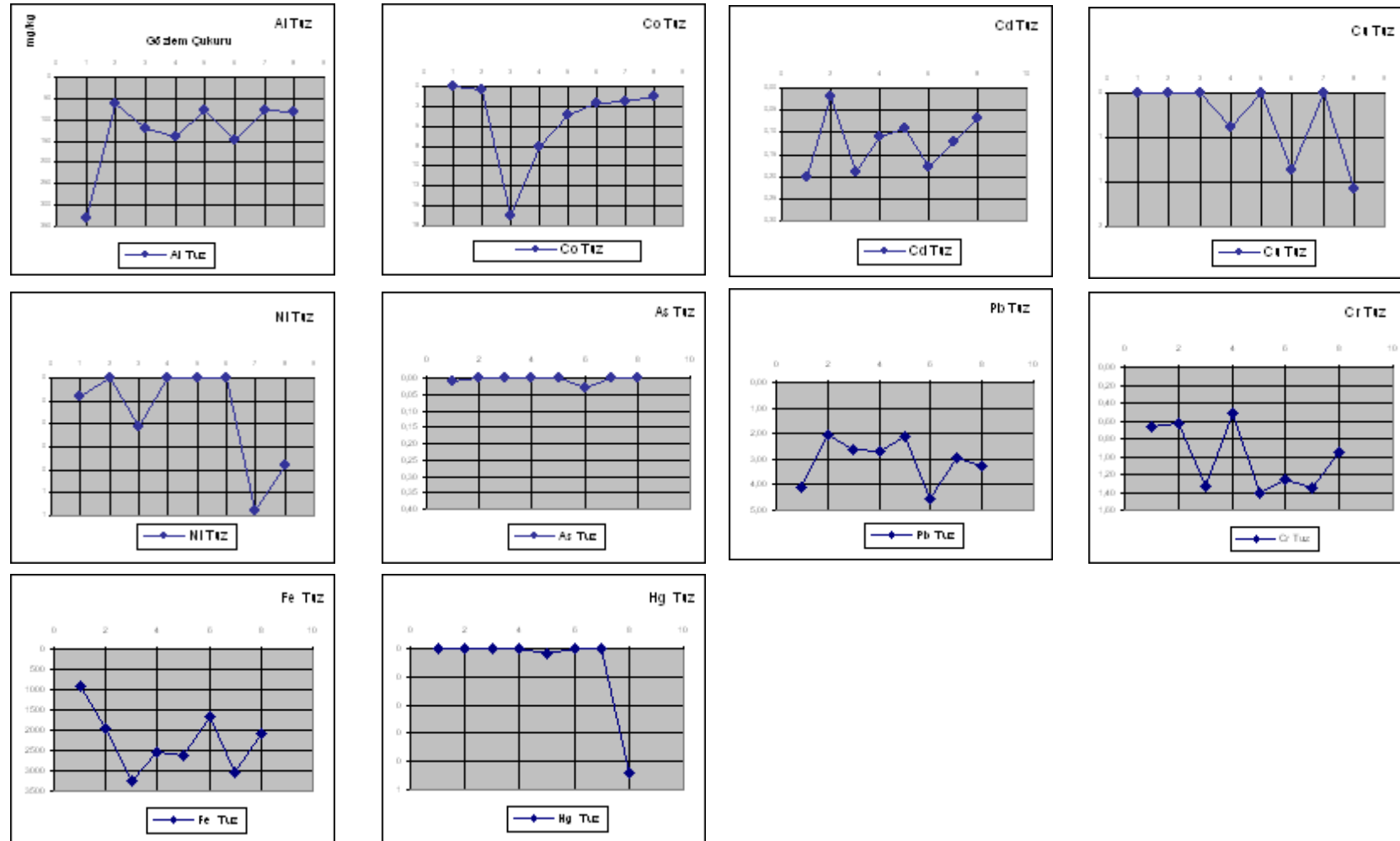
Kırıntılı malzemelerin çevreden göl ortamına taşınması ya yüzey suları ya da akarsular ve rüzgarlar ile gerçekleşir (Ayhan ve Diğ. 1993).



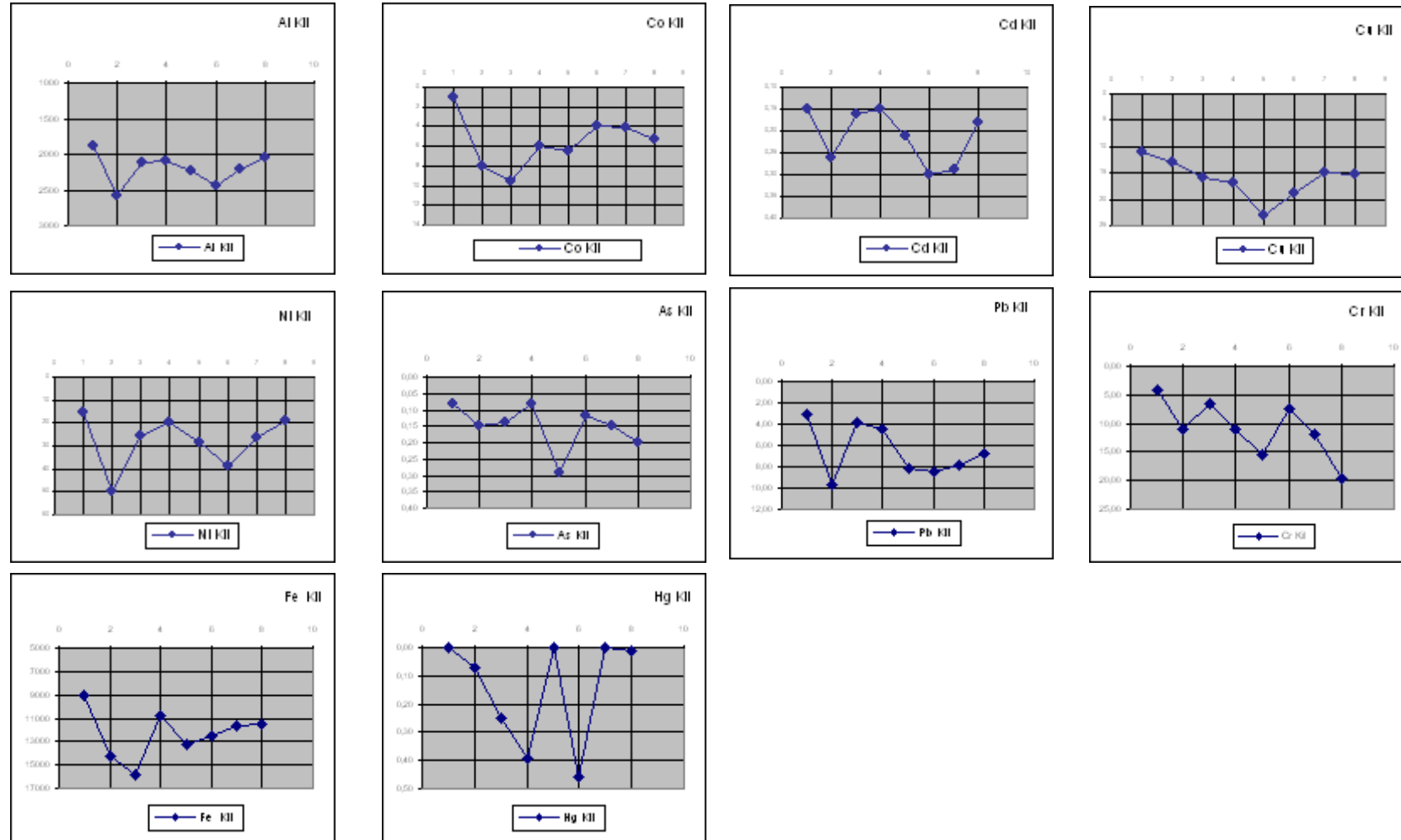
Şekil 5.65. 1 Nolu hat üzerindeki tuz numunelerin ağır metal konsantrasyon dağılımı



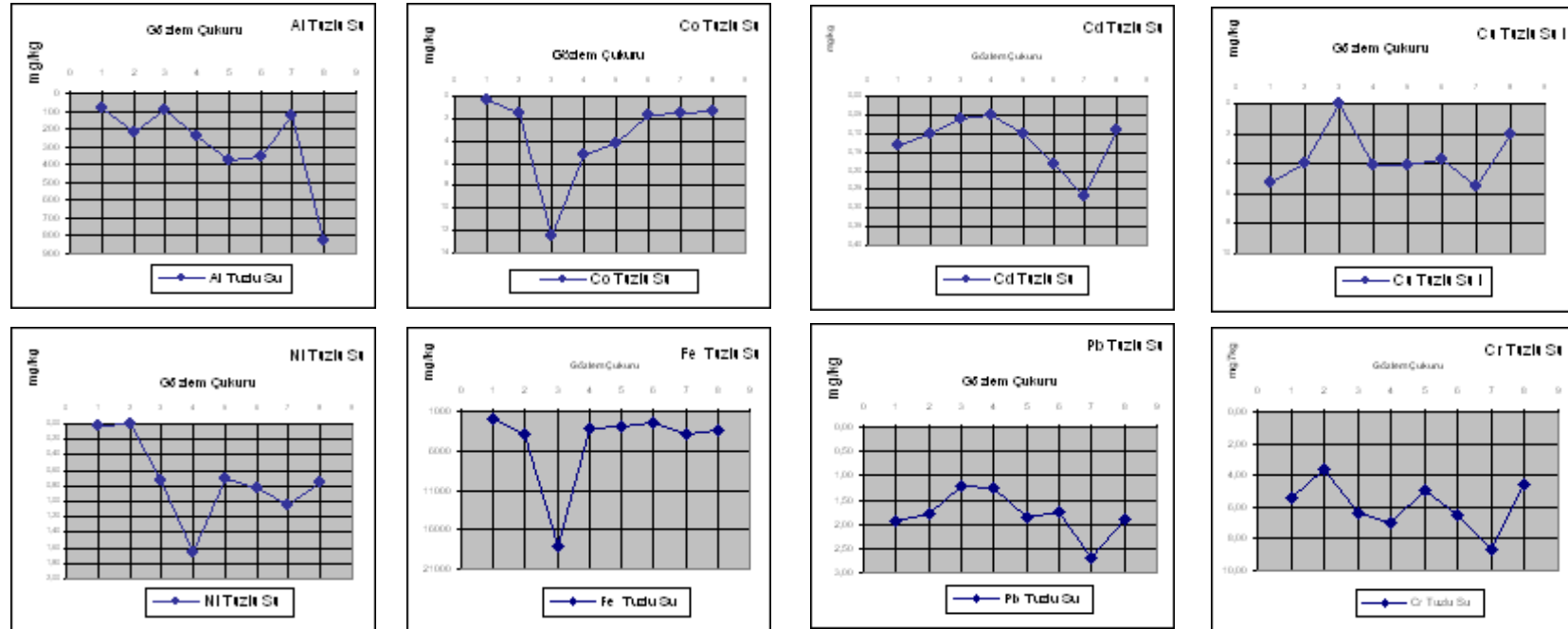
Şekil 5.66. 1 Nolu hat üzerindeki kil numunelerin ağır metal konsantrasyon dağılımı



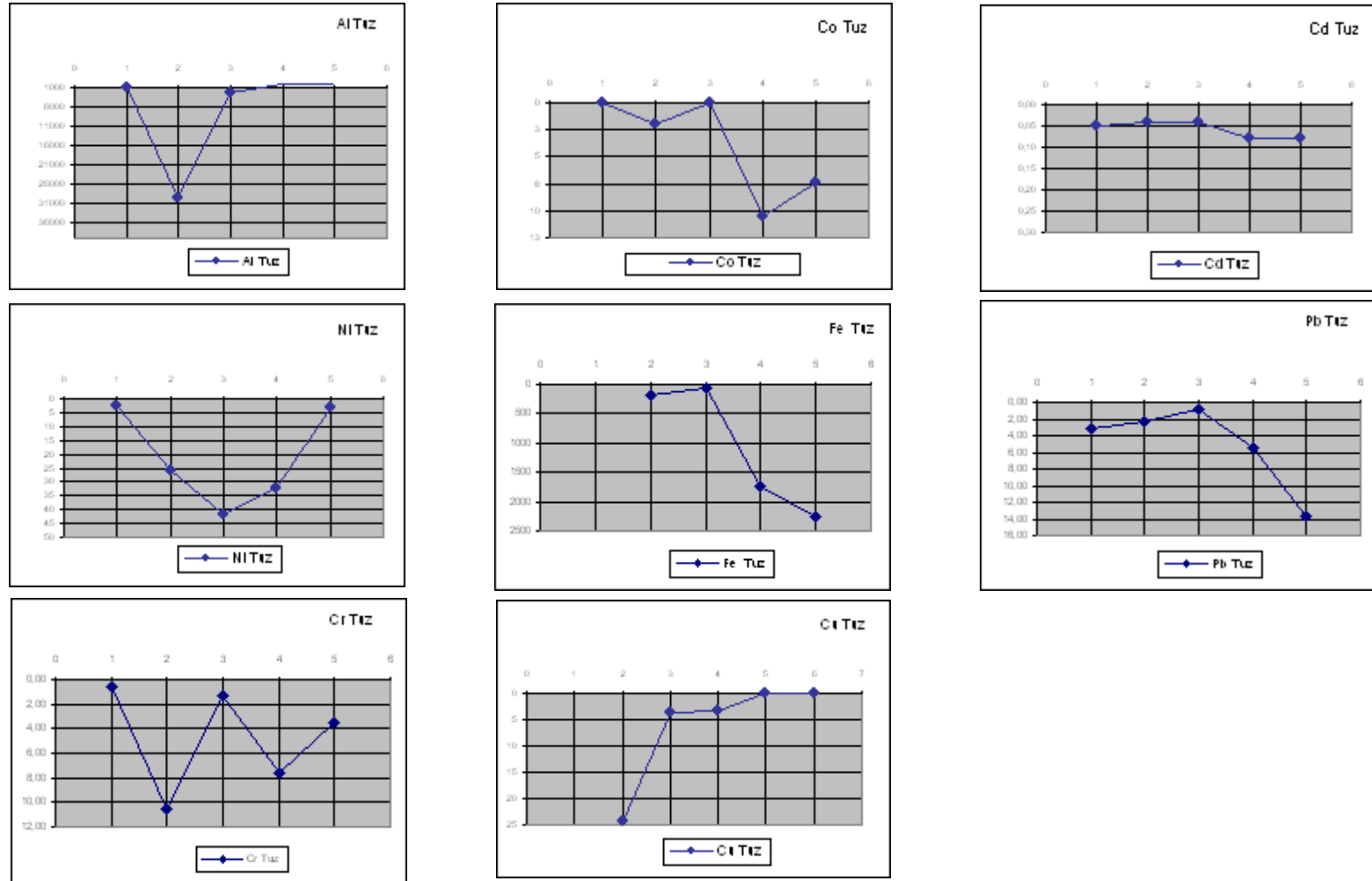
Şekil 5.67. 2 Nolu hat üzerindeki tuz numunelerin ağır metal konsantrasyon dağılımı



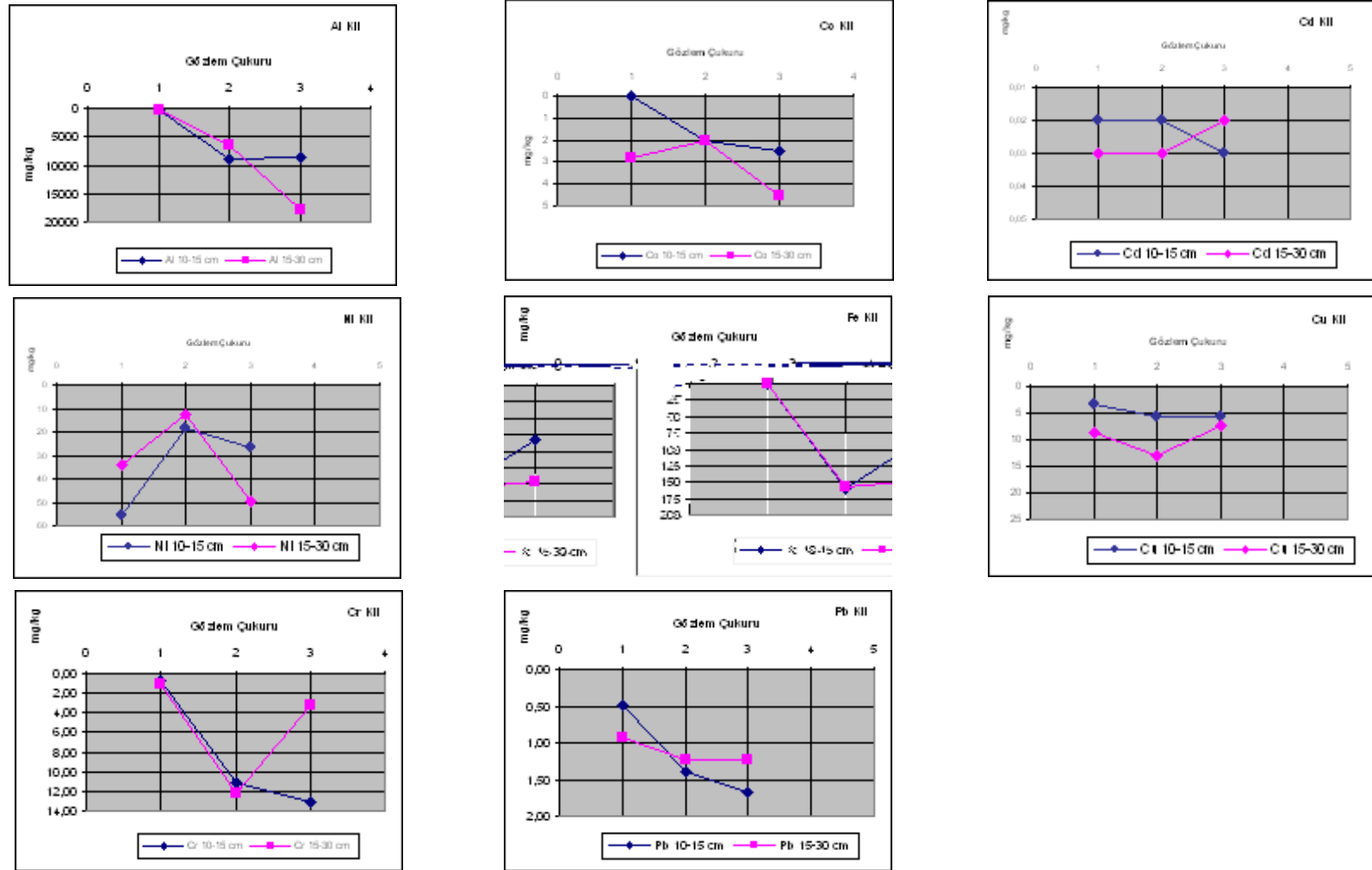
Şekil 5.68. 2 Nolu hat üzerindeki kil numunelerin ağır metal konsantrasyon dağılımı



Şekil 5.69. 2 Nolu hat üzerindeki tuzlu su numunelerin ağır metal konsantrasyon dağılımı



Şekil 5.70. D Havuzu üzerindeki tuz numunelerinin ağır metal konsantrasyon dağılımı



Şekil 5.71. D Havuzu üzerindeki kil numunelerin ağır metal konsantrasyon dağılımı

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de nüfus artışı, endüstriyel faaliyetlerin gelişimi ile birlikte pek çok sorunu da beraberinde getirmektedir. Refah düzeyi yükseldikçe tüketim artmakta ve bunun sonucunda kişi başına düşen atık miktarları da çoğalmaktadır.

Tuz Gölü kirlenmesine sebep olan Konya Ovası Ana Tahliye Kanalı'ndan su çekilerek tarımsal sulama yapılması, tarım alanlarında uzun vadede verimin azalmasına ve toprağın kirlenmesine sebep olacaktır. Ana Tahliye Kanalı ulaştığı Tuz Gölünde ve tarımsal sulama amacıyla kullanıldığı tarımsal alanlarda gerekli önlemler alınmaz ise geriye dönüşü mümkün olmayan sonuçlar doğuracaktır.

Konya İli'nde bulunan üç adet Organize Sanayi Bölgesi, Konya merkez ve ilçelerde bulunan küçük sanayi siteleri farklı sektörlerden birçok iş kolunda faaliyet göstermektedir. Sanayi tesislerinden kaynaklanan hava kirliliği yağış ve rüzgarın etkisi ile, üretimden kaynaklanan atık sular da Ana Tahliye Kanalı vasıtasıyla Tuz Gölü'ne ulaşmaktadır.

Konya İlinin evsel ve sanayi atıkları, herhangi bir arıtma işlemine tabii tutulmadan D.S.İ tarafından yapılan Konya Ovası Ana Tahliye Kanalı'na deşarj edilmektedir. Bu kanal Konya ve Altınekin ova tabanlarında eski göl tortulları üzerine açılmış olup toprak yarma bir kanaldır. Fakat kanal boyunca yapılan gözlemlerde yağışlı dönem dışında kanaldan Tuz Gölü havzasına fazla bir deşarj olmadığı, kanaldaki mevcut su kütlesinin Altınekin ovasından itibaren zayıflayarak kaybolmakta olduğu gözlenmiştir. Ova tabanında çok sayıda karstik subatan mevcuttur. Kanaldaki su kütlesinin azalmasına bu subatanlardan gerçekleşen kaçaklar sebep olmaktadır. Karstik kaçaklar yolu ile yer altı suyunun kirlenmesi söz konusudur. Yer altı sularının yönü çoğunlukla Tuz Gölü'ne doğrudur. Kirlenme günümüzde dahi sıkıntısı çekilen su rezervlerinin gelecekteki kullanılabilirliği açısından önemli bir çevresel sorun niteliğindedir.

Ayrıca tarım alanlarında zirai mücadelede kullanılan ilaç artıklarının yağmur suları ile göle ulaşması, tarla ıslahı ve çoraklaşmayı önleme amacıyla kullanılan yıkama suyu kirliliğın sebeplerinden biridir.

Tuzlalardan alınan numunelerde ağır metal konsantrasyonları yüksek çıkmıştır. Evaporasyon ile ortamdan tuzun ayrılması ile birikim killerde yoğunlaşmaktadır. Numunelerin Ağustos ayında alınmış olması yüksek sıcaklık nedeniyle ortamdaki elementlerin çözünürlüğünü de arttırmıştır. Tuzlu su numunelerde yüksek konsantrasyon değerleri gözlenirken, tuz numunelerde ya hiç bulunmamış yada düşük değerler elde edilmiştir.

Tuz numunelerde tespit edilen konsantrasyon değerleri risk oluşturmamakla birlikte, gereken tedbirler alınmazsa yakın gelecekte tehdit eder bir hale gelecektir.

Ağır metallerin ham tuz içindeki konsantrasyonları büyük risk taşımaya karşılık rafine tuzlarda Fe, Al, Co, Mn, Cr, ve Ni dışında kalan toksik elementler olarak adlandırılan As, Hg, Pb, ve Cd elementlerinin ya hiç bulunmamaları veya düşük konsantrasyon göstermeleri nedeniyle bu risk büyük ölçüde azalmaktadır (Sara, 2000).

Gölde yağış ve sıcaklık koşullarına göre belirli bir buharlaşma yüksekliği vardır. Bu evaporasyon ve su giriş dengesi, havzaya dışarıdan taşınan sular ile bozulmaktadır. Göl içinde oluşmuş ve e geçirgenliği önleyen tuz tabakaları dışarıdan gelen bu sular ile eriycek ve gölün tabanı bataklık bir hal alacaktır. Ayrıca uzun vadede göl suyunun jeokimyası değişecek ve sülfat yönünden zengin bir hal alacaktır.

Metal kirliliği konveksiyon, rüzgar ve sular aracılığı ile bir yerden başka bir yere taşınabilmektedir (Gündüz, 1994). Genellikle eser miktarlarda 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.

Kaldırım Tuzlası üretim havuzlarında göl suyunun aniden bome değerinin düşmesi ve anormal olarak tatlılaşması, havuz seddelerinin yer yer çökmesi gibi problemler yaratan Peçenek Deresi, yıllık ortalama 20 milyon m³ debi ile göle giriş yapmaktadır. Peçenek deresinin özellikle kış ve ilk bahar aylarında yükselen akımları, üretim havuzlarının bulunduğu göl kuzey sahasındaki göl suyunda aniden tatlılaşmalara yol açarak seddelerin oturduğu güzergahtaki tahta tuz tabakalarını eritmek suretiyle sedde çöküntülerine sebebiyet vermektedir. Peçenek Deresinin güzergahının değiştirilerek ana göl bölgesine aktarılması konuya bir çözüm olabilecektir.

KAYNAKLAR

- Alloway, B.J., Heavy Metals in Soils, Blackie and Son Ltd. Gt. Bt., 1990
- Akalın, N., ve Kurtman, T., Tuz Gölü İyodin, Bromin ve Liyum Araştırmaları Maden Jeolojisi Raporu MTA, Ankara, 1999
- Arıkan, Y., Tuz Gölü Havzasının Jeolojisi ve Petrol İmkanları, MTA Dergisi, 85, 17-38, 1975
- Aras, A., Bustanoğlu ve Uygun, A., Tuz Gölü Projesi Jeoloji Etüdları Ara Raporu: MTA Derleme Rap. No:6083,1975
- Ayhan, A., Güzel, A., Küçükhöyük, M. ve Göçmez, G., Konya Kapalı Havzasında ve Tuz Gölünde Kirlenmenin Tespiti ve Giderilmesi, Konya, 1993
- Beker, N., Tuz Gölü ile ilgili olarak yapılan çalışmalar ve su kirliliği ile ilgili örnekler, Tekel Gen. Müd. 43-47 s., 1989
- Beker, N., Tuz Gölü, Önemi, Kirlenmesi ve Çözüm Önerileri, Çevre Koruma Müdürlüğü, 1992.
- Birand, H.,Tuz Gölü Çorakçıl Bitkileri, Toprak Su Genel Müdürlüğü Ankara, 103 s., 1961
- Demirsoy, A., ve Akbulut, A., Uluslar arası önemi olan sulak alanların biyolojik ve ekolojik yönden araştırılması projesi Çevre Bakanlığı, Ankara, 1999
- Frey, E., Leugers Lexikon Der Jesamten Heichnik Und Ihner Hilfswissenschaften/ed. E. Frey Obermegierungierungsbaurat-Shuttgart; Deutsche Verglas, 1926.
- Gawlik, J., Tuz Gölü Kenarında Şereflikoçhisar havalisinde Yapılan Hidrojeolojik Etüd Hakkındaki Rapor: MTA Derleme Raporu No:2472, 1956
- Görür, N., ve Derman, M., Tuz Gölü Havzasının Jeolojik Gelişim Süreçleri ve Evrimi, 1978.
- Hamilton, W. J. and Strickland, H. E., On Thae Geology of The Western Part of Asia Minors Transact. Roy. Geol. Soc. London, 1841.
- Irion, G.,Mineralogisch-Sediment Petrograhische Und Geochemische Untersuchungen Am Tuz Golu (Salzee), Turkei, Doktora Tezi, Heildelberg Üniv. 68 s., 1970

- İlter., M., Türkiye’de Tuz Endüstrisi ve Tuz Ticareti, Ticaret Bilimleri Lisansiyesi Tekel Genel Müdürlüğü Eski Genel Müdür Baş Yrd. 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 Bilimler Enst. 41 s, 1989
- Konya İl Çevre Durum Raporu , Çevre Bakanlığı, Konya, 1999
- Tekel Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporu, 1994
- Tekel Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporu, 1996
- Tekel Kaldırım Tuz İşletmesi Müdürlüğü, 2001 Brifing Dosyası
- Saral, R., Tuz Gölünde Tuz Üretim Prosesinde Ağır Metal Değişimi, GYTE, 2000
- Şen, E., DSİ Konya Ana Tahliye Kanalı’nın Tuz Gölünde neden olduğu Ağır Metal Kirliliği MTA Derleme Raporu., No:6905,1978
- Tchihatcheff, P., Asia Mineure; Geologie I, 205, Germany, 1867.
- Uğurtaş, G., Tuz Gölü Havzasının Bir Bölümünün Jeofizik Yorumu : MTA Derl:85, 38-45, 1975
- Uygun , A., ve Şen E., Tuz Gölü Suyunun Jeokimyası, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 21,2,113-120,1978

ÖZGEÇMİŞ

Bilecik doğumlu olan Selma GÖZLEV, ilk okulu Bursa ve Uşak'da, Ortaokulu ve Liseyi İzmit'de bitirdi. 1997 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı.

1999-2003 yıllarında özel sektörde Kalite Güvence Müdürü olarak görev yaptı.

2005 yılından beri Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, İmar Daire Başkanlığı, Zemin ve Deprem İnceleme Şube Müdürlüğündeki görevine devam etmektedir.